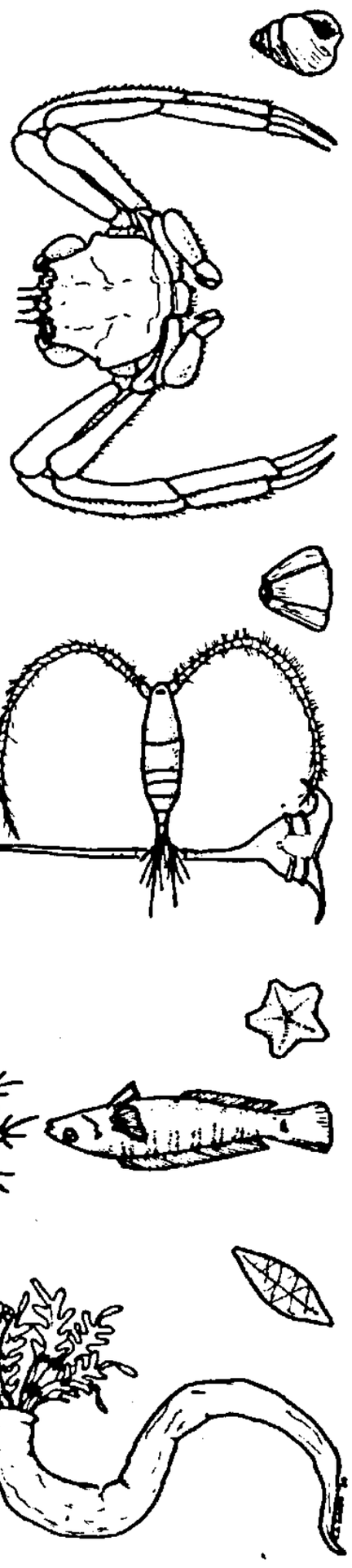
Società Italiana di Biologia Marina



BIOLOGIA MARINA

Supplemento al Notiziario SIBM

Vol. I

Atti 23° Congresso SIBM

Ravenna 8-12 Giugno 1992

Università degli Studi di Bologna
Corso di Laurea in Scienze Ambientali
di Ravenna

FONDAZIONE
FLAMINIA
Ravenna

ATTI

XXIII Congresso Società Italiana di Biologia Marina

Ravenna
8-12 Giugno 1992

Biologia Marina, Supplemento al Notiziario SIBM, Vol. 1, 1993

Periodico quadrimestrale edito dalla S.I.B.M., Genova - Autorizzazione Tribunale di Genova
n. 6/84 del 20 febbraio 1984

erredi grafiche editoriali s.n.c. - genova

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 1-12

G.J. HERNDL, A.B. BOCHDANSKY, E. KALTENBÖCK, G. MÜLLER-NIKLAS
Institute of Zoology, University of Vienna, Althanstr. 14, A-1090 Vienna, Austria

MARINE SNOW IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA: MAJOR ROLE OF MICROBES IN THE METABOLISM OF MARINE SNOW.

Marine snow in the Adriatic Sea

Abstract

In the Northern Adriatic Sea, 2 main factors have been identified leading to enhanced marine snow formation. One factor -the physical one- is the development of a strong pycnocline leading to a generally reduced flux to the bottom. The second factor -the biological- is high photosynthetic extracellular release (PER) during summer months. About 80 % of the photosynthetically fixed carbon is released; these unusually high release rates might be interpreted as an overflow reactions of phytoplankton primary production as atomic inorganic nitrogen: phosphorus ratio was ≈ 70 indicating severe phosphorus limitation of phytoplankton primary production. In periods of low shear forces as it is typical for the summer situation in the Northern Adriatic Sea, the released matter coagulates and forms excessive amounts of marine snow which becomes condensed at the pycnocline layer. Based on our measurements a carbon budget is presented: assuming steady state concentrations of DOC in ambient water (mean DOC: 1.02 mg C l^{-1}), we calculated a daily DOC flux into marine snow. DOC flux potentially accounted for the daily bacterial carbon demand in young marine snow but covered only about 50 % of the bacterial carbon demand in gelatinous aggregates. Despite the low 5 % contribution of marine snow to water column volume, about 40 % of the total DOC is associated with marine snow.

Key-words: marine snow, bacteria, phytoplankton, zooplankton, northern Adriatic Sea.

Introduction

Marine snow has received considerable attention in recent years since Smetacek (1985) hypothesized that flocculation of diatoms might be a survival strategy to escape nutrient depleted surface water. This rapid transport of particulate organic carbon (POC) out of the euphotic layer into the cold deep ocean environment can be seen as a mechanism to store carbon in the deep ocean due to low mineralization rates and thereby dampening the increase in atmospheric carbon dioxide (i.e. biological pump) (Nair et al. 1989, Peltier & Tushingham 1989). There is increasing notion now that particulate organic matter (POM) does not sediment as continuous rain to the bottom but it is likely to be a rather episodic event following ungrazed phytoplankton blooms (Lochte & Turley 1988, Graf 1989, Reimers & Wakefield 1989). Recently it has clearly been demonstrated that there is a distinct coupling between surface water primary production and flux of POM into the deep ocean implying that advective flux is only of minor importance for the particle transport in the deep ocean (Asper et al. 1992). As demonstrated in a series of studies most of the material settling to the deep sea floor is in the form of amorphous aggregates (Fowler & Knauer 1986, Asper 1987).

These aggregates are formed by reduced turbulence also in the euphotic layer (Riebesell 1992). Another important factor leading to the formation of large marine aggregates are decaying, ungrazed phytoplankton blooms (Kranck & Milligan 1980, Kranck & Milligan 1988). Kiørboe et al. (1990) have shown that the triggering factor of phytoplankton aggregation is stickiness of single phytoplankton cells. They showed that nutrient depleted phytoplankton cells exhibit significantly higher stickiness than nutrient replete cells (Kiørboe et al. 1990). Thus, the physiological status of the algae are important when studying aggregate formation. There is evidence, however, that not only the stickiness of the cells is of importance in aggregate formation but also possible deviations in the percentage of dissolved primary production to total primary production should be considered. Myklestad (1977) showed that *Chaetoceros affinis* produced large amounts of extracellular polysaccharides when the N:P ratio of the medium was high. Based on these notions, we might hypothesize that excessive marine snow production in the northern Adriatic Sea is either caused by senescent stages of large, ungrazed phytoplankton blooms or by an inbalance in the nutrient supply. In this paper we will evaluate the possible causes leading to the formation of large amounts of mucoid

aggregates in the northern Adriatic Sea. Special attention will be paid to the development of the microbial community in these amorphous aggregates; we will compare the occurrence of mucoid aggregates and the development of the microbial community in them of a period of no mucilage formation (the year 1990) with a period when large aggregations were abundant in the northern Adriatic Sea (in the year 1991). The terminology used to describe several types of marine snow follows the description given in Stachowitsch et al. (1990). A more detailed description of the processes involved in marine snow formation in the northern Adriatic Sea is given in more detail in recent papers (Herndl 1992, Karner & Herndl 1992, Bochdansky & Herndl in press, a, Bochdansky & Herndl in press, b, Herndl et al. in press, Kaltenböck & Herndl in press).

Material and methods

Study location and sampling procedure. The study was carried out in the Gulf of Trieste about 1 km off the Laboratorio di Biologia Marina di Trieste-Aurisina (Italy) in 1990 and 1991. At this location water depth is about 15 m. Marine snow abundance was determined at irregular intervals in various depth layers using the procedure described in Herndl & (Peduzzi 1988). Briefly, a translucent tube (50 cm in length, 5 cm in diameter) was slowly moved horizontally through a specified depth layer of the water column. Within 30 min the contents of each tube were filtered through a precombusted Whatman glass-fiber filter (GF/F) and rinsed with distilled water to obtain the dry wt (12 h at 70° C) of marine snow. Zooplanktoers not attached to the organic matrix of marine snow were carefully removed under a dissecting microscope by means of forceps prior to drying. After dry wt determination, ash-free dry wt (AFDW) was determined after combustion at 450° C for 6 h.

The autotrophic component and inorganic nutrient analyses. For chemical and biological analyses, marine snow and surrounding water were collected using syringes of various size (10 to 930 ml). Due to the size of the aggregates (at least 2 cm in diameter) it was possible to sample these mucoid particles without inclusion of surrounding water; up to 10 aggregates were collected until the syringe was completely filled with marine snow while only a fraction of large, gel-like aggregates was sampled with per syringe. Surrounding water was also collected selectively by SCUBA divers at the same depth as the mucoid aggregates were sampled. Care was taken not to include visible particles in the "ambient water" sample. Samples taken in this way were brought aboard the boat and returned to the Laboratorio di Biologia Marina at Aurisina-Trieste (Italy) in a cooling box kept in dark at ambient water temperature within 30 min for further processing.

Marine snow or fractions of large aggregates confined in syringes were carefully transferred into 125 or 500 ml Erlenmeyer flasks (pre-treated with 10% HCl and rinsed with distilled water). From these flasks subsamples were taken for all the biomass and production measurements and the inorganic nutrient concentrations described below and additionally for microheterotrophic biomass determinations, bacterial secondary production estimates. Ambient water was poured into 1000 ml Erlenmeyer flasks pre-treated in the same way as described above.

In order to obtain an estimate on the autotrophic biomass present in ambient water and in the mucoid aggregates 1-l of ambient water or 20 ml of aggregates were filtered onto glass fiber filters (Whatman GF/F, 47 mm diameter) and kept frozen (-20° C) until analysis. Gel-like mucoid aggregates could not be filtered in reasonable time, therefore 2 ml of each of those aggregates were transferred into a glass vial and frozen. For chlorophyll *a* (chl *a*) determination, filters and the clouds, respectively, were extracted in 10 ml 90% (v/v) acetone and stored refrigerated overnight. Before spectrophotometrically measuring chl *a*, both actetone extractions, those collected onto the filters and those of gel-like material was filtered through GF/F filters to remove particles. For calculating chl *a* concentrations the method and formulas given in Parsons et al. (1984) were used.

To enumerate cyanobacteria, 20 to 40 ml of ambient water and 1 to 4 ml of marine snow, respectively, was filtered onto 0.45 µm pore size black polycarbonate filters (filter diameter: 25 mm, Poretics and Millipore). This pore size has been found to retain all cyanobacteria but allow faster filtration (data not shown). Subsequently, the filters were embedded in glycerol and stored frozen until microscopical examination (usually with 2 days). Cyanobacteria were enumerated under a magnification of x1250 with a Leitz Labor-

lux S microscope equipped with a Ploemopak epifluorescence unit. Only those particles were counted as cyanobacteria which exhibited yellow-orange autofluorescence with distinct regular cell boundaries.

Primary production was estimated using the ^{14}C radiolabeling technique (Parsons et al. 1984). Onehundred ml of ambient water were filled in 125 ml Winkler flasks while 10 to 20 ml of marine snow and gel-like aggregates were placed in 20 ml scintillation vials (borosilicate glass). To each of these flasks 1ml of 2µCi ml^{-1} sodium ^{14}C-bicarbonate (S.A. 55.2 mCi $mmol^{-1}$, Amersham) was added and incubated in duplicates in an incubator on the shore at different irradiance levels (90, 50, 30, 10% and 0% of surface irradiance) on sunny, cloudless days around noon (1000 to 1400). In situ temperature regimes were maintained by a flow-through system which allows to pump water from 3m depth through the cores holding the incubation flasks. Surface irradiance as well as in situ irradiance conditions throughout the water column were regularly monitored. The incubations were ceased by placing the incubation flasks in a dark cooling box. The incubated samples were filtered through Millipore HA filters (47 mm filter diameter, 0.45µm pore size) and the filters were rinsed twice with 10 ml of 0.2µm filtered seawater (Poretics polycarbonate filter, 47 mm filter diameter, 0.2µm pore size) from the sampling site. Thereafter the filters were fumed over concentrated HCl for 5 min and placed in scintillation vials, dried over night and subsequently dissolved in 1 ml ethylacetate (Riedel-de Haen); after 10 min 8 ml scintillation cocktail (Packard Insta-Gel) was added. After at least 12 h the scintillation vials containing the filters were placed in an liquid scintillation counter (Packard TriCarb) and counted. Quenching was corrected by external standard technique. Unless otherwise stated data represent the integrated mean of different irradiance levels; primary production d^{-1} was calculated by assuming a 12 h production period. Hourly in situ irradiance measurements indicate that this assumption is reasonable. Dissolved primary production was determined as described in Lignell (1992).

Inorganic nutrient concentrations were determined using routine methods (Parsons et al. 1984). Marine snow and clouds, however, had to be diluted 5 to 10 times with double distilled water prior to analysis. Before measuring the absorbance in a Beckman DU-5 spectrophotometer the samples were filtered through Whatman GF/F glass fiber filters in order to remove any particles.

The microheterotrophic component and dissolved organic nutrients. For bacterial enumeration 5 ml samples of ambient water and marine snow were fixed with 0.2 µm filtered, concentrated and unbuffered formalin to a final concentration of 2% (v/v). Samples were processed within 1 month using the acridine orange direct counting method described by Hobbie et al. (1977). The 5 ml samples (marine snow was homogenized) were stained for 1 min with a few drops of an acridine orange solution (0.2 µm filtered). Subsequently, the stained sample was filtered onto a black 0.2 µm Poretics polycarbonate filter with a suction pressure of 200 mbar. The filter was embedded in parafin and enumerated for bacteria within 2 hrs using a Leitz Laborlux microscope with a 100x Fluotar objective and Ploemopak epifluorescence equipment. The Leitz I2 filter set was used providing a 450-490 nm excitation band. An adjustable diaphragm was used to adjust the working field in such a way that 20-40 fluorescent particles per field were detectable. Only fluorescing particles with a distinct boundary were counted as bacterial cells; 30 fields were counted per sample. The area of the actual working field was calculated from the diameter as measured with an ocular micrometer. To convert bacterial density into carbon equivalents we used the factor of 20 fg C $cell^{-1}$ (Lee & Fuhrman 1987). Since the cell volumes did not differ significantly between free-living and attached bacteria (ANOVA, n=120, P>0.2) we applied a constant factor rather than a volume dependent one since (Lee & Fuhrman 1987) found only comparatively small variations in carbon content over a relatively wide range in volume.

Thymidine (TdR) incorporation into the ice-cold TCA precipitate was measured by the addition of methyl-[^{3}H]- thymidine (85 Ci $mmol^{-1}$, Amersham) to the sample at a final concentration of 10 nM according to (Fuhrman & Azam 1982). Five ml subsamples were incubated in 3 replicates and 2 blanks in gamma-radiated tubes (Falcon Inc.) at ambient seawater temperature in dark; blanks were fixed with concentrated formalin to give a final concentration of 4% (v/v). After incubation for 30 min, the samples were filtered onto 0.45 µm cellulose membrane filters (Millipore HA, 25 mm filter diameter) and extracted 3 times with 10 ml ice-cold 5 % TCA (Sigma Chemicals) for 5 min. Thereafter the filters were dried overnight, dissolved in 1ml ethylacetate (LobaChemie, Vienna) and after 10 min 8 ml of scintillation cocktail (Insta-Gel, Packard) was added and radioassayed after at least 24 hrs. Quenching was corrected by external standard tech-

nique. A conversion factor of 1.1 x 10^{18} cells produced (mol TdR incorporated)$^{-1}$ was used (Fuhrman & Azam 1982).

Ambient water and marine snow designated for the analysis of dissolved organic matter (DOM) were filtered through precombusted Whatman GF/F filters (480°C for 5 h), sealed in precombusted glass ampoules and stored at -20°C. Within 2 months the following dissolved organics were determined: dissolved total and monomeric carbohydrates (DTCHO and DMCHO, respectively) following the 3-methyl-2-benzothiazolinone hydrazone (MBTH) method by Johnson & Sieburth (1977) and Burney & Sieburth (1977) and dissolved free amino acids (DFAA) by o-phthalaldehyde derivatization as described in Parsons et al. (1984).

Results

Marine snow abundance. Between 1986 and 1991, individual aggregations varied considerable in size reflecting the duration of low shear force conditions in the water column. Despite the large variation in size of the aggregations (ranging from 2 mm to 2 m in diameter) marine snow dry mass varied only in a comparatively small range and varied between 3 and 8.7 g (dry wt) m^{-3} during stratified summer conditions (Bochdansky & Herndl in press, Herndl & Peduzzi 1988) (Table 1).

In summer 1991 we followed the development of several parameters in marine snow and ambient water in a relatively narrow temporal scale. In the following we report the development of these parameters during 1991.

Table 1: Dry mass of marine snow in the Gulf of Trieste during the summer of 1986 to 1991; samples were taken in various depth intervals.

date	Dry mass *mg dry wt/l*
June – Oct 86	5.05 (3.09–9.7) n=15
July 90	6.3 (3.09–14.4) n=12
Aug 90	7.8 (4.3–14.7) n=12
Jul 91	8.7 (5.1–13.7) n=13

Inorganic nutrients and phytoplankton primary production. The sum of inorganic nitrogen species (NO_2-+NO_3-+NH_3) were only about 2 times higher in marine snow than in ambient water while PO43- was about 30 times higher in marine snow (Table 2). These different enrichments in the nitrogen and phosphorus species between ambient water and marine snow are also reflected by different N:P ratios: 70 in marine snow and 13 in ambient water.

Chl *a* concentrations for ambient water, marine snow and clouds are shown in Fig. 1. By the end of May, chl *a* concentrations of marine snow were within one order of magnitude of the values for ambient water. Within a few days after a cyanobacterial bloom started in early June, chl *a* concentrations increased in marine snow by one order of magnitude (to ≈ 2µg chl *a* l-1) while the ambient water chl *a* concentrations (in 7 m to 10 m depth) remained nearly constant (≈ 0.1-0.2 µg chl *a* l-1). Since the cyanobacterial bloom was confined to the superficial layers and the samples for chl *a* concentrations were taken from the same depth as marine snow, the bloom is not included in the ambient water values reported here; however, due to diel deviations in buoyancy of marine snow it is likely that marine snow rose into the surface layers thereby trapping cyanobacteria with the sticky matrix. This can explain the rapid increase in chl *a* within a few days (Fig. 1). The chl *a* concentration in clouds which appeared first in mid July was about 3 times higher than in marine snow. During the investigation period in 1991, mean ambient water concentrations were 0.13 µg

chl *a* l-1, in marine snow 3.89 µg chl *a* l-1 and for clouds 9.51 µg chl *a* l-1. Particulate primary production did not exhibit any particular trends over the investigation period. Mean primary production in ambient water was 1.07 µg C l-1 h-1 (integrated mean over several irradiance levels per day, 16 days, SD=0.7), particulate primary production in marine snow was about 10 times higher (mean 12.45 µg C l-1 h-1, SD=17.3, n=16) and similar to the primary production in clouds. Primary production in marine snow was up to 1250 times higher than the corresponding values in ambient water. Specific productivity (in µg C h-1 (µg chl *a*)-1) in ambient water as well as in marine snow decreased slightly though not significantly during the investigation period. Mean specific productivity in ambient water was 7.85 µg C h-1 (µg chl *a*)-1 (SD=6.97, n=44) while in marine snow it was only 3.56 µg C h-1 (µg chl *a*)-1 (SD=4.5, n=48); thus specific produc-

Tab. 2: Inorganic nutrient concentrations in ambient water, marine snow and gelatinous aggregations from the northern Adriatic Sea during summer of 1991. All concentrations are given in µM.

	ambient water	**marine snow**	**gelatinous aggregates**
	mean ± SD n	mean ± SD n	mean± SD n
S $N_{inorg.}$	3.874 ± 2.829 25	8.503 ± 5.958 23	9.163 ± 6.491 3
$PO4^{3-}$	0.109 ± 0.189 25	2.921 ± 5.776 25	5.203 ± 7.867 6
S $N_{inorg.}$:P–$PO4^{3-}$	69.728 ± 58.263 22	13.317 ± 18.889 22	9.434 ± 8.399 3

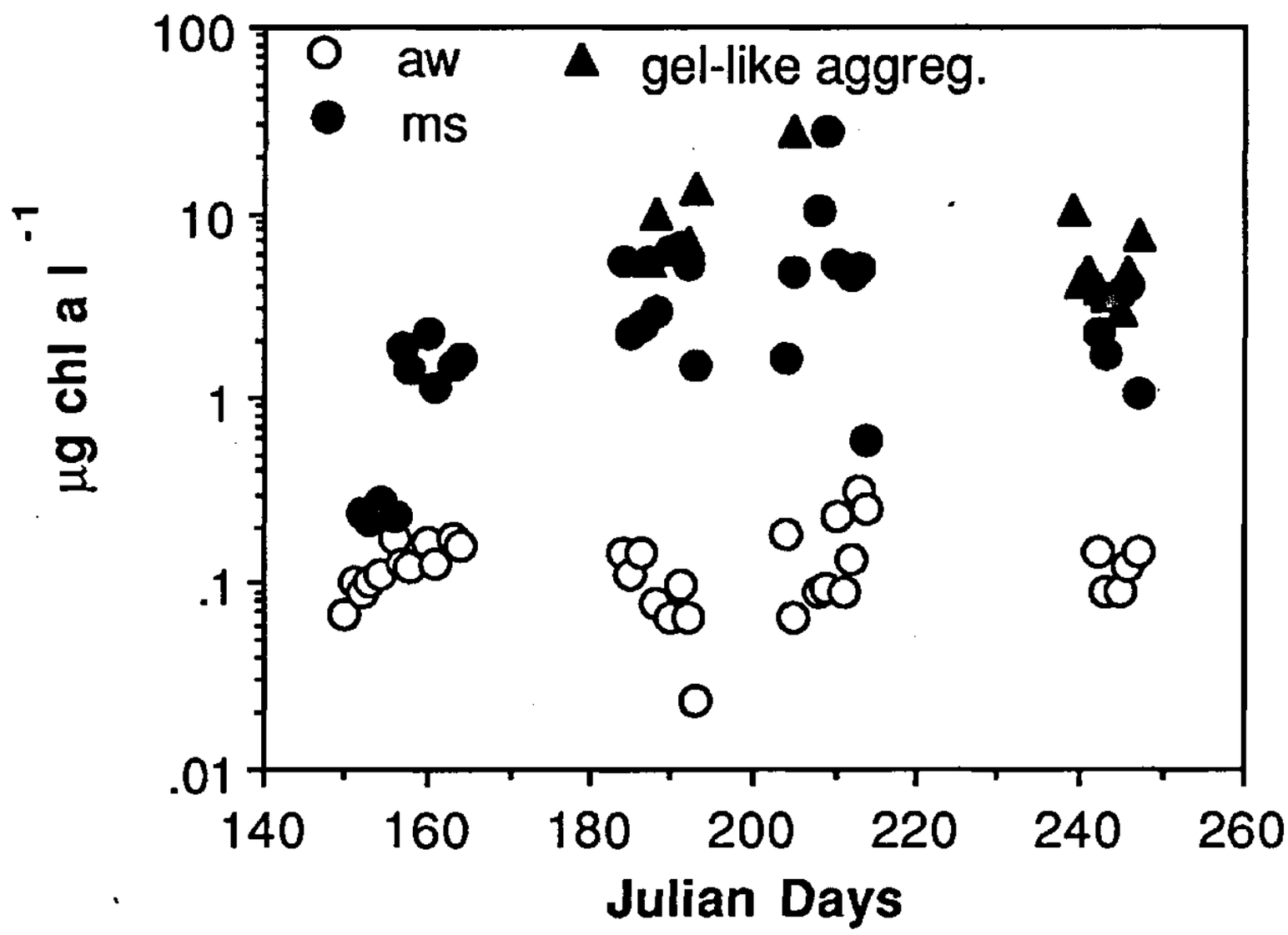


Fig. 1: The development of the chlorophyll *a* concentration in marine snow and ambient water during summer of 1991; aw-ambient water, ms-marine snow.

tivity in marine snow was significantly lower than in ambient water (dependent t-test, t=5.716, DF=43, P<0.001). In clouds specific productivity was approx. one order of magnitude lower than in ambient water (0.7 µg C h-1 (µg chl *a*)-1 (range: 0.0 to 1.43 µg C h-1 (µg chl *a*)-1, n=3).

Dissolved primary production in marine snow is only ≈ 30% while in ambient water the percentage of extracellular release is ≈ 80%.

Bacteria and bacterial secondary production (BSP). The heterotrophic component in marine snow is usually dominated by bacteria. In summer 1991, bacterial biomass in marine snow increased from ≈10 µg C l-1 to ≈ 1,000 µg C l-1 within 50 days while bacterial biomass in ambient water increased only slightly (Fig. 2) and Mller-Niklas and Herndl (in prep.). Similar ranges in bacterial biomass have been reported from previous years (Herndl 1988, Herndl & Peduzzi 1988) and from both the Atlantic and the Pacific Ocean (Alldredge & Gotschalk 1990). Despite the high concentration of organic matter potentially available, growth rates of marine snow associated bacteria in the Adriatic are not significantly different from growth rates of the free-living bacterial community as shown in Fig. 2. Similarly, Alldredge et al. (1986) also did not detect elevated growth rates in marine snow bacteria. After reaching a maximum concentration of ≈ 1,000 µg C l-1, bacterial biomass remained remarkably constant until the more refractory gelatinous aggregates finally disappeared either by settling out of the water column or by fragmentation due to elevated shear forces induced by wind.

Discussion and conclusions

The most striking feature in this study is the notion that ambient water phytoplankton releases ≈ 80 % of the photosynthetically fixed carbon in an environment which is obviously severely limited in phosphorus as the N:P ratio of 70 (Table 2) deviates considerably from the optimal ratio of N:P=16 (Redfield et al. 1963); on the other hand, marine snow phytoplankton which was of the same species composition as ambient water phytoplankton released only about 30 %. As the N:P ratio in marine snow was near Redfield ratio we suggest that phosphorus limitation is the triggering mechanism leading to elevated release rates. This is supported by findings of Myklestad (1977) who found elevated release rates in *Chaetoceros affinis* when grown under phosphorus limited conditions. Thus, the polysaccharide matrix of marine snow is not

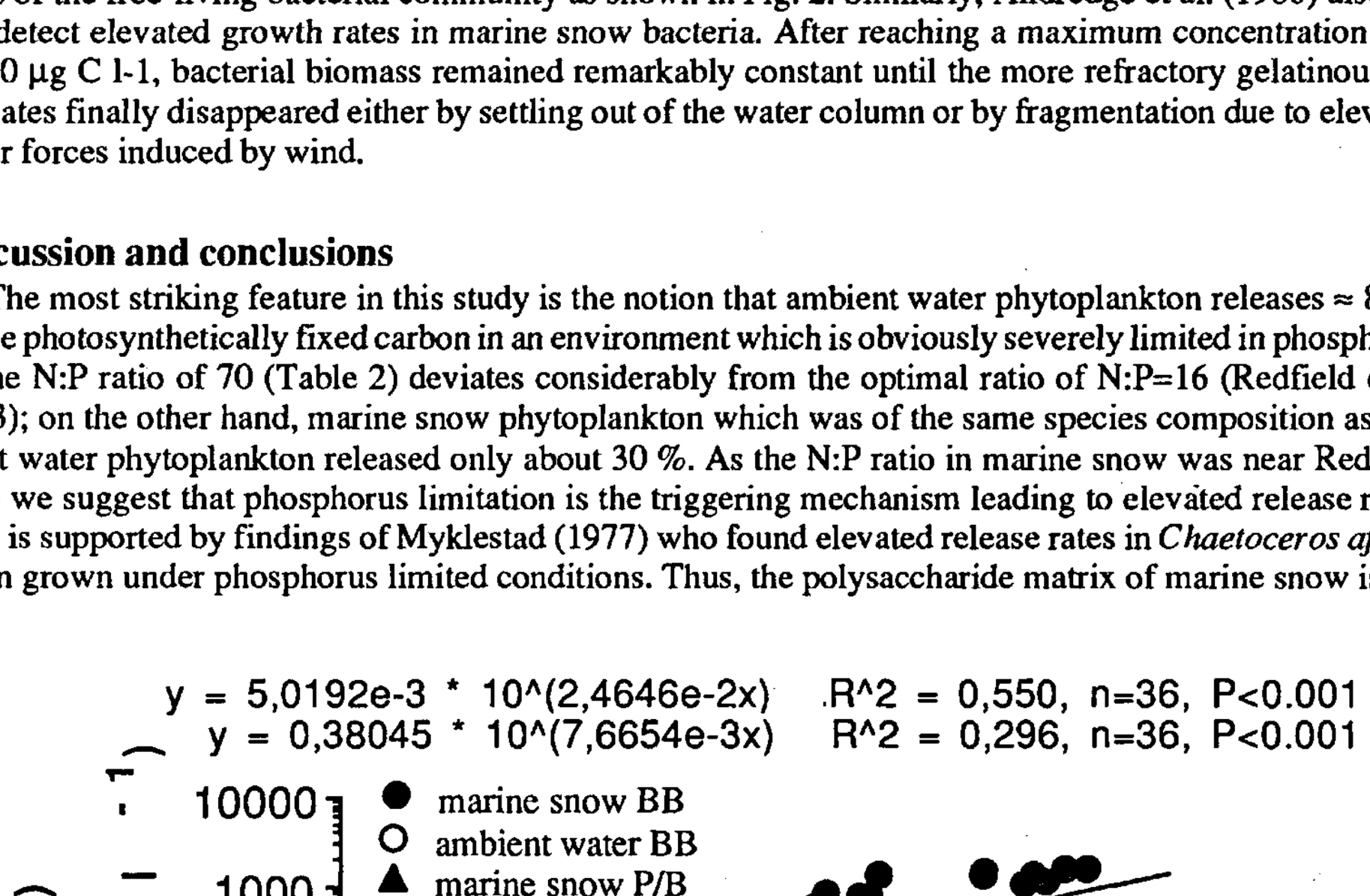


Fig. 2: The development of bacterial biomass in marine snow and ambient water during summer of 1991; the growth rates in marine snow associated and free-living bacteria are also given; MS BB- bacterial biomass in marine snow, AW BB-bacterial biomass in ambient water, MS P/B-growth rate of marine snow associated bacteria, AW P/B-growth rate of ambient water bacteria.

formed only by marine snow phytoplankton but to a considerable extent by the photosynthetic extracellular release of ambient water phytoplankton. The path of mucopolysaccharides from the free- living phytoplankton cell to marine snow is largely unknown and remains speculative. It is evident, however, that coagulation processes play a crucial role in the incorporation of freshly released DOM into the amorphous matrix of marine snow as no increase in the concentration of dissolved carbohydrates or amino acids in the ambient water has been observed (Table 3).

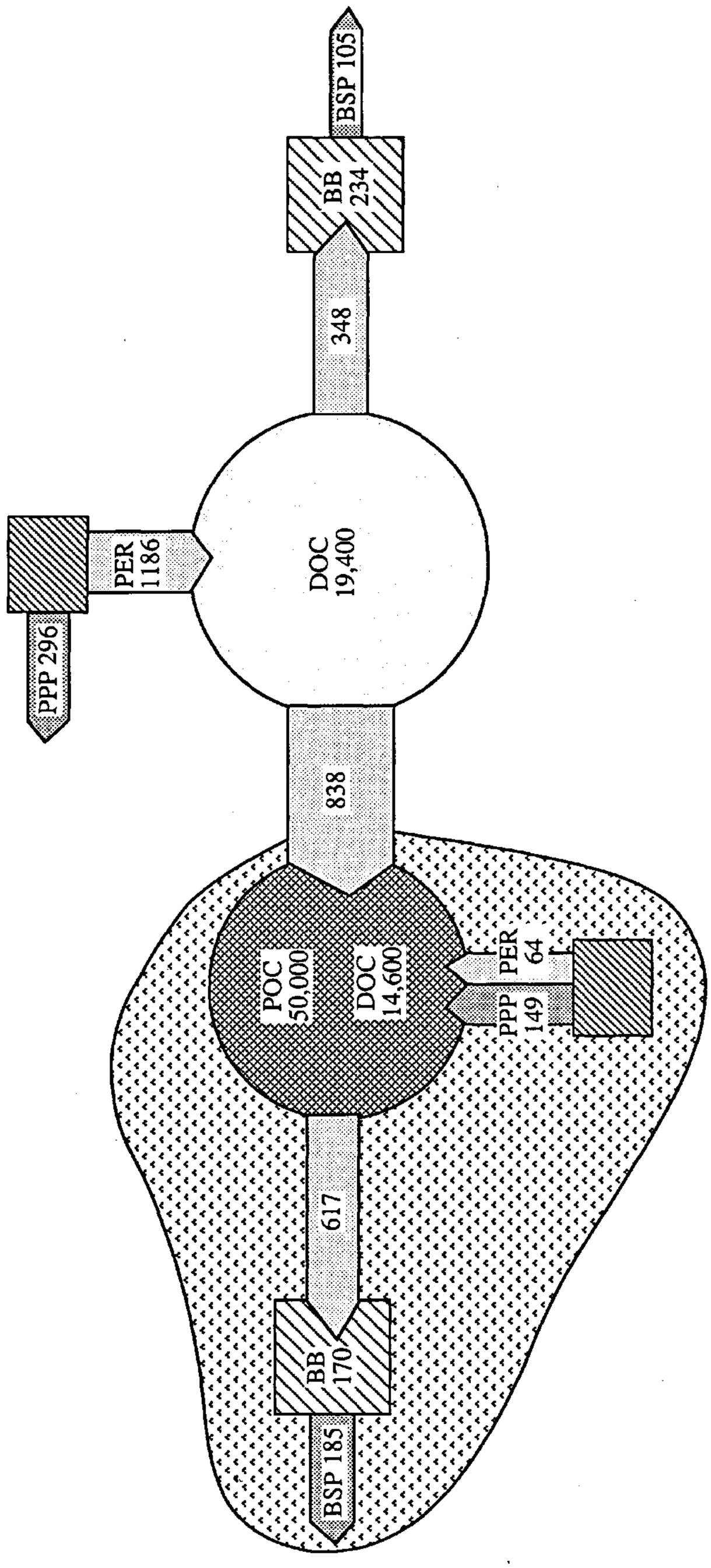
Table 3. Organic nutrient concentrations in ambient water and marine snow of the northern Adriatic Sea during summer of 1989, 1990, and 1991. Enrichment factors (EF) (marine snow conc./ambient water conc.) are also given. DMCHO–dissolved monomeric carbohydrates; DTCHO–dissolved total carbohydrates; DFAA–dissolved free amino acids; DOC–dissolved organic carbon; details on the methods used are given in Karner and Herndl (1992). All concentrations are given in μM; n=10; n.d.–not determined. Table from (Herndl 1992) with kind permission of the publisher.

month		ambient water	marine snow	EF
August 1989				
	DMCHO	6.06	6.16	1.02
July 1990				
	DMCHO	1.26	1.85	1.47
	DTCHO	n.d.	11.62	n.d.
	DFAA	0.25	0.49	1.96
August 1990				
	DMCHO	6.66	3.52	0.53
	DTCHO	14.04	30.99	2.21
	DFAA	0.56	0.54	0.96
July/August 1991				
	DOC	85	1,217.5	14.3

The organic matter flux in marine snow and ambient water is summarized in Fig. 3 for the situation as it appeared in summer 1991. Major differences were detectable between young, recently developed marine snow and old, senescent stages of marine snow; the carbon flow through marine snow is therefore shown separately for "young" (Fig. 3a) and "old" marine snow (Fig. 3b). Calculated on the basis of a 20 m water column and a 5 % contribution of marine snow to total water column volume (Herndl 1992), it appears that during summer most of the carbon available is in the form of marine snow POC (in which colloidal OC is included). Dissolved organic carbon (DOC) bound on marine snow comprises about 40 % of the total water column DOC (marine snow DOC+ ambient water DOC). The ambient water DOC is fueled by the high percentage of extracellular release of ambient water phytoplankton. Assuming a constant standing stock of ambient water DOC of 19,400 mg C m-2 (1.02 mg C l-1), input into this DOC pool should equal its loss. In ambient water, daily bacterial carbon demand based on a 30 % growth efficiency comprises only ≈ 30 % of the daily phytoplankton extracellular release, thus 70 % (838 mg C m-2) of the newly produced DOC might enter the marine snow pool. Given the bacterial carbon demand of ≈ 350 mg C m-2 a DOC turnover of 55 d (19,400/348) corresponding to a DOC turnover rate of 0.0179 d-1 (348/19,400) is calculated; similar high turnover rates have been reported recently during phytoplankton blooms in the euphotic zone of the North Atlantic (Kirchman et al. 1991).

As bacterial secondary production and hence, bacterial carbon demand increases from young marine snow to the senescent stage by almost a factor of 3 (Fig. 2), turnover rates of marine snow-POC change accordingly. Turnover times of young marine snow - POC due to bacterial activity is ≈ 80 d (50,000/617), assuming no additional organic carbon input, while in aged, gelatinous aggregates POC turnover time was calculated to be ≈ 105 d (175,000/1,628) (Fig. 3). There is an apparent similarity in estimates of turnover times of marine snow which varies between 10 and 100 d (Hargrave & Phillips 1989, Herndl 1988, Simon et al. 1990). In our èstimates depicted in Fig. 3 zooplankton activity has not been considered. It might be of importance, however; based on the study of (Bochdansky & Herndl in press a, b), we assume that the cal-

a: "young" marine snow



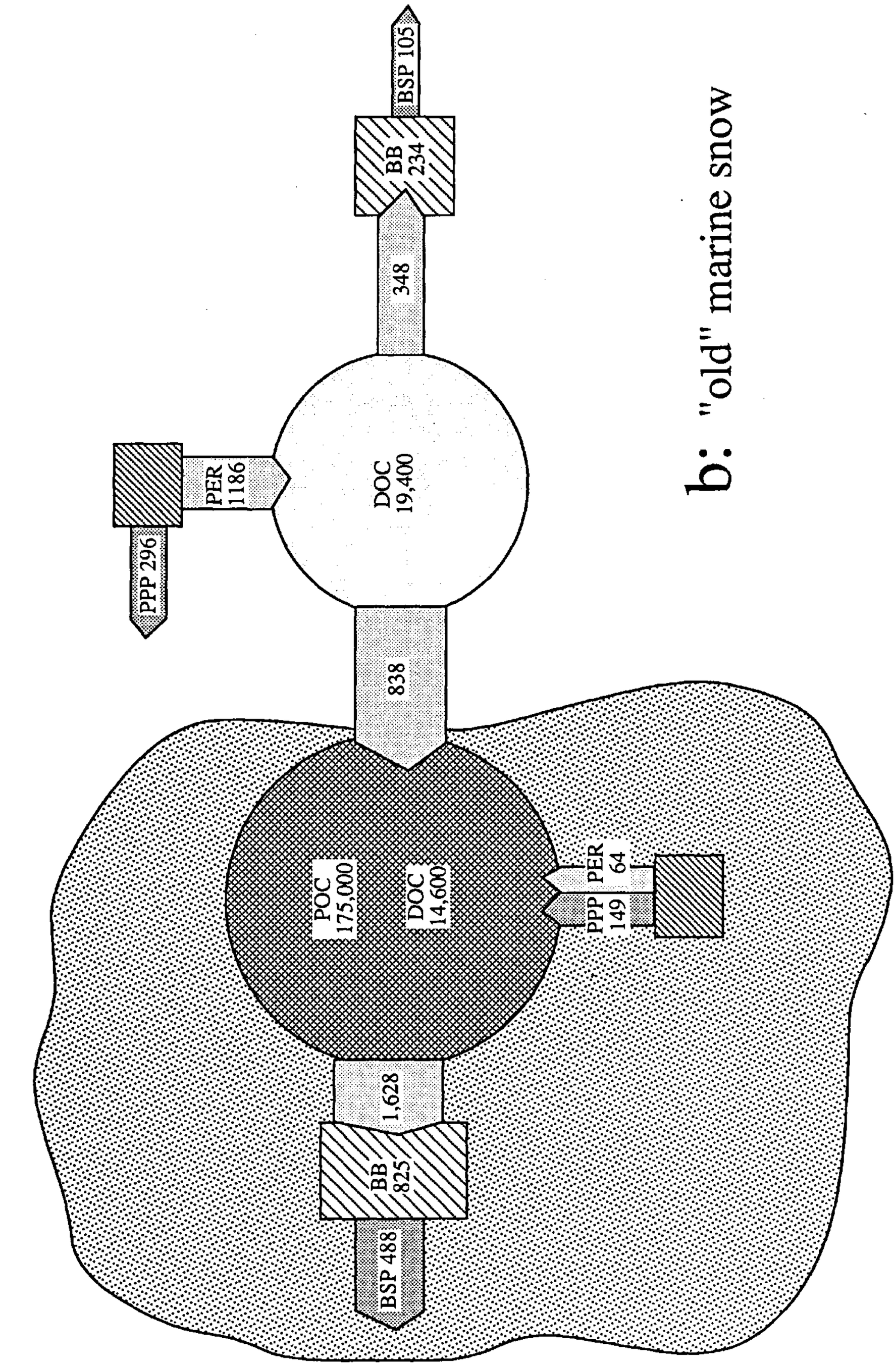


Fig. 3: Carbon flow through ambient water and (a) "young" marine snow and (b) of aged, gelatinous aggregates during summer 1991. All values are given in mg C m-2 and mg C m-2 d-1, respectively. For the calculations a 20 m water column and a 5 % contribution of marine snow to the total water column volume is assumed; DOC- dissolved organic carbon, POC-particulate organic carbon, PER-photosynthetically extracellular release, PPP-particulate primary production, BB-bacterial biomass, BSP-bacterial secondary production; redrawn from Herndl (1992).

culated turnover time for marine snow might be up to 50 % lower than the above given values due to metazoan larval consumption of marine snow-POC.

Calculated marine snow-DOC turnover times based on the calculated bacterial carbon demand is 24 d and 9 d in young and old marine snow, respectively. Therefore marine snow-DOC turnover is 2 to 5 times faster than in ambient water depending on the age of the aggregates; in older aggregates DOC is turned over faster. In young marine snow, total daily carbon input into marine snow (ambient water DOC + particulate and dissolved primary production of marine snow associated phytoplankton) covers 170 % (1051/617) of the daily bacterial carbon demand in marine snow (Fig. 3a). In old marine snow, however, total daily inputs cover only 64 % of the daily bacterial C requirements (Fig. 3b). Total phytoplankton primary production (particulate + dissolved) accounts for ≈ 35 and 0.5 % of the bacterial C demand in young and old marine snow, respectively. Overall, the carbon demand for marine snow-associated bacteria is roughly 2 to 5 times higher than that of ambient water bacteria.

Marine snow formation results in an increasing patchiness of the pelagic environment. High phytoplankton extracellular release fuels the marine snow with carbon. Metabolic activity associated with organisms inhabiting marine snow influences its buoyancy as gas bubbles become entrapped in the mucoid matrix leading to bidirectional fluxes of marine snow thereby scavenging organic matter from the ambient water (Herndl 1992, Herndl et al. in press). This leads ultimately to large aggregations as long as shear forces are below a critical threshold. Accumulations of mucoid matter at the pycnocline occasionally either settle through the discontinuity layer and float buoyantly in the more dense subpycnocline waters, or sink right to the bottom depending on the specific density of the aggregations. Such episodic sedimentation events carpet the benthos; thereby interrupting the flow of energy and material between benthic organisms and the overlying waters. The result of such events are large scale anoxic events as oxygen diffusion into the sediment is limited twice: once across the pycnocline and then across the sediment-water interface. High mineralization activity of the bacteria inhabiting the sediment-water interface due to relatively high temperature (≈ 20°C) and a high content of organic matter further enhance sediment oxygen consumption (Herndl et al. 1989).

Acknowledgements

I want to thank Jörg Ott as well as all the friends at research stations along the northern Adriatic coast. Without their endured help and the team spirit of my group this work would not have been possible. Financial support was given by the Austrian Science Foundation (grants # 6695, 7748 and 8608), the Alpen-Adria campaign on the "Reasons and Consequences of the Formation of Amorphous Aggregates in the Northern Adriatic Sea" (directed by the Osservatorio Alto Adriatico) and by the Hochschuljubiläumsstiftung of the City of Vienna.

Riassunto

Nell'Adriatico Settentrionale sono stati identificati due fattori principali che determinano l'incremento di produzione di "neve marina". Il primo fattore, di natura fisica, è costituito dallo sviluppo di un marcato picnoclino che causa una riduzione generalizzata del flusso verso il fondo. Il secondo, di natura biologica, è costituito da un intenso rilascio, durante la stagione estiva, di sostanze prodotte dagli organismi fotosintetici (Photosynthetic Extracellular Release = PER). È stato calcolato che circa l'80 % del carbonio fissato fotosinteticamente viene rilasciato nell'ambiente; tale abnorme quantità si può supporre sia dovuta ad un eccesso di produzione da parte del fitoplancton dal momento che l'elevato valore del rapporto azoto/fosforo (circa 70) indica una condizione di severa limitazione di fosforo. Nei periodi di bassa turbolenza, tipici nell'Adritatico Settentrionale durante l'estate, le sostanze prodotte e rilasciate dal fitoplancton coagulano e formano ammassi di "neve marina" che si addensano in corrispondenza del picnoclino. In questo lavoro viene presentato un bilancio del carbonio ottenuto da misure effettuate da noi: assumendo che le concentrazioni di Carbonio Organico Disciolto (DOC) nell'acqua di mare siano stazionarie (concentrazione media di DOC = 1,02 mgC/l), abbiamo calcolato il flusso giornaliero di DOC verso la "neve marina". Il flusso di DOC rappresentava la richiesta giornaliera potenziale di carbonio da parte dei batteri presenti nella

"neve marina" di recente formazione mentre copriva appena il 50% della richiesta di carbonio da parte dei batteri presenti negli aggregati mucillaginosi. Abbiamo inoltre osservato che, nonostante il basso contributo della "neve marina" al volume complessivo della colonna d'acqua (circa il 5%), circa il 40% di DOC era associato alla "neve marina".

REFERENCES

ALLDREDGE, A.L., COLE, J.J., CARON, D.A. (1986) - Production of heterotrophic bacteria inhabiting macroscopic organic aggregates (marine snow) from surface waters. *Limnol. Oceanogr.* **31**: 68-78

ALLDREDGE, A.L., GOTSCHALK, C.C. (1990) - The relative contribution of marine snow of different origins to biological processes in coastal waters. *Cont. Shelf Res.* **10**: 41-58

ASPER, V.L. (1987) - Measuring the flux and sinking speed of marine snow aggregates. *Deep-Sea Res.* **34**: 1-17

ASPER, V.L., DEUSER, W.G., KNAUER, G.A., LOHRENZ, S.E. (1992) - Rapid coupling of sinking particle fluxes between surface and deep ocean waters. *Nature* **357**: 670-672

BOCHDANSKY, A.B., HERNDL, G.J. (in press, a). Ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the Northern Adriatic Sea: III. Zooplankton interactions with marine snow. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*

BOCHDANSKY, A.B., HERNDL, G.J. (in press, b). Ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the Northern Adriatic Sea: V. Role of zooplankton fecal matter. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*

BURNEY, C.M., SIEBURTH, J.M. (1977) - Dissolved carbohydrates in seawater. II. A spectrophotometric procedure for total carbohydrate analysis and polysaccharide estimation. *Mar. Chem.* **5**: 15-28

FOWLER, S.W., KNAUER, G.A. (1986) - Role of large particles in the transport of elements and organic compounds through the oceanic water column. *Prog. Oceanog.* **16**: 147-194

FUHRMAN, J.A., AZAM, F. (1982) - Thymidine incorporation as a measure of heterotrophic bacterioplankton production in marine surface waters: evaluation and field results. *Mar. Biol.* **66**: 109-120

GRAF, G. (1989) - Benthic-pelagic coupling in a deep-sea benthic community. *Nature* **341**: 437-439

HARGRAVE, B.T., PHILLIPS, G.A. (1989) - Decay times of organic carbon in sedimented detritus in a macrotidal estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **56**: 271-279

HERNDL, G.J. (1988) - Ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the Northern Adriatic Sea. II. Microbial density and activity in marine snow and its implication to overall pelagic processes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **48**: 265-275

HERNDL, G.J. (1992) - Marine snow in the northern Adriatic Sea: possible causes and consequences for a shallow ecosystem. *Mar. Microb. Food Webs* in press:

HERNDL, G.J., KARNER, M., PEDUZZI, P. (in press). Floating mucilage in the Northern Adriatic Sea: the potential of a microbial ecological approach to solve the "mystery". *Sci. Total Environ.*

HERNDL, G.J., PEDUZZI, P. (1988) - Ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the Northern Adriatic Sea: I. General considerations. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.* **9**: 79-90

HERNDL, G.J., PEDUZZI, P., FANUKO, N. (1989) - Benthic community metabolism and microbial dynamics in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **53**: 169-178

HOBBIE, J.E., DALEY, R.J., JASPER, S. (1977) - Use of Nuclepore filters for counting bacteria by epifluorescence microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.* **33**: 1225-1228

JOHNSON, K.M., SIEBURTH, J.M. (1977) - Dissolved carbohydrates in seawater. I. A precise spectrophotometric analysis for monosaccharides. *Mar. Chem.* **5**: 1-13

KALTENBÖCK, E., HERNDL, G.J. (in press). Ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the Northern Adriatic Sea: IV. Dissolved nutrients and the autotrophic component associated with marine snow. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*

KARNER, M., HERNDL, G.J. (1992) - Extracellular enzymatic activity and secondary production in free-living and marine snow associated bacteria. *Mar. Biol.* **113**: 341-347

KIØRBOE, T., ANDERSEN, K.P., DAM, H.G. (1990) - Coagulation efficiency and aggregate formation in marine phytoplankton. *Mar. Biol.* **107**: 235-245

KIRCHMAN, D.L., SUZUKI, Y., GARSIDE, C., DUCKLOW, H.W. (1991) - High turnover rates of dissolved organic carbon during a spring phytoplankton bloom. *Nature* **352**: 612-614

KRANCK, K., MILLIGAN, T. (1980) - Macroflocs: production of marine snow in the laboratory. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **3**: 19-24

KRANCK, K., MILLIGAN, T.G. (1988) - Macroflocs from diatoms: in situ photography of particles in Bedford Basin, Nova Scotia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **44**: 183-189

LEE, S., FUHRMAN, J.A. (1987) - Relationships between biovolume and biomass of naturally derived marine bacterioplankton. *Appl. Environ. Microbiol.* **53**: 1298-1303

LIGNELL, R. (1992) - Problems in filtration fractionation of 14C primary productivity samples. *Limnol. Oceanogr.* **37**: 172-178

LOCHTE, K., TURLEY, C.M. (1988) - Bacteria and cyanobacteria associated with phytodetritus in the deep sea. *Nature* **333**: 67-69

MYKLESTAD, S. (1977) - Production of carbohydrates by marine planktonic diatoms. II. Influence of the N/P ratio in the growth medium on the assimilation ratio, growth rate, and production of cellular and extracellular carbohydrates by *Chaetoceros affinis* var. *willei* (Gran) Hustedt and *Skeletonema costatum* (Grev.) Cleve. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **29**: 161-179

NAIR, R.R., ITTEKKOT, V., MANGANINI, S.J., RAMASWAMY, V., HAAKE, B., DEGENS, E.T., DESAI, B.N., HONJO, S. (1989) - Increased particle flux to the deep ocean related to monsoons. *Nature* **338**: 749-751

PARSONS, T., MAITA, Y., LALLI, C. (1984) - A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis. *Pergamon Press, Oxford*

PELTIER, W.R., TUSHINGHAM, A.M. (1989) - Global sea level rise and the greenhouse effect: might they be connected? *Science* **244**: 806-810 Redfield, A.C., Ketchum, B.H., Richards, F.A. (1963) - The influence of organisms on the composition of sea water. In: *Hill, M.N. (eds.)* The sea. *Wiley, New York*, p. 26-77

REIMERS, C.E., WAKEFIELD, W.W. (1989) - Flocculation of siliceous detritus on the sea floor of a deep Pacific seamount. *Deep-Sea Res.* **36**: 1841-1861

RIEBESELL, U. (1992) - The formation of large marine snow and its sustained residence in surface waters. *Limnol. Oceanogr.* **37**: 63-76

SIMON, M., ALLDREDGE, A.L., AZAM, F. (1990) - Bacterial carbon dynamics on marine snow. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **65**: 205-211

SMETACEK, V. (1985) - Role of sinking in diatom life-history cycles: ecological, evolutionary and geological significance. *Mar. Biol.* **84**: 239-251

STACHOWITSCH, M., FANUKO, N., RICHTER, M. (1990) - Mucus aggregates in the Adriatic Sea: an overview of stages and occurrences. *P.S.Z.N.I: Marine Ecology* **11**: 327-350

Biologia Marina, suppl. al notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 13-18

G.OREL°, E.VIO°, D.DEL PIERO°, G.BRIZZI°°, F.ALEFFI°°

°Dipartimento di Biologia - Universitàdi Trieste, via A.Valerio 32, Trieste
°°Laboratorio di Biologia Marina, Trieste

MARE SPORCO, POPOLAMENTI BENTONICI E PESCA

"Dirty sea", benthic communities and fishery.

Abstracts

Effects of episodes of "dirty sea" on benthic communities and fishery are described, with regard to those happened in 1800, in the first decades of 1900 and in 1988, '89, '90 e '91.

Key-words: North Adriatic, dirty sea, benthos, anoxia, fishery.

Il fenomeno del "mare sporco" (mucillagini) è conosciuto per l'Adriatico almeno dal 1700: con qualche differenza da Autore ad Autore, pare che gli episodi di portata più generale e più sicuramente databili si siano verificati nel 1729, 1872, 1880, 1891, 1903, 1905, 1920, 1921, 1929, 1930, 1948 (1949?), 1973, 1988, 1989, 1990, 1991 (OREL e VIO, 1988). Le imprecisioni sugli anni di comparsa possono essere dovute tanto al fatto che il fenomeno può presentarsi in aree ristrette anche con una certa intensità quanto al suo presentarsi in maniera blanda ancorchè diffusa.

È accertato, ad esempio, che gli episodi del 1929 (ZANON, 1931), del 1973 (ZAVODNIK, 1977) sono stati registrati esclusivamente nel Quarnero. Quello del 1990 è stato registrato con maggiore intensità nel Quarnero ma si è presentato in maniera subdola e temporanea anche lungo la costa occidentale dell'Istria e lungo qualche tratto di costa italiana.

D'altra parte, fin dal 1872, è stato osservato (RENIER, 1891) che il fenomeno si presenta dapprima lungo le coste di levante e successivamente lungo quelle occidentali dell'Adriatico, com'è apparso chiaramente, almeno nel Golfo di Trieste, per l'episodio del 1988 (OREL e VIO, op.cit.).

Fin dal primo caso documentato, per tutto il 1800 e i primi decenni del 1900, le segnalazioni del fenomeno registrano soprattutto le difficoltà dei pescatori a svolgere la loro attività in presenza di tali masse mucillaginose.

Pur in parte consonante con queste voci, appare per il resto isolata, ma estremamente attuale, l'osservazione del CASTRACANE (1873) per "l'incomodo che ne avevano i molti, che di quei giorni ricercavano dai bagni marini salute e refrigerio dai calori estivi".

Gli impedimenti che il "mare sporco" determinava allora alle attività di pesca vengono descritti con particolare precisione soprattutto da LEVI-MORENOS (1892) che riferisce come l'agglutinarsi della sostanza mucillaginosa attorno alle reti dei pescatori le rendeva estremamente pesanti causandone la rottura e la perdita del prodotto all'atto di salparle (si deve ricordare che allora le reti erano in fibra naturale, quindi più pesanti e meno resistenti). Altre perdite erano poi attribuite al fatto che le maglie delle reti da imbrocco, come le sardellare, venivano occluse e quindi la rete perdeva in efficacia. A proposito della pesca delle sardine si deve tener conto poi che essa cosituiva più del 50% del pescato complessivo del litorale austroungarico tra Porto Buso e la costa albanese. Su tale litorale questa attività veniva effettuata da circa 1000 tratte, grandi reti con cui venivano chiuse insenature e che avevano una resa circa 10 volte superiorea quella di una sardellera. In questo caso, intasate le maglie, diventava impossibile tirare la rete verso terra e chiudere così la peschiera. Il danno doveva essere effettivamente enorme, ma già allora, dice l'A. citato, le lamentele erano esagerate rispetto al danno effettivo in quanto la pesca non veniva impedita ovunque nè per tutte attività e spesso le cause che determinavano carenze di pesce sul mercato potevano essere di tutt'altra natura e origine.

È difficile e rischioso dare una stima dei danni che la pesca estiva poteva subire a quei tempi a causa di episodi di mare sporco.

Sono a disposizione, per il momento, soltanto due brevi serie di dati, l'una relativa al pescato complessivo effettuato lungo le coste orientali dell'Adriatico (MARCHESETTI, 1882) in cui risulta che tra il 1877 e il 1881 il minimo pescato in peso di pesci, in particolare Sardine, Tonno, Palamide e Angusigoli, e il minimo pescato in molluschi, tra cui i Mussoli (*Arca noae*) si ha proprio nel 1880, anno in cui si è sicuramente verificato un caso di mare sporco. Tali fatti sono eventualmente collegabili agli impedimenti già descritti.

L'altra serie riguarda il prodotto commercializzato sul mercato di Trieste negli anni 1905 e 1906 (KRISH, 1907).

Nel 1905, ultimo anno di una serie di episodi di mare sporco, il conferimento complessivo è stato di circa il 5% inferiore a quello del 1906, ma per pesci a prevalente cattura estiva, come Sardine, Alici, Sgombri e Tonno, la diminuzione è stata del 21%, rendendo così possibile l'ipotesi di una effettiva influenza del fenomeno (tab. 1).

Tab. 1 - Conferimenti al mercato ittico di Trieste nel 1905 e 1906 in kg.

	1905	1906		1905	1906
Pesci	1433360	1488745	Sardine	305835	351576
Molluschi	181713	209385	Alici	121586	120311
Crostacei*	66006	75965	Sgombri	13992	47372
			Tonno	53411	108609
Totale	1681079	1774095		494824	627868
%	95	100		79	100

*esclusi Maja squinado, venduti a pezzo.

In passato, le osservazioni sugli effetti delle masse gelatinose sui popolamenti bentonici sono state scarse e piuttosto generiche e il mare sporco è stato visto soprattutto come un vero flagello per la pesca anche se, come dice FORTI (1906) "deve pur esserlo per i viventi del fondo ricoperti e soffocati dalle masse gleose che si addensano sopra, forse con nuovo danno per le pesche successive".

È sempre attraverso le produzioni della pesca che vengono rilevati e denunciati i danni ai popolamenti bentonici anche in occasione di successivi episodi di mare sporco, compreso quello probabilmente verificatosi alla fine degli anni '40.Fino ad allora infatti, lungo tutta la costa settentrionale e occidentale dll'Istria la pesca di *Arca noae* era un'attività molto fiorente (MANCINI e PICOTTI, 1927); infatti HRS-BRENKO (1980) riporta produzioni massime di 400 tonnellate realizzate fino al 1949.

Successivamente, la produzione è decaduta di almeno un ordine di grandezza a causa di una massiccia mortalità, la cui causa può essere ricercata in uno dei ricorrenti fenomeni di anossia che caratterizzano il Golfo di Trieste e l'Alto Adriatico.

È possibile però, anche sulla base di testimonianze di vecchi pescatori, che alla diminuzione dei banchi abbia contribuito un contemporaneo episodio di mare sporco. La sedimentazione di mucillagini nel 1989 ed una concomitante anossia hanno interessato in effetti una zona molto ampia lungo la costa occidentale dell'Istria, comprendente anche alcune delle vecchie zone di pesca di *Arca noae*.

Più direttamente connesse alla deposizione di masse gelatinose appaiono le morie descritte da ZAVODNIK (1977) per il Quarnero. Tali mortalità, segnalate dai pescatori di *Nephros norvegicus*, hanno riguardato soprattutto *Bryssopsis lyrifera*, venuti alla superficie del substrato alla ricerca di orizzonti più ossigenati, ma sono state registrate anche per Molluschi, Tunicati e Spugne.

È d'altra parte difficile distinguere gli effetti determinati sui popolamenti bentonici dalla deposizione delle masse gelatinose da quelli determinati da condizioni di anossia.

Di fronte ai due fenomeni, molte specie si comportano in maniera analoga: *Squilla mantis* abbandona la tana ; *Chaetopterus variopedatus* esce dal tubopergamenaceo piegato ad 'U' e si porta alla superficie del substrato. Questi comportamenti indicano tanto un abbassamento della concentrazione di ossigeno nelle acque prossime al fondo, e soprattutto come tali sono stati documentati da STACHOWITSCH (1984), quan-

to l'intasamento delle tane e dei canali respiratori da parte delle gelatine. In effetti, presso la costa, durante l'episodio del 1988, sono stati osservati esemplari di *Upogebia pusilla* abbandonare le loro tane e ripulirsi dai filamenti mucillaginosi per mezzo delle chele.

Altri filtratori, come le Spugne, accusano immediatamente lo stato di disagio assumendo una colorazione biancastra. Anche in questo caso non sono facilmente distinguibili gli effetti meccanici da intasamento dei pori inalanti da quelli ascrivibili ad una caduta della concentrazione di ossigeno.

Gli Antozoi contraggono i tentacoli ed i *Cerianthus* spesso assumono una colorazione rossastra e talvolta abbandonano il loro manicotto.

D'altra parte è senz'altro opportuno pensare a difficoltà respiratorie dovute ad effetti meccanici, considerato che negli stessi giorni di agosto e nelle stesse zone in cui sono state effettuate le osservazioni illustrate, la concentrazione di ossigeno a livello del substrato era decisamente al di sopra dei livelli di primo disagio per gli organismi bentonici più sensibili (fig. 1).

Nella maggior parte degli anni infatti i valori minimi di ossigenazione vengono registrati in settembre, oppure ad ottobre sotto i 20 metri di profondità (tab. 2),mentre in agosto nelle zone più vicine alla costa la

Punto	T°C	O_2mg/l	O_2ml/l
1	23.16	5.35	3.74
2	23.26	7.63	5.34
3	23.4	6.10	4.31
4	23	5.67	3.97
5	21.18	4.70	3.29
6	20.68	4.54	3.17
7	22.32	4.86	3.40
8	20.74	5.18	3.63
9	21.64	5.67	3.97
10	22.32	5.83	4.08
11	23.76	6.97	4.88
12	23.82	6.97	4.88
14	20.26	4.21	2.95
15	22.6	5.79	4.05
16	20.5	5.47	3.83
17	20.5	4.99	3.49
19	19.84	3.54	2.48
20	20.04	4.34	3.04

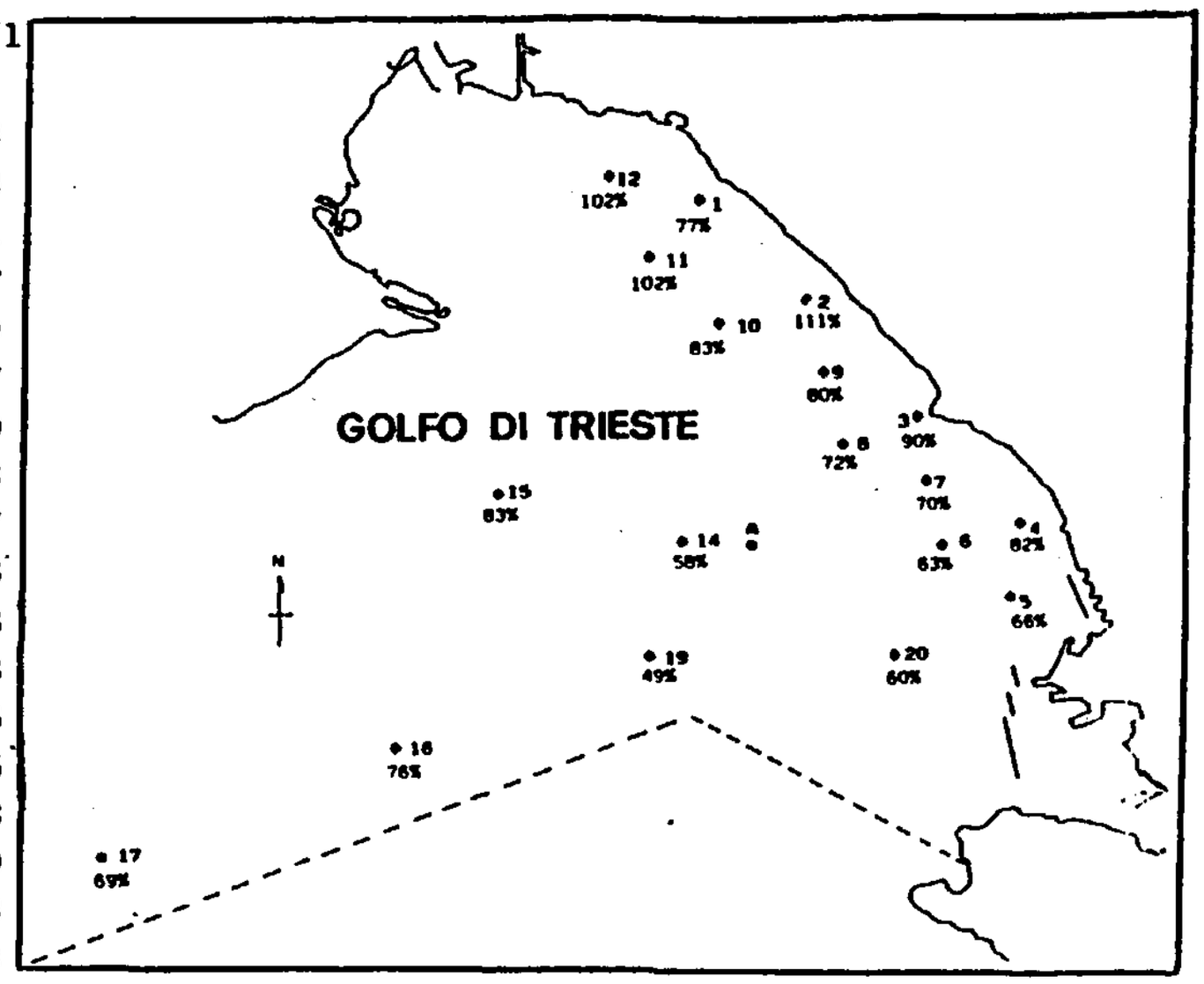


Fig. 1 - Valori di O.D.(%sat.) al fondo 22-23/8/88.

concentrazione di ossigeno si mantiene ancora a livelli più elevati.Quando le masse mucillaginose sedimentate cominciano a compattarsi esse costituiscono un impedimento agli scambi fra il fondo e l'acqua soprastante causando l'uscita dal sedimento di numerosi Molluschi filtratori quali *Venus verrucosa, Psammobia depressa, Acanthocardia paucicostata*, e altri organismi quali Spatangidi, Sipunculidi, Policheti, ecc.Dove le nubi mucillaginose sono sedimentate da più tempo, incominciano ad apparire delle chiazze nere, testimonianza di attività solfatoriduttrice. Mai nel Golfo di Trieste è stata osservata una copertura ininterrotta del substrato. Le nubi tendono infatti a sedimentare a macchie soprattutto in depressioni o in corrispondenza ad ostacoli. Sotto la coltre di gelatina la mortalità degli organismi bentonici è elevata, ma limitata alla singola zona.

Gli eventi anossici vengono registrati, come si è peraltro detto, a partire dalle maggiori profondità del Golfo.

È prevalentemente in queste zone perciò che gli effetti dell'anossia da stagnazione si sommano a quelli dovuti alla deposizione delle mucillagini.

È proprio in una di queste zone "profonde" (st.A, fig. 1) che a partire dal 1986 vengono raccolti regolarmente campioni di bentos e dati idrologici. Le ampie fluttuazioni osservate nel numero di specie e di individui sono molto verosimilmente da imputarsi alle cause appena esposte.

Sia durante il loro soggiorno in sospensione, sia dopo la loro sedimentazione, le nubi gelatinose costituiscono impedimento per le normali attività di pesca.

Tale condizione è stata immediatamente messa in evidenza dai pescatori nel corso di tutti e tre i più recenti episodi (quello del 1990 ha interessato, come si è detto, prevalentemente il Quarnero

Durante le fasi iniziali e mature del fenomeno, le nubi sospese e le gelatine galleggianti possono impedire soprattutto la pesca pelagica (Saccaleve e Volanti); le nubi erranti sul fondo o depositate su di esso possono ostacolare la pesca demersale e bentonica (Cocce di fondo, Poste, Nasse, Turbosoffianti) durante le fasi di maturità e di remissione.

Tab. 2 - Valori minimi di O.D. (ml/l e % sat.) sui fondali del Golfo di Trieste (st.A).

	1986	1987	1988	1989	1990	1991
I	-	6.65	5.92	-	6.32	6.54
	-	100.76	94.57	-	99.68	99.97
II	-	6.65	-	6.80	-	6.35
	-	100.61	-	105.60	-	96.43
III	-	-	5.97	5.07	5.29	-
	-	-	94.02	81.12	85.85	-
IV	-	6.87	5.97	-	5.23	5.83
	-	107.68	97.39	-	87.46	96.24
V	-	5.69	5.75	4.50	4.85	5.49
	-		99.14	74.18	83.33	91.14
VI	4.81	2.59	4.39	3.98	4.32	4.88
	86.20	46.15	77.70	70.44	76.60	73.04
VII	5.07	3.48	-	3.27	3.60	3.25
	91.19	53.86	-	61.24	69.90	57.32
VIII	2.87	2.53	3.94	2.53	1.07	3.39
	54.38	49.43	76.65	48.65	21.53	68.83
IX	1.24	1.01	0.90	2.07	4.68	1.37
	23.24	20.20	17.64	40.19	94.35	25.31
X	3.13	-	3.15	0.34	4.65	1.84
	39.96	-	61.76	6.60	92.26	35.18
XI	6.41	5.41	6.42	5.80	5.29	4.88
	95.25	94.79	108.45	96.99	93.33	85.17
XII	6.09	5.63	-	-	6.09	6.03
	96.97	93.52	-	-		96.79

L'andamento dei dati di cattura per alcune delle specie del Golfo di Trieste, oggetto di pesca nel periodo di manifestazione del fenomeno del mare sporco, non fornisce però molte indicazioni. L'analisi dei dati è inoltre complicata dal fatto che negli anni dal 1987 al 1990 compreso, per parte o per tutto il periodo acuto del fenomeno, è stato osservato il fermo di pesca (06/08 - 30/09 per il 1987; 06/08 - 19/09 per il 1988; 15/08 - 30/09 per il 1989; 01/07 - 14/08 per il 1990), peraltro, come si vede, per periodi differenti da anno in anno. Nel 1991 non è stato osservato il fermo.

In ogni caso, almeno una considerazione può essere fatta. Visto che il pescato di Sardine per il 1991, anno in cui non è stato effettuato il fermo di pesca, è molto simile a quello degli anni precedenti in cui la pe-

sca con reti volanti e cocce si è fermata per oltre un mese, bisogna concludere che l'entità del danno può corrispondere, per ciascuna delle imbarcazioni, alla mancata pesca e al mancato guadagno dovuto a circa un mese di inattività, diversamente collocato a seconda del tipo di pesca considerato (tab. 3).

Tab. 3 - Pescato di sardine a Marano Lagunare e Grado in quintali.

	1987	1988	1989	1990	1991
sardine	7155	10554	12170	12315	11067

Summary

From 1700, at least, the "dirty sea" phenomenon (mucilaginous aggregates) is known for the Adriatic Sea. Many events are successed in 1800 e in the 1900 first decades, and these have been reported expecially by fishermen, because mucilaginous aggregates covered nets and damaged their activities. The attention of fishermen and researches, in the past, was rarely focalized on the effects on marine organisms and communities. If we consider the recent "dirty sea" events, we can say that the hypoxic and anoxic phenomena, successed in the Gulf of Trieste and in the Gulf of Venice , happen mainly off-shore in the deepest areas. Only in these zones the effects of stagnation can be emphasized by deposition of mucilaginous aggregates. The concomitant mortalities, reported in not very deep coastal areas are due exclusively to the impediment that deposited aggregates played in oxygen exchanges between the sediment and overhead water layers or by impediments that mucilaginous aggregates played for the organisms by sticking their appendices or blocking their respiratory organs. In any case consequences like these are limited in not very wide deep areas, where the mucilaginous aggregates can deposit as single clouds or as limited masses, or in areas characterized by organic concretions that block the clouds carried by streams. The fishery has been damaged during the first stages of these phenomena (suspension clouds: beam-trawls and Larsen-nets) and during the last stages (deposited clouds: trawl-nets, gill-nets and hydraulic dredges).

Bibliografia

CASTRACANE DEGLI ANTELMINELLI F. (1873) - Sopra la straordinaria apparenza presentata dal Mare Adriatico nella seconda metà del Luglio 1872. *Atti Pont. Acc. Nuovi Lincei*, vol.**XXXIV**, Roma.

DE MARCHESETTI C. (1882) - La pesca lungo le coste dell'Adria. *Pubbl. I. R. Governo Marittimo in occasione della Mostra Austro-Ungarica di Trieste, Stab. Tipog. Lod. Herrmanstarfer.*

FORTI A. (1906) - Alcune osservazioni sul Mare sporco ed in particolare sul fenomeno avvenuto nel 1905. *Nuovo Giorn. Bot. Ital. N.S.*, vol.**13**, 4.

HRS-BRENKO M. (1980) - Preliminary survey of populations of the bivalve Noah's ark (*Arca noae*, Linnè) in the northern Adriatic Sea. *Aquaculture*, **21**: 357-363.

KRISH A. (1907) - Il mercato del pesce a Trieste nell'anno 1906. Marterra & Comp., Trieste, **II**: 1-27.

LEVI-MORENOS D. (1892) - Le diverse ipotesi sul fenomeno del mare sporco nell'Adriatico. *Notarisia di D. Levi*, vol.**VII**, 32.

MANCINI L., PICOTTI M. (1927) - Carta di pesca della costa istriana. Ministero dell'Economia Nazionale.

OREL G., VIO E. (1988) - Il fenomeno del "mare sporco" nell'Adriatico. A cura di A.Brambati, CNR Progetto Strategico Oceanogr. e Tecnol. Marine: 55-65.

RENIER D.A. (1891) - La materia che infestò il nostro Golfo nel 1872, ricomparsa nel 1891. Tipogr. L. Duse, Chioggia.

STACHOWITSCH M. (1984) - Mass mortality in the Gulf of Trieste: the course of community destruction. *P.S.Z.N.I.: Mar. Ecol.*, **5(3)**: 243-264.

ZANON V. (1931) - Esame di un campione di "mare sporco" del Golfo di Fiume. *Mem. Pont. Acc. Nuovi Lincei*, Serie II, vol.XV.

ZAVODNIK D. (1977) - Benthic communities in the Adriatic Sea: reflects of pollution. *Thalassia jugoslavica* , 13(3/4): 413-422.

Biologia Marina, suppl. al notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 19-22

G. De Angelis, C.M. De Angelis°

Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, Viale Adriatico 1/N 61032 FANO (PS)
°Università di Pavia, Sez. di Ecologia.

Composizione del fitoplancton in concomitanza con la presenza di mucillagini in una stazione fissa del litorale marchigiano.

Phytoplankton composition during mucilage presence.

Abstract

In the summer 1991, the presence of mucilages was recorded at a coastal station of the Mid Adriatic Sea. Information on diatom and dinoflagellate composition within the mucilage are presented, along with some physical and chemical parameters recorded by an oceanographic buoy.

Key-Words: Phytoplankton, Mucilage, Adriatic Sea, Coastal Waters.

Introduzione

Durante l'estate 1991, a circa 2 miglia a Nord-Est del Porto di Fano, dove è situata la boa oceanografica del Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, sono comparse mucillagini a varie riprese. Rispetto ai precedenti anni 1988-89, la presenza delle mucillagini è stata contenuta e non ha dato seguito a manifestazioni tali da inibire sensibilmente l'attività di pesca né quella turistica. Nella zona su citata il fenomeno ha presentato una maggiore intensità tra la fine di giugno ed il mese di luglio. Durante questo periodo sono stati effettuati dei campionamenti che sono serviti a valutare lo stato delle acque attraverso lo studio del fitoplancton in presenza delle mucillagini. Si riportano inoltre i dati relativi alla colonna d'acqua nei giorni in cui sono stati effettuati i campionamenti.

Materiali e metodi

La boa oceanografica del Laboratorio (Idronaut mod. Radio Buoy Mod. 601) è posta su un fondale di circa 12 metri ed invia ogni due ore, tramite un segnale radio, i dati di Temperatura, Salinità, Ossigeno e pH, relativi ad ogni metro della colonna d'acqua sottostante, prelevati automaticamente da una apposita sonda posta su di essa.
I prelievi di fitoplancton sono stati effettuati nei giorni 26/6, 03-11/7 e 01/8/91. I campioni qualitativi sono stati raccolti con retino tipo Apstein e quelli quantitativi con una bottiglia Niskin a varie quote e in prossimità del fondo. Essi sono stati poi fissati con formalina al 4% e conservati in bottiglie di plastica scura ed osservati poi in laboratorio al microscopio ottico.

Risultati

I dati rilevati dalla boa oceanografica (Tab. 1), mettono in evidenza che la forte stratificazione termica ed alina della colonna d'acqua permane fino a metà luglio e scompare del tutto nel mese di agosto a causa del riscaldamento degli strati profondi. I valori, relativi all'ossigeno disciolto ed al pH, non mostrano significative variazioni nel tempo e lungo la colonna d'acqua.

L'osservazoirotnae microscopica dei campioni ha portato alla determinazione di vari taxa di Diatomee e Dinoflagellati che vengono riportati nella Tab. 2. Questi dati per ora si riferiscono in particolare ai campioni raccolti in superficie con retino e pertanto danno un quadro dell'abbondanza relativa dei diversi taxa. Dalla Tab. 2 si evidenzia che il genere *Nitzschia* tra le Diatomee, predomina nel prelievo di metà luglio ed alcuni Dinoflagellati del genere *Gonyaulax*, *Prorocentrum*, *Protoperidinium* ed in particolare *Protoperidi-*

nium diabolus, *Prorocentrum micans*, *P. minimum*, prevalgono sul restante popolamento in quasi tutti i prelievi.

Detto popolamento è poverissimo in taxa per quanto riguarda le Diatomee, mentre sembrano sufficientemente rappresentati i Dinoflagellati. Nella massa di mucillagine si osservano fra lo zooplancton, numerosi copepodi e, in alcune "zone" della massa stessa, numerosi cladoceri (*Penilia avirostris*).

Per ora sono stati presi in considerazione solo i prelievi di superficie in quanto, data la concentrazione di materiale mucillaginoso, sembrano essere i più significativi.

Discussione e conclusioni

Gli elementi che compongono sia il fito che lo zooplancton spesso compaiono in cattivo stato di conservazione; ciò è presumibilmente dovuto al trasporto passivo a cui sono stati soggetti all'interno della mucillagine prima della raccolta. È difficile, alla luce dei dati elaborati fin d'ora, fare correlazioni fra le variazioni del popolamento fitoplanctonico e le condizioni ambientali presenti al momento della raccolta. Quanto ai taxa riportati come frequenti nella massa di mucillagini dell'Adriatico, anche Marchetti (1989) ricorda che *Nitzschia delicatissima*, *Gymnodinium* sp. e *Prorocentrum micans* erano frequenti nell'estate '89, sebbene siano stati ritrovati insieme a specie diverse da quelle riscontrate nell'estate '91.

Tab. 1: Valori di alcuni parametri ambientali rilevati durante i prelievi di fitoplancton.

Data	Ora	Prof.	T°C.	S‰	$O_{2p/p}$	O_2%	pH
26.6.91	0.00	SUP.	22,4	34,7	7,25	103	7,6
	0.00	FONDO	18,9	36,1	7,84	105	7,5
	8.00	SUP.	23,3	34,5	7,03	101	7,6
	8.00	FONDO	19,0	34,9	7,70	102	7,6
	16.00	SUP.	24,5	34,6	7,07	104	7,6
	16.00	FONDO	19,6	34,8	7,64	103	7,5
03.7.91	0.00	SUP.	23,4	34,1	8,28	119	7,7
	0.00	FONDO	/	/	/	/	/
	8.00	SUP.	22,4	33,8	7,29	103	7,7
	8.00	FONDO	19,5	35,6	6,83	92	7,5
	16.00	SUP.	23,1	33,9	7,59	108	7,2
	16.00	FONDO	19,8	35,4	7,27	99	7,5
11.7.91	0.00	SUP.	25,2	33,6	7,87	116	7,2
	0.00	FONDO	24,6	34,9	7,73	114	7,6
	8.00	SUP.	24,9	33,7	7,56	111	7,6
	8.00	FONDO	23,9	35,3	7,14	104	7,5
	16.00	SUP.	25,3	33,8	7,79	115	7,6
	16.00	FONDO	25,2	35,1	7,53	112	7,6
01.8.91	0.00	SUP.	24,5	34,0	7,01	102	/
	0.00	FONDO	24,4	34,6	6,98	102	/
	8.00	SUP.	24,4	33,9	7,03	103	/
	8.00	FONDO	24,7	34,3	6,84	101	/
	16.00	SUP.	24,7	33,8	7,10	104	/
	16.00	FONDO	24,7	34,3	7,02	103	/

Queste osservazioni, anche se dovranno in futuro essere avvalorate da altre, così da avere un quadro più completo del fenomeno, inducono a ritenere che le specie osservate non possano essere messe tutte in diretta relazione alla produzione di mucillagini o quanto meno non siano le sole responsabili del fenomeno. Esse infatti non costituiscono una particolarità del normale popolamento fitoplanctonico dal momento che

Tab. 2 - Elenco delle specie trovate e loro abbondanza relativa in superficie espressa con la seguente simbologia:

	26/6	3/7	11/7	1/8
Diatomee				
Gyrosigma sp.	-	1	1	-
Hemiaulus hauckii Grun.	-	-	1	1
Lyrella sp.	-	-	1	1
Navicula spp.	1	1	1	1
Nitzschia closterium (Ehr.) W.SM.	-	-	5	2
Nitzschia longissima (Brib.) Ralfs	-	1	-	-
Pleurosigma sp.	-	-	1	-
Rhizosolenia alata Brig.	1	-	-	-
Rhizosolenia sp.	1	1	-	1
Climacosphenia moniligera Ehr.	1	-	1	-
Dinoflagellati				
Ceratium candelabrum (Ehr.) Stein var. *depressum* (Pouch.) Jvrg.	-	-	1	-
C. contortum (Gour.) Cl. var.*robustum* (Karst.) Soumia	-	-	1	-
C. hexacanthum Gour.	-	1	-	-
C. extensum (Gour.) Cl.	1	-	-	-
C. furca (Ehr.) Clap. et Lachm.	1	1	1	1
C. fusus (Ehr.) Dujard.	-	1	-	-
C. massiliense (Gour.) Jvrg	-	-	1	-
C. trichoceros (Ehr.) Kof.	-	1	-	-
C. tripos (Müller) Nitzsch var. *atlanticum* (Ost.) Paulsen	-	1	-	-
Ceratium sp.	1	-	-	1
Cladopyxis spinosa (Kof) Schiller cfr.	-	1	-	-
Dinophysis sacculus Stein	1	-	-	-
Dinophysis sp.	-	1	1	-
Gonyaulax fragilis (Shütt) Kof.	1	-	2	2
G. monospina Rampi	-	1	1	-
G. polyedra Stein	3	-	-	-
G. cfr. *spinifera* (Clap et Lachm) Diesing	-	1	-	-
Cisti di *Gonyaulax*	1	-	-	-
Gymnodinium sp.	1	-	-	-
Mesoporos adriaticus (Schiller) Lill.	-	-	1	-
Mesoporos bisimpressus (Schiller) Lill.	-	-	1	-
Pavillardinium punctatum (Cl.) De Toni	-	-	1	1
Protoperidinium diabolus (Cl.) Balech	3	3	3	1
P. divergens (Ehr.) Balech	-	1	1	-
Protoperidinium sp.	-	-	1	-
Prorocentrum arcuatum Issel	3	-	-	-
P. gracile Schütt	3	-	-	-
P. lima (Ehr.) Dodge	-	-	3	2
P. micans Ehr.	3	4	4	3
P. minimum (Pav.) Schiller	4	5	5	5

sono state riscontrate anche in altri campionamenti effettuati nella stessa zona nel periodo estivo in anni in cui non si è verificata la comparsa di mucillagini. Sulla base dei dati presentati, non si può parlare per ora di "metaphyton" come definisce Behre (1956), l'insieme dei vegetali responsabili del fenomeno, né di assemblaggio di Diatomee epifitiche e epilitiche e di altre alghe che nel loro complesso producono mucillagine (Round et al. 1989).

Summary

Some physical and chemical data was collected with the mucilages found along the coastal waters near Fano during the months of June and July 1991 and the taxa of Diatoms and Dinoflagellates collected in these muculages are reported.

Bibliografia

BEHRE K. - 1956 - Die Algenbesiedlung einiger Seen um Bremen and Bremerhaven. Voröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven, **4:** 221-383.

MARCHETTI R. - 1989 - Algal blooms and gel production in the Adriatic Sea. In: Water Pollution Res. Reports Eutrophycation related phenomena in the Adriatic Sea and other Mediterranean coastal zones.: 21-42.

ROUND F.E., CRAWFORD R.M., MANN D.G. - 1989 - The Diatoms. Cambridge Univ. Press, Cambridge; 725.

Biologia Marina, suppl. al notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 23-26

M. INNAMORATI°, E. RADDI°, S. BUZZICHELLI°, A. MELLEY°, M. BALZI°°

°Lab. Ecologia, Dip. Biologia Vegetale, Univ., via Micheli, 1 - 50121 Firenze.
°°Lab. Radiobiologia, Dip. Fisiopatologia Clinica, Univ., v.le Pieraccini, 6 - 50134 Firenze.

LE MUCILLAGGINI NEL MAR TIRRENO

Mucilages in the Tyrrhenian Sea

Abstracts

During summer 1991, mucilages interessed large areas of Tyrrhenian Sea. The pelagic forms were similar to the Adriatic ones, with phytoplankton cells enclosed, but in the benthic forms macro algae were also present. The cells inside the mucilages are photosynthetically active and taxonomically different from the ones free in the water.

Key-words: Mucilage - phytoplankton - Tyrrhenian Sea

Introduzione

Le mucillaggini hanno invaso più volte l'Adriatico (Regione *etc.*, 1989), mentre per il Tirreno non si hanno segnalazioni scritte, sebbene i pescatori abbiano un vocabolo per designarle, "brommo".

Nel 1990 le abbiamo rilevate alle Formiche di Grosseto e nell'estate 1991 il fenomeno si è esteso a vaste zone del Tirreno (Innamorati, 1992; e AA.VV. *ibidem*).

Le interpretazioni sulle cause delle mucillaggini, hanno considerato preminenti le caratteristiche specifiche dell'Adriatico (Herndl, 1988; Rinaldi *et al.*, 1990; O'Kane *et al.*, 1990), ma la comparsa nel Tirreno ripropone il problema della loro origine.

Materiali e metodi

Sono state condotte 3 campagne su un totale di 47 stazioni tra l'Elba e Procida nell'estate 1991 (Innamorati, 1992), durante le quali sono stati effettuate calate di batisonda e prelevati campioni con bottiglia Niskin. La mucillaggine bentonica è stata prelevata manualmente da subacquei, mentre quella pelagica è stata campionata con reti da pesca (tramagli) e retino da zooplancton.

Sono stati analizzati: NO_3, NO_2, NH_4, PO_4, P_{tot} (Strickland e Parsons, 1972), i clorofeopigmenti (Lorenzen, 1967; Jeffrey ed Humphrey, 1975), fitoplancton e mucillaggini (Zingone *et al.*, 1990).

La fotosintesi e la secrezione cellulare dei fotosintati è stata individuata mediante incubazione con 14C (Riemann e Moller Jensen, 1991), autoradiografia, colorazione e osservazione al microscopio.

Risultati

Al largo (Montecristo) la colonna d'acqua mostrava temperature più alte che sottocosta (Formiche di Grosseto, Argentario)(Fig. 1), ma salinità simili (sempre comprese tra 37.9 e 38.1 UPS). Infatti, durante l'estate vi è stata un'insolita risalita di acque fredde sottocosta, rilevata anche da satellite (NOAA-11, 2-8 agosto '91).

Il rapporto N/P aumenta notevolmente rispetto alle campagne degli anni precedenti (10 campagne dal 1985 al 1990), passando da meno di 10 a circa 20, avvicinandone il valore a quello dell'Adriatico, dove è sempre maggiore di 25 (Fig. 3).

I nutrienti e la biomassa sono notevolmente più abbondanti all'interno delle mucillaggini, sia bentoniche che pelagiche, rispetto all'acqua circostante, nella quale si ritrovano i valori caratteristici dei periodi estivi (Fig. 1).

Nella mucillaggine bentonica sono presenti delle macroalghe filamentose (*Tribonema* e *Acinetospora*) e numerosissime cellule fitoplanctoniche.

I popolamenti fitoplanctonici nell'acqua e nella mucillaggine (di densità comprese rispettivamente tra 10^4 e 9.10^4 e tra 3.10^6 e 7.10^8 cell/dm^3) sono tra loro decisamente differenti (Fig. 2). Nella mucillaggine, sia pelagica che bentonica, il popolamento è del tipo inverno-primaverile, in quanto le diatomee dominano (*Navicula*, *Nitzschia*, *Licmophora*, *Amphora*, *Leptocylindrus*) e le altre classi sono poco rappresentate. Al contrario nell'acqua circostante sono presenti le principali classi ed il popolamento è simile a quello caratteristico dei periodi estivi dei mari temperati.

L'esame dei preparati autoradiografici delle cellule incluse nella mucillaggine ha mostrato la presenza di radioattività sia all'interno delle alghe, planctoniche e bentoniche, sia nelle loro vicinanze, a dimostrazione che quelle presenti nel muco sono fotosinteticamente attive e che le sostanze che le attorniano sono secrete da loro e prodotte dalla loro attività fotosintetica (Fig. 4).

Conclusioni

Le cenosi fitoplanctoniche dentro alla mucillaggine hanno struttura differente da quelle esterne, libere nell'acqua, e la regolarità della successione stagionale nel Tirreno, a differenza che nell'Adriatico, ci fa ritenere come appartenenti ad una fase primaverile i popolamenti inclusi e ad una estiva quelli esterni. I popolamenti inclusi sono fotosinteticamente attivi e secernono i fotosintati.

Questi risultati suggeriscono che, durante la primavera, le cellule del popolamento a dominanza di diatomee abbiano subìto un abnorme accrescimento della guaina gelatinosa che normalmente le riveste (Round, 1981), in seguito ad una eccessiva secrezione di fotosintati, avvenuta per cause imprecisate. Le singole cellule, unendosi fra loro, hanno formato i vari tipi di aggregati (Stachowitsch *et al.*, 1990), che contengono così il popolamento originario. Questo continua a fotosintetizzare ed a produrre polisaccaridi gelatinosi anche durante l'estate.

Nelle mucillaggini bentoniche, a differenza di quelle pelagiche, anche le alghe filamentose partecipano alla secrezione gelatinosa. Tra le condizioni ambientali la variazione del rapporto N/P gioca un ruolo che non sappiamo se di causa necessaria o effetto della mucillaggine; condizioni sufficienti sono da indicare la luce intensa, l'alta temperatura e la conseguente stabilità della colonna d'acqua, nella quale sembra che continui a svolgersi la normale successione, che porta alla formazione dei tipici popolamenti estivi più differenziati. Non sembra, quindi, che la mucillaggine possa aver funzionato da rete catturando le cellule vaganti nell'acqua.

Ci sembra, pertanto, che l'aggregato mucillagginoso sia un sistema fotosintetizzante relativamente autonomo con grande concentrazione di biomassa e nutrienti, che vengono resi nuovamente disponibili dai batteri per le alghe. L'abnorme produzione di mucillaggine sarebbe da considerare un processo patologico, del quale va ricercata la causa.

Riconoscimenti

Hanno contribuito a questa ricerca il MURST (40%), il C.N.R. e la Provincia di Grosseto. Si ringraziano, per la loro attiva collaborazione, l'VIII Legione della Guardia di Finanza, la SO.PRO.MAR e il pescatore di Procida, Salvatore Gentile.

Summary

During summer 1991 mucilages interessed large areas of Tyrrhenian Sea. The pelagic forms were similar to the Adriatic ones, with phytoplankton cells enclosed, but in the benthic forms macroalgae were also present.

The coastal waters were colder than the off ones, as unusual summer upwelling, and the N/P ratio higher than the previous years.

The taxonomic composition inside mucilages is different (dominance of diatoms) from the one in the water, with dinoflagellates and other classes.

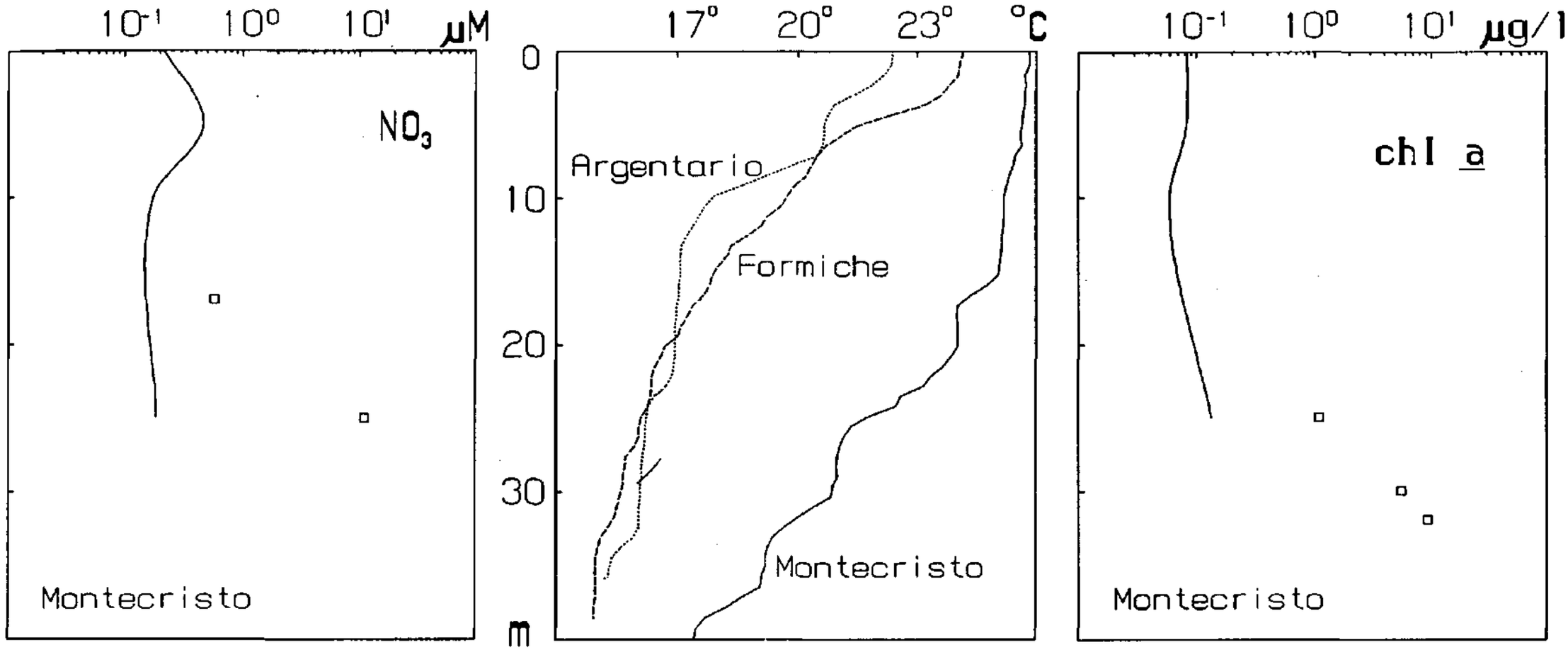


Fig. 1 - Profili verticali di temperatura (°C), nitrato (NO_3) e clorofilla *a* (chl *a*) lungo la colonna d'acqua ed all'interno della mucillaggine [❑]

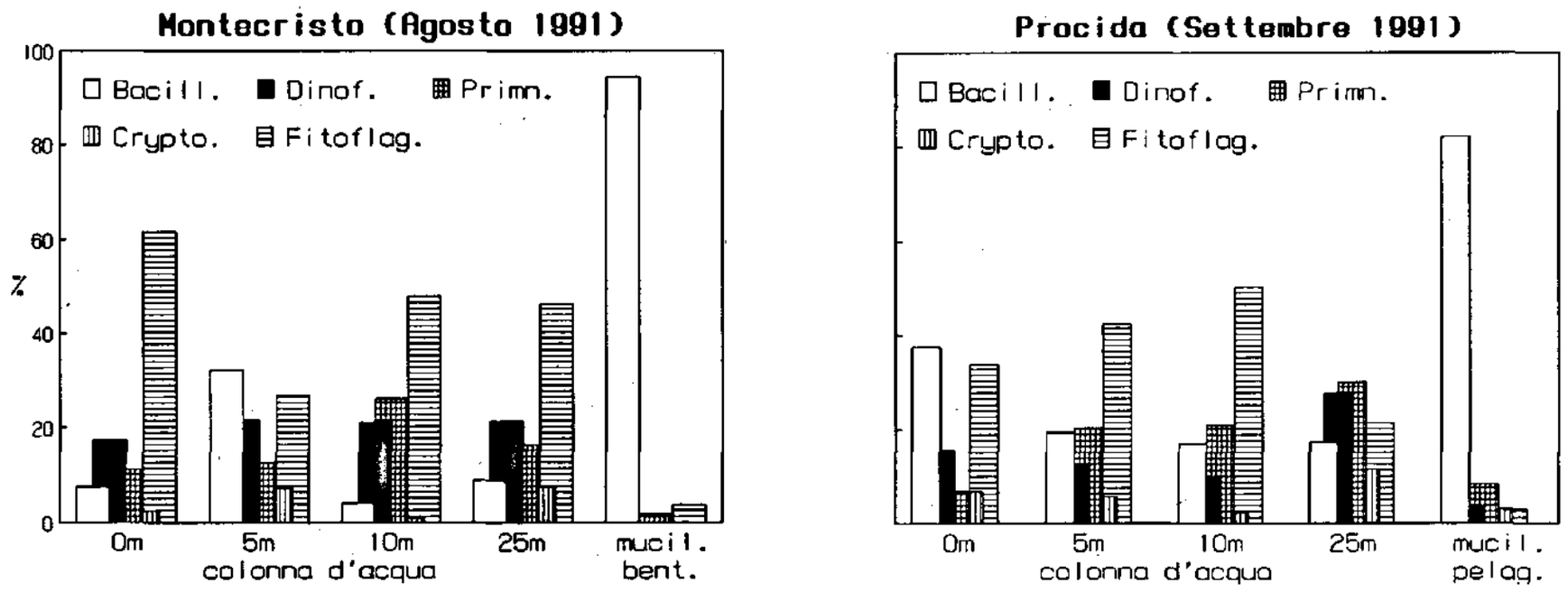


Fig. 2 - Composizione relativa delle cenosi fito planctoniche nella colonna d'acqua e nella mucillaggine bentonica e pelagica.

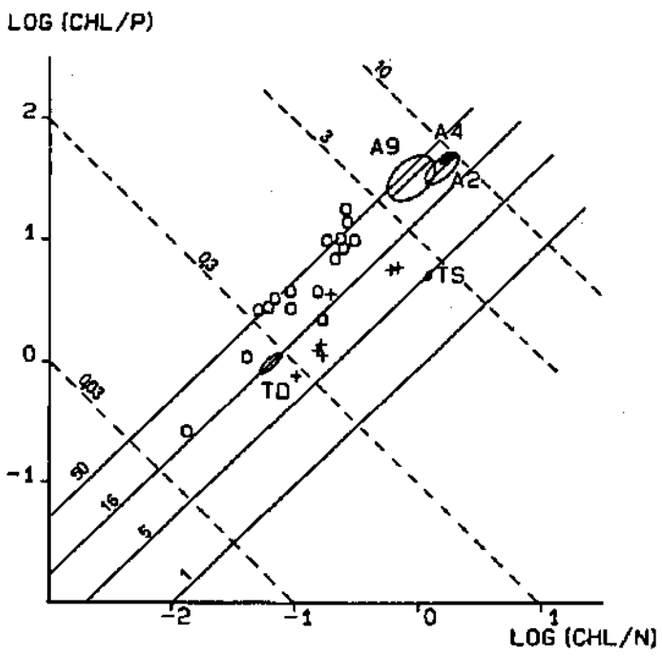


Fig. 3 - Rapporto Chl/P rispetto a Chl/N, N=NO_2+NO_3. A2, A4, A9: ellissi di confidenza per l'Adriatico NW nel 1982, '84 e '90; TS idem per l'Alto Tirreno a 0-50 m e TD a 100-800 m, negli anni '85-'89. Campagne dell'-Arcipelago Toscano, valori medi a parità di profondità: [x] 1990; [o] 1991

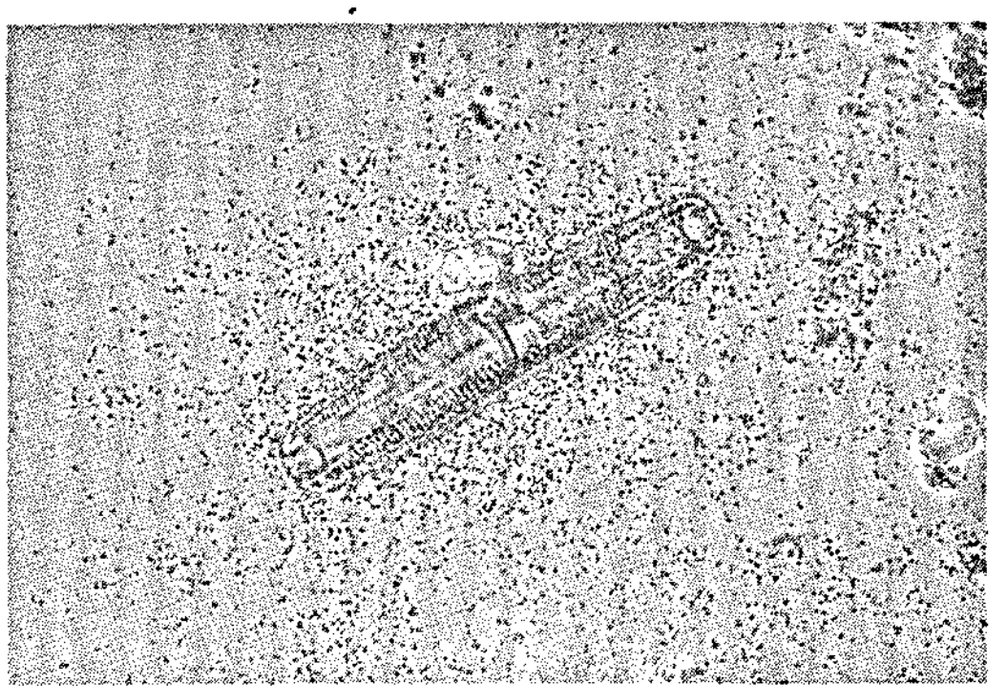


Fig. 4 - Autoradiografia di *Navicula*

Cells in mucilages are photosyntetically active and photosyntathes are secreted in the environment surrounding them.

Bibliografia

HERNDL G. J. (1988) - Ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the Northern Adriatic Sea. II. Microbial density and activity in marine snow and its implication to overall pelagic processes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **48**: 265-275.

INNAMORATI M. (1992) - Mucillagini e fitoplancton. In: La crisi del Mediterraneo in seguito alla fioritura di masse algali. *Acc. Int. Sci. Tecn. Sub., Ustica, Quad.* **9**: 61-80.

JEFFREY S.W., HUMPHREY G.F. (1975) - New spectro-photometric equations for determinig chlorophyll a, b, c and c2 in algae, phytoplankton and higher plants. *Biochem. Physiol. Plant.* **167**: 191-194.

LORENZEN C.J. (1967) - Determination of chloro-phyll pheopigments spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* **12**: 343- 346.

O'KANE J.P., SMETACEK V., TODINI E. (1990) - The adriatic slime blooms: a hypothetical scenario of causative mechanisms and possible contribution of mathematical modelling. In: *Barth H., Fegan L. (Eds.), Eutrophication-related phenomena in the Adriatic Sea and in other Mediterranean coastal zones; Water pollution research report 16. Commis sion of the European Communities. E. Guyot, Bruxelles.*

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA (1989): Gli episodi di "mare sporco" nell'Adriatico dal 1729 ai giorni nostri. A cura di S. Fonda Umani, E. Ghirardelli, M. Specchi, I-VIII: 1- 178, Uff. Stampa e Pubbliche Relazioni della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Trieste.

RIEMANN B., MOLLER JENSEN L. (1991) - Measurement of primary production by means of acidification and bubbling method. *J. Plankton Res.* **13**: 853-862.

RINALDI A., MONTANARI G., GHETTI A., FERRARI C.R., PENNA N. (1990) - Presenza di materiale mucillaginoso nell'Adriatico Nord-Occidentale negli anni 1988 e 1989. *Acqua-Aria* **7/8**: 561-567.

ROUND F.E. (1981) - The ecology of algae. *Cambridge University Press*. **298-300**

STACHOWITSCH M., FANUKO N., RICHTER M. (1990) - Mucus aggregates in the Adriatic Sea: an overview of stages and occurrence. *P.S.Z.N.I. Marine Ecology*, **11**: 327-350.

STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1972) - A practical handbook of seawater analyses. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* **167**: 49-90.

ZINGONE A., HONSELL G., MARINO D., MONTRESOR M., SOCAL G. (1990) - Fitoplancton. In: Innamorati M., Ferrari I., Marino D., Ribera D'Alcalà M. (Eds.), Metodi nell'ecologia del plancton marino. *Nova Thal.*, **11**: 183-198.

Biologia Marina, suppl. al notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 27-29

M. MONTI, G. DELLAVALLE, C. WELKER, L. CASARETTO, B. CATALETTO
Laboratorio di Biologia Marina - Strada Costiera, 336 - Santa Croce - 34010 Trieste (Italy)

ANALISI QUALITATIVA DEGLI AGGREGATI MUCILLAGINOSI IN UNA STAZIONE DEL GOLFO DI TRIESTE (LUGLIO 1991)

Qualitative analyses on mucous aggregates in the Gulf of Trieste

Abstract

Mucous aggregates samples were collected in the Gulf of Trieste during July 1991. Qualitative analyses showed an homogeneous distribution at the three depths sampled. The diatoms: Nitzschia closterium and Cyclotella sp. were always present. Phytoplankton and microphytobenthos data were compared.

Key-words: North Adriatic Sea, mucous aggregates, phytoplankton, microphytobenthos.

Introduzione

Agli inizi dell'estate 1991 l'Alto Adriatico è stato nuovamente interessato dalla comparsa di imponenti quantità di aggregati mucillaginosi. Tale fenomeno sembra essere della medesima natura di quelli segnalati nelle acque dello stesso mare anche nel secolo scorso (FONDA UMANI *et al.*, 1989).

La composizione tassonomica delle formazioni mucillaginose è complessa e la loro origine può essere diversa (BEERS *et al.*, 1986; ALLDREDGE & SILVER, 1988; HERNDL & PEDUZZI, 1988; STACHO WITSCH *et al.*, 1990; HERNDL *et al.*, in stampa).

Nel presente lavoro si è voluto confrontare la componente fito planctonica presente all'interno degli aggregati mucillaginosi con quella della colonna d'acqua e con la componente microfito bentonica dei sedimenti.

Materiali e metodi

Nel mese di luglio 1991 sono stati prelevati dei campioni di muco in una stazione posta nel Golfo di Trieste, a 8 miglia dalla costa orientale lungo la congiungente Punta Salvore - Punta Tagliamento. Il campionamento è stato effettuato in immersione, alla quota superficiale, intermedia (10 m) ed al fondo (20 m), mediante l'utilizzo di una siringa da 500 ml. I campioni sono stati fissati ed analizzati al microscopio ottico. L'analisi è stata solo di tipo qualitativo poichè il conteggio presentava delle difficoltà per l'eccessiva densità dei campioni.

Il materiale per l'analisi al microscopio elettronico a scansione (SEM) è stato filtrato su Nuclepore 0.8 µm, disidratato in una serie graduale di etanolo e metalizzato con Oro-Palladio.

I campioni per le analisi di fitoplancton sono stati prelevati nei mesi di giugno, luglio ed agosto nella stessa stazione. Il materiale, raccolto alle stesse quote utilizzando una bottiglia Niskin da 5 l, è stato immediatamente fissato ed analizzato al microscopio rovesciato.

Campioni di sedimento, per l'analisi del microfitobentos, sono stati prelevati mediante carote nei mesi di giugno, luglio ed agosto. Subcampioni di 5 cc sono stati fissati e diluiti per l'analisi al microscopio rovesciato.

In contemporanea al campionamento biologico sono stati registrati anche i dati chimici e fisici (temperatura, salinità, pH, Ossigeno disciolto) mediante sonda multiparametrica.

Risultati

L'analisi, al microscopio ottico ed a scansione, del muco super ficiale, ha permesso di rilevare la prevalenza, tra le diatomee pennate, del genere *Nitzschia*, con la specie *Nitzschia closterium* (Ehr.) W. Smith, e dei generi *Navicula* e *Synedra*. Il genere *Cyclotella* domina invece tra le diatomee centriche. Tra le dinoficee sono presenti i generi *Prorocentrum*, con le specie *P. minimum* Schiller e *P. micans* Ehrenberg, *Dinophysis*, con le specie *D. caudata* Saville-Kent e *D. sacculus* Stein, ed i generi *Gymnodinium*, *Gonyaulax* e *Protoperidinium*. Tra le coccolitoforoidee ben rappresentati i generi *Rhabdosphaera* e *Pontosphaera*. L'analisi del muco intermedio ha evidenziato ancora la prevalenza, tra le diatomee pennate, della specie *N. closterium*, la presenza di *N. cfr. filiformis* (W. Sm.) Van Heurck e del genere *Navicula*, mentre tra le centriche è sempre presente il genere *Cyclotella*. Tra le dinoficee prevalgono i generi *Prorocentrum*, con le specie *P. minimum* e *P. micans*, e *Gymnodinium* mentre si è notata la comparsa sporadica della specie *Ceratium tripos* (O. F. Ml-ler) Nitzsch. Sono inoltre stati determinati i generi *Rhabdosphaera* e *Pontosphaera* tra le coccolitoforidee. Il muco di fondo non ha rilevato sostanziali differenze rispetto a quello trovato alle altre quote se non per il maggiore apporto di diatomee pennate con i generi *Navicula*, *Synedra*, *Thalassionema*, *Thalassiotrix* ed *Amphora*.

L'analisi dei popolamenti fitoplanctonici nell'acqua, rileva, come sempre presenti, i generi *Nitzschia*, *Navicula* e *Rhizosolenia*. Presenti sia in luglio che in agosto sono i generi *Pleurosigma*, *Diploneis* e la specie *Nitzschia longissima* (Breb.) Ralfs mentre esclusive di luglio i generi *Amphora* e *Grammatophora*. *Cerataulina pelagica* (Cleve) Hendey ed *Hemiaulus hauckii* Grunow sono infine esclusivi in agosto. Per quanto riguarda le dinoficee i generi maggiormente rappresentati in tutti tre i mesi sono *Prorocentrum*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium* e *Gonyaulax*.

I valori di fitoplancton totale raggiungono il massimo in giugno, con 1337810 cell/dm^3 al fondo, ed il minimo in agosto, con 419880 cell/dm^3 alla quota intermedia. Le diatomee sono assenti alla superficie in giugno e presentano il massimo in agosto, con 183140 cell/dm^3 a 0 m. Le dinoficee variano da un minimo di 31260 cell/dm^3, in giugno alla quota di fondo, fino ad un massimo di 120600 cell/dm^3 in agosto a 0 m.

L'andamento del popolamento microfitobentonico a diatomee presenta il massimo nel mese di luglio con un'abbondanza relativa del 100%. In giugno l'abbondanza relativa è pari all'85.5% mentre in agosto si raggiunge il valore minimo del 59.2%. I generi maggiormente rappresentati sono *Nitzschia* con la specie *N. closterium*, *Navicula*, *Pleuro sigma*, *Synedra* ed *Amphora*. La percentuale relativa alla specie *N. closterium* in giugno raggiunge il 9%, in luglio l'11% ed in agosto cala al 2%.

I valori di temperatura aumentano costantemente da giugno ad agosto quando si riscontra il valore massimo pari a 26.6 °C alla superficie. Lungo la colonna d'acqua si nota sempre un forte gradiente dalla superficie al fondo con una diminuzione graduale della temperatura di circa 10 °C. In particolare nel mese di luglio si passa da 25.9 °C in superficie a 15.7 °C al fondo. L'incremento dei valori di salinità lungo tutta la colonna si mantiene costante nel corso dei tre mesi con un valore minimo di 33.94 PSU in superficie agli inizi di luglio e massimo di 37.92 PSU alla quota intermedia di fine luglio. Si nota sempre un netto gradiente verticale con differenze di circa 4 PSU tra la superficie ed il fondo.

Conclusioni

I risultati delle analisi qualitative all'interno del muco hanno evidenziato una sostanziale omogeneità fra le tre quote esaminate, mentre la composizione dei popolamenti fitoplanctonici lungo la colonna d'acqua per i mesi considerati è risultata maggiormente differenziata.

Alcuni generi di diatomee e di dinoficee presenti a più quote (*Rhizosolenia*, *Alexandrium*, *Amphidinium*) non sono stati ritrovati nel muco, i generi *Prorocentrum*, *Gyrodinium*, *Gymnodinium* e *Gonyaulax* sono risultati sempre presenti a tutte le quote sia nell'acqua che nel muco, mentre soltanto i generi *Nitzschia*, *Navicula* e *Amphora* sono stati riscontrati nell'acqua, nel sedimento e nel muco. Il genere *Cyclotella*, predominante nel muco, non è stato segnalato nella colonna d'acqua e nei sedimenti in nessuno dei mesi considerati.

I valori di temperatura e salinità hanno individuato una stratificazione termoalina a cui non corrisponde una diversità nella composizione delle masse mucillaginose.

Gli aggregati mucillaginosi devono quindi essere considerati come un microhabitat totalmente indipendente dalla situazione "esterna", questo favorirebbe soltanto alcune specie, presenti magari in numero esiguo e non rilevabile in colonna, rispetto alle restanti componenti fitoplanctoniche. Si può anche supporre che la loro formazione avvenga in zone diverse e che in seguito vengano trasportati dalle correnti.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare i proff. S. Fonda Umani e G. Bressan per gli utili suggerimenti e per la lettura critica del lavoro.

Questo lavoro si è svolto nell'ambito del Progetto Alpe Adria, coordinato dall'Osservatorio Alto Adriatico e finanziato dalle Regioni Friuli-Venezia Giulia e Veneto.

Summary

During July 1991 mucous aggregates samples were collected at surface (0 m), intermediate (10 m) and bottom (20 m) depths in a station in the Gulf of Trieste. Taxonomic analyses of the aggregates were performed and an homogeneous composition was detected at the three depths. The diatoms *Nitzschia closterium* and *Cyclo tella sp.* were always present and prevailing. The phytoplankton and microphytobenthos data in June, July and August showed an heterogeneous distribution of the species. In July only the genera *Navicula, Nitzschia* and *Amphora* were present in the mucous, in the seawater and in the sediment. Genus *Cyclotella* was exclusive of mucous aggregates.

This suggests that mucous aggregates were an isolated microhabitat and they could be transported from another area.

Bibliografia

ALLDREDGE A. L., SILVER M. W. (1988) - Characteristics, dinamics and significance of marine snow. *Prog. Oceanog.*, **20**: 41- 82.

BEERS J. R., TRENT J. D., REID F. M. H., SHANKS A. L. (1986) - Macroaggregates and their phytoplankton components in the Southern California Bight. *J. Plankt. Res.*, **8**: 475-487.

FONDA UMANI S., GHIRARDELLI E., SPECCHI M. (1989) - Gli episodi di "mare sporco" nell'Adriatico dal 1729 ai giorni nostri. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Trieste, 178 pp.

HERNDL G. J., PEDUZZI P. (1988) - The ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the Northern Adriatic Sea: I. General considerations. *Marine Ecology*, **9**: 79-90.

HERNDL G. J., FAGANELLI J., PEDUZZI P. - Formation of marine snow in the Northern Adriatic Sea: reasons and consequences. *Proceedings International Conference "Marine Coastal Eutrophication", Bologna, 21-24 March 1990*, (in stampa).

STACHOWITSCH M., FANUKO N., RICHTER M. (1990) - Mucus aggregates in the Adriatic Sea: an overview of stages and occurences. *Marine Ecology*, **11**: 327-350.

Biologia Marina, suppl. al notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 31-34

G. SARTONI, F. CINELLI° S. BODDI

Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università, Via La Pira, 4 50121 Firenze;
°Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Pisa.

RUOLO DI *TRIBONEMA MARINUM* J. FELDMANN ED *ACINETOSPORA CRINITA* (CARMICHAEL) SAUVAGEAU NEGLI AGGREGATI MUCILLAGINOSI BENTONICI DELLE COSTE TOSCANE

Tribonema marinum and *Acinetospora crinita* in the benthic mucillaginous aggregates

Abstract

The benthic mucilaginous aggregates appeared early in some localities of the Tuscan Archipelago as pointed out in a number of surveys effected from March to May 1992. Examination of collected material seems to confirm the fundamental role carried out by Tribonema marinum J. Feldmann and Acinetogpora crinita (Carmichael) Souvageau in determining the formation of these metaphytonic associations.

Key-words: Mucilaginous aggregates, *Tribonema marinum*, *Acinetospora crinita*.

Introduzione

Precedenti indagini sulle abbondanti formazioni mucillaginose bentoniche presenti, nell'estate del 1991, in varie località delle coste toscane hanno permesso di definire questi aggregati come associazioni metafitiche (Round, 1981). Il loro progressivo sviluppo determina infatti la comparsa di un diversificato popolamento algale, incluso in una massa gelatinosa flocculosa e diffluente, che mostra una scarsa relazione con la superficie dell'ospite. Quest'ultimo è rappresentato per lo più da organismi animali e vegetali con habitus eretto (soprattutto gorgonacei del genere *Paramuricea*, macroalghe e foglie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile), in grado di costituire un supporto adeguato alla crescita dimensionale del popolamento metafitico.

Nella eterogenea componente algale che si ritrova all'interno degli aggregati mucillaginosi è stata poi evidenziata la presenza di due specie: *Tribonema marinum* J. Feldmann (Tribonematales, Chrysophyta) ed *Acinetospora crinita* (Carmichael) Sauvageau (Ectocarpales, Phaeophyta), per le quali è possibile ipotizzare un loro diretto coinvolgimento relativamente ai primi stadi di formazione ed al successivo sviluppo di questi popolamenti metafitici (Sartoni e Sonni, 1991). Allo scopo di verificare il ruolo di queste due alghe nel processo di formazione degli aggregati mucillaginosi e per ottenere maggiori dettagli sulla loro dinamica temporale e sulla loro struttura, sono stati effettuati controlli periodici sui popolamenti bentonici nelle località toscane maggiormente interessate dal fenomeno durante l'estate del 1991.

Materiali e metodi

Il monitoraggio è stato effettuato mediante immersioni con A.R.A. nelle seguenti località: Formiche di Grosseto, 8 Marzo e 26 Aprile 1992; Argentarola (Porto S. Stefano-Grosseto), 21 Marzo e 10 Maggio 1992; Isola del Giglio, 22 Marzo, 15 e 24 Maggio 1992.

Per l'osservazione al microscopio ottico la componente algale dei popolamenti metafitici eventualmente presenti, campionati con il loro supporto, è stata fissata in acqua di mare e formalina neutra al 6% ed osservata direttamente o previa colorazione con blu di anilina all'1%. Parte del materiale è stato prefissato in glutaraldeide al 2% per le successive indagini al microscopio elettronico (T.E.M. e S.E.M.)

Fig. 1 - *Tribonema marinum* J. Feldmann: filamenti con cellule in attiva divisione (22 Marzo 1992, Punta del Fenaio-Isola del Giglio).

Risultati

In questi primi mesi di indagini, fasi diverse, attribuibili ad un diverso sviluppo dei popolamenti metafitici, sono state osservate unicamente all'Isola del Giglio. Già a partire dal mese di Marzo è stata individuata una sporadica presenza di *Tribonema marinum* e di *Acinetospora crinita*. Le due specie risultano infatti presenti nel campionamento effettuato il 22 Marzo 1992, in prossimità della Punta del Fenaio, alla profondità di circa 20 metri. Il popolamento costituito prevalentemente da *T. marinum* e *A. crinita* accompagnate da *Dictyota linearis* (C. Agardh) Greville, *Ceramium* sp. ed altre alghe bentoniche, non aveva ancora assunto le caratteristiche tipiche di una associazione metafitica. In questa fase precoce la componente mucillaginosa risulta praticamente assente ed i filamenti di *T. marinum* mostrano una marcata attività vegetativa, testimoniata dal basso valore del rapporto lunghezza/larghezza delle cellule, per lo più di forma subquadrata (Fig. 1).

Un tipico popolamento metafitico è stato viceversa osservato il 15 Maggio 1992, in un ambiente non esposto al moto ondoso, situato all'interno della baia del Campese. In questa particolare situazione, caratterizzata da uno scarso idrodinamismo, lo sviluppo delle formazioni mucillaginose bentoniche ha interessato l'intervallo batimetrico compreso tra la superficie ed i 20 m di profondità, avvolgendo totalmente macroalghe e sparsi ciuffi di *Posidonia oceanica* ed interessando solo marginalmente le gorgonie presenti ai livelli batimetrici inferiori. La componente algale del popolamento metafitico risulta costituita prevalentemente da *A. crinita* i cui filamenti sono intrecciati in una sorta di reticolo tridimensionale che si sviluppa all'interno di una matrice mucillaginosa estremamente diffluente e di discreto spessore in corrispondenza di

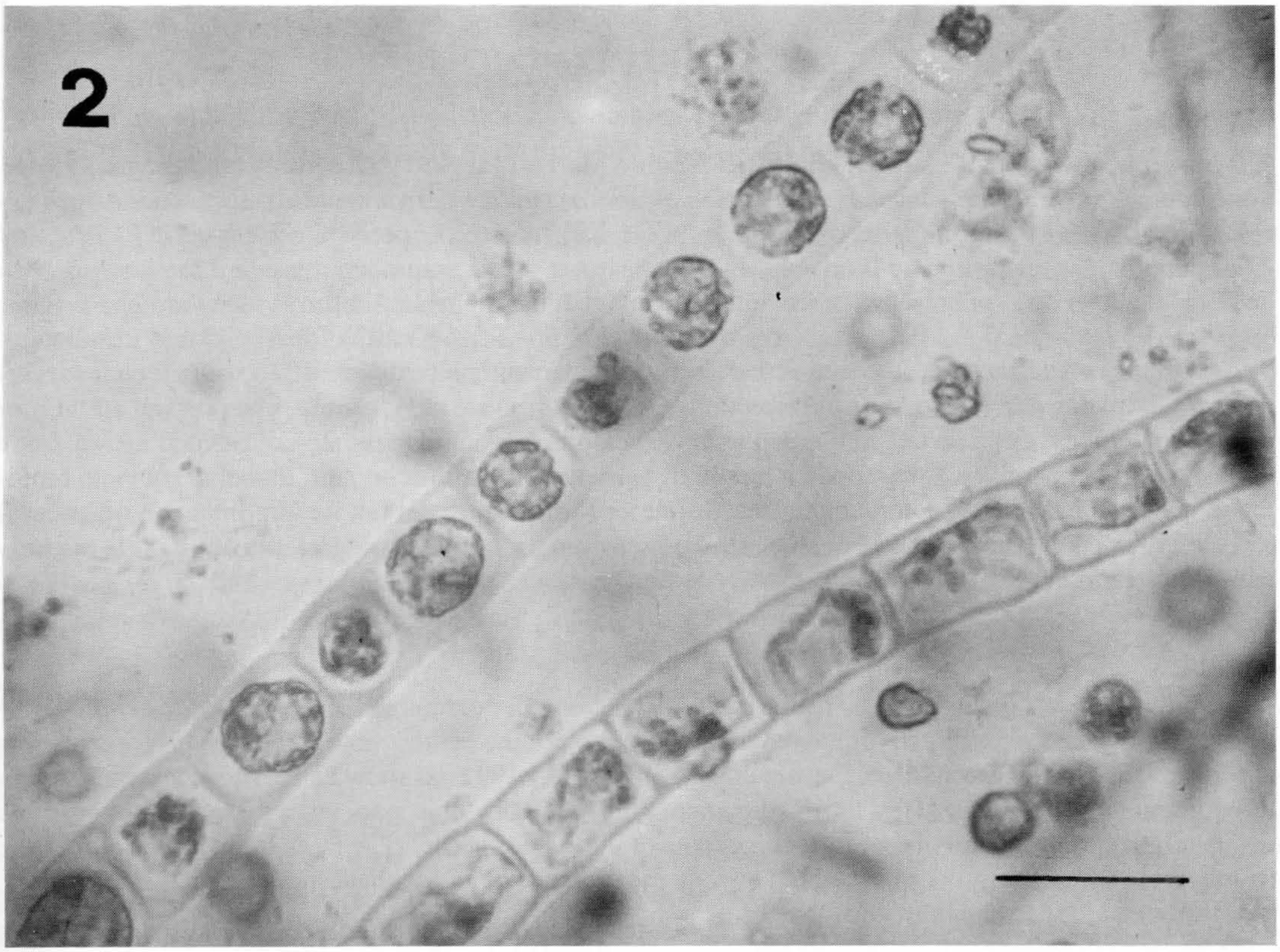


Fig. 2 - *Tribonema marinum* J. Feldmann: filamenti vegetativi e filamenti con cellule il cui contenuto e trasformato in vescicole sferiche con probabile funzione riproduttiva; barra = 20 µm (15 Maggio 1992, Campese-Isola del Giglio).

adeguati supporti. All'esame microscopico i filamenti di *A. crinita* mostrano comunque una morfologia particolare in quanto scarsamente ramificati e per lo più privi di organi uniloculari e pluriloculari, ma con frequenti zone meristematiche intercalari e con cellule allungate provviste di un apparato plastidiale ridotto. In questa fase di massimo sviluppo del popolamento metafitico *T. marinum* si ritrova frammista ad *A. crinita* soprattutto in prossimità del supporto attorno al quale si formano gli aggregati mucillaginosi. Nei filamenti di *T. marinum*, oltre alle normali cellule vegetative, si osservano cellule con pareti ispessite, il cui contenuto si organizza a formare vescicole sferiche, la cui differenziazione è probabilmente da correlarsi ad una fase riproduttiva (Fig. 2). Gli aggregati mucillaginosi, oltre a queste due specie, ospitano naturalmente una eterogenea componente vegetale costituita da cianoficee, diatomee e frammenti di macroalghe, unitamente a spoglie di piccoli crostacei ed abbondante sedimento inorganico. La fisionomia del popolamento metafitico risulta quindi analoga a quella osservata nell'Agosto 1991 alle Formiche di Grosseto (Sartoni e Sonni, 1991); anche in questo caso lo sviluppo dimensionale del popolamento metafitico sembra determinato dal progressivo aumento in biomassa di *A. crinita*. Una fase che può essere interpretata come intermedia tra i due precedenti stadi evolutivi del popolamento metafitico è stata riscontrata il 24 Maggio 1992, all'estremità orientale della baia del Campese, nell'intervallo batimetrico compreso tra 10 e 15 m di profondita. Nelle dense masse mucillaginose giallastre, sviluppate su alghe fotofile quali: *Halopteris scoparia* (L.) Souv., *Dictyota dichotoma* (Huds.) Lamour. var. *intricata* (C. Agardh) Grev. e *Dilophus* sp., *T. marinum* risulta largamente predominante nei confronti di *A. crinita*, ed i suoi filamenti sono costituiti esclusivamente da normali cellule vegetative.

Conclusioni

Il materiale raccolto all'isola del Giglio nel periodo Marzo-Maggio 1992, sembra confermare l'ipotesi di una interazione tra *Tribonema marinum* ed *Acinetospora crinita*, relativamente alla formazione degli aggregati mucillaginosi bentonici. In effetti le due specie risultano sempre presenti nelle diverse fasi evolutive dei popolamenti metafitici ed il diverso aspetto che quest'ultimi assumono durante il loro sviluppo dipende da una loro diversa presenza percentuale. Le nuove indagini hanno inoltre evidenziato una precoce comparsa del fenomeno che, nel periodo primaverile ed in presenza di particolari condizioni idrodinamiche, può manifestarsi anche in ambienti superficiali. I popolamenti metafitici mostrano quindi cicli successivi, probabilmente correlati con i ritmi riproduttivi di *T. marinum* e di *A. crinita*, che portano ad un progressivo incremento delle formazioni mucillaginose bentoniche con un massimo nel periodo estivo. Oltre a fattori quali: temperatura, fotoperiodo e livello di nutrienti, che influiscono direttamente sul ciclo biologico di queste due specie, vi è comunque da sottolineare l'importanza del fattore idrodinamico nel processo evolutivo dei popolamenti metafitici. Questo fattore, che agisce localmente, determina infatti la contemporanea presenza di stadi diversi dello stesso fenomeno anche in aree geografiche ristrette.

Summary

In a previous work the hypothesis that *Tribonema marinum* J. Feldmann and *Acinetospora crinita* (Carmichael) Sauvageau were directly involved in the formation of the benthic mucillagineous aggregates was put forward. Further observation carried out during March-May 1992 has shown an early appearance of these two filamentous forms and later the development of the metaphytonic associations, which show various aspects relative to the different presence percentage of these two species. The increase in dimension of the metaphytonic associations does not depend only on the presence of an adequate support, but it is also strongly influenced by hydrodinamic local factors.

Bibliografia

ROUND F.E., 1981 - The ecology of algae. University Press, Cambridge; 653 pp.

SARTONI G. & SONNI C., 1991 - *Tribonema marinum* J. Feldmann e *Acinetospora crinita* (Carmichael) Sauvageau nelle formazioni mucillaginose bentoniche osservate sulle coste toscane nell'estate 1991. *Informatore sotanico Italiano*, **23** (1): 23-30.

Biologia Marina, suppl. al notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 35-38

A. CASTELLI, D. PREVEDELLI°

Istituto di Scienze Antropologiche, Univ. Sassari Viale Regina Margherita 15, 07100 Sassari
°Dipartimento di Biologia Animale, Univ. ModenaVia Università 4, 41100 Modena

EFFETTO DEL FENOMENO DELLE MUCILLAGGINI DELL'ESTATE 1989 SUL POPOLAMENTO A POLICHETI DI UN MICROHABITAT SALMASTRO PRESSO PUNTA MARINA (RAVENNA)

Mucus aggregate effects on brackish polychaetes

Abstract

In summer 1989, the occurrence of mucus aggregates in a northadriatic brackish microhabitat gave rise to a sharp decrease of the polychaete abundance. Polychaete assemblages, nevertheless, quickly recovered their structure after the disappearance of this environmental disturbance.

Key-words: Mucus aggregates, Polychaetes, Brackish water, Adriatic sea.

Introduzione

È noto che gli ambienti salmastri sono caratterizzati da una forte instabilità dei parametri ambientali che tende ad aumentare al decrescere delle dimensioni del bacino. Alcune ricerche effettuate sui popolamenti bentonici di microhabitat salmastri hanno messo in evidenza che i policheti tendono a rispondere in tempi molto brevi alle variazioni ambientali, con un andamento prevedibile, almeno da un punto di vista strutturale, che segue il ciclico ripresentarsi delle medesime condizioni ambientali e il continuo ingresso di specie potenzialmente colonizzatrici dalle aree marine adiacenti (CASTELLI et al., 1988; LARDICCI, 1991). Nel corso degli ultimi anni è stata studiata l'evoluzione del popolamento a policheti di un microhabitat salmastro costituito da un canale, largo circa 10 m e con una profondità massima di 1- 1.5 m, sottoposto ad una notevole escursione mareale che in bassa marea provoca il disseccamento di buona parte dell'ambiente. Tale biotopo è situato a Punta Marina presso Ravenna, cioè in una delle zone maggiormente interessate dallo sviluppo delle mucillaggini (STACHOWITSCH et al., 1990), cioè da quell'insieme di aggregati mucosi di varia forma e dimensione, derivato dall'abnorme produzione di sostanze mucillagginose da parte di diverse specie algali, che negli ultimi anni ha provocato, nell'Alto Adriatico, un disturbo di considerevole entità (HERNDL & PEDUZZI, 1988; STACHOWITSCH et al., 1990). In questo lavoro vengono presentate le fluttuazioni del popolamento a policheti che si verificano durante la stagione estiva tra il 1985 e il 1991 al fine di mettere in evidenza le differenze quali-quantitative tra il popolamento dell'estate 1989, caratterizzata dalla presenza di estesi ammassi gelatinosi, e quelli rinvenuti nell'estate degli anni 1985, 1990 e 1991.

Materiali e Metodi

I campionamenti sono stati effettuati tra giugno 1985 e giugno 1986, tra maggio 1989 e luglio 1990 e da maggio 1991 a tutt'oggi. Sono stati prelevati circa 20 l di sedimento su un'area di circa 0.2 m^2, mediante una benna a scatto avente un'area di presa di 225 cm^2; per ogni campionamento sono state effettuate sei repliche. Il materiale raccolto è stato setacciato attraverso setacci con maglie di 0.5 mm ed è stato conservato in formalina tamponata diluita al 4% in acqua di mare.

Risultati e Discussione

Nell'estate 1989, il periodo maggiormente interessato dalle mucillaggini, sono stati rinvunuti unicamente 6 esemplari di *Hediste diversicolor* in luglio e da 7 esemplari di *H. diversi color* e 2 di *Polydora ciliata*

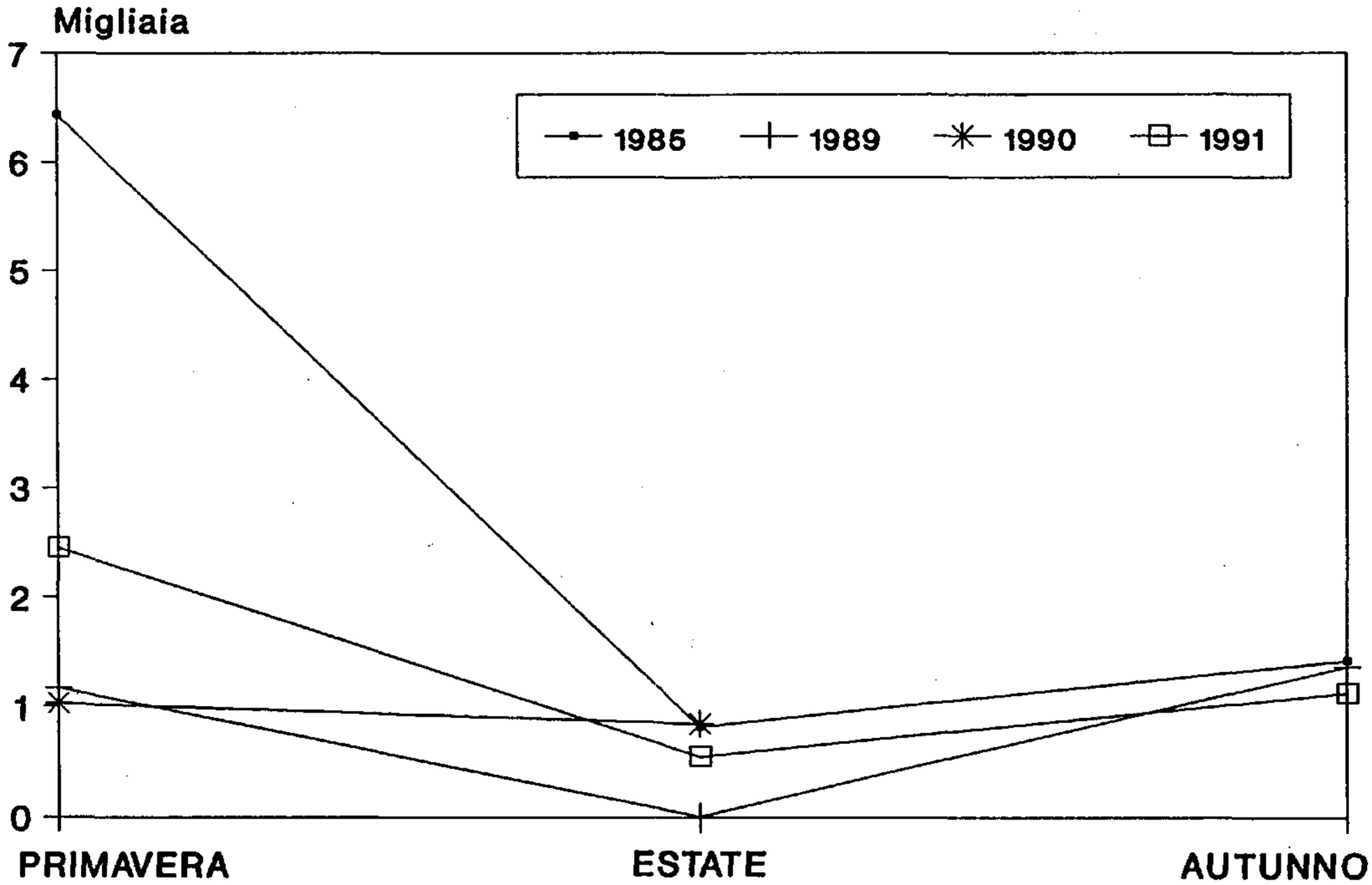


Figura 1 - Abbondanza numerica della polichetofauna (n° individui per campione) nei campionamenti primaverili, estivi e autunnali effettuati negli anni 1985, 1989, 1990 e 1991

Risultati e Discussione

Nell'estate 1989, il periodo maggiormente interessato dalle mucillaggini, sono stati rinvunuti unicamente 6 esemplari di *Hediste diversicolor* in luglio e da 7 esemplari di *H. diversi color* e 2 di *Polydora ciliata* in agosto (Tab. I). Anche in settembre, quando le condizioni generali erano decisamente migliorate, sono stati rinvenuti unicamente 18 esemplari di *H. diversicolor*, 1 di *P. ciliata* e 1 di *Streblospio shrubsolii* (Tab.

Tabella I - Policheti presenti nella stagione estiva tra il 1985 e il 1991

	AGO85	LUG89	AGO89	SET89	LUG90	AGO91
S. decoratus	0	0	0	0	0	0
P. ciliata	585	0	2	1	72	1
S. shrubsolii	4	0	1	1	114	422
C. capitata	224	0	0	0	0	45
N. succinea	3	0	0	0	11	69
H. diversicolor	3	0	7	18	645	0

I). Nei periodi estivi degli anni 1985, 1990 e 1991 l'abbondanza di individui è risultata generalmente molto più elevata (Tab. I; Fig. 1). Sono state rinvenute inoltre anche le altre tre specie (*Spio decoratus*, *Capitella capitata* e *Neanthes succinea*) che caratterizzano la polichetofauna di tale microhabitat.

Poichè il microhabitat è colonizzato da un numero di specie sempre molto basso, le variazioni di abbondanza numerica risultano in grado di mettere in evidenza più efficacemente il verificarsi di alterazioni am-

bientali. Nella stagione estiva si verifica costantemente una caduta dell'abbondanza; soltanto nel 1989 però si osserva una defaunazione quasi totale (Tab. I; Fig. 1). La defaunazione osservata in tale periodo va messa in relazione con la presenza di uno spesso strato di materiale gelatinoso che ha ricoperto completamente il fondale e le sponde del canale, invischiando gli organismi presenti negli strati superficiali e provocando fenomeni di anossia nel sedimento.

Nella stagione autunnale del 1989 è stato osservato tuttavia un considerevole aumento della polichetofauna totale, fino a raggiungere valori molto simili a quelli registrati negli altri anni durante i quali sono stati analizzati i popolamenti bentonici del microhabitat (Fig. 1). La presenza delle mucillaggini non ha quindi provocato alterazioni stabili della struttura di tali popolamenti. Al cessare del disturbo ambientale, si ristabilisce infatti velocemente un popolamento strutturato in base alle caratteristiche dell'ambiente stesso.

La ricostituzione qualitativa, ma soprattutto quantitativa delle comunità, appare dovuta sia a fauna sopravvissuta al disturbo, che ad organismi provenienti dalle zone marine adiacenti. Gli organismi sopravvissuti in loco appartengono prevalentemente a specie di grandi dimensioni con abitudini fossorie come *H. diversicolor*, che scava gallerie fino a profondità di 20-30 cm. La capacità di infossarsi probabilmente ha permesso almeno ad alcuni esemplari appartenenti a questa specie di resistere allo stress provocato dalle mucillaggini. Nei campioni prelevati nell'estate 1989 sono stati infatti rinvenuti esemplari di questa specie; inoltre, nei campioni prelevati in settembre e in ottobre, sono stati rinvenuti numerosi esemplari adulti, di cui è difficilmente ipotizzabile un'immigrazione. Una massiccia ricolonizzazione e quindi un ingresso da zone marine adiacenti, è invece più probabile per le specie di piccole dimensioni, dotate di un alto potenziale riproduttivo, come *P. ciliata* e *S. shrubsolii*, generalmente dominanti nel microhabitat, che hanno subito un impatto maggiore in quanto hanno dovuto sopportare non soltanto l'anossia ma anche il forte disturbo meccanico provocato dall'inglobamento nella massa gelatinosa presente sul fondo, in quanto sono localizzate negli strati superficiali del sedimento.

La presenza di mucillaggini ha alterato drasticamente le comunità bentoniche; essa ha causato infatti una forte diminuizione della polichetofauna. Questa diminuizione è sensibilmente maggiore di quelle osservate durante l'estate degli altri anni, anch'esse interessate da eventi distrofici frequenti nell'Alto Adriatico e, a maggior ragione, in un microhabitat salmastro. Le mucillaggini sembrano agire, in questo particolare microhabitat, come un inquinante acuto e solo parzialmente selettivo che provoca un crollo del numero di individui, da cui solo pochi riescono a salvarsi, spesso indipendentemente dalla specie, anche se gli individui appartenenti a specie fossorie hanno maggiori possibilità di sopravvivenza; tali organismi costituiscono la frazione pioniere impegnata nella ricolonizzazione quando si ripristinano condizioni ambientali tali da permettere un nuovo sviluppo delle comunità.

Summary

Polychaete abundance variations in a north-adriatic brackish microhabitat was studied between 1985 and 1991. A quali- quantitative evaluation of differences between the assemblage occurring in summer 1989, characterized by a development of dense gelatinous mucus aggregates, and those colonizing this environment in the other years was assessed. The occurrence of mucus aggregates gave rise to a sharp decrease of the polycheate abundance. Only few specimens could survive to the anoxic conditions and to the mechanical stress. Polychaete assemblage, nevertheless, is capable of a quick recover after the disappearance of this environ mental disturbance.

Bibliografia

CASTELLI A., CURINI-GALLETTI M., LARDICCI C. (1988) - Structure of benthic communities of brackish-water microhabitats: spatial and temporal variations. *UNEP/FAO: Study of ecosystem modification in areas influenced by pollutans (Activity I). MAP Tech. Rep. Ser.*, **22**: 19-46.

HERNDL G.J., PEDUZZI P. (1988) - The ecology of amorphous aggregation (marine snow) in the Northern Adriatic Sea I. General considerations. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.*, **9**: 79-90.

LARDICCI C. (1991) - Le peuplement de polychètes d'un petit bassin saumatre de l'ile d'Elba (Mer Miditerranie). *Vie Milieu*, **41**: 195-201.

STACHOWITSCH M., FANUKO N., RICHTER M. (1990) - Mucus aggregates in the Adriatic Sea: an overview of stages and occurrence. *P.S.Z.N.I: Mar. Ecol.*, **11**: 327-350.

Biologia Marina, suppl. al notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 39-42

PETTINE° M., PUDDU A.°, TOTTI C.°°, ZOPPINI A.°, ARTEGIANI A.°°, PAGNOTTA R.°

°IRSA-CNR, Via Reno 1, 00198 Roma
°°IRPeM- CNR, Molo Mandracchio, 60125 Ancona

CARATTERIZZAZIONE CHIMICA E BIOLOGICA DI MUCILLAGINI

Chemical and biological characterization of mucilage

Abstract

C, N, P and Si, Fe, Al in macroaggregates appear to be controlled respectively by biogenic and mineral components. The total biomass shows a predominance of heterotrophs while the predominant phytoplanktonic species in 1991 was N. closterium.

Key-words: Mucilage, biomass, phyto plankton

Introduzione

L'estate 1991 è stata nuovamente caratterizzata dalla comparsa di materiale mucillaginoso nell'Adriatico centro- settentrionale. Per acquisire ulteriori informazioni sul fenomeno (Herndl e Peduzzi, 1988; Marchetti *et al.*, 1989) si sono effettuate analisi sulla composizione chimica e biologica di mucillagini per determinare i rapporti atomici esistenti tra macronutrienti ed elementi metallici e di individuare i tipi di biomassa prevalenti.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati nei giorni 3, 12 e 23 luglio 1991 su un transetto trasversale alla costa davanti a Senigallia. Il materiale gelatinoso flottante è stato raccolto con secchio e separato preliminarmente dalla fase acquosa con l'ausilio di un retino da zooplancton (200 µm), mentre quello sospeso nella colonna d'acqua è stato raccolto a quote intermedie tra la superficie ed il fondo con retino da zooplancton. Nelle stesse stazioni sono stati effettuati prelievi a varie quote con bottiglie idrologiche NIO per la valutazione quantitativa dei popolamenti fitoplanctonici. L'analisi del fitoplancton all'interno degli aggregati, per loro natura altamenti disomogenei, è stata invece solo qualitativa. I campioni destinati alle analisi fitoplanctoniche erano fissati con formaldeide al 20% neutralizzata (Throndsen, 1978) ed osservati secondo Utermöhl. La determinazione di ATP e clorofilla negli aggregati è stata effettuata in triplicato dopo aver proceduto immediatamente dopo il prelievo all'estrazione dai campioni (Zoppini 1990; Zoppini *et al.*, 1990). I campioni destinati alle analisi chimiche erano conservati a 4°C e sottoposti entro 24h a successive centrifugazioni e risciacqui con acqua ultrapura per eliminare la matrice salina ed infine liofilizzati. L'analisi di carbonio organico (C) e di azoto e zolfo totali (N, S) è stata effettuata mediante analizzatore elementare (Carlo Erba) su aliquote di campione rispettivamente acidificata e tal quale. L'analisi dei principali elementi inorganici (P, Si, Al, Fe, Mn, Ca, Mg, Na, K e Ti) è stata invece effettuata tramite spettrometria di emissione atomica (Plasma 40, Perkin Elmer) su aliquote sottoposte a digestione con HNO_3 e HF.

Risultati e discussione

La composizione chimica percentuale, con valori medi e relative deviazioni standard, è riportata in Tab.1 per i diversi campioni prelevati. I dati ottenuti su carbonio organico, azoto e fosforo sono in accordo con precedenti informazioni di letteratura (Herndl e Peduzzi, 1988; Marchetti *et al.*, 1989).

I valori medi di C, N, P, Si e S riscontrati nei macroaggregati, normalizzati rispetto ad un contenuto unitario di fosforo, danno i rapporti atomici

C:N:P:Si:S = 242:28,2:1:17,9:4,1

Tali rapporti evidenziano, rispetto alla composizione stechiometrica riportata per la biomassa fito- e zooplanctonica (Redfield *et al.*, 1963; Fossato, 1971; Faganeli *et al.*, 1989) ed ai contenuti riscontrati nello zooplancton della stessa area in assenza di formazioni mucillaginose, concentrazioni più elevate di carbonio, silicio e zolfo. Il rapporto atomico C/N che risulta dai valori medi (=9,4) è consistente con analoghi rapporti riportati per campioni di neve marina (Alldredge e Silver, 1988). I singoli rapporti atomici C/N, compresi nell'intervallo 6,8-14,4, mostrano un valore minimo in buon accordo con il rapporto stechiometrico riportato per la biomassa ed una evidente deviazione dei valori più elevati.

Tab. 1 Composizione chimica percentuale riferita al secco di macroaggregati superficiali (S) e profondi (RZ) (accanto ad S o RZ le miglia dalla costa).

	data	C	N	P	Si	S	Fe	Mn	Al	Ti	ATP	Chl
S10	3/7	32.2	2.6	0.17	4.3	1.1	1.1	0.07	1.5	0.09		
RZ15	3/7	23.7	2.9	0.27	8.9	0.5	1.8	0.06	3.4	0.15		
S15	12/7	23.1	1.9	0.16	2.7	1.4	2.6	0.04		0.06		
RZ1	12/7	18.9	2.4	0.20	8.6	0.6	1.6	0.05		0.16	0.022	0.027
RZ10	12/7	24	3.5	0.23	1.9	1.3	1.5	0.02		0.06	0.057	0.013
RZ15	12/7	18.2	2.4	0.17	1.6	1.4	1.6	0.02	0.2	0.07	0.106	0.022
RZ1	23/7	25.6	4.4	0.45	5.7	0.6	1.0	0.05		0.1	0.010	0.019
RZ10	23/7	28.0	4.4	0.35	6.4	0.9	1.7	0.11		0.13	0.007	0.006
RZ15	23/7	10.3	1.1	0.12	1.0	2.1	1.3	0.04		0.02	0.004	0.025
media		22.7	2.8	0.24	4.6	1.1	1.6	0.05	1.7	0.09	0.034	0.019
s		6.3	1.1	0.11	3.0	0.5	0.5	0.03	1.6	0.05	0.04	0.01
RZ1	17/10	39.9	7.6	0.5	1.2	1.2			0.04	0.03		

La variazione del rapporto C/N può risultare da differenze dei rapporti tra carboidrati e proteine dei materiali aggregati o più probabilmente dall'attività biologica che può portare ad una più rapida utilizzazione di composti organici azotati o all'escrezione di materiali polisaccaridici poveri di azoto. L'aumento del rapporto C/N dei macroaggregati può, quindi, associarsi all'età dell'aggregato. L'ipotesi trova conferma nel fatto che i due campioni superficiali, notoriamente più vecchi, hanno in assoluto i rapporti C/N più elevati (14,2 e 14,4). Parallelamente al rapporto C/N va anche aumentando C/P. I diversi campioni considerati sono stati raggruppati, in funzione dei rapporti atomici C/N e C/P simili, in tre classi cui corrisponde un crescente grado di invecchiamento: A (C/N=7,4±0,6; C/P= 207±61), B (C/N= 9,6±0,9; C/P= 242±24) e C (C/N= 14,3±0,1; C/P= 431±82). A differenza dei rapporti C/N e C/P, il rapporto N/P risulta costante entro la variabilità associata ai diversi campioni. Il contrastante andamento dei rapporti C/N ed N/P è coerente con l'arricchimento di composti organici poveri di azoto piuttosto che con una diversa velocità di consumo di proteine e carboidrati.

Se per C, N e P, il contributo dato dalla biomassa è predominante, il contenuto di Si, Fe, Al, Ti e Mn sembra al contrario chiaramente influenzato dalla presenza di componenti minerali.

Il rapporto stechiometrico medio Si/P nei macroaggregati è risultato uguale a 22 (con punte superiori a 40) ed è maggiore rispetto a quello misurato nello zooplancton (2,6) e ricavato dalla letteratura (Spencer, 1975) per il fitoplancton (6÷16). Il contributo di frustuli di diatomee e soprattutto di particolato minerale può giustificare i valori più alti di silicio trovati nei macroaggregati rispetto ai contenuti presunti nel materiale biogenico. Analogamente, i rapporti Si/Fe e Si/Al, che nella biomassa sono di circa 1000 (Morel e Hudson, 1985), assumono nei macroaggregati valori medi rispettivamente di 6,1 e 2,6, inferiori di due ordini di grandezza per la presenza appunto di componenti minerali.

Oltre alla composizione chimica elementare si è proceduto all'analisi negli aggregati di ATP e Chl (Tab. 1), indicatori rispettivamente di biomassa totale e fitoplanctonica. La concentrazione di clorofilla si è mantenuta piuttosto costante nei diversi campioni con un valore medio di 0,19±0,1, mentre la concentrazione di ATP ha mostrato una maggiore variabilità (0,34±0,4). La feofitina è risultata assente in tutti i campioni. Il rapporto ATP/Chl con valori compresi nell'intervallo 0,16-4,82 sta ad indicare una prevalenza di biomas-

sa eterotrofa nei macroaggregati. I dati di ATP e Chl, convertiti in unità di carbonio utilizzando rispettivamente i coefficienti 250 e 40 (Fry 1988), indicano un contributo della biomassa al carbonio totale di circa 20-30% di cui il 3% circa dovuto a fitoplancton.

L'analisi del popolamento fitoplanctonico negli aggregati ha mostrato una netta prevalenza della componente a diatomee in tutti i campioni per la presenza di una specie fortemente dominante, *Nitzschia closterium*, che formava ammassi anche di notevole entità. All'interno degli aggregati *N.closterium* mostrava una grande variabilità sia nelle dimensioni che nel grado di silicizzazione dei frustuli, indicando una condizione fisiologica di attiva divisione. La densità di fitoplancton nella colonna d'acqua ha mostrato valori relativamente ridotti (200-2900 cell/ml), con un gradiente costa-largo decrescente. La composizione qualitativa differiva notevolmente da quella dei macroaggregati, con prevalenza di nanoflagellate (60-70%), seguite da diatomee (10- 30%), con *Thalassiosira* sp. come specie dominante, e dinoflagellate (7-20%). Il ritrovamento di *N.closterium* quale specie preponderante all'interno di aggregati gelatinosi è comune anche ad altri episodi (Revelante e Gilmartin, 1991), ma differisce da quanto riscontrato nella stessa zona in occasione del fenomeno di "mare sporco" nel 1988 e 1989, in cui prevalevano altre diatomee pelagiche (Totti *et al.*, in stampa).

Conclusioni

La composizione dei macroaggregati risulta dall'aggregazione di materiali sospesi e colloidali eterogenei di natura biogenica e minerale, come avviene nel caso della neve marina. All'interno di questi aggregati trovano condizioni idonee al loro sviluppo popolamenti algali che possono differire per composizione e densità da quelli presenti nella fase acquosa circostante. La variabilità riscontrata nei popolamenti fitoplantonici all'interno degli aggregati nei diversi anni e nelle diverse zone interessate dal fenomeno del mare sporco fa pensare che le specie evidenziate non siano necessariamente responsabili della formazione delle mucillagini; è però probabile che alcune di esse partecipino all'accrescimento degli aggregati.

Summary

Macroaggregates appeared to be composed by particulate matter and colloids both of biological and mineral nature. *N. closterium* was predominant in the flocs phytoplankton, but there is no evidence of its responsability in the macroflocs production.

Bibliografia

ALLDREDGE A.L., SILVER M.W. (1988) - Characteristics, dynamics and significance of marine snow. *Prog.Oceanog.* **20**: 41-82.

FAGANELI J., GACIC M., MALEJ A., SMODLAKA N. (1989) - Pelagic organic matter in the Adriatic sea in relation to winter hydrographic conditions. *J. Plankton Res.* **11**: 1129-1141.

FOSSATO U.V. (1971) - Studies on chemical composition of the zooplankton collected in the Gulf of Venice. *Arch. Oceanogr. Limnol.* **17**: 9-26.

FRY J.C. (1988) - Determination of biomass. In: Methods in Aquatic Bacteriology, B.Austin (Ed.), John Wiley & Sons, 27-72.

HERNDL G.J., PEDUZZI P. (1988) - The ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the northern Adriatic sea I. General consideration. *Mar. Ecol.* **9**: 79-90.

MARCHETTI R., IACOMINI M., TORRI G., FOCHER B. (1989) - Caratterizzazione preliminare degli essudati di origine fitoplanctonica raccolti in Adriatico nell'estate 1989. *Acqua Aria* **8**: 883- 887.

MOREL F.M.M., HUDSON R.J.M. (1985) - The geobiological cycle of trace elements in aquatic systems: Redfield revisited. In: Chemi cal Processes in Lakes, W. Stumm (Ed.), Wiley, 251-281.

REDFIELD A.C., KETCHUM B.H., RICHARDS F.A. (1963) - The influence of organisms on the composition of seawater. In: "The Sea", M.N. Hill (Ed.), **2**, Interscience, New York, 27-77.

REVELANTE N., GILMARTIN M. (1991) - The phytoplankton composition and population enrichment inn gelatinous macroaggregates in the northern Adriatic during the summer of 1989. *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.*, **146**: 217-233.

SPENCER C.P. (1975) - The micronutrient elements. In: Chemical Oceanography, J.P. Riley and G, Skirrow (Eds.), vol. 2,..

TOTTI C., CAVOLO F., MARZOCCHI M. E SOLAZZI A. (in stampa) - Popolamenti fitoplanctonici durante il fenomeno del "mare sporco" in Adriatico Settentrionale (estate 1989). *Quad.IRPeM* **5**.

THRONDSEN J. (1978) - Preservation and storage. In: A. Sournia (Ed.), UNESCO: Phytoplankton Manual, Monograph in Oceanographic Methodology, 6, 59-74.

ZOPPINI A. (1990) - Adenosintrifosfato cellulare (ATP). *Nova Thal.* **11**: 225-230.

ZOPPINI A., CAMUSSO M., TARTARI G. (1990) - Clorofilla: metodo spettrofotometrico. *Quad.Ist.Ric.Acque* **59**: 1-6.

Biologia Marina, suppl. al notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 43-46

EWA HOMMÉ°, HANNA MAZUR°°
°ENICHEM, Via della Chimica 5, P. to Marghera (VE)
°°Università di Danzica, Pilsudskiego 46, Gdynia (PL)

PHYTOHORMONES AND MUCILAGE: STIMULATION BY FITOHORMONES ON THE MUCUS PRODUCTION BY ALGAE.

Fitormoni e mucillagine

Abstracts

It is an attempt to explain the amorphous aggregates formation by means of a physiology of marine microalgae. Some of the plant growth substances and their relationship with the mucus production by the algal cells was examined.

Key-words: Plant hormones, Mucilage.

Introduzione

Le alghe essudano varie sostanze organiche come prodotti del loro metabolismo. L'essudazione è un loro normale processo fisiologico, la cui quantità e densità dipendono largamente sia dalle condizioni ambientali (stress) che dalle condizioni fisiologiche della cellula stessa. In certe circostanze, alcune sostanze organiche insolubili nell'acqua (come p. es. i polisaccaridi), prodotte da specifici tipi di alghe, possono contribuire alla formazione di aggregati gelatinosi. Questi aggregati, composti da vari organismi viventi (fito e zooplancton, batteri) e detriti (organici ed inorganici), chiamati "marine snow", hanno in determinate condizioni ambientali, la tendenza ad accrescersi, provocando in casi estremi il fenomeno delle mucillagini (Kiorboe et al., 1990). Si ritiene che la presenza di ormoni vegetali nell'acqua, potrebbe modificare il metabolismo degli organismi fitoplanctonici, provocando l'iperproduzione del muco. Questa ipotesi, proposta dagli autori, è stata già preliminarmente da loro confermata (Hommé e Mazur, 1992). Il punto di partenza della suddetta ipotesi è il fatto, che nell'ambiente marino si trovino i regolatori della crescita vegetale. La loro presenza è stata confermata da alcuni autori (Kentzer et al. 1980; Maruyama et al., 1986) e anche da Hommé e Mazur (dati non pubblicati). La provenienza degli ormoni vegetali nell'ambiente marino è prevalentemente di natura fisiologica (prodotti di metabolismo di vari batteri e delle alghe) (Maruyama et al., 1986; 89). Indipendentemente dalla loro provenienza è stato verificato che queste sostanze sono un importante fattore naturale che influisce sulla crescita e sviluppo delle alghe (Evans & Trewavas, 1991; Bradley, 1991).

Visti in questo contesto gli ormoni vegetali, possono essere esaminati come potenziale fattore ecologico in questo così poco chiaro fenomeno delle mucillagini.

Materiali e metodi

Nella ricerca sono state usate le colture naturali delle alghe provenienti dai campioni d'acqua prelevati nell'Adriatico Settentrionale nell'agosto 1991 durante il massimo sviluppo del fenomeno delle mucillagini.

Le principali taxa presenti nelle colture erano: *Nitzschia seriata, Rhizosolenia styliformis, Cylindrotheca closterium, Rhizosolenia fragilissima, Chaetoceros didymum, Navicula sp., Thalassiothrix sp., Prorocentrum minimum.* Per le colture è stato usato il terreno "f/2" (Myklestad, 1977); la temp. di incubazione era di 20°C ed il fotoperiodo di 12:12 ore. Il muco prodotto dalle microalghe veniva colorato con alzian-blu e l'intensità dell'essudazione veniva stimata sulle base di conta degli aggregati gelatinosi, presenti nella coltura, prendendo in considerazione come unità di misura un aggregato di diametro di circa 50 micron. Sono

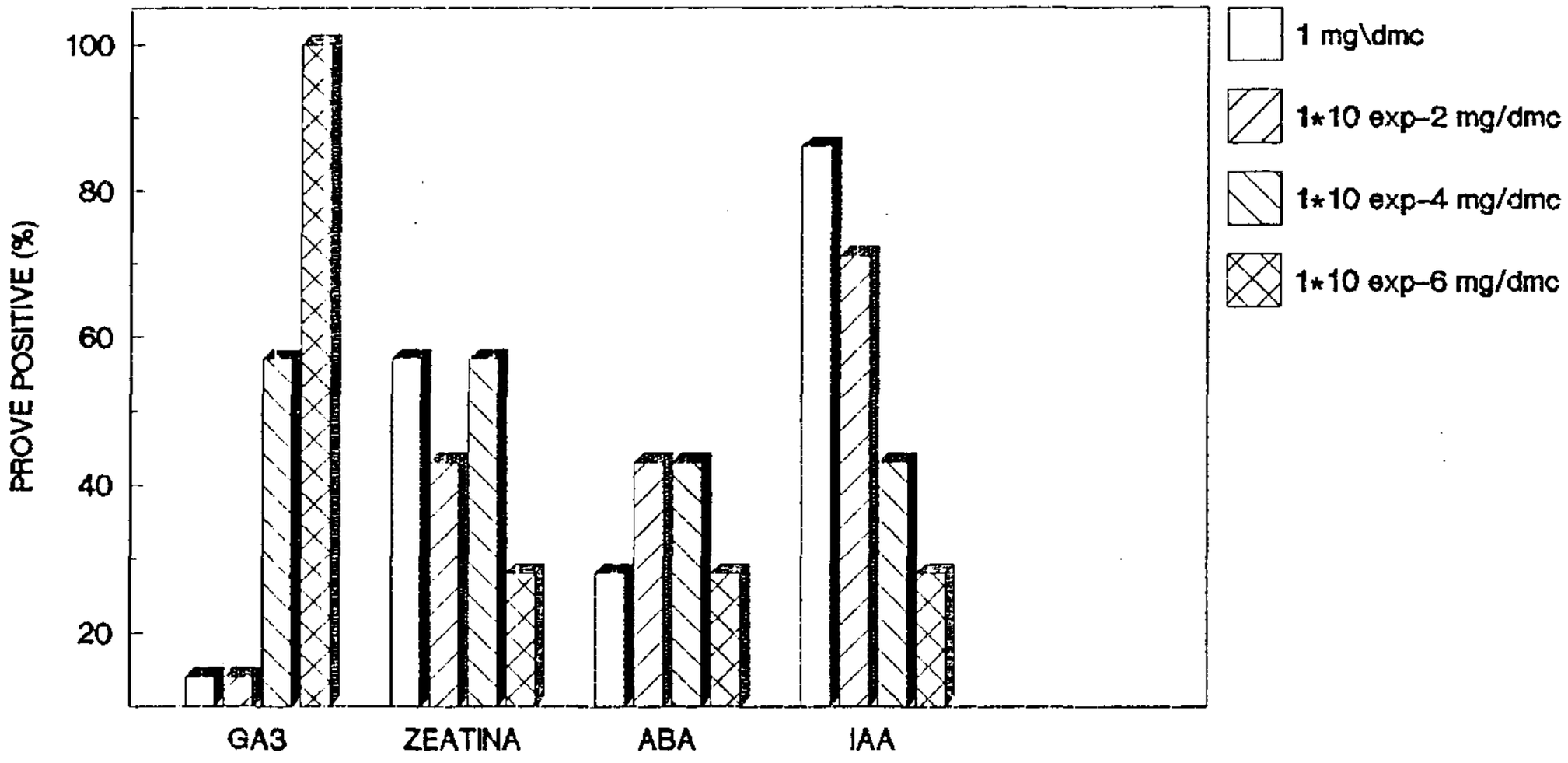


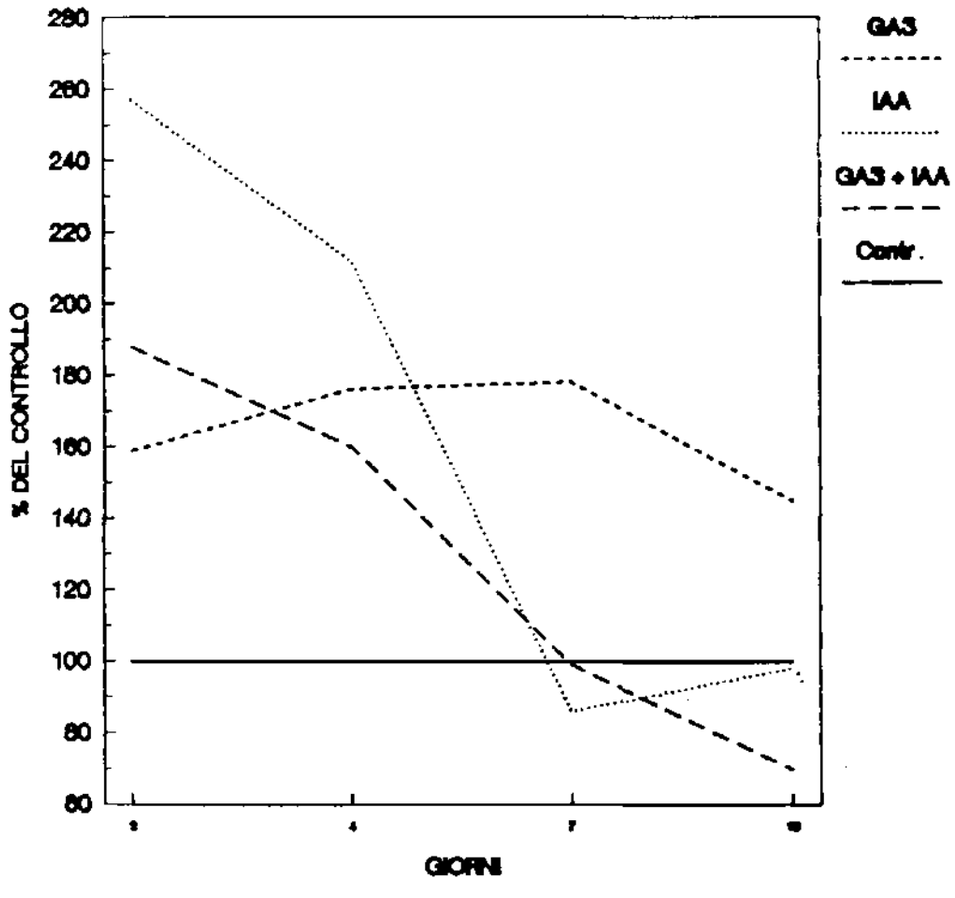
Fig. 1. Stimolazione della produzione del muco da vari ormoni

stati esaminati quattro regolatori della crescita (gibberellina GA3, auxina IAA, citochinina zeatina ed inibitore ABA) in un'ampio raggio di concentrazioni (dal 1mg /dmc al 1 * 10 exp-6 mg/dmc), coprendo il range di concentrazioni riscontrato nell'ambiente marino (da 1 * 10 exp-2 a 1 * 10 exp-6 mg/dmc) (Kentzer et al., 1980; Pedersen, 1973).

Risultati e discussione

Sulla base del primo ciclo degli esperimenti è stato verificato che il maggior effetto di stimolo si nota nelle colture con l'aggiunta di auxina IAA in concentrazione 1 mg/dmc e gibberellina GA3 in concentrazione di 10 exp. -6 mg/dmc. Questi risultati sono presentati nella fig. 1. Negli studi successivi sulla cinetica del processo, sono stati usati solo due ormoni la IAA nelle concentrazioni di 1 mg/dmc e la GA3 nelle concentrazioni di 1*10 exp-6 mg/dmc. Ogni singolo esperimento è stato condotto per 14 giorni. I risultati ottenuti nelle diverse serie di sperimentazioni hanno dimostrato che nelle colture nelle quali è stata usata la gibberellina GA3 come agente stressante la maggior stimolazione della produzione del muco aveva luogo tra il quarto ed il settimo giorno d'incubazione e raggiungeva il valore di 180 % in più rispetto alla prova di controllo. L'effetto stimolante si manteneva per tutta la durata delle prove (fig. 2.). Nelle prove con l'aggiunta di auxina IAA il maggior effetto (fino al 260%) si notava nei primi cinque giorni. Dopo la fase di forte stimolo, si notava un graduale rallentamento d'azione, fino al manifestarsi di un effetto opposto e cioè l'inibizione (nel decimo giorno). Il valore medio di questa fase finale era del 60 % della prova di controllo (fig. 2.).

L'esperimento in cui si è ricorso all'azione congiunta di due ormoni IAA (1mg/dmc) e GA3 (1*10 exp-6 mg/dmc) ha dimostrato che la relativa curva è simile a quella che descrive l'influenza dell'auxina sulla produzione del muco (fig. 2). Come si può osservare la stimolazione da parte della miscela degli ormoni è



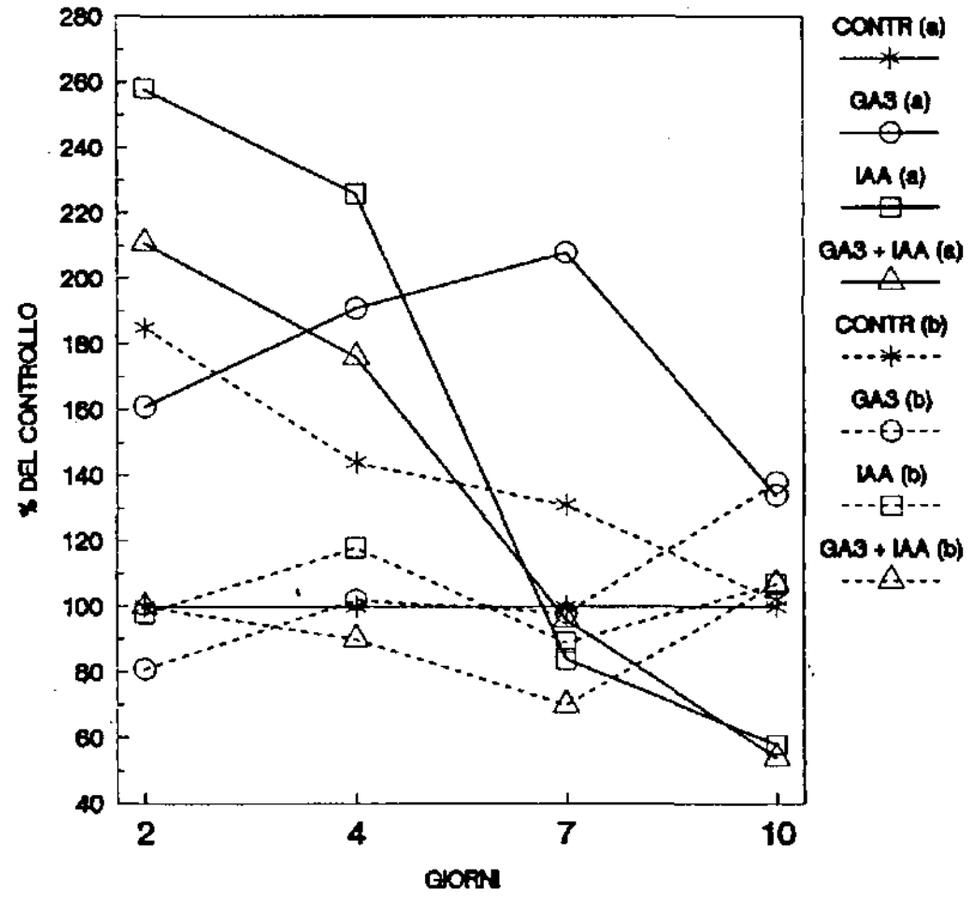


Fig.2 Produzione del muco dalle microalghe stimolate con GA3 ($1*10^{-6}$ mg/dmc) IAA (1 mg/dmc) e GA3 + IAA

Fig. 3 Produzione del muco dalle microalghe stimolate con i fitoormoni nelle varie condizioni nutrizionali

più debole di quella notata per i singoli ormoni (solo nei primi giorni si nota per la miscela, una azione stimolante superiore all'effetto provocato dalla sola gibberellina). L'azione stimolante della miscela di ormoni ha un andamento simile a quello dell'auxina, e cioè dopo i primi giorni di un visibile effetto positivo, essa cominciava a rallentare fino a dimostrare nel decimo giorno una certa inibizione (70 % della prova di controllo). L'inversione dell'azione ormonale nel tempo (osservato anche nel caso dell'IAA) potrebbe essere una conseguenza della degradazione dell'IAA che risulta la più sensibile tra gli ormoni alla luce e alla temperatura. Per confermare questo concetto si possono citare i risultati di un esperimento simile, ma condotto alla temperatura di 15°C (Hommé e Mazur, 1992).In questo caso l'effetto stimolante dell'ormone si manteneva per tutta la durata delle prove e raggiungeva il massimo nel 12 esimo giorno della coltura. Il successivo ciclo della ricerca riguardava lo studio dell'influenza della mancanza di nutrienti (prevalentemente di fosforo) sullo stimolo ormonale dell'essudazione polisaccaridica dalle alghe. Come risulta dai lavori di Haug & Myklestad (1976) e di Myklestad (1977) la concentrazione di azoto e fosforo nell'acqua di mare ha un importante influenza sulla concentrazione degli zuccheri all'interno della cellula algale ed anche sulla quantità dei polisaccaridi extracellulari prodotti. La diminuzione di 50 volte della concentrazione di fosforo nel terreno f/10 ha causato un effetto dell'aumento del contenuto di zuccheri del 125% e fino al 160% dei polisaccaridi essudati. Una simile così drastica diminuzione della concentrazione del fosforo nell'ambiente naturale si può osservare nel periodo successivo alle fioriture algali. Visto in questa ottica, lo squilibrio nutrizionale espresso come rapporto N/P, potrebbe avere una sua importanza nell'insieme dei processi che portano al fenomeno chiamato mucillagine. Nei nostri studi è stato preso in esame il possibile legame tra la concentrazione del fosforo (precisamente la sua mancanza) e l'essudazione del muco dalle alghe stimolate con gli ormoni. È stato confermato che la mancanza di fosforo è correlata con l'aumento della produzione extracellulare dei polisaccaridi (fig. 3, linea tratteggiata.). Non si è invece verificato nessun rilevante aumento dell'azione stimolante da parte degli ormoni. I risultati da noi ottenuti hanno confermato che

alcuni ormoni vegetali stimolano in modo marcato l'essudazione dei polisaccaridi dalle microalghe marine. Bisogna ricordare, che tutto ciò è stato verificato nelle condizioni artificiali create in laboratorio. Ovviamente nelle condizioni naturali l'intreccio di vari elementi è tale, che oggi è difficile definire in modo univoco il preciso ruolo delle gibberelline e delle auxine nell'ecosistema marino. Per verificare l'indubbio legame ormone-mucus, che risulta dai nostri studi, nelle condizioni naturali, bisogna costruire un modello con il quale sia possibile cambiare in modo contemporaneo i vari fattori che descrivono l'ecosistema marino. Stiamo percorrendo questa strada.

Summary

The influence of four phytohormones on mucus production by some marine microalgae has been tested. The maximum effect (260% in five days) was obtained using Auxin IAA (1 mg/l).

Bibliografia

BRADLEY P. M. (1991) - Plant hormones do have a role in controlling growth and development of algae. *J. Phyco* **27**:317-321.

EVANS L. V., A. J. TREWAVAS. (1991) - Is algal development controlled by plant growth substances?. *J. Phycol.* **27**: 332-326.

HAUG A., MYKLESTAD S. (1976) - Polysaccarides of marine diatoms with special references to *Chaetoceros* species. *Mar. Biol.*, **34** 217-222.

HOMMÉ E., MAZUR H. (1992) - Ruolo degli ormoni vegetali sull'essudazione di mucillagini da microalghe marine. *Amb. Ris. Salute.* **6**:25-29.

KENTZER T., SYNAK R., BURKIEWICZ K., BANAS A. (1980) - Cytokinin- like activity in sea water and *Fucus vesciculosus. Biol. Plant.*, **22**:218-225.

KIORBOE T., ANDERSEN K. P., DAM H. G. (1990) - Coagulation efficiency and aggregate formation in marinephytoplancton. *Mar. Biol.*, **107**:235-245.

MARUYAMA A., MAEDA M., SIMIDU U. (1986) - Occurence of plant hormone (cytokinin)-producing bacteria in the sea. *J. Appl. Bacteriol.*, **61**:569-574.

MARUYAMA A., MAEDA M., SIMIDU U. (1989) - Microbial production of auxin indole -3-acetic acid in marine sediments. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **58**:69 -76.

MYKLESTAD S. (1977) - Production of carbohydrates by marine planktonic diatoms. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.*, **29**:161-136.

PEDERSEN M. (1973) -Identification of cytokinin 6- (3-methyl-2- butenylamino)purine, in sea water and the effect of cytokinins on brown algae. *Physiol. Plant.* **28**:101-105.

Biologia Marina, suppl. al notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 47-48

GUERRERA E.°, SERAFINO A.L.°°, LECCE R.°°°, GIANI M.°.

°Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare (ICRAM), via Respighi, 5. 00197, ROMA

°°Istituto di Medicina Sperimentale CNR, ROMA

°°°Istituto Superiore di Sanità, ROMA

OSSERVAZIONI SUGLI AGGREGATI GELATINOSI PRESENTI NELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE E NEL TIRRENO CENTRALE NEL 1991

Observations on mucillages in Italian Seas

Abstract.

Aggregates have amorphous, net-like, or filamentous structures, which englobe debris, bacterial and phytoplanktonic cells. Elemental composition shows low C and N percentages, and S lacking.

Key-words: gelatinous aggregates, phytoplankton

Introduzione

Nel corso dell'estate 1991, in Adriatico Settentrionale e nel Tirreno Centrale, si è osservata la presenza di abnormi quantità di mucillagini, la cui origine e causa non sono ancora conosciute. In Adriatico gli aggregati sono affiorati in superficie, mentre nel Tirreno il fenomeno si è manifestato a profondità maggiore. Durante la nostra indagine abbiamo eseguito una serie di rilevamenti ed analisi al fine di caratterizzare la natura di tali sostanze.

Materiali e metodi

Il riconoscimento tassonomico delle specie algali è stato eseguito al microscopio ottico. Le osservazioni al microscopio elettronico a scansione (SEM, Cambridge 5240) sono state condotte su campioni fissati con gluteraldeide e tetrossido di osmio, disidratati e sottoposti a "critical point drying". L'analisi chimica elementare è stata effettuata su campioni essiccati in stufa a 70°C, mediante analizzatore elementare di C,H,N,S mod. EA1108 (Carlo Erba). Per eliminare il C inorganico, i campioni, prima dell'essiccazione, sono stati trattati con HCl 0,1N.

Risultati

Al microscopio ottico le mucillagini tirreniche e adriatiche sono caratterizzate da una struttura amorfa di difficile identificazione. Nei campioni adriatici si è rilevata la presenza di numerose Diatomee, con predominanza dei generi *Chaetoceros, Rhizosolenia,* e di Peridinee, (*Protoperidinium, Ceratium*). I campioni del Tirreno ottenuti mediante immersioni subacquee presentano, rispetto ai campioni adriatici, un numero ridotto di cellule algali appartenenti soprattutto a Diatomee (*Chaetoceros, Amphora, Cyclotella*) e Peridinee. Nei campioni prelevati con le reti a strascico e a circuizione, il numero di specie è ovviamente maggiore. La matrice delle mucillagini tirreniche mostra al SEM, una struttura reticolare ben definita; le mucillagini adriatiche presentano invece una struttura amorfa o filamentosa. La composizione elementare indica nei campioni adriatici, un contenuto di C compreso tra 6,4 e 10,2%; tale valore è lievemente superiore rispetto a quello trovato nelle mucillagini raccolte in Alto Adriatico, nell'estate del 1990. I campioni tirrenici sono caratterizzati da valori inferiori, (5,8- 6,1 %). Dopo il trattamento con HCl 0,1N, il C residuo (organico) presente in tutti i campioni è inferiore al 5%. Ulteriori prove sono in corso per accertare se questo de-

cremento possa essere ascrivibile alla perdita dei carbonati o all'idrolisi dei polisaccaridi. In tutti i campioni l'N è presente in quantità inferiori allo 0,4%, mentre lo S non è rilevabile e quindi inferiore allo 0,01%.

Conclusioni

Gli aggregati gelatinosi adriatici e tirrenici campionati, presentano una variabilità della composizione elementare e delle specie fitoplanctoniche incluse, dipendente sia dal metodo di campionamento che dal luogo e dal momento del prelievo. Tali differenze non permettono di comparare facilmente i dati."

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 49-53

M.G. GIACOBBE, S. GRECO, G. MAIMONE
Istituto Sperimentale Talassografico - CNR Spianata San Raineri, 86 - 98122 Messina

DISTRIBUZIONE DI DINOFLAGELLATE POTENZIALMENTE TOSSICHE O DANNOSE NELLE ACQUE CALABRESI

Potentially toxic or harmful dinoflagellates in Calabrian waters

Abstract

The occurrence of some armoured dinoflagellates along the Calabrian coastline is discussed in connection with their toxic or noxious potentiality.

Key-words: dinoflagellates, harmful species, Ionian Sea, Tyrrhenian Sea

Introduzione

Negli ultimi anni le nostre ricerche sono state indirizzate principalmente al rilevamento ed allo studio micromorfometrico di Dinoflagellate che, potenzialmente, producono tossine DSP (Diarrhetic Shellfish Poisons) o PSP (Paralysing Shellfish Poisons). Alcune aree delle acque costiere siciliane sono infatti interessate dalla presenza di parecchie specie di *Dinophysis* (GIACOBBE & MAIMONE, 1991; GIACOBBE *et al.*, 1991; GIACOBBE *et al.*, in stampa) e fioriture primaverili di *D. sacculus* si sono verificate, in Aprile del 1992, in corpi idrici chiusi del litorale tirrenico dove sono presenti popolamenti di *Cerastoderma edule* e *Ruditapes decussatus*. Tests ELISA effettuati su *Cerastoderma* per la ricerca dell'acido okadaico - un possibile promotore di tumore (FUJIKI *et al.*, 1987) e componente acida dominante del complesso DSP, perlomeno nei molluschi europei (KUMAGAI *et al.*, 1986) - hanno tuttavia evidenziato solo una lieve tossicità, probabilmente a causa di una scarsa attitudine fisiologica da parte di questi bivalvi all'assorbimento della tossina (GIACOBBE & MAIMONE, dati non pubblicati). Specie di *Alexandrium* sono state da noi rilevate in Sicilia ed in acque tirreniche antistanti la foce del Tevere pochi giorni prima della comparsa di aggregati gelatinosi, nel Luglio del 1991.

Alla luce di tali rilevamenti è stato avviato uno studio preliminare sulle popolazioni microalgali presenti nelle acque dell'intero litorale calabrese, che si estende per circa 740Km sui mari Tirreno e Ionio. Particolare attenzione è stata rivolta alla individuazione delle Dinoflagellate produttrici di biotossine - che anche a basse concentrazioni possono determinare grave contaminazione dei molluschi - e di quelle potenzialmente nocive per gli organismi marini.

Materiali e Metodi

Sono state effettuate tre crociere oceanografiche (Novembre 1990, Marzo e Novembre 1991), nel contesto di una più ampia ricerca, attualmente ancora in corso, richiesta dall'Assessorato Tutela Ambiente-Regione Calabria. La fascia costiera è stata suddivisa, sulla base di criteri prevalentemente fisiografici ed oceanografici, in 10 aree di studio: 6 siti ionici e 4 tirrenici (Fig.1). Campioni d'acqua sono stati prelevati in superficie mediante bottiglie Niskin, in circa 80 stazioni del litorale per lo studio delle microfite mediante il metodo Utermöhl. Ulteriori campioni di fitoplancton sono stati raccolti con retini con maglia da 20µm (Nytal 25TII) e preparati per la osservazione al SEM mediante lavaggi in acqua bidistillata (centrifugazione a 1.000rpm x 30'); i concentrati microalgali sono stati successivamente montati su stubs, essiccati a 37°C e metallizzati con Au.

Risultati

I risultati dell'analisi quantitativa e qualitativa mostrano che, sia in aree ioniche che tirreniche del litorale calabrese, sono presenti Dinoflagellate 83 appartenenti alla famiglia *Dinophysiaceae*, nel cui ambito possono essere trovate specie produttrici di tossine diarretiche. Esse sono state riscontrate sopratutto in Marzo (Tab. 1), e talvolta in Novembre del 1991, in concentrazioni non superiori alle 60 cellule/l, valore questo trovato nel Golfo di Squillace. Le specie presenti sono state: *D. caudata*, *D. sacculus*, *D. sp.* ed altre precedentemente assegnate al genere *Phalacroma* (*D. acutoides*, *D. doryphora*, *D. rotundata*). Tra le suddette specie *D. sacculus* ha causato DSP in acque atlantiche francesi, ma è anche frequente nelle acque italiane; questa specie, pur presentando similarità morfologiche con *D. acuminata* - anch'essa presente nelle acque mediterranee - può essere distinta da quest'ultima per la lieve concavità del margine dorsale della teca e per una più marcata areolatura delle placche (Fig. 2A).

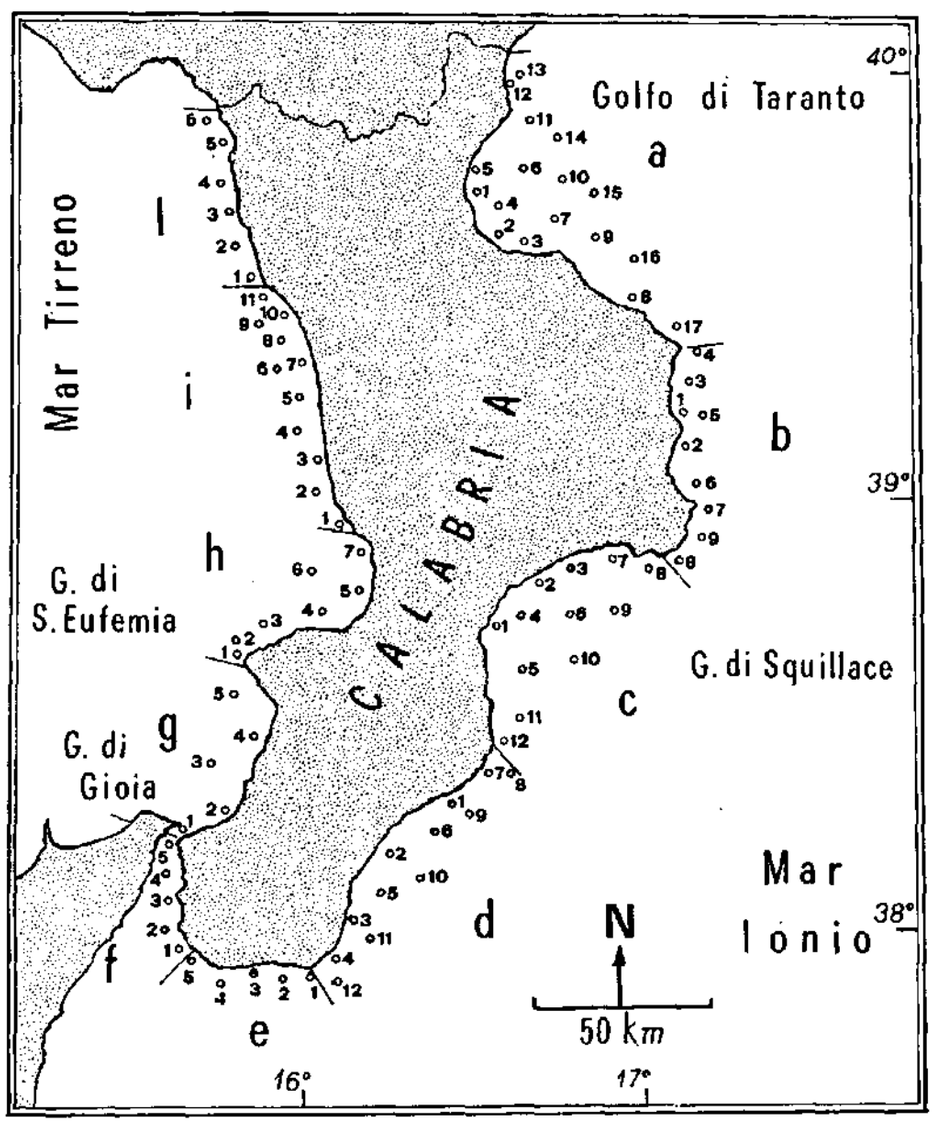


Fig. 1 - Stazioni di campionamento lungo il litorale calabrese.

In quasi tutte le aree è stata rilevata la presenza di *Prorocentrum minimum*, un'altra specie potenzialmente tossica. Lungo il litorale calabrese sono risultate presenti anche Dinoflagellate appartenenti alle *Gonyaulacaceae* (Tab. 1), nel cui ambito possono essere trovate specie nocive per l'uomo, perchè produttrici di neurotossine PSP, e specie potenzialmente nocive per gli organismi marini; tuttavia esse non hanno mai superato le 100 cellule/l (Marzo, Golfo di Squillace). In particolare, in Marzo e Novembre del 1991 sono state riscontrate - sia pure in basse concentrazioni - specie appartenenti al genere *Alexandrium*, in stazioni sottocosta del litorale ionico e, Tab.1 - Distribuzione lungo il litorale calabrese di *Dinophysiaceae*, *Prorocentraceae* e *Gonyaulacaceae* nei tre periodi di studio.sopratutto, nel Golfo di Taranto. Sono state osservate catene da due cellule - come anche rilevato, a partire dal 1982, nelle acque costiere dell'Emilia-Romagna (BONI *et al.*, 1983) - ogni singola cellula con caratteristiche morfometriche simili a quelle descritte da FUKUYO *et al.* (1990) in riferimento ad *A. tamarense* (Lebour) Balech. Come mostrato in Figura 2B, la specie individuata presenta una teca globosa, di taglia relativamente piccola (lunghezza 27µm), sottile e non ornamentata; il nucleo, talvolta visibile, è conformato ad U, il cingulum equatoriale e profondamente inciso e l'antapice lievemente concavo.

Tuttavia, ulteriori e più accurate analisi dovranno essere effettuate, con una completa tabulazione delle placche, per confermare la presenza di specie potenzialmente tossiche, peraltro segnalate nel 1990 da MONTRESOR *et al.* nel Tirreno. In Marzo del 1991 è stata anche rilevata la presenza nelle acque di specie appartenenti al genere *Gonyaulax*: *G. polyedra*, che ha prodotto maree colorate in Adriatico (BONI, 1983), è risultata presente nei Golfi di Taranto, di Squillace e di S. Eufemia, senza tuttavia raggiungere elevate concentrazioni; *G. grindleyi*, individuata nel Golfo di Taranto, anch'essa responsabile di maree colorate (REINECKE, 1967). Tanto in aree ioniche che tirreniche sono state anche trovate: *G. polygramma*, che ha determinato acque colorate nel litorale francese e le cui concentrazioni possono raggiungere - come osservato in altre aree geografiche - valori di $50x10^6$ cell./l, con effetti anossici (LAM, 1988); *G. sp.* e *G. spinife-*

ra, che in Agosto del 1988 e del 1990 ha causato maree colorate rispettivamente nelle acque irlandesi ed in quelle della Colombia Britannica; in quest'ultimo caso il fenomeno è stato associato a morie di molluschi, (FORBES, 1990) probabilmente a causa di una ipossia delle acque.

Conclusioni

I risultati del monitoraggio preliminare mettono in evidenza che, per quanto non si siano verificate fioriture di specie potenzialmente nocive - com'era prevedibile, tenuto conto dei periodi di studio - esse sono comunque presenti lungo il litorale calabrese ed, in particolare, nei Golfi di Taranto, di Squillace e di S. Eufemia. Questo sollecita ulteriori e più approfondite analisi mirate alle aree maggiormente contaminate. Infatti la presenza in concentrazioni relativamente basse di *Dinophysis*, principale produttrice di D.S.P., o di altre Dinoflagellate, preavvisa di condizioni potenzialmente nocive. Come riportato di recente da MAESTRINI *et al.* (in stampa), anche la sola presenza di *Dinophysis* nelle acque può indicare una possibile contaminazione dei molluschi, mettendo dunque in moto il sistema di sorveglianza (per es. il network Rephy, in Francia). L'immediata segnalazione di questi fenomeni rappresenta dunque un utile strumento per ridurre l'eventuale impatto dannoso dovuto alla presenza di queste alghe.

a. *Dinophysiaceae*	Aree									
Specie	a	b	c	d	e	f	g	h	i	l
Dinophysis acutoides	---	---	---	---	---	---	--+	-+-	-+-	---
D. caudata	---	---	-+-	---	---	---	---	-+-	---	---
D. doryphora	---	---	-+-	---	---	---	---	---	-+-	---
D. rotundata	-++	-+-	-++	---	--+	---	---	---	---	---
D. sacculus	-+-	---	---	---	---	---	---	---	---	---
D. sp.	-+-	---	-+-	---	---	---	---	---	---	---
b. *Prorocentraceae*										
Prorocentrum minimum	-++	-++	-++	-+-	-++	-+-	---	---	---	++-

c. *Gonyaulacaceae*	Aree								
Specie	a	b	c	d	e	f	g	h	i l
Alexandrium spp.	-++	--+	---	---	--+	---	---	---	---	---
Gonyaulax grindleyi	-+-	---	---	---	---	---	---	---	---	---
G. polyedra	-+-	---	-+-	---	---	---	---	-+-	---	---
G. polygramma	---	---	-+-	-+-	---	---	---	---	-+-	-+-
G. sp.	-+-	---	-+-	-+-	---	---	---	---	---	---
G. spinifera	---	---	-+-	---	---	---	---	---	---	-+-

Summary

Preliminary surveys aimed at checking the seawater quality along the Calabrian coastline, have shown that some Ionian and Tyrrhenian areas are affected by dinoflagellates which can produce DSP, PSP, or red tides. Though *Dinophysis*, *Alexandrium*, and *Gonyaulax* have not reached high concentrations in the waters, further intensive searches have to be made to minimize the possible dangerous impact due to the occurrence of these algae.

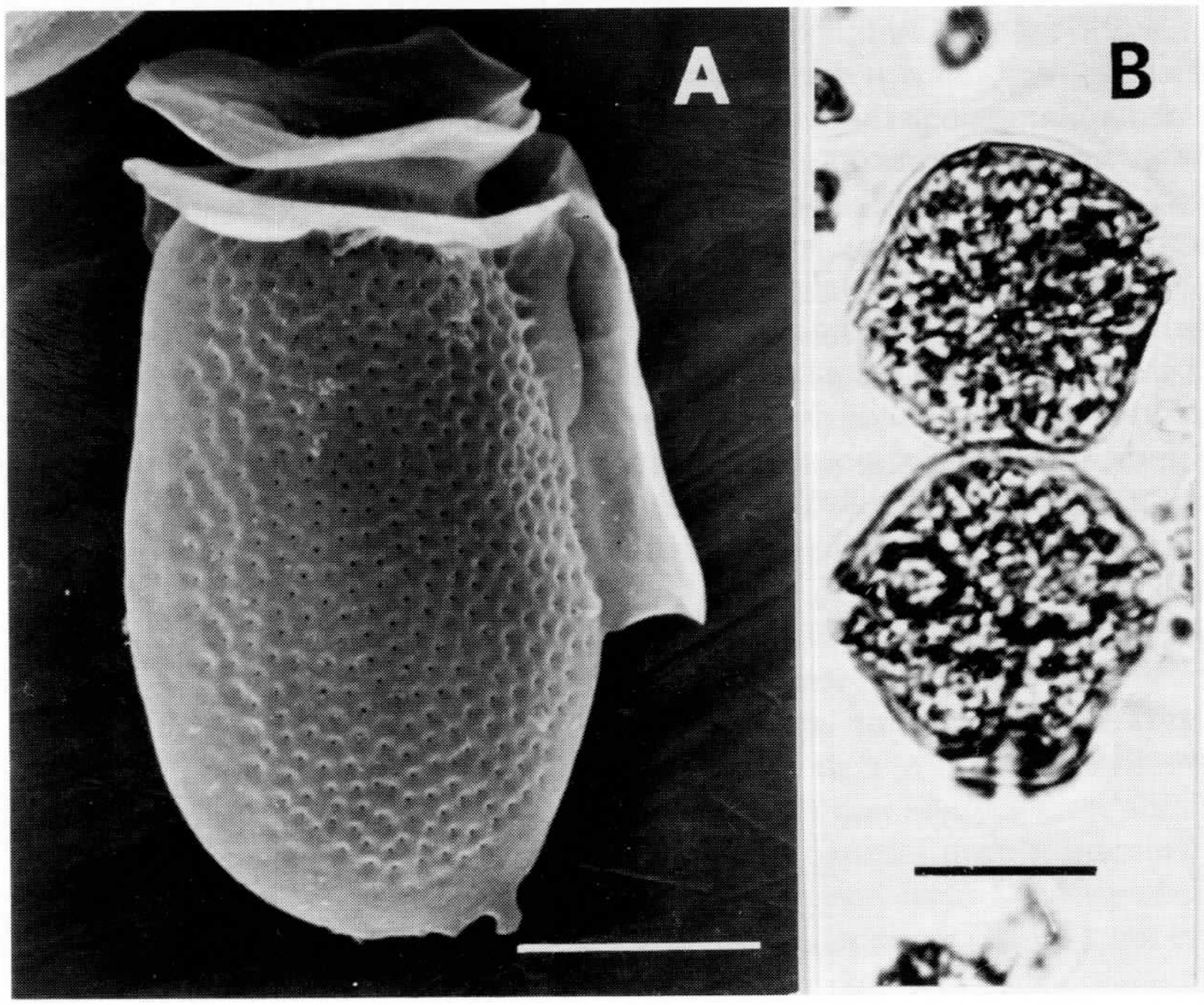


Fig. 2 - (A) SEM. *Dinophysis sacculus*. Veduta laterale destra che mostra la presenza di protuberanze antapicali e l'estensione dell' aletta destra del sulcus oltre la nervatura mediana. (B) LM. *Alexandrium sp*. Catena di due cellule in veduta ventrale, con epiteca ed ipoteca emisferiche. Fotografia in campo chiaro; colorazione con Trypan blue.
Scale di riferimento = 15µm

Bibliografia

BONI L. (1983) - Red tides of the coast of Emilia-Romagna (north-western Adriatic sea) from 1975 to 1982. *Inf. Bot. Ital.*, **15**: 18-24

BONI L., POMPEI M., RETI M. (1983) - The occurrence of *Gonyaulax tamarensis* Lebour bloom in the Adriatic Sea along the coast of Emilia- Romagna. *Giorn. Bot. Ital.*, **117**: 115-120

FORBES J.R. (1990) - Massive bloom of *Gonyaulax spinifera* along the west coast of Vancouver Island. *Red Tide Newsletter*, **3 (4)**: 2

FUJIKI H., SUGANUMA M., SUGURI H., YOSHIZAWA S., OJIKA M., WAKAMATSU K., YAMADA K., SUGIMURA T. (1987) - Induction of ornithine decarboxylase activity in mouse skin by a possible tumor promotor, okadaic acid. *Proc. Japan. Acad.*, **63**: 51-53

FUKUYO Y., TAKANO H., CHIHARA M., MATSUOKA K. (1990) - Red tide organisms in Japan - An illustrated taxonomic guide - Uchida Rokakuho, Co. Ltd., Tokyo, Japan: 430 p.

GIACOBBE M.G., MAIMONE G. (1991) - *Dinophysis sacculus* outbreaks in a brackish area of Sicily (Italy). *Red Tide Newsletter*, **4 (1)**: 3

GIACOBBE M.G., CRISAFI E., MAIMONE G. (1991) - Outbreaks of *Dinophysis sacculus*: a setback for aquaculture. *E.A.S. Special Publication*, **14**: 118-119

GIACOBBE M.G., LA FERLA R., CRISAFI E., MAIMONE G.(in stampa) - Occurrence of *Dinophysis* spp. in Sicilian seas (Italy). A comparison with environmental data . 2.nd International Symposiumon "Microbial Ecology of the Mediterranean Sea". Taormina (Messina), 13-16 Novembre 1991

KUMAGAI M., YANAGI T., MURATA M., YASUMOTO T., KAT M., LASSUS P., RODRIGUEZ- VAZQUEZ J. A. (1986) - Okadaic acid as the causative toxin of Diarrhetic Shellfish Poisoning in Europe. *Agric. Biol. Chem.*, 50 (11): 2853-2857

LAM C. (1988) - Red Tide in Tolo Harbour, Hong Kong. *Red Tide Newsletter*, **1 (3)**: 7

MAESTRINI S.Y., BELIN C., SPANO' A.M. (in stampa) -Condizioni ambientali che provocano densità potenzialmente dannose di Dinoflagellate DSP *Dinophysis* nelle acque delle coste atlantiche francesi: organizzazione del sistema di sorveglianza. *Rapp. ICRAP*: 18 pp.

MONTRESOR M., MARINO D., ZINGONE A., DAFNIS G. (1990) - Three *Alexandrium* species from coastalTyrrhenian waters (Mediterranean Sea). In Graneli E., Sundström B., Edler L., Anderson D.M. (eds), *Toxic Marine Phytoplankton.* Elsevier Science Publishing Co., New York, pp. 82-87

REINECKE P. (1967) - *Gonyaulax grindleyi* sp. nov. A dinoflagellate causing red tide at Elands Bay, Cape Province, in December 1966. *J. S. Afr. Bot.*, **33**: 157-160

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 55-58

A. PUSCEDDU°, R. DANOVARO°°, M. FABIANO°

°Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, Università di Cagliari - Viale Poetto, 1 Cagliari
°°Istituto Scienze Ambientali Marine, Università di Genova

VARIATIONS IN THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF *TETRASELMIS SUECICA* DURING GROWTH AND DECOMPOSITION: PRELIMINARY OBSERVATIONS

Biochemical composition of *Tetraselmis suecica*

Abstract

Variations in the biochemical composition of Tetraselmis suecica were followed during a 40 day experiment. The results of the experiment are compared to the composition of particulate organic matter (POM) in the natural environment in order to have a better understanding of the ecological processes influencing its origin and composition.

Key-words: *Tetraselmis suecica*, Particulate organic matter.

Introduction

In aquatic ecosystems a large amount of dead algae become available for heterotrophic metabolism and plays a major role in the pelagic-benthic coupling (Newell, 1983). There are few papers dealing with the variations of the bio chemical composition of phytoplankton during degradation processes (Hansen et al., 1986; Cassiani et al.,1989). In the present study, the algae *Tetraselmis suecica* (commmon species in coastal lagoons) was considered because represents an important component of the particulate organic matter (POM). In the present paper, we studied its biochemical composition (lipids, proteins and carbohydrates, DNA, RNA, POC, PON, Chlorophyll a, Phaeopigments) in order to understand which of these parameters can better characterize the nature and the origin of the natural occurring POM.

Materials and methods

Axenic cultures of *Tetraselmis suecica* were grown in 5 liters of filtered, sterile sea water enriched with the Walne's medium (Villani, 1989) and continuosly aerated with prefiltered air (10 um Gelman glassfiber filters). The culture was illuminated with fluorescent light of 280 uE $m^{-2}s^{-1}$ (10 hrs d^{-1}, 25 ± 2 C). Water sampling was performed at daily intervals for the first 8 days and on days 10, 11, 13, 15, 17, 20, 29 and 41. At the end of the log-growth phase all the cells were killed by a 48 hour exposure to a submerged UV lamp. Then the flask was stored in the dark, without aeration. Water samples (2-3 ml) were collected using sterile glass pipettes in order to estimate cells concentration (Uthermol method), chlorophyll *a*, phaeopigments (CHL, PHE), Nucleic acids (DNA, RNA), Lipids (LIP), Carbohydrates (CHO) and Proteins (PRT) were analysed spectrophotometrically (Cassiani et al., 1982; Danovaro & Fabiano, 1991). Particulate organic carbon (POC) and nitrogen (PON) were analysed using a CHN Analyzer (Carlo Erba).

RESULTS

The data relative to cell number, CHL, PHE, POC, PON, CCHO, CLIP, CPRT, DNA and RNA are shown in Table 1.

POC (Particulate Organic Carbon) was utilised as measure of the total amount of living and detrital organic carbon, whereas C-POM (as sum of lipid, protein and carbohydrate carbon using respectively the conversion factors of 0.75, 0.45, 0.40) represented a measure of the labile fraction of organic matter (Figure 1).

Table 1 - Cell number (n ml-1) and chemical parameters (ug ml-1) measured during the experiment

DAYS	Cell	POC	PON	CCHO	CPRT	CLIP	RNA	DNA	CHL	PHE
1	289.1	32.7	3.7	2.0	2.6	3.6	2.5	2.92	1.0	0.5
2	522.5	37.4	5.6	1.6	3.4	3.3	2.8	2.63	1.1	0.4
3	806.0	49.7	8.7	1.5	4.7	3.0	2.4	3.44	1.8	0.7
4	1496.4	64.2	9.8	2.5	6.3	3.7	2.0	3.43	3.1	0.6
6	1968.9	89.1	11.6	5.9	8.5	4.7	2.4	3.45	4.7	1.1
7	3150.2	116.0	15.5	9.1	9.5	5.2	2.0	3.82	4.5	1.7
8	3898.1	151.3	17.0	12.2	10.5	5.7	4.7	1.35	4.5	2.0
10	3189.4	107.9	13.6	6.6	12.5	5.5	4.9	2.51	3.9	2.9
11	2145.9	118.2	15.8	3.5	8.8	4.2	4.5	2.08	4.1	2.6
13	1573.4	115.1	15.0	4.4	11.2	5.1	3.5	3.39	4.0	3.4
15	905.8	73.6	11.0	2.2	13.0		2.5	3.26	3.1	2.4
17	708.8	110.7	15.9	4.3	11.8	2.1	1.8	4.46	3.4	4.4
20	433.3	115.2	17.0	3.7	12.6	2.4	2.1	4.42	2.8	2.4
29	78.9	70.4	10.4	2.4	8.0	1.5	2.2	3.43	2.1	4.1
41	0.0	40.5	6.0	1.1	5.1	3.4	0.8	4.34	1.7	1.0

RNA/DNA ratio was used as index of the metabolic state of the POM. An increasing cell number and CHL concentration (from the 1st to the 7th day) characterized the first phase ("phytoplanktonic bloom"). This phase was followed by a period of stationary state (between the 8th and 10th day) in which the cells reached the highest biomasses and C-POM accounted for the 21 % of POC. During the decomposition phase the C-POM accounted for 16 % of POC. Finally, POC concentrations decreased probably as result of the transfer into the dissolved pool and mineralization process. CCHO represented the most important chemical class at maximum phytoplankton growth (30-40 % of C-POM) but strongly decreased in the phytoplanktonic detritus (20 % of C-POM). Conversely, CPRT increased during the decomposition process from 37 % to 67 % of C-POM. Consequently, CPRT/CCHO ratio was, on average, 1.4 during the growth phase and 3.1 during the degradation phase. C/N ratio (w.w.) was, on average, 7.8 during growth and 7.2 during the decomposition phase. DNA concentration was, on average, 3.0 ug ml^{-1} during growth and in-

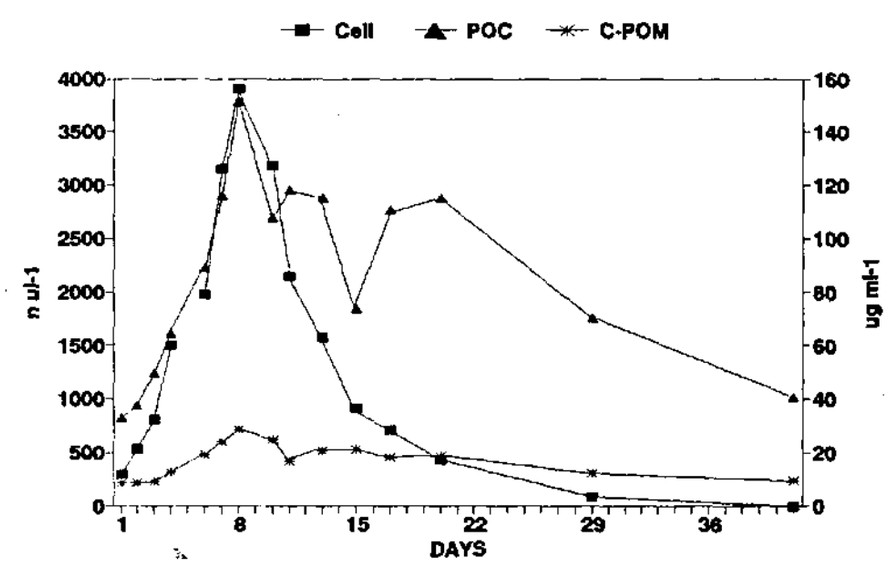


Figure 1 - Cell, POC and CPOM trends during the experience

creased during the degradation. RNA concentrations remained relatively low until the last stage of cell development (8th day). CHL concentrations strongly increased at the beginning of the algal bloom (maximum after 6 days) and preceded the increase of cell number (maximum after 8 days) then remaining high also during the process of cell breckage. The final result of pigment decay was a five-fold increase of PHE concentration (from 0.7 ug ml^{-1} during growth phase to more than 4.0 ug ml^{-1}).

Discussion

Although the study of the seasonal variations of the biochemical composition of the suspended organic matter in the pelagic domain generally utilizes relatively large sampling intervals (weeks to months) the results of the present experiment may be useful to understand the influence of the different ecological processes on the POM composition. Fabiano et al., (1992), studied POM composition during an annual cycle (Ligurian Sea) and showed that particulate CCHO reached maximum concentrations after the chlorophyll peak and that particulate CPRT reached the peak with a delay of some weeks. These results are consistent with the dynamic of the biochemical composition of *Tetraselmis suecica*. Applying the results of the present experiment to the POM in a coastal lagoon we may expect to find low CPRT/CCHO ratios when POM is mostly composed by phytoplankton. Conversely higher values of CPRT/CCHO ratio may be indicative of the phytoplankton decomposition and may be due to the bacterial colonization of detritus and consequently to the protein enrichment (Fukami et al.,1981). RNA/DNA ratios were high only at the end of the log-growth phase and were associated to the increase in protein concen trations. Such relationship has already been found in the Antarctic waters characterized by POM of phytoplanktonic origin (Fabiano et al., in press). Since POM represents an important reservoir of food for micro and mesozooplankton, it may be of some interest to calculate the energetic content of the POM in the different processes (Fabiano et al., 1984). In the present study *Tetraselmis suecica* showed decreasing caloric values during growth phase (minimum at 8th day; 5.21 Kcal g^{-1}; 21.8 KJoule g^{-1}) and increasing values during the decomposition (maximum at 41th day; 6.11 Kcal g^{-1}; 25.6 KJoule g^{-1}). Since C-POM percentage on POC indicated that living cells are more labile, and consequently more digestible, than phyto-detritus, the increase of the caloric value of POM during decomposition phase may be compensated by the lower availability of the detritus. Therefore, the potential availability of POM to consumers still remains an open question. *Tetraselmis suecica* is an important component of the phytoplankton of the Sardinia lagoons and supports the growth of the mussel cultures (Masala et al., in press). Such changes in energetic content and availability of POM may be of some interest for the productivity of the mussel culture. The evaluation of algal biomass as chlorophyll *a* understimate the amount of food available for organisms of higher trophic levels after the phytoplanktonic blooms. The present study represents only a preliminary and qualitative exploration of the implications of the dominant phytoplanktonic species on the nature and biochemical composition of the natural occuring POM. However the development of detritus and chemical succession are based on a simplified experimental community and must be used with caution in the extrapolation to the natural conditions. Further studies are needed on other algal species and on the quantitative aspects of such implications.

Aknowledgements

We thank Prof. M. Cottiglia and M.L. Masala for suggestion and revision of the paper, Dr. C. Cottiglia for assistance on algal cultures and Dr. P. Povero and Dr. C. Misic for POC and PON analyses. The study was supported by M.U.R.S.T. 60% and 40%.

Summary

Tetraselmis suecica was characterized by high CHO content during the growth phase while during decomposition PPRT/PCHO ratio strongly increased and C/N ratio decreased.

References

CASSIANI L., DELLA CROCE N., FABIANO M., PALMERO S., ZAVATARELLI M., ZUNINI SERTORIO T. (1982) - Lipidi, Protidi e Glucidi nel materiale particolato e nello zooplancton. *Rapp.Tecn., I.S.A.M., Univ. Genova* **17**: 1-6

CASSIANI L., FABIANO M., CLAUSTRE H. (1989) - Caractérisation biochimique (acides aminés libres, protéines, sucres totaux) de la dégradation de la matiére particulaire d'origine phytoplanctonique: étude de deux espéces in *Nitzschia closterium* et *Rhodomonas baltica. Océanis*, **15**(4): 561-570

DANOVARO R., FABIANO M. (1992). - Misure di ATP ed acidi nucleici (RNA e DNA) nel particellato e nel sedimento. *Rapp. Tecn., I.S.A.M., Univ. Genova* **38**: 3- 6

FABIANO M., ZAVATARELLI M., PALMERO S. (1984) - Observations sur la matière organique particulaire en Mer Ligure (chlorophille, protèines, glucides, lipides). *Téthys* **11**(2): 133-140

FABIANO M., POVERO P., MEDICA D. (1992) - Carbohydrates, proteins, and chlorophylls in the particulate organic matter of the surface coastal waters of Ligurian Sea. *Boll. Ocean. Teor. Appl.* **X**(1): 41-51

FABIANO M., POVERO P., MEDICA D., DANOVARO R. (in press) - Distribuzione e composizione della sostanza organica particellata nelle acque antartiche (Campagna oceanografica 1989-1990). In *Oceanografia in Antartide*, V.A. Gallardo, O. Ferretti y H.J. Moyano eds : 133-143

FUKAMI K., SIMIDU U., TAGA N. (1981) - A microbiological study on the decline process of a phytoplankton bloom in Abaratsubo Inlet, Kanagawa, Japan. *Bull. Plankton Soc Jap.* **28**(1):33-41

HANSEN L., KROG G.F., SONDERGAARD M. (1986) - Decomposition of lake phytoplankton. 1. Dynamics of short-term decomposition. *OIKOS* **46**: 37-44

MASALA TAGLIASACCHI M.L., FABIANO M., COTTIGLIA C., (in press) - Seston ed accrescimento di mitili in ambiente lagunare. Atti XXII Congresso SIBM, *Oebalia*.

NEWELL R.C. (1983) - The biological role of detritus in the marine environment. In: *Flows of energy and materials in marine ecosystems* (Fashiam M.J.R. Ed.). *Plenum Press*, **13**: 317-343.

VILLANI P. (1989) - Fitoplancton. Tecniche di coltura ed utilizzazione. *Quad.tecn.Acquacolt.* pp. 1-43

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 59-62

E. HAJDERI°, N. CASAVOLA°°, G. MARANO°°

°Fakulteti i Shkencave Natyrore, Katedra e Zoologjise, Universiteti i Tiranes, Albania
°°Laboratorio di Biologia Marina Molo Pizzoli (Porto), 70123 Bari, Italia

OSSERVAZIONI SULLA DISTRIBUZIONE DEI CLADOCERI NELL'ADRIATICO PUGLIESE

Distribution of Cladocera in the Lower Adriatic Sea.

Abstract

The composition and distribution of Cladocera collected in May, July and October 1987, at 22 stations in the Apulian area of the Lower Adriatic Sea are here discussed.

Key-words: Cladocera, distribution, Adriatic Sea.

Introduzione

Gli studi effettuati finòra sui Cladoceri nell' Adriatico pugliese hanno riguardato prevalentemente le acque costiere. Per conoscere meglio la presenza di questi crostacei e le fluttuazioni stagionali è stato necessario estendere l' indagine in un' area più ampia. In questa nota si riportano i dati relativi a ricerche svolte dalla costa fino a 40 miglia al largo e soprattutto nelle aree di concentrazione dei teleostei legati troficamente ai Cladoceri.

Materiali e metodi

I prelievi di zooplancton sono stati eseguiti nelle ore diurne in 22 stazioni situate nell' Adriatico pugliese (fig. 1), lungo le batimetriche dei 50, 100, 200 e 500 m, nei mesi di maggio, luglio ed ottobre 1987, con pescate in doppio obliquo fino alla profondità di 50 m, utilizzando una rete mod. Bongo 20 con maglie da 236 µm, munita di flussometro e profondimetro. Contemporaneamente, nella stessa colonna d'acqua, sono state effettuate misure di temperatura con sonda OCEAN SEVEN mod. 501.IDRONAUT.

Risultati

La distribuzione dei valori di densità specifica mostra che nel mese di maggio il popolamento dei Cladoceri è composto prevalentemente da *Podon intermedius* (58%, 29 ind./m^3) ed *Evadne nordmanni* (35,2%, 17 ind./m^3), due specie tipiche primaverili (SPECCHI, 1973), dominanti in questo periodo anche in altre aree adriatiche (PRINCIPI, 1984; FONDA UMANI et al., 1989). Queste due specie sono presenti in tutta l' area in esame con valori di massima densità nelle stazioni più costiere e particolarmente nell' area prospiciente Vieste, esse diminuiscono verso il largo, nelle stazioni con profondità superiore ai 200 m. Meno importante è la presenza di *Evadne spinifera* (6,4%, 3 ind./m^3) la quale, avendo preferenza per temperature intermedie, inizia la riproduzione in questo periodo di riscaldamento dell' acqua, un pò prima delle altre due specie estive *Evadne tergestina* e *Penilia avirostris* le quali con *Podon polyphemoides*, in maggio si ritrovano con valori molto bassi di densità ed in maniera sporadica. In questo mese la temperatura dell'acqua tra superficie e profondità (-50 m) varia da 16 a 12,5 °C.

Nel mese di luglio la specie dominante è *P. avirostris* (84,9 %, 348 ind./m^3), seguita da *E. tergestina* (8,4 %, 34 ind./m^3) ed *E. spinifera* (5,4 %, 22 ind./m^3). La diffusione neritica di queste specie termofile, nel periodo estivo, viene favorita dalle temperature più elevate delle acque (sup: 24°C; -50m: 15°C). *P. avirostris*, come in altre aree adriatiche, in questa stagione è la specie dominante e ciò è dovuto alla intensa riproduzione partenogenetica (MARANO et al., 1976; SPECCHI et al., 1981; CORNI & CATTANI, 1979); i valori di densità massima si riscontrano nelle stazioni più costiere e particolarmente nelle aree antistanti

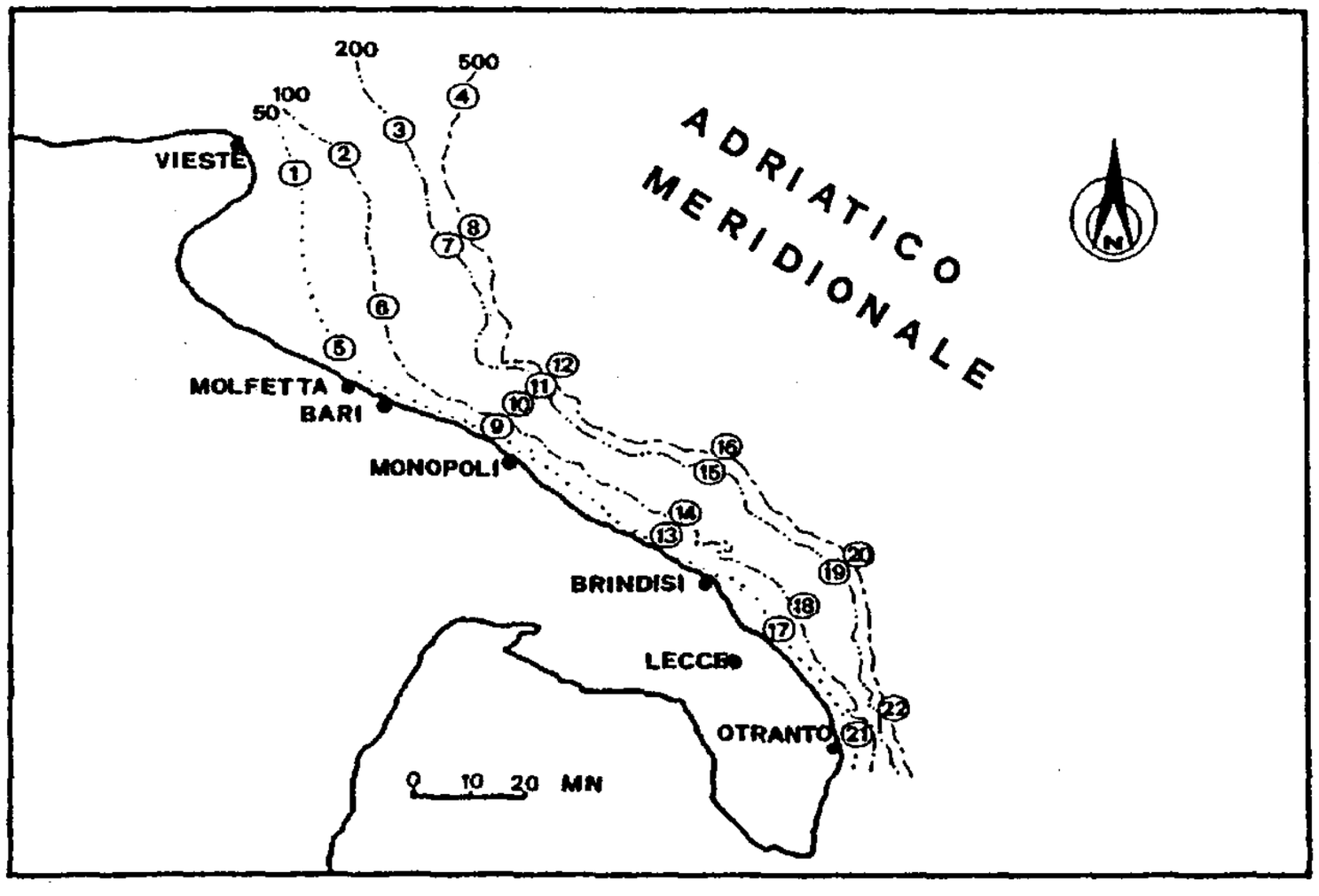
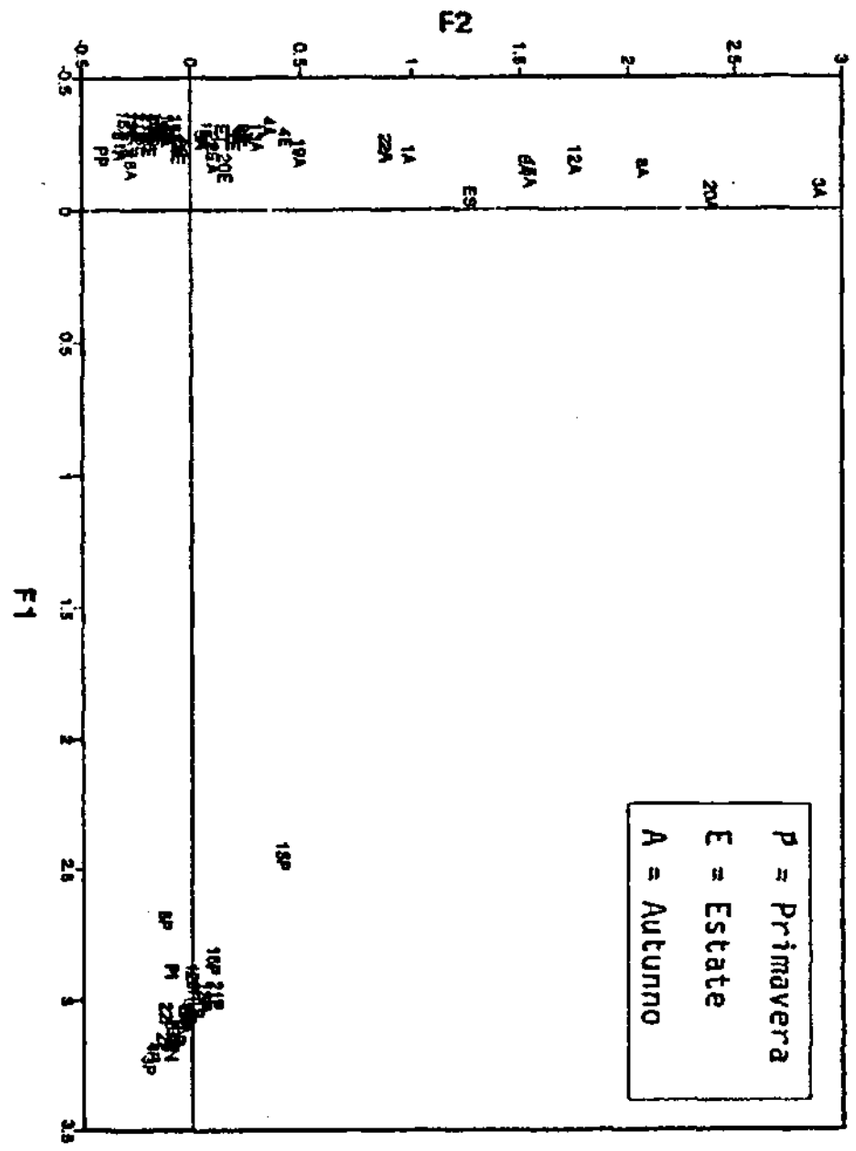


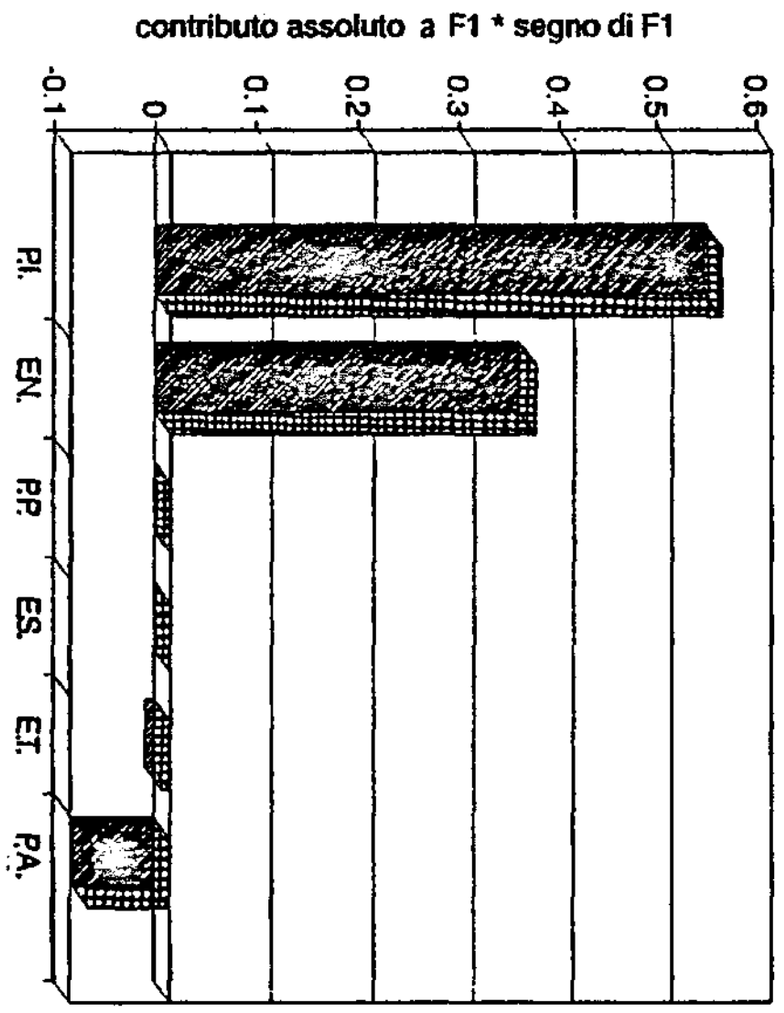
Fig. 1 - Stazioni di prelievo

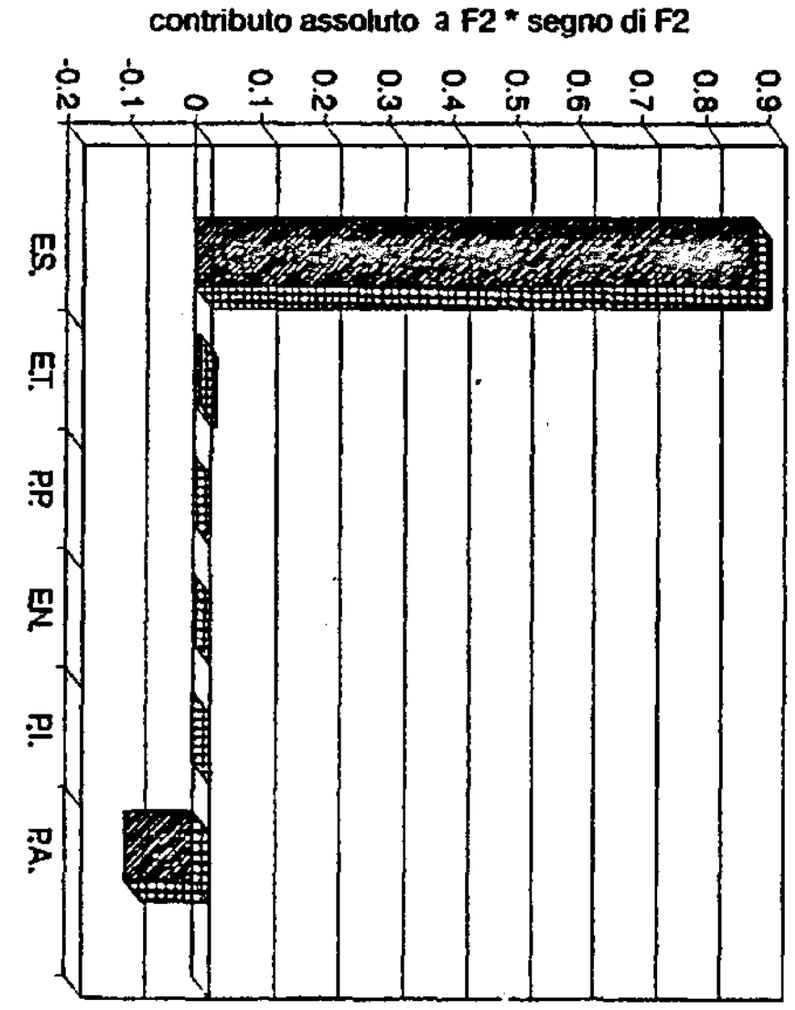
Vieste, Brindisi e Lecce. *E. tergestina* ed *E. spinifera*, tipiche specie di altura (SPECCHI, 1973) sono invece più abbondanti nelle stazioni sulle batimetriche dei 100 e 200 m, le quali, nella parte più meridionale dell' area campionata si trovano più vicine alla costa a causa della ridotta estensione della piattaforma continentale. *P. intermedius* è la specie meno frequente e con distribuzione non uniforme. *E. nordmanni*, segnalata recentemente per la prima volta in estate nelle acque dell' Adriatico pugliese (HAJDERI et al., 1991), è presente solo in alcune stazioni.

Nel mese di ottobre le specie dominanti sono *P. avirostris* (70,6 %, 96 ind./m^3), *E. spinifera* (20,3 %, 28 ind./m^3) ed *E. tergestina* (8,45 %, 12 ind./m^3). *P. avirostris*, anche se in diminuizione, come valore di densità rispetto al periodo estivo, continua ad essere dominante e presente soprattutto nelle stazioni più costiere. *E. spinifera*, in questo mese, raggiunge i più alti valori di densità, ma contrariamente al periodo estivo, è presente prevalentemente nelle stazioni tra le batimetriche dei 50 e 100 m così come *E. tergestina*, che presenta però valori di densità più bassi rispetto all'estate. La distribuzione di tali specie è dovuta probabilmente alle temperature più basse delle acque tra le batimetriche dei 100 e 200 m (sup: 21 °C; -50m: 14 °C), dove il termoclino è più superficiale rispetto a quello delle acque più costiere. *P. polyphemoides* ed *E. nordmanni* sono state trovate solo in alcune stazioni con valori molto bassi di densità. Nelle tre campagne effettuate, *P. polyphemoides* risulta la specie più rara.

Dall'analisi fattoriale delle corrispondenze (fig. 2), nel modello di ordinamento nel piano definito dai primi due assi, si nota la separazione nello spazio di F1 dei campioni primaverili rispetto a tutti gli altri, dovuta al ruolo di *P. intermedius* (P.I.) ed *E. nordmanni* (E.N.). Nello spazio di F2, la separazione verso il polo positivo di alcuni campioni autunnali, in particolare quelli del largo, è dovuta al ruolo di *E. spinifera* (E.S.). Nel modello di ordinamento del piano definito dal secondo e terzo asse fattoriale, si nota che alcuni campioni (4A, 4E, 12E, 8E) sono influenzati dal ruolo di *E. tergestina* (E.T.).







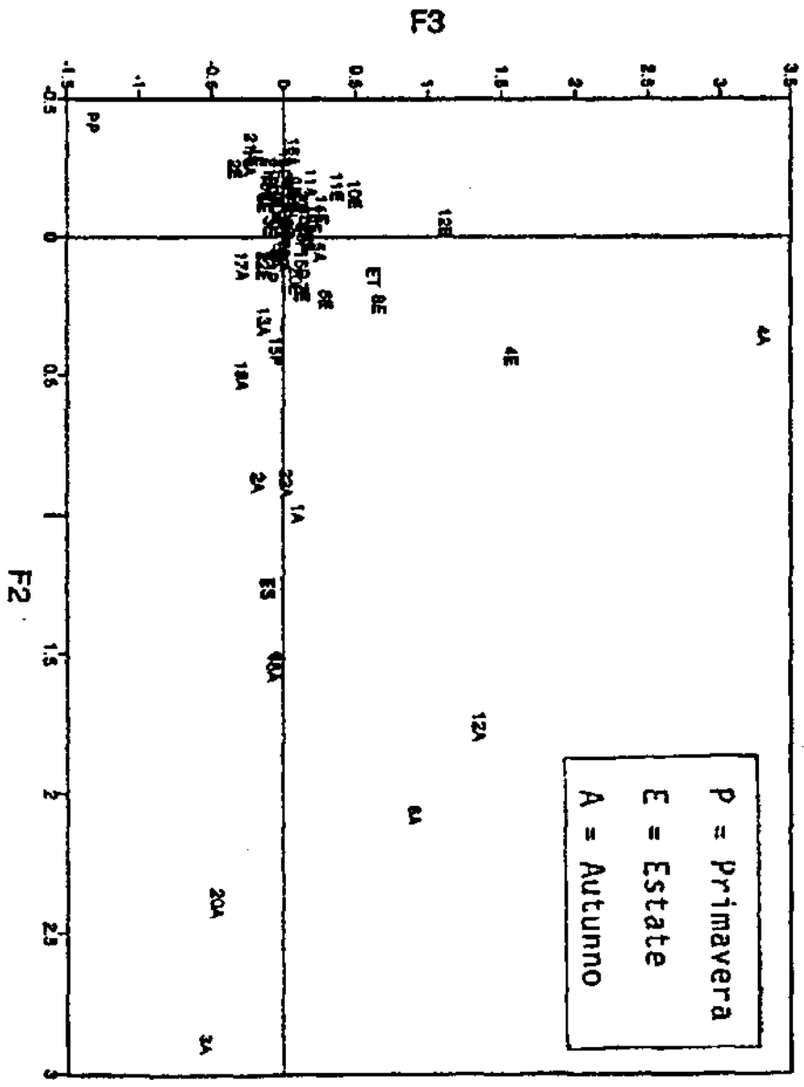


Fig.2 - Modelli di ordinamento ottenuti dall'analisi fattoriale delle corrispondenze

Conclusioni

La morfologia particolare della costa e l'estensione della piattaforma continentale nella parte più settentrionale dell' area di indagine, influiscono nella stabilità delle condizioni idrologiche delle acque più costiere, favorendo zone di massima concentrazione per *P. intermedius* ed *E. nordmanni* in maggio e per *P. avirostris*, *E. spinifera* ed *E. tergestina* in ottobre. Nel mese di luglio quando la temperatura dell' acqua è elevata in tutta l' area e non rappresenta più un fattore limitante, *E. tergestina* ed *E. spinifera* si spostano verso il largo e soprattutto nella parte più meridionale concentrandosi principalmente nelle stazioni con batimetriche di 100 e 200 m.

Dall'analisi fattoriale delle corrispondenze risulta che i campioni primaverili sono omogenei e caratterizzati dalla presenza di *P. intermedius* ed *E. nordmanni*. Per quanto riguarda la distribuzione orizzontale del popolamento, si nota che non esistono variazioni spaziali ad eccezione di quella osservata per le stazioni del largo, dove *E. spinifera*, in autunno, ha un peso relativamente notevole, mentre la presenza di *E. tergestina*, in estate, è importante solo in alcune stazioni del largo.

Summary

In the present report data on the composition and distribution of Cladocera collected at 22 stations in the Apulian area of the Lower Adriatic Sea are discussed. The zooplankton was sampled in May, July and October 1987, using a " Bongo 20 " plankton net with 236 µm mesh aperture. In May the dominant species are *P. intermedius* and *E. nordmanni*; in July Cladocera are mainly represented by *P. avirostris*, *E. tergestina* and *E. spinifera*; in October *P. avirostris* is still prevailing, but followed by *E. spinifera*.

The species distribution was analysed, in relation to variations in the water temperature and to the depth of the areas examined.

Bibliografia

CORNI M.G., CATTANI O. (1979) - Aspetti biologici di *Penilia avirostris* DANA nel plancton di Fano. *Nova Thalassia*, **3.** suppl.: 89-112.

FONDA UMANI S., GHIRARDELLI E., MILANI L., SPECCHI M. (1989) - Zooplancton dell'Adriatico settentrionale e centrale. *Boll. Oceanogr. Teor. Applic.*: 127-137.

HAJDERI E., CASAVOLA N., MARANO G. (1991) - Distribuzione estiva dei Cladoceri nell'Adriatico meridionale. Atti XX Congresso S.I.B.M. Cagliari. *Oebalia*, in press.

MARANO G., CASAVOLA N., VACCARELLA R. (1976) - Ciclo stagionale dei Cladoceri del litorale di Bari. *Archo Oceanogr. Limnol.*, **18.** suppl.3: 437-449.

PRINCIPI F. (1984) - Considerazioni sulla distribuzione dei Cladoceri nella zona costiera tra il Po ed Ancona. *Nova Thalassia*, **6.** suppl.: 45-50.

SPECCHI M. (1973) - Osservazioni sui Cladoceri raccolti dall'Argonaut nel Quarnero. Alcune comparazioni sulla cladocerofauna del bacino dell'Alto Adriatico. *Boll. Pesca. Piscic. Idrobiol.*, **28.**(1): 45-57.

SPECCHI M., FONDA UMANI S., RADINI G. (1981) - Les fluctuations du zooplancton dans une station fixe du Golfe de Trieste. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **27.**(7): 97-99.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 63-66

R. GROTTOLI, I. BUTTINO
Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti" CNR 74100 Taranto (Italy)

FLUTTUAZIONI STAGIONALI DELLA POPOLAZIONE DI *ACARTIA CLAUSI* NEL MAR GRANDE DI TARANTO

Seasonal fluctuations of *Acartia clausi*

Abstract

Seasonal fluctuations in population densities, fecundity and hatching success of the copepod Acartia clausi were analyzed in the Mar Grande of Taranto.

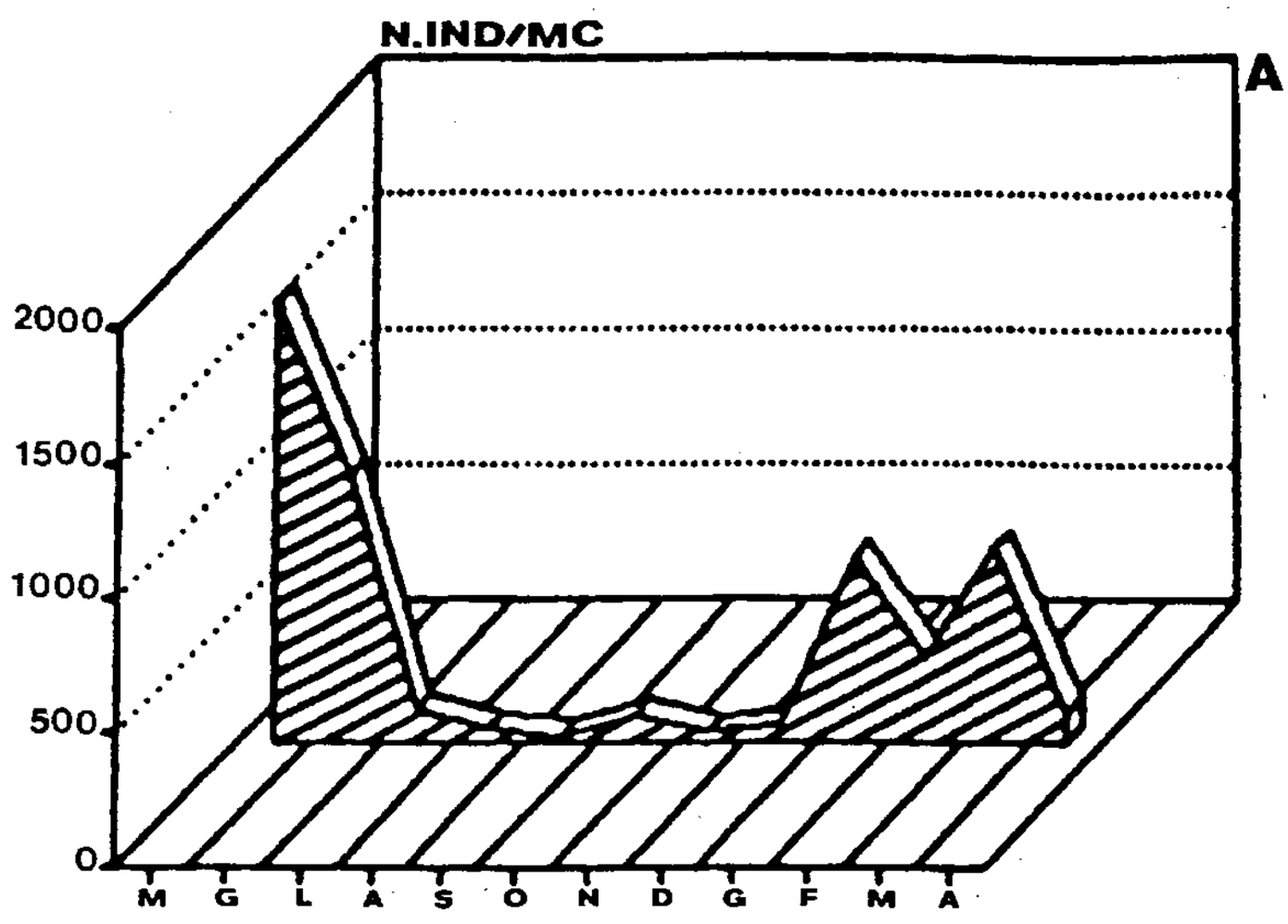
Key-words: copepods, population densities, egg production, viability.

Introduzione

Il copepode calanoide *Acartia clausi* è tra le specie predominanti dello zooplanctonico neritico del Mediterraneo (Hure e Scotto di Carlo, 1968). La sua attività riproduttiva è continua durante tutto l'anno e, tuttavia, presenta forti oscillazioni nella deposizione di uova in relazione alla temperatura (Dagg, 1978; Landry, 1978; Runge, 1984), alla taglia delle femmine ed alla loro maturità sessuale al momento dell'incubazione (Runge, 1984, 1985; Ianora *et al.* 1989). Èstata ampiamente documentata, inoltre, l'influenza della qualità del cibo disponibile, delle dimensioni delle cellule algali e dello stato fisiologico delle alghe sull'attività riproduttiva dei copepodi (Cowles, 1979; Cowles *et al.*, 1988; Frost, 1977; Paffenhöfer e Van-Sant, 1985). In questo lavoro è stata analizzata l'escursione stagionale della densità di *A. clausi* nel Mar Grande di Taranto attraverso l'esame di un ciclo annuale di campioni di zooplancton . Nel contempo sono state effettuate, in laboratorio, osservazioni sulla deposizione di uova da parte di femmine sessualmente mature prelevate nella stessa area di campionamento dello zooplancton. Un'indagine della durata di tre anni, che prende in considerazione i tassi di deposizione in laboratorio per *A. clausi* e *Centropages typicus* è stata già condotta nel Golfo di Napoli (Ianora e Buttino, 1990). Nel nostro lavoro l'analisi dei tassi di deposizione è stata integrata anche da un controllo dei relativi tassi di schiusa per comprendere se anche questo fattore, oltre la deposizione, può influenzare i cicli di densità della popolazione.

Materiali e metodi

I campioni di zooplancton sono stati prelevati mensilmente da giugno 1991 a maggio 1992, in una stazione sottocosta nel Mar Grande di Taranto con un retino da plancton con maglia da 200 µm mediate pescate verticali da -50 mt alla superficie. In laboratorio sono state isolate in media, al mese, 20 femmine di *A. clausi*, scelte fra gli individui maturi riconoscibili per il colore scuro delle gonadi (Ianora *et al.*, 1989). Gli individui sono stati posti, singolarmente, in contenitori con 50 ml di acqua di mare filtrata attraverso una rete con apertura di maglia di 45 µm per eliminare uova e naupli presenti, e mantenuti per 24 ore in camera termostatata ad una temperatura di 22°C e con fotoperiodo naturale. Dopo 24 ore si è proceduto al conteggio delle uova con microscopio invertito. I contenitori, privati delle femmine, sono stati poi conservati per altre 48 ore nelle stesse condizioni di luce e temperatura, per controllare la schiusa delle uova.I campioni dello zooplancton per lo studio del trend stagionale della densità di *A.clausi* sono stati raccolti da maggio ad aprile e fissati in formalina al 4 % per l'analisi quantitativa. I conteggi sono stati eseguiti su frazioni variabili da 1/4 a 1/8 dell'intero campione.



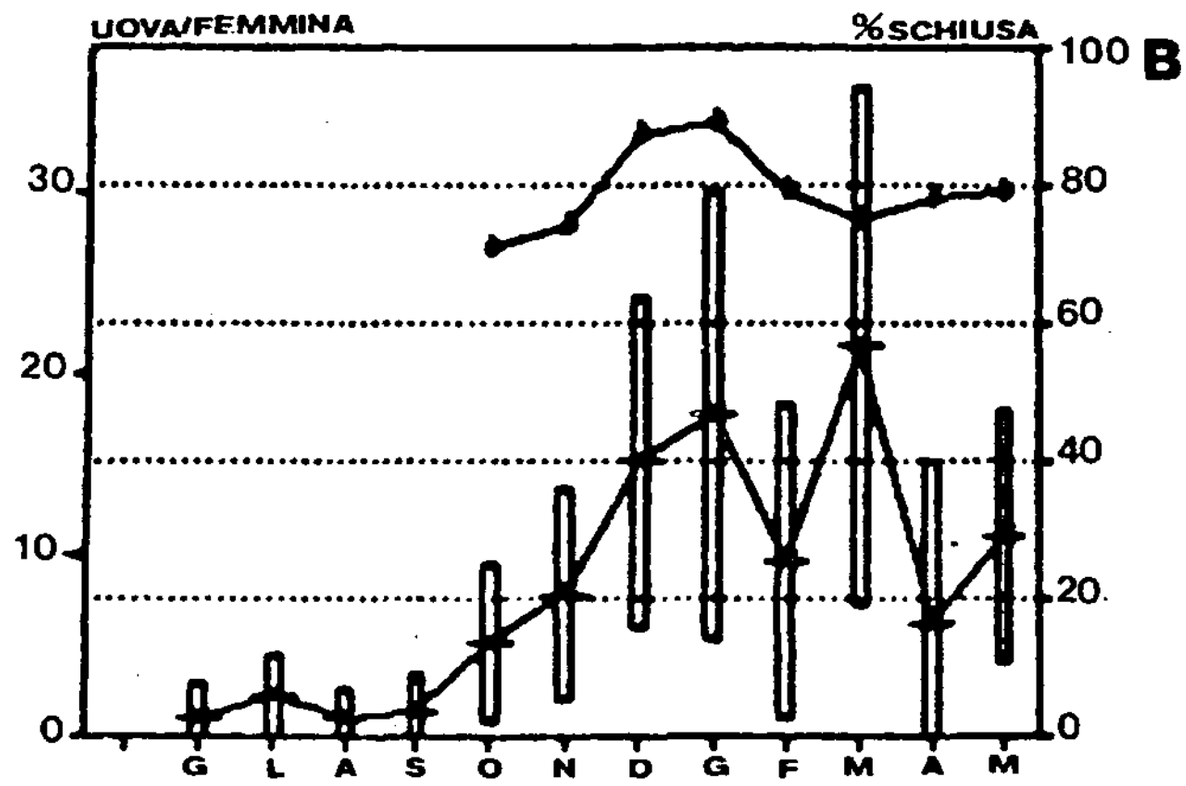


Fig.1 (A) Numero di individui/m^3 prelevati nel Mar Grande di Taranto; (B) Numero medio di uova/femmina con deviazione standard e percentuale di schiusa delle uova prodotte da indivudui incubati in laboratorio

Risultati

A. clausi è sempre presente durante tutto l'anno nel Mar Grande di Taranto, tuttavia, i dati di densità della popolazione hanno evidenziato un picco di abbondanza in maggio con 1630 individui adulti per m^3 cui fa seguito una notevole diminuzione della popolazione a partire da giugno. In gennaio e marzo, invece, si registrano due picchi sebbene di minore entità rispetto a quello primaverile (Fig. 1A). La deposizione è continua durante tutto l'anno con valori medi che variano da 1 uovo/femmina in estate a 23 uova/femmina in primavera. L'incremento del tasso riproduttivo inizia in autunno quando la densità della popolazione è bas-

sa. La percentuale di schiusa delle uova varia dal 71% in ottobre all'89% in gennaio (Fig. 1B). Le uova non schiuse si presentavano più chiare e con intensa attività batterica intorno alla membrana. Nei mesi estivi non è stata calcolata la schiusa a causa del basso numero di uova deposte, i valori medi si aggiravano intorno ad 1 uovo/femmina. Complessivamente non è mai stato registrato un successo di schiusa del 100% e il periodo di massima deposizione di uova coincide con la più alta percentuale di schiusa.

Discussione

Le problematiche relative alle fluttuazioni di densità dei copepodi sono state analizzate da diversi autori. Secondo Uye (1982) e Gaudy (1984) le cause che determinano tali oscillazioni sono da ricercarsi nelle variazioni del tasso di deposizione di uova. Ambler (1985) e Ianora e Buttino (1990) hanno, invece, avanzato l'ipotesi che anche altri fattori, oltre i tassi di deposizione, possano essere la causa di tali fluttuazioni. Uno di questi fattori potrebbe essere ricercato nella capacità dell'uovo di schiudere. Alla luce di queste osservazioni, nel nostro lavoro abbiamo analizzato, sebbene per il tempo limitato di un anno, le possibili interazioni fra questi due parametri: deposizione di uova e schiusa. Tenendo conto che si è potuta avere una sovrastima dei tassi di deposizione dovuta al fatto che le femmine sono state incubate alla temperatura costante di 22°C durante tutta la durata dell'esperimento e sono state selezionate fra gli individui più maturi, dalla nostra indagine risulta che nei mesi in cui si registra un basso numero di individui si ha un aumento del tasso di deposizione e del tasso di schiusa. L'andamento crescente dei tassi di deposizione e della percentuale di schiusa, che si registra a partire dall'autunno, potrebbe essere la causa dei due picchi invernali.

Summary

Seasonal abundance fluctuactions of the planktonic marine calanoid copepod *Acartia clausi* in Mar Grande of Taranto were analyzed. Population numbers, egg deposition and egg viability were examinated during one year. Maximum population density occurred in May. In winter we recorded two peaks in Jannuary and March. Egg deposition rates was maximum in winter and in March. The highest deposition rates and maximum viability occurred in winter. Percentage hatching success varied from 71% in autumn to 89% in winter. We observed a concurrence between egg deposition rates and egg viability.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare la Dott.ssa A. Ianora della Stazione Zoologica "A. Dohrn" di Napoli ed il Dott. S. Geraci, Direttore dell'Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti" di Taranto per il contributo di suggerimenti fornito durante la stesura del lavoro.

Bibliografia

AMBLER J.A. (1985) - Seasonal factors affecting egg production and viability of eggs of *Acartia tonsa* Dana from East Lagoon, Galveston, Texas. *Estuarine, Coastal Shelf Sci.*, **20**: 743-760.

COWLES T.J. (1979) - The feeding response of copepods from the Perù upwelling system: food size selection. *J. Mar. Res.*, **37**: 601-622.

COWLES T.J., OLSON R.J. & CHISHOLM S.W. (1988) - Food selection by copepods: discrimination on the basis of food quality. Mar. *Biol.*, **100**: 41-49.

DAGG M.J. (1978) - Estimated, in situ, rates of egg production for the copepod *Centropages typicus* (Kroyer) in the New york Bight. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **34**: 183-196.

FROST B.W. (1977) - Feeding behavior of *Calanus pacificus* in mixtures of food particles. *Limnol. Oceanogr.*, **22**: 472-491.

HURE J. & SCOTTO DI CARLO B. (1968) - Comparazione tra lo zooplancton del Golfo di Napoli e dell'Adriatico meridionale presso Dubrovnik. I. Copepoda. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **36**: 21-102.

IANORA A., SCOTTO DI CARLO B. & MASCELLARO P. (1989) - The reproductive biology of the planktonic copepod *Temora stylifera*. *Mar. Biol.*, **101**: 187-194. p73

IANORA A. & BUTTINO I. (1990) - Seasonal cycles in population abundances and egg production rates in the planktonic copepods *Centropages typicus* and *Acartia clausi*. *J. Plankton Res.*, **12**: 473-481.

IANORA A., MAZZOCCHI M.G. & GROTTOLI R. - Seasonal fluctuations in fecundity and hatching success in the planktonic copepod *Centropages typicus*. *J. Plankton Res.* (in stampa).

IANORA A. & POULET S.A. - Egg viability in the copepod *Temora stylifera*. *Limn. Oceanogr.* (submit).

LANDRY M.R. (1978) - Population dynamics and production of a planktonic marine copepod, *Acartia clausi*, in a small temperate lagoon on San Juan Island, Washington. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol. Hydrogr.*, **63**: 77-120.

PAFFENHOFER G.A. & VAN-SANT K.B. (1985) - The feeding response of a marine planktonic copepod to quantity and quality of particles. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **27**: 55-65.

PARRISH K.K. & WILSON D.F. (1978) - Fecundity studies on *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) in standardized culture. *Mar. Biol.*, **46**: 65-81.

RUNGE J.A. (1984) - Egg production of the marine, planktonic copepod, *Calanus pacificus* Brodsky: laboratory observations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **74**: 53-66.

RUNGE J.A. (1985) - Measurement of egg production rate of *Calanus finmarchicus* from preserved samples. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **44**: 2009-2012.

SMITH S.L. & LANE P.B.Z. (1985) - Laboratory studies of the marine copepod *Centropages typicus*: egg production and development rates. *Mar. Biol.*, **85**: 153-162.

UYE S. (1981) - Fecundity studies of neritic calanoid copepods *Acartia clausi* Giesbrecht and *A. steueri* Smirnov. A simple empirical model of daily egg production. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **50**: 255-271.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 67-70

L. CASARETTO, L. MILANI, M. CELIO, A. DE OLAZABAL
Laboratorio di Biologia Marina, St.da Costiera 336 - S. Croce, 34010 Trieste (Italia)

OSSERVAZIONI SULLA PRESENZA DI *CRESEIS ACICULA* (MOLLUSCA, GASTROPODA, THECASOMATA) NELLE ACQUE DEL GOLFO DI TRIESTE (ALTO ADRIATICO) NELL' ESTATE 1990.

Creseis acicula in the Gulf of Trieste, summer 1990.

Abstract

Presence of Creseis acicula and related hydrological features in the Gulf of Trieste in summer 1990 was studied.

Key-words: *Creseis acicula*, hydrological features, Gulf of Trieste.

Introduzione

L' idrologia del Golfo di Trieste, è condizionata sia dall'ingressione di acque meridionali sia dal notevole apporto di acque dolci rispetto al volume totale del bacino (Bregant et al., 1981). Generalmente durante il periodo estivo vi è una netta stratificazione termoalina che separa lo strato superficiale a bassa densità dal nucleo invernale di acqua densa, fredda e salata (Stravisi, 1988). In questo lavoro vengono esaminate le caratteristiche termoaline del Golfo di Trieste in relazione all'eccezionale presenza di *Creseis. acicula* nell'estate 1990. *C. acicula* è un piccolo mollusco pelagico cosmopolita, di solito epiplanctonico, presente con invasioni periodiche a carattere ciclico irregolare in tutto il Mediterraneo (Rampal, 1975). Abitualmente la specie non si trova nel Golfo di Trieste, però è stata segnalata nelle acque di Rovinj sia nell'autunno 1920, caratterizzato da un forte vento prevalentemente da ENE (Bora), sia nell'estate del 1921, eccezionalmente calda e secca (Issel 1922). Più recentemente nel Golfo di Trieste sono stati segnalati sciami nel settembre-ottobre del 1974 al largo di Debelirtic ed ai primi di luglio del 1990 a Rt Savudrija (A. Malej, com. per.). Nello stesso periodo anche al centro del Golfo si registrava la presenza notevole di *C. acicula*.

Materiali e metodi

Il periodo di osservazione va da giugno ad ottobre 1990. I prelievi sono stati effettuati mensilmente in 3 stazioni, A1, A2 ed A3 (Fig. 1) con profondità rispettivamente di 23 m, 19 m e 22 m. I campioni raccolti, di microzooplancton con bottiglia a chiusura a 0 m, 5 m, 10 m e 15 m e di mesozooplancton con rete Wp 2 di 200 µm di vuoto di maglia, sono stati fissati con formalina neutralizzata al 4%. Contemporaneamente ai prelievi sono stati rilevati i principali parametri fisico-chimici mediante una sonda CTD multiparametrica Idronaut Mod.401. I campioni di microzooplancton sono stati analizzati secondo il metodo di Utermöhl. Subcampioni di consistenza significativa di mesozooplancton sono stati analizzati allo stereomicroscopio.

Risultati e discussione

Durante il 1990 la situazione meteorologica ha determinato una riduzione del volume d'acqua dolce immesso nel Golfo dai fiumi Tagliamento ed Isonzo. Ciò ha provocato un'insolita trasparenza che ha contribuito ad un riscaldamento molto accentuato di tutta la colonna d'acqua.

Nel mese di giugno si ha un modico apporto di acque dolci che si sono distribuite nello strato superficiale (in media, temp. 19.44±.03 °C sal. 34.73±.10 PSU e τ_t 24.72±.08 kg*dm^{-3})*, mentre il nucleo profondo originatosi nel periodo invernale è ben definito (in media, temp. 15.38±.03 °C sal. 37.87±.01 PSU e τ_t

* Viene riportato il valore medio ± l'errore standard della media.

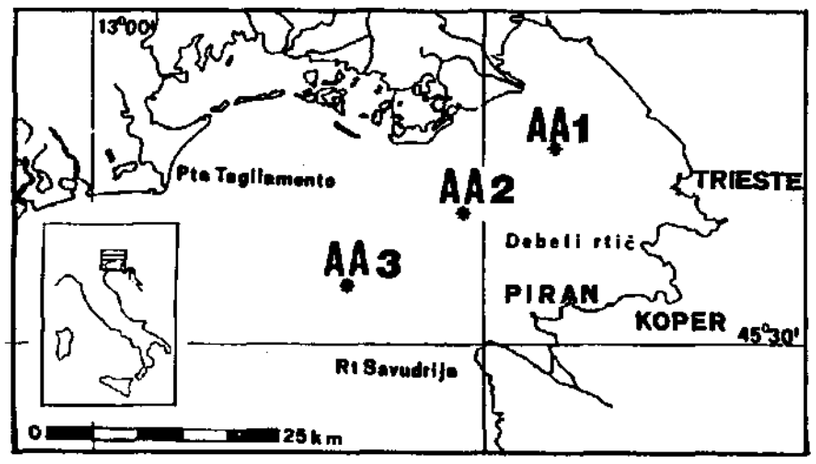


Fig. 1 Stazioni di campionamento nel Golfo di Trieste.

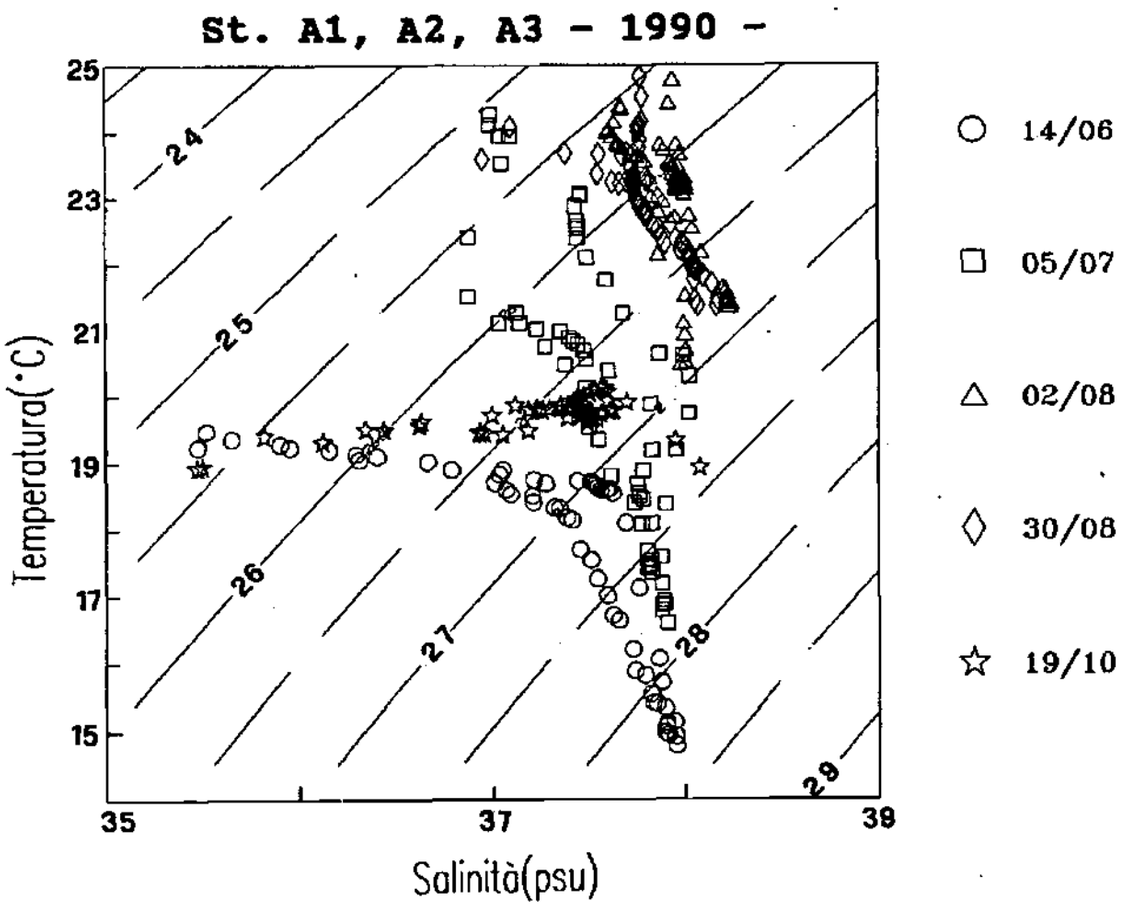


Fig.2 Distribuzione della temperatura e della salinità.

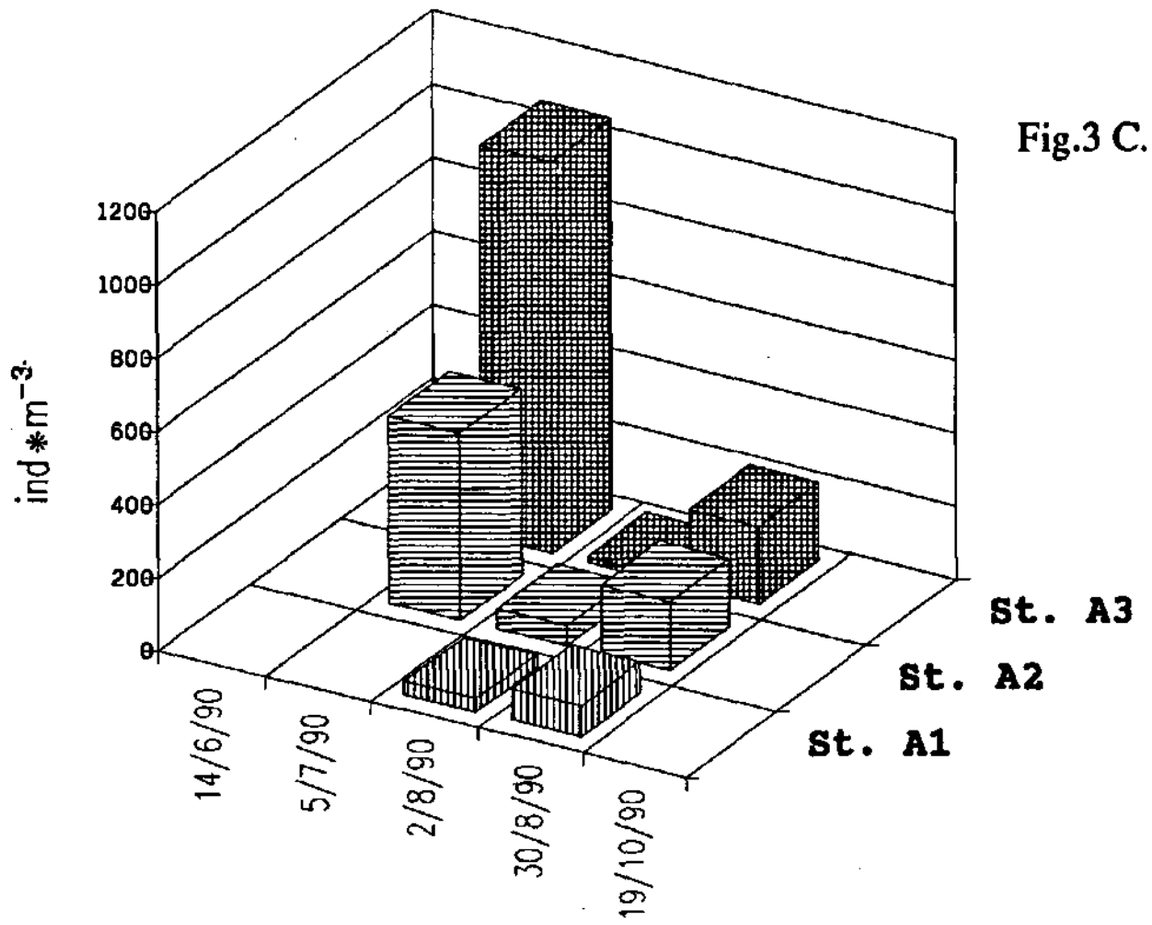


Fig.3 C. acicula *nei prelievi di mesozooplancton.*

28.18±.01 kg*dm^{-3}). Nel luglio l'intera colonna d'acqua subisce un riscaldamento con un incremento in media di 2.2 °C. Nello strato intermedio tra 11 e 14 m, si individua una massa d'acqua, con salinità più elevata rispetto a quella di fondo (in media, sal. 37.99±.01 PSU e τ_t 27.11±.04 kg*dm^{-3}), che viene trasportata advettivamente dall'Adriatico centrale, richiamata dalle particolari condizioni idrologiche che caratterizzano il bacino nord orientale in questo periodo. Nel mese di agosto si ha un ulteriore riscaldamento di tutta la massa d'acqua, con temperature superficiali in media di 23.81±.01 °C e profonde di 21.70±.02 °C, e un incremento della salinità anche negli strati superficiali (Fig. 2). I valori di densità divengono omogenei su tutta la colonna favorendo la diffusione dell'acqua in advezione che, avendo caratteristiche di densità paragonabile a quella dell'acqua presente nel Golfo, ha potuto distribuirsi dal fondo alla superficie.

Nei prelievi di mesozooplancton *C. acicula* è presente da luglio ad agosto. I valori massimi di 1066 e 511 ind*m^{-3} si registrano ai primi di luglio rispettivamente nelle stazioni A3 e A2 più lontane dalla costa (Fig. 3). I valori si abbassano notevolmente ai primi di agosto in queste 2 stazioni e risalgono alla fine del mese soprattutto nella stazione A3, mentre nella stazione A1 la specie viene rilevata solo in agosto. La presenza delle forme larvali di *C. acicula* nel microzooplancton, non coincide con la presenza degli individui

di maggiori dimensioni, infatti le larve sono assenti ai primi di luglio, mentre ai primi di agosto si osservano i massimi nelle stazioni A1 e A2, rispettivamente con 82 e 53 ind*dm^{-3} a 10 m (Fig. 4). Alla fine di agosto i valori delle larve rimangono elevati solo nella St. A1 in superficie.

La comparsa di *C. acicula*, in popolazione mista di forme larvali, giovani e adulti è molto probabilmente telegata all'advezione di acque di origine meridionale. Tale acqua proveniente dalla zona medio adriatica è ben identificata dagli elevati valori di salinità registrati sia in luglio, dove si segnalano anche i massimi di abbondanza della specie, sia in agosto. Inoltre, in tale periodo nel popolamento mesozooplanctonico si trovano specie di copepodi del largo quali: *Lucicutia flavicornis*, *Clausocalanus pergens* (Hure et al., 1980), *Anomalocera Patersoni*, *Pontella Lo Biancoi*, e *Monstrilla* sp., raramente segnalate nelle acque del Golfo. Per ciò che si riferisce alla presenza di forme larvali, si può ipotizzare che essa sia dovuta anche alla riproduzione nel Golfo.

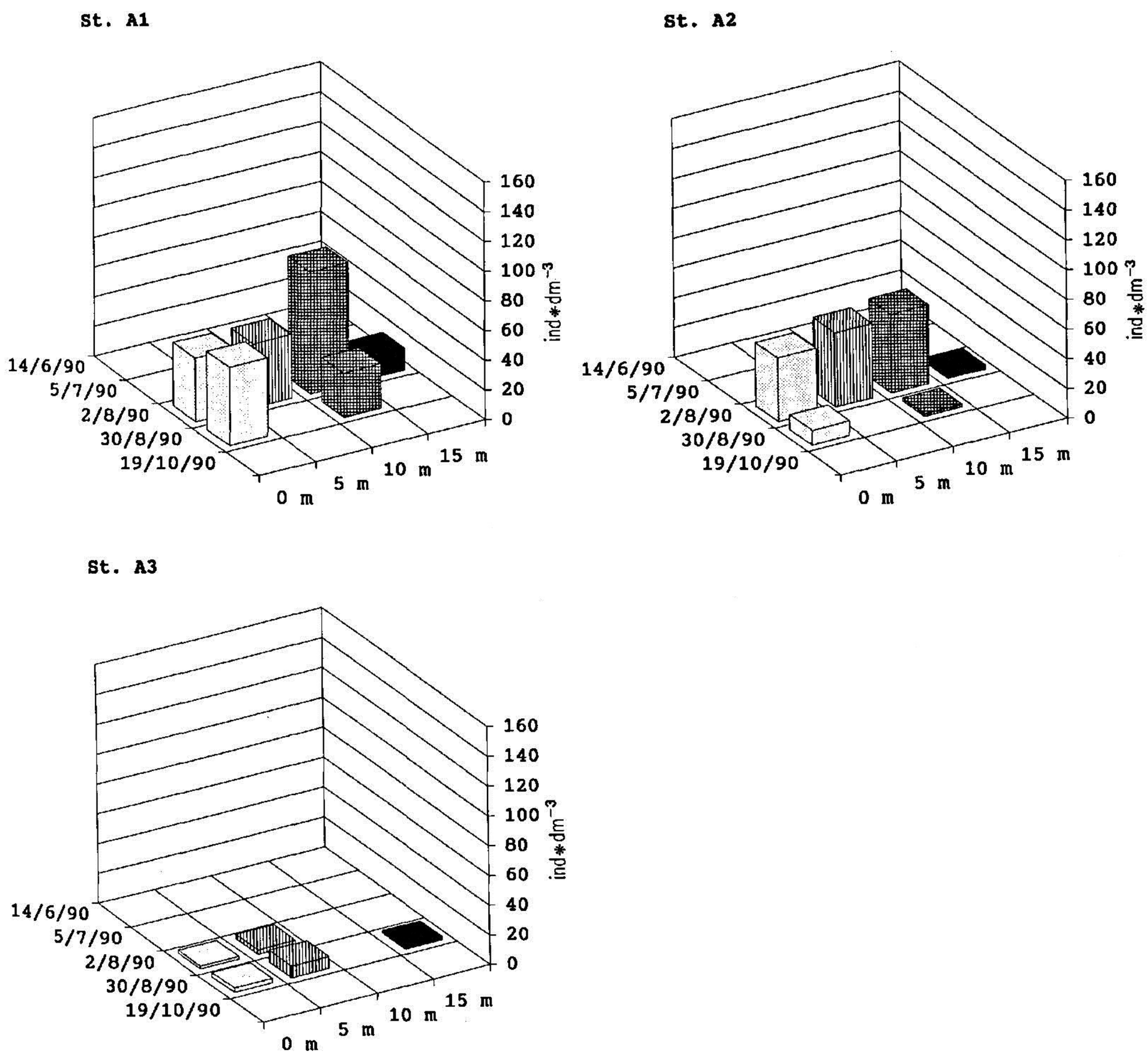


Fig.4 Larve di *C. acicula* nei prelievi di microzooplancton.

Conclusioni

Nell'estate 1990 il Golfo di Trieste è stato caratterizzato dalla presenza di acque più salate di provenienza medio adriatica e dall'eccezionale comparsa di *C. acicula*. Questa specie, sporadicamente segnalata in Alto Adriatico in anni precedenti, è stata rilevata, con alcune oscillazioni, da luglio ad agosto. L'eccezionale abbondanza in sciami di *C. acicula* sembra quindi essere dovuta all'advezione di acque di origine meridionale, e dalla diffusione di queste in tutto il bacino, come è anche confermato dal ritrovamento di specie oceaniche.

Ringraziamenti

Si ringraziano la Prof.ssa C. Thiriot Quiévreux ed il Sig. E. Vio per la revisione sistematica. Il presente lavoro è stato finanziato dalla Regione Friuli Venezia Giulia (Prog. Alpe Adria 1990).

Summary

The exceptional presence of the small pelagic cosmopolite mollusc *C. acicula* in the Gulf of Trieste, from July to October 1990, is reported. The presence of this species is related with the advection in the Gulf of southern waters characterized by high values of temperature and salinity.

Bibliografia

BREGANT D., CATALANO G., MORO F. (1981) - La distribuzione dei nutrienti nel Golfo di Trieste. *Atti Convegno Risorse Biologiche e Inquinamento Marino*, Roma 10-11 novembre 1981, 859-873.

HURE J., IANORA A., SCOTTO DI CARLO B. (1980) - Spatial and temporal distribution of copepod communities in the Adriatic Sea. *J. Plankton. Res.*, **2**(4): 295-316.

ISSEL R. (1922) - Nuove indagini sul plancton nelle acque di Rovigno (1 Ottobre 1920 - 31 dicembre 1921). *Mem. Com. Talass. Ital.*, **102**: 1-36.

RAMPAL J. (1975) - Les Thecosomes (Mollusques pélagiques). Systematique et evolution - Ecologie et biogeographie Mediterraneennes. Tesi di Dottorato, Universitè de Provence (Aix - Marseille I): 1-485.

STRAVISI F. (1988) - Caratteristiche oceanografiche del Golfo di Trieste, Parco Marino di Miramare. *Hydrores 5 6: 39-45.*

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 71-74

S. SORO, G. PICCINETTI MANFRIN
Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, Viale Adriatico 1/N 61032 FANO (PS)

STADI LARVALI DI STOMATOPODI IN ADRIATICO

Stomatopods larvae in Adriatic Sea

Abstract

Stomatopods Adriatic larvae and distribution of different species are examined: the paper also presents period of presence of these larvae in the plankton.

Key-words: Stomatopoda, larvae, Adriatic Sea

Introduzione

Manning e Froglia (1979) revisionando la classificazione degli Stomatopodi in Adriatico riportano presenti le seguenti specie: *Squilla mantis* L., *Allosquilla adriatica* (sp. nov.), *Nannosquilloides occulta* (Giesbrecht), *Meiosquilla desmaresti* (Risso), *Meiosquilla pallida* (Giesbrecht). In seguito gli stessi Autori (Froglia e Manning, 1989) hanno aggiornato la nomenclatura riportando, per l'Adriatico, le specie: *Squilla mantis* L., *Rissoides desmaresti* (Risso), *Rissoides pallidus* (Giesbrecht), *Allosquilla africana* (Manning) e *Nannosquilloides occultus* (Giesbrecht), appartenenti le prime tre alla fam. Squillidae, le ultime due alla fam. Nannosquillidae.

Da qualche decennio gli Stomatopodi ed in particolare la canocchia, *Squilla mantis*, sono oggetto di studio da parte del Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano. Dall'esame dei campioni raccolti in campagne di pesca a strascico è stata definita l'area di distribuzione, il periodo riproduttivo ed altri aspetti della biologia di *S. mantis*. Le osservazioni sugli stadi larvali degli Stomatopodi in Adriatico sono limitate e occasionali. Nel presente lavoro riportiamo i dati sulla presenza stagionale delle larve nel plancton e sulla loro area di distribuzione.

Materiali e metodi

La distribuzione delle larve di Stomatopodi in Adriatico è stata affrontata esaminando i campioni di plancton raccolti in 4 crociere estive e autunnali in Alto e Medio Adriatico, rispettivamente luglio 1982, 1983, 1988 e ottobre 1991. In ogni crociera sono state effettuate circa 60 stazioni, indicate in fig. 1, con pescate quantitative di zooplancton. Le pescate sono state effettuate in doppio obliquo dalla superficie al fondo, fino a una profondità massima di 50-60 m, con rete modello Bongo 20 (20 cm di diametro) e con una rete modello FAO (1 metro di diametro).

Per determinare il periodo di presenza delle larve nel plancton, sono state effettuate anche pescate mensili a 2, 4 e 14 miglia dalla costa fra Fano e Pesaro durante l'arco degli anni 1990 e 1991 con la stessa metodologia usata nelle crociere.

Risultati e discussione

Dall'esame della distribuzione degli Stomatopodi pescati in Adriatico durante le campagne di pesca a strascico risulta che *S. mantis* si trova in abbondanza nelle acque costiere. Il genere Rissoides viene pescato in quantità inferiori e gli esemplari della famiglia Nannosquillidae sono pescati molto raramente e sono catturati in acque più profonde.

Nelle 4 crociere e nelle stazioni fisse sono state esaminate 3845 larve di Stomatopodi. In assenza di dettagliate chiavi di riconoscimento per i diversi stadi larvali e per le diverse specie, sulla base dei caratteri riscontrati negli stadi larvali da noi osservati (in particolare, secondo gli stadi di sviluppo, forma del telson e

del carapace, occhi peduncolati o no, numero di segmenti toracici ricoperti dal carapace ecc.) e di quanto descritto da Giesbrecht (1910), abbiamo ritenuto possibile individuare tre distinti gruppi riconducibili agli stadi larvali di *Squilla mantis* (n° 582), di Rissoides desmaresti (n° 121) e della famiglia Nannosquillidae (n° 3142) (Fig. 2).

Il risultato dei campionamenti nelle stazioni fisse è riportato graficamente in fig. 3: si può osservare che sia nel '90 sia nel '91 i quantitativi totali maggiori di larve sono stati catturati nei mesi estivi con un leggero sfasamento temporale rispetto a quanto riportato da Giesbrecht (1910), in particolare per *S. mantis* che avrebbe un periodo di presenza nel plancton più ridotto, da luglio a ottobre secondo quanto da noi osservato, da giugno a novembre secondo Giesbrecht (1910).

Nella figura 1 è riportata l'area di distribuzione delle larve di Stomatopodi; le aree di distribuzione delle larve tipo *S. mantis* e tipo *Rissoides* sono ampie e in parte sovrapposte. Le larve con i caratteri della famiglia Nannosquillidae si rinvengono invece in quantitativi più abbondanti e sono distribuite in modo abbastanza uniforme su tutta l'area esaminata con una minore abbondanza al largo della foce del Po.

Non abbiamo rilevato differenze nella distribuzione spaziale delle larve dei differenti gruppi fra le campagne di luglio e quella di ottobre.

Nella seguente tabella è riportato il numero medio di larve, per 10 m^3 e 10 m^2, presenti su tutta l'area (circa 60 stazioni) nei periodi considerati. Risulta evidente l'elevato numero di larve della fam. Nannosquillidae catturate in tutte le campagne estive, confermando quanto notato nelle stazioni fisse.

	I gruppo		II gruppo		III gruppo	
	$10m^3$	$10m^2$	$10m^3$	$10m^2$	$10m^3$	$10m^2$
Lugl.'82	O,70	22,00	0,04	1,12	10,41	154,88
Lugl.'83	0,39	6,73	0,06	2,69	7,05	120,00
Lugl.'88	0,16	3,29	0,03	1,65	12,74	186,79
Ott. '91	0,23	2,30	0,05	1,58	0,02	31,46

La lunghezza delle larve esaminate (dal telson alla base del rostro) è variata da 3 a 10 mm per il tipo *S. mantis*, da 3,5 a 18 mm per il tipo *Rissoides* e da 2,5 a 11 mm per il tipo Nannosquillidae, con una maggiore percentuale (25%) di larve di maggiori dimensioni sul finire della stagione.

Conclusioni

Concludendo, è stato determinato il periodo di presenza degli stadi larvali in Adriatico: da luglio a ottobre per le larve tipo *S. mantis*, da luglio a novembre per le larve tipo *Rissoides* e da giugno a ottobre per le larve tipo Nannosquillidae. Tali periodi differiscono leggermente da quanto riportato da Giesbrecht (1910) nel Golfo di Napoli (*S. mantis* e *S. desmaresti*: giugno-novembre); queste differenze potranno essere confermate con analisi di altre campagne.

Per quanto riguarda le larve del tipo *S. mantis* si osserva una distribuzione più ampia di quella strettamente costiera delle canocchie adulte.

Le larve del tipo *Rissoides*, pur con un numero ridotto, sono presenti al largo in tutto l'Alto e Medio Adriatico. Questa distribuzione potrebbe essere attribuita alle due specie adulte, rinvenute da Manning e Froglia (1979), cioè *R. desmaresti* e *R. pallidus*, rispettivamente nell'Alto Adriatico la prima e più a sud la seconda.

Infine risulta molto evidente l'elevato numero di larve del tipo Nannosquillidae in confronto alle specie adulte della stessa famiglia che in Adriatico si catturano molto raramente. Questa abbondanza larvale in confronto all'esiguo numero di organismi adulti pescati potrebbe essere spiegata con un comportamento degli adulti diverso da quello di altri Stomatopodi.

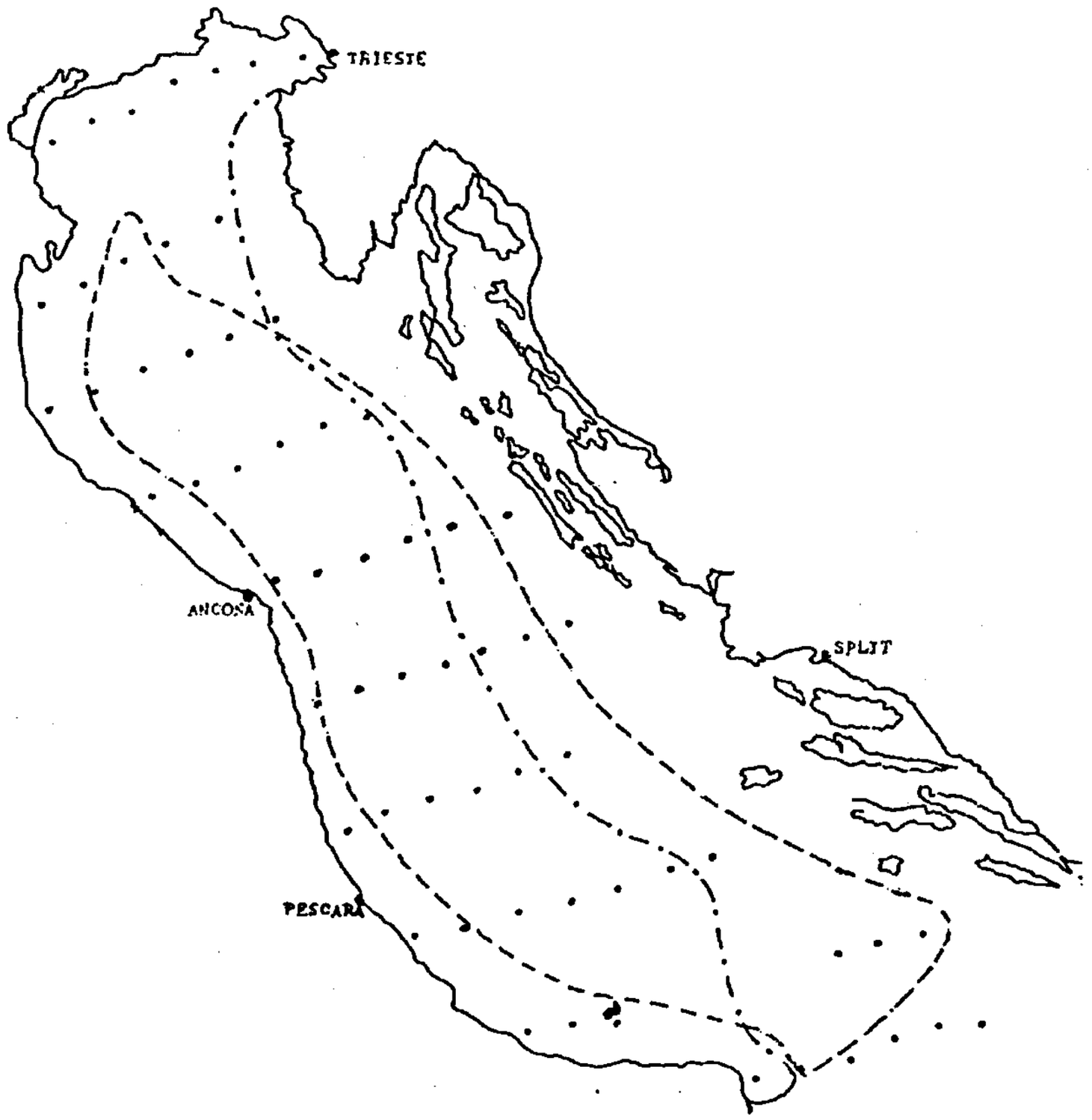


Fig. 1 - Area di distribuzione degli stadi larvali di Stomatopodi in Alto e Medio Adriatico.
- . - limite fino a cui sono state catturate larve tipo S. mantis
----- limite dell'area su cui sono state catturate larve tipo Rissoides
. stazioni effettuate in ogni campagna

Summary

Stomatopods larvae collected in the North and Central Adriatic Sea are examined. They are collected in three groups (larvae type *Squilla mantis*, type *Rissoides*, type Nannosquillidae). Period of presence in the Plankton and distribution of larvae are determined.

Bibliografia

GIESBRECHT W. (1910) Stomatopoden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, *Monografia* **33**, 1-239.

MANNING R.B. and FROGLIA C. (1979) Description of a new *Allosquilla* with notes on other adriatic Stomatopod Crustacea. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona*, Vol. II, n° 4, 177-190.

FROGLIA C., MANNING R.B. (1989) Checklist and key to adult mediterranean stomatopod Crustacea. In *"Biology of Stomatopoda"*, *Selected Symposia and Monographs, U.Z.I.*, 3, 265-273.

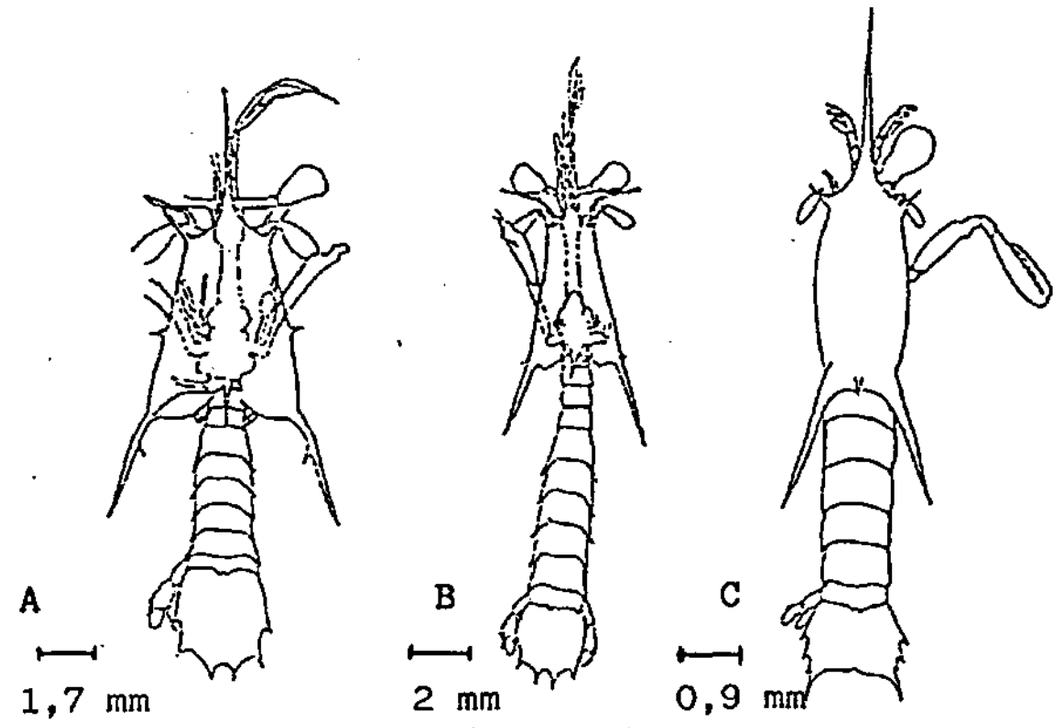


Fig. 2 - Ultimi stadi larvali di Stomatopodi: (A) tipo S. mantis, (B) tipo Rissoides, (C) tipo Nannosquillidae.

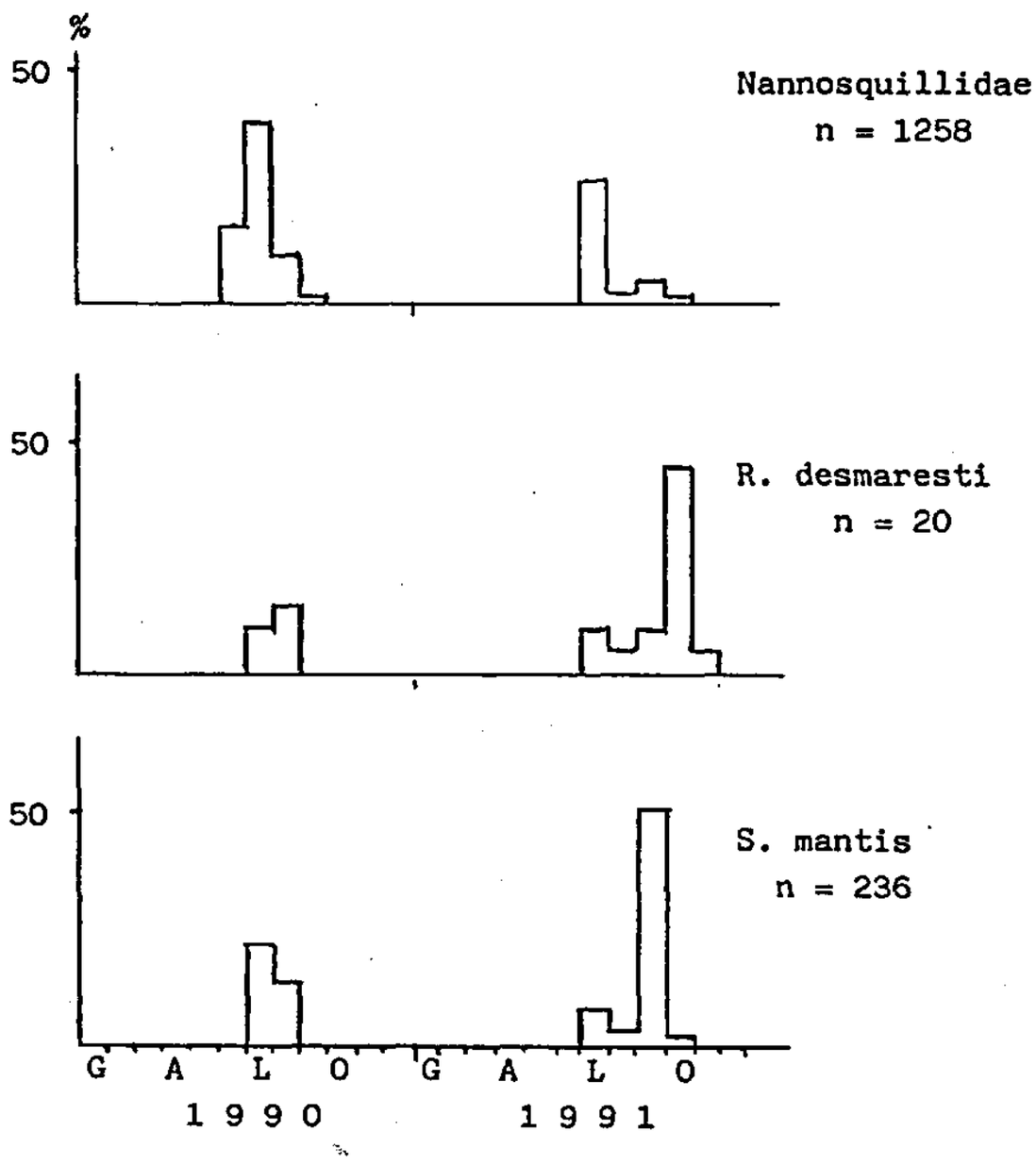


Fig. 3 - Percentuali di larve di Stomatopodi pescate nelle stazioni fisse nel 1990-1991

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 75-78

M. AVIAN°, P. BONIVENTO°, G. MONTANARI°°, A. RINALDI°°,L. ROTTINI SANDRINI°

°Dipartimento di Biologia, Univ. di Trieste, Via Valerio 32, 34127 Trieste
°°Unità operativa "Daphne", Centro Ricerche Marine, Regione E. Romagna, Cesenatico

CARYBDEA MARSUPIALIS L. (CUBOZOA), ISTOLOGIA DELLE GONADI

C. marsupialis, histology of the gonads

Abstract

The cubomedusa Carybdea marsupialis L. has been reappearing in large aggregations in the Adriatic Sea from 1989. The present research deals with the first observations about the gonad histology in order to assess its reproductive cycle in the Adriatic.

Key-words: Cubozoa, *Carybdea marsupialis*, gonads, histology.

Introduzione

Carybdea marsupialis (L., 1758) (Cnidaria: Cubozoa: Carybdeidae) (Fig. 1), cubomedusa a distribuzione subtropicale e tropicale (Haeckel, 1879; Mayer, 1910; Hyman, 1940), è stata segnalata da Claus (1878) in campioni provenienti dall'Adriatico meridionale. Tregouboff & Rose (1957) la considerano endemica in tutto il Mediterraneo, anche se poco comune (Tregouboff & Rose, 1957). Boero & Minelli (1986) ne hanno segnalato recentemente alcuni esemplari anche nell'Adriatico settentrionale. Dal 1989 è presente in aggregazioni costiere lungo le coste romagnole, principalmente a Cesenatico (Montanari & Rinaldi, comunicazione personale).

Il ciclo biologico e lo sviluppo del cubopolipo di *C. marsupialis* sono stati descritti da Studebaker (1972) (Cutress & Studebaker, 1973; Arneson & Cutress, 1976), nel mar dei Caraibi. Non ci risulta invece che siano state effettuate ricerche sul suo ciclo biologico nell'area mediterranea. È stata quindi avviata una ricerca sull'istologia delle gonadi, a partire dall'agosto 1991, per analizzare il ciclo riproduttivo di *C. marsupialis* in Adriatico. La presente nota espone i primi risultati.

Materiali e metodi

Le meduse studiate in questa ricerca sono state raccolte nel porto canale di Cesenatico nell'agosto e nell'ottobre 1991, da aggregazioni costiere con densità di 10-30 esemplari per m^3 (agosto) e ≤ 1 m^3 (ottobre). Gli esemplari sono stati fissati in toto in formalina deacidificata al 4 % in acqua di mare filtrata. Da essi sono stati selezionati 20 individui (10 maschi e 10 femmine) di dimensioni comprese tra 1 e 5 cm di diametro, rilevato come diagonale tra opposti pedalia, da cui sono state estratte le gonadi, successivamente postfissate in OsO_4 1% in acqua di mare ed incluse in Historesin. Quattro esemplari femminili con diametro ≥ 5 cm prelevati in ottobre sono stati fissati per 2 ore a 4 °C in glutaraldeide 2% in tampone cacodilato 0,1 M a pH 7,25 contenente NaCl 0,36 M e $CaCl_2$ 3 mM, postfissati in tetrossido di osmio 1% nello stesso tampone per 1 ora a 4 °C, ed inclusi in Historesin. Da tali preparati sono state ottenute sezioni semifini (2-2,5 5µ) per microscopia ottica, colorate con blu di metilene-fucsina basica sec. Lee. I preparati son stati osservati con un microscopio Leitz Dialux con oculare micrometrico.

Risultati

Le quattro paia di gonadi, di aspetto fogliare nastriforme appiattito (Fig. 1), sono poste nelle tasche gastriche, e si originano dall'endoderma dei setti interradiali (Fig. 2). La loro lunghezza massima è uguale a

quella dei setti interradiali. I nastri gonadici iniziano a differenziarsi dall'endoderma cubico dei setti (in prossimità dell'inserzione di questi ultimi sull'esombrella) in esemplari con diametro di circa 1 cm.

Testicoli: sono delimitati da endoderma cubico-cilindrico monostratificato. All'interno del nastro si osservano i follicoli testicolari, di forma tubulare e paralleli tra loro (Fig. 3), con l'asse maggiore che forma un angolo acuto rivolto verso la cavità gastrica. Tale disposizione dei follicoli dà ai testicoli *in toto* un caratteristico aspetto striato, e permette di distinguere facilmente le meduse di sesso maschile anche al binoculare a bassi ingrandimenti (10X). All'interno dei follicoli sono presenti spermatogoni e spermatociti in varie fasi maturative, ma in nessun esemplare sono stati osservati spermatozoi maturi.

Ovari: l'endoderma cubico che delimita il nastro ovarico è oogenetico in ambedue i lati. Di conseguenza all'interno degli ovari di *C. marsupialis* si trovano ovociti che aderiscono alternatamente all'endoderma di ambedue i lati (Fig. 4). Non è presente un gradiente maturativo. Il rapporto nucleo- citoplasmatico è di 0,45 negli ovociti in attiva vitellogenesi, e di 0.40 nelle prime fasi oogenetiche. Negli ovociti completamente maturi, invece, il nucleo è molto piccolo, adiacente alla membrana ooplasmatica, con rapporto nucleo-citoplasmatico di 0,07-0,08. Negli esemplari con diametro ≥ 1,5-2 cm, provenienti dai campioni di agosto, non sono presenti ovociti maturi, mentre negli esemplari del campionamento di ottobre, con diametro compreso tra 4,5-5,5 cm, gli ovari appaiono completamente svuotati, con gli ovociti, quasi tutti maturi, liberi nelle tasche gastriche; tuttavia alcuni sono ancora in fasi intermedie di vitellogenesi.

Discussione e conclusioni

Sulla base delle nostre osservazioni, è possibile trarre le seguenti considerazioni:

- Nei testicoli, l'aspetto morfologico dei follicoli differisce completamente da quello riscontrabile nelle scifomeduse. All'interno dei follicoli testicolari l'aspetto spermatogenetico è uniforme, indipendentemente dalle dimensioni della cubomedusa (diametro ≥ 1,5-2 cm, campioni di agosto 1991), con una costante assenza di spermi maturi.
- Negli ovari, a differenza di quanto accade negli scifozoi, dove solamente l'endoderma a ridosso del sinus genitale è ovogenetico (Avian & Rottini Sandrini, 1991), l'endoderma è ovogenetico in ambedue i lati che li delimitano.
- Il rapporto nucleo-citoplasmatico degli ovociti in attiva vitellogenesi presenta una notevole similitudine con quello riscontrabile negli scifozoi, mentre negli ovociti maturi tale rapporto è invece simile a quello osservabile nelle idromeduse.
- Questi caratteri morfologici vanno ulteriormente analizzati, poichè possono rappresentare un punto di riferimento per la posizione tassonomica dei Cubozoa in rapporto agli Hydrozoa e Scyphozoa.
- La distribuzione stagionale della fase medusoide di *Carybdea marsupialis* in Adriatico si presenta principalmente nei mesi di giugno- ottobre. Fatta eccezione per il primo mese di comparsa, le successive aggregazioni comprendono esemplari di tutte le taglie (da 0,9 a 5,0 cm di diametro, agosto 1991). In ottobre sono stati invece osservati esemplari esclusivamente adulti (con diametro compreso tra 3 e 5,5 cm). '63
- Negli ovari è inoltre possibile osservare ovociti in vari stadi maturativi indipendentemente dalla taglia (a partire da un diametro ≥ 1,5-2 cm) negli esemplari di agosto 1991, mentre negli esemplari più sviluppati (diametro ≥ 4,5 cm) di ottobre 1991 gli ovari sono svuotati, con all'interno solamente qualche ovogonio od ovocita primo. Tutti gli ovociti, sia maturi che in fasi di vitellogenesi avanzata, sono liberi nelle tasche gastriche.

Le ricerche effettuate da Studebaker (1972) (Cutress & Studebaker, 1973), sul ciclo biologico di *C. marsupialis*, e da Arneson (in Arneson & Cutress, 1976) su *C. alata*, compiute presso l'Università di Puerto Rico, indicano che in queste specie la fecondazione è interna, ed avviene nelle tasche gastriche, ma non mediante spermatozeugmi, come descritto da Werner (1975) in *Tripedalia cystophora* e da Hartwick (1991) in *C. svickisi*.

Lo studio degli esemplari adriatici di *C. marsupialis* sembra confermare questi dati. È quindi possibile ipotizzare che il periodo di riproduzione sessuale, nelle aree in esame, sia ristretto, ed avvenga principalmente all'inizio dell'autunno. Tale ipotesi va comunque verificata con analisi più estensive, sia istologiche che ambientali.

Summary

The cubomedusa *Carybdea marsupialis* L. has been reappearing in large aggregations in the Adriatic Sea from 1989. The present research deals with the first observations about the gonad histology in order to assess its reproductive cycle in the Adriatic. In the male, the spermatic follicles are quite different from those observable in the scyphomedusae. In the ovaries, the endoderm is ovogenic in both sides of the ovarian ribbon. Empty ovaries, with all the mature ovocytes in the gastric pouches were observed only in fully developed specimens in October, 1991.

Bibliografia

AVIAN M., ROTTINI SANDRINI L. (1991) - Oocyte development in four species of scyphomedusa in the Northern adriatic Sea. *Hydrobiologia*, **216/217:** 189- 195.

ARNESON A.C., CUTRESS C.E. (1976) - Life history of *Carybdea alata* Reynaud, 1830 (Cubomedusae). In *Coelenterate Ecology and Behaviour, G.O. Mackie ed., Plenum Press, New York & London*: 227-236.

BOERO F., MINELLI A. (1986) - First record of *Carybdea marsupialis* L. (Cnidaria, Cubozoa) from the Adriatic Sea. *Boll. Mus. Civ. st. nat. Venezia*, **35:** 179-180.

CLAUS C. (1878) - Studien über Polypen und Quallen der Adria. I. Acalephen (Discomedusen). *Denschr. Akad. Wiss. Wien*, **38:** 64 pp.

CUTRESS C.E. & STUDEBAKER J.P. (1973) - Development of the cubomedusa, *Carybdea marsupialis. Proc. Assoc. Is. Mar: Labs: of Carib.*, **9:** 25 pp.

HAECKEL E. (1879) - Das System der Medusen. G. Fischer verl., *Jena*, **I:** 423-443.

HARTWICK R.F. (1991) - Observations on the anatomy, behaviour, reproduction and life cycle of the cubozoan *Carybdea sivickisi. Hydrobiologia*, **216/217:** 171-179.

HYMAN L.H. (1940) - The invertebrates, vol. I, Protozoa through Ctenophora. Mc Graw-Hill, New York & London: 511-516.

MAYER A.G. (1910) - Medusae of the world. III, The Scyphomedusae. *Carnegie Inst., Washington:* 499-735.

STUDEBAKER J.P. (1972) - Development of the cubomedusa, *Carybdea marsupialis*. M.Sc. thesis, Univ. Puerto Rico

TREGOUBOFF G., ROSE M. (1957) - Manuel de Planctonologie Miditerranienne. CNRS ed., Paris, 587 pp.

WERNER B. (1975) - Bau und Lebensgeschichte des von *Tripedalia cystophora* (Cubozoa, class. nov., Carybdeidae) und seine Bedeutung für die evolution der Cnidaria. Helgoländer wiss. Meeresunters., 27: 461-504.

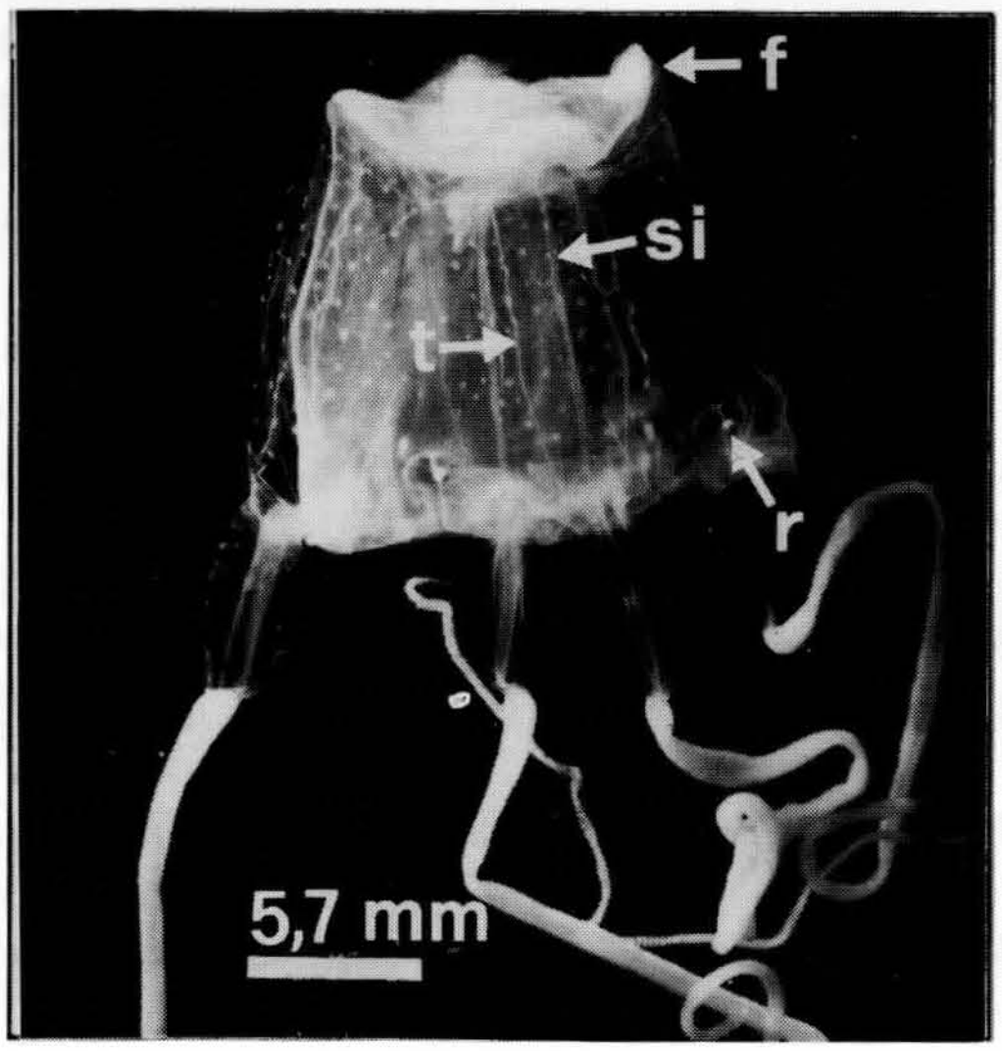


Fig. 1. Esemplare maschile di *C. marsupialis*. **f**, filamenti gastrici; **r**, ropalio; **si**, setto interradiale; **t**, testicolo.

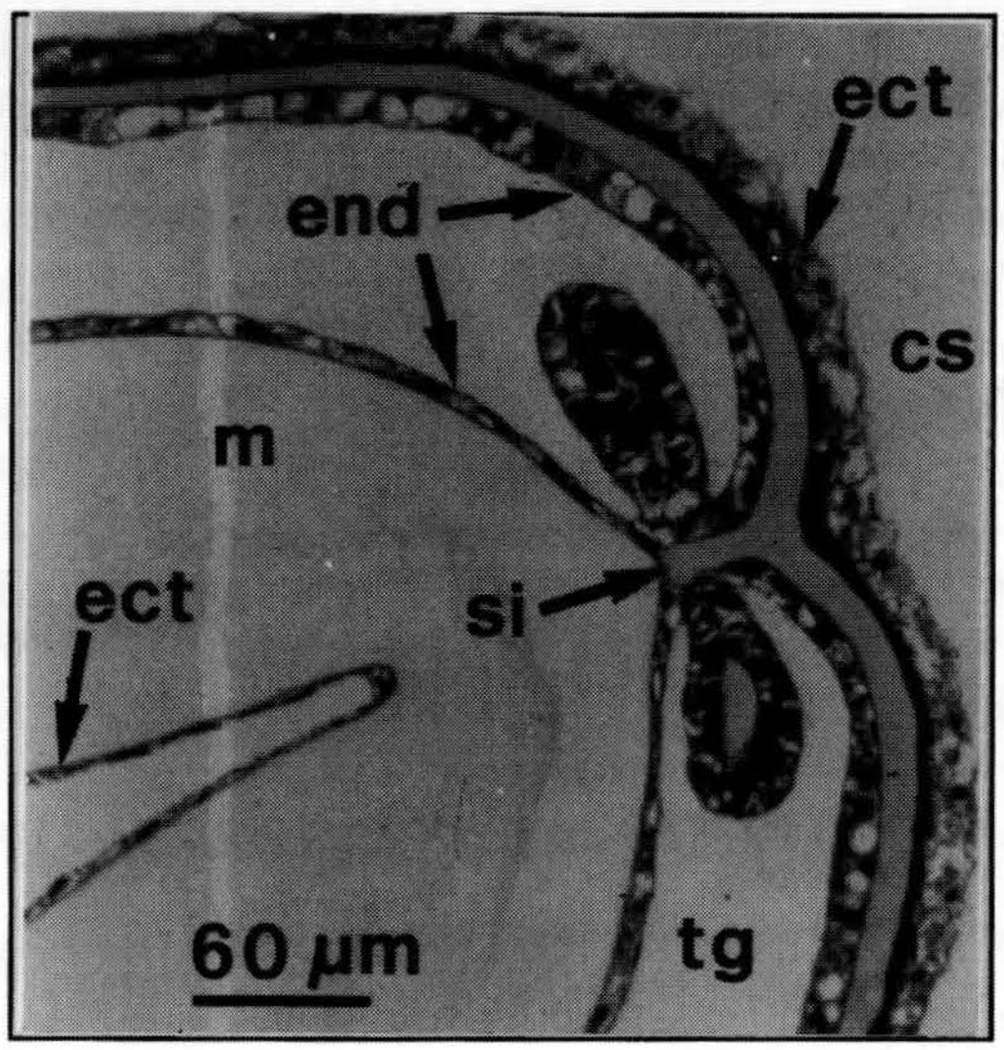


Fig. 2. Gonade indifferenziata in esemplare di 1,3 cm. **cs**,cavità subombrellare; **ect**,ectoderma; **end**, endoderma; **m**, mesoglea; **si**, setto interradiale; **tg**, tasca gastrica

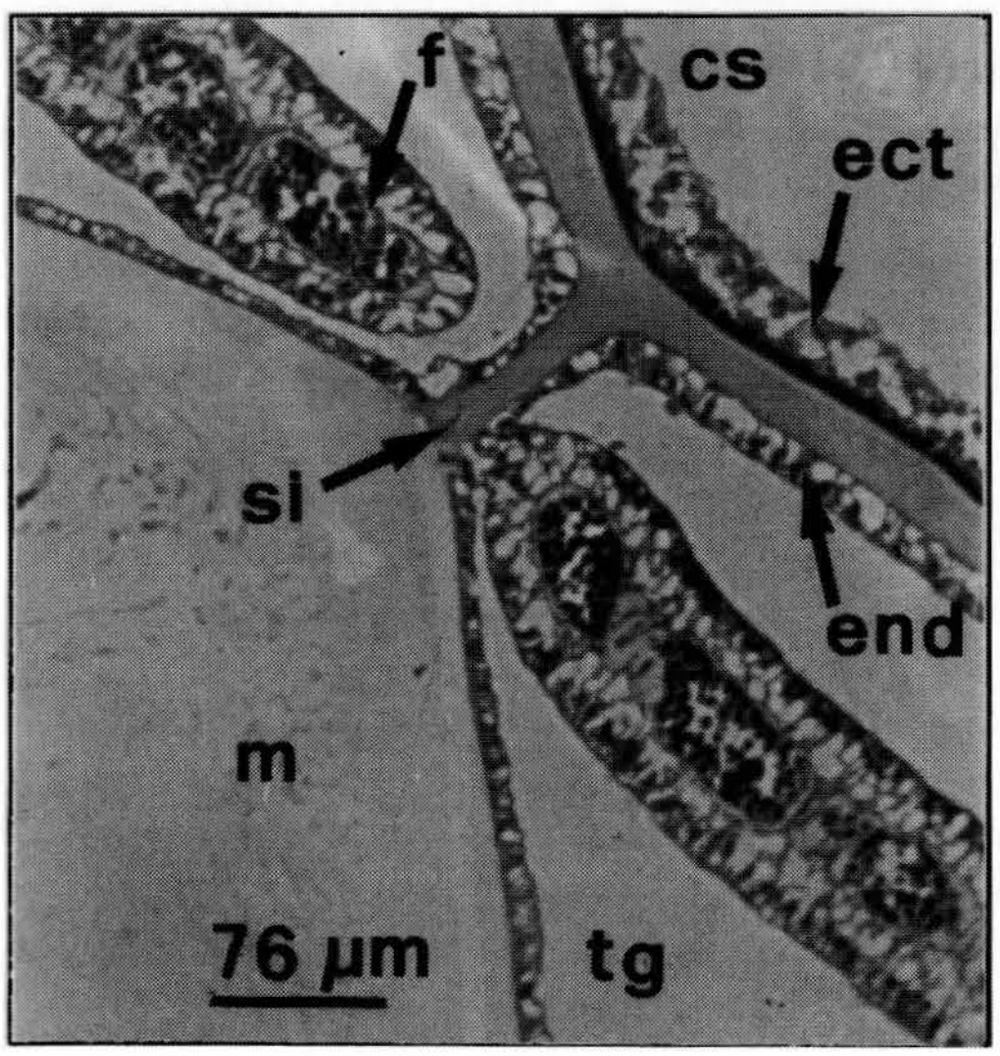


Fig. 3. Testicoli in esemplare di 2,7 cm di diametro. **cs**, cavità subombrellare; **ect**, ectoderma; **end**, endoderma; **f**, follicolo seminifero tubulare (sez. obliqua); **m**, mesoglea; **si**, setto interradiale; **tg**, tasca gastrica.

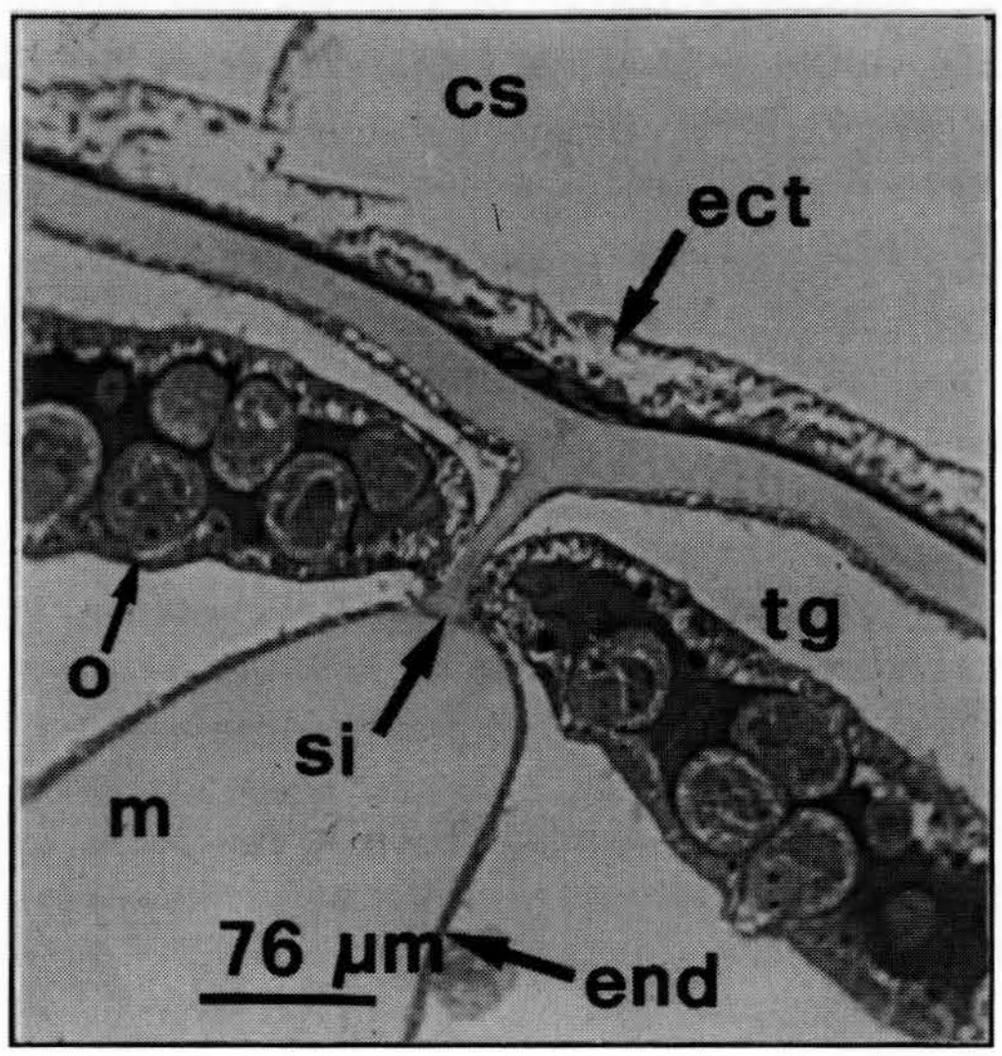


Fig. 4. Ovario in esemplare di 4,5 cm di diametro. **cs**, cavità subombrellare; **ect**, ectoderma; **end**, endoderma; **m**, mesoglea; **o**, ovociti; **si**, setto interradiale; **tg**, tasca gastrica

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 79-89

A. RINALDI, G. MONTANARI, A. GHETTI, C.R. FERRARI.

Unità Operativa Battello Oceanografico "Daphne II" Regione Emilia-Romagna. V.le Vespucci,2 - Cesenatico (FO).

ANOSSIE NELLE ACQUE COSTIERE DELL'ADRIATICO NORD-OCCIDENTALE. LORO EVOLUZIONE E CONSEGUENZE SULL'ECOSISTEMA BENTONICO.

Anoxic sea-waters and ecosystem effects.

Abstract

The paper describes the evolution of the anoxia phenomena which have occurred in the coastal waters of Emilia-Romagna during the last fifteen years. These events are due to a large extent to the microalgae blooms which occur during the summer months. The repetition of these events has caused profound modifications in the benthonic ecosystem. Many of the organisms least resistant to hypoxic conditions have disappeared or have become significantly rarer. A brief description of the chemical phenomena linked to the anoxia in the water at the sea bed is also provided.

Key-words: Anoxia, Adriatic Sea, Eutrophication, Ecosystem.

Descrizione del fenomeno

L'area di mare geograficamente collocata nell'Adriatico Nord- occidentale è interessata da consistenti apporti di acque fluviali provenienti per lo più dal bacino padano. Gli effetti che ne derivano sono sostanzialmente ascrivibili a forti stratificazioni aline e ad un livello trofico generalmente elevato, condizione questa che si è aggravata nell'ultimo ventennio (Vollenweider *et al.*, 1991).

Le manifestazioni derivanti dall'aumentato trofismo delle acque costiere e di transizione sono per lo più dovute a fioriture microalgali nelle acque marine e da invasive presenze di macroalghe (Ulvacee in particolare) nelle lagune (Regione Emilia- Romagna, 1989).

Per quanto concerne lo studio ed il controllo dei fenomeni di eutrofizzazione nelle acque marine si sta operando dal 1977 con un adeguato programma di monitoraggio e di ricerca (Regione Emilia- Romagna, 1981-1991). Con frequenza settimanale vengono monitorate mediante l'utilizzo del battello oceanografico "Daphne II" della Regione Emilia-Romagna 29 stazioni distribuite nei 130 Km di costa di competenza regionale fino ad una distanza verso il largo di 20 Km (vedi in figura 1 la collocazione di alcune di esse).

Tra i principali obiettivi del programma vi sono da un lato la definizione del livello trofico (determinazione analitica dei nutrienti e della componente fitoplanctonica, stato idrologico delle acque), dall'altro la valutazione delle conseguenze che l'evento ha generato sull'ecosistema con particolare attenzione ai livelli di ossigenazione sulla colonna d'acqua ed alle sue modificazioni imposte dalle fioriture fitoplanctoniche e dal suo decadimento.

Dal punto di vista storico, il primo caso documentato di anossia nelle acque bentiche si è manifestato nel 1969. Dal 1975 il fenomeno si è manifestato con regolarità fino al 1988. È poi seguito un triennio caratterizzato da condizioni meteoclimatiche particolari e tali da impedire la formazione di blooms algali nel periodo estivo e le conseguenti distrofie. La distribuzione spaziale e la persistenza degli stati anossici sono per lo più governate dalle condizioni meteo-marine; mare mosso, abbassamento termico delle acque e ridotta stratificazione risolvono in genere uno stato di anossia in atto o ne impediscono la formazione.

Studiando la dinamica degli eventi anossici che si sono susseguiti nell'ultimo quindicennio, è emerso, che per il loro manifestarsi, necessitano sinergie di più fattori; occorre da un lato un idoneo stato fisico delle acque, dall'altro la presenza di una consistente biomassa fitoplanctonica in sospensione. Non si è in genere osservata anossia delle acque bentiche costiere con una sola delle condizioni richiamate (tranne alcune eccezioni che verranno di seguito richiamate).

A conferma di quanto detto si ricorda che nel periodo invernale- inizio primavera non si registrano mai crisi anossiche nelle acque costiere nonostante le frequenti e copiose fioriture di Diatomee. Il fattore che ne impedisce la formazione è costituito soprattutto dalle basse temperature delle acque; l'abbassamento termico invernale oltre che a ridurre l'attività batterica e la conseguente domanda di ossigeno, aumenta la solubilità dell'ossigeno atmosferico nei confronti dell'acqua. Va sommata a questa azione la marcata turbolenza sulla verticale e la ridotta stratificazione delle acque, condizioni queste che favoriscono gli scambi tra strati profondi e di superficie.

Nella stagione estivo-autunnale si assiste di solito al formarsi di uno stato ipossico o anossico quando oltre alle condizioni idrologiche tipiche del periodo, subentra una fioritura microalgale (sia da Diatomee che da Dinoflagellate). In queste condizioni l'equilibrio dell'ossigeno disciolto risente in maniera riduttiva sia dei processi respiratori che dell'aumentata domanda di ossigeno da parte della componente batterica adibita alla mineralizzazione della sostanza organica sedimentata (Montanari *et al.*, 1984).

Pertanto, soffermando la nostra attenzione sul periodo estivo/autunnale ed analizzando l'evoluzione del fenomeno, si osserva che a seguito dell'apporto a mare dei carichi eutrofizzanti (macro e micronutrienti) e con condizioni meteo- marine idonee (mare calmo, sufficiente irraggiamento, ridotto flusso idrodinamico delle acque; condizioni queste tipiche della stagione estiva pertanto molto probabili) si ha in genere una rapida impennata della biomassa fitoplanctonica accompagnata da un aumento della concentrazione dell'ossigeno disciolto che, in questi casi, può superare il valore fisico di saturazione per il consistente contributo di origine fotosintetica. Nell'arco delle successive 24-36 ore, mentre continua a permanere uno stato di ipersaturazione dell'ossigeno disciolto in superficie, le acque di fondo evolvono verso un progressivo impoverimento di questo elemento.

Instaurato lo stato anossico il suo perdurare dipende dalle condizioni meteo-marine; se sopraggiunge una mareggiata con energia tale da miscelare l'intera colonna d'acqua si ha in genere il dissolvimento dello stato di ipossia ed il ripristino di condizioni normali. Al contrario, con il perdurare di condizioni meteomarine stabili, l'anossia dei fondali si prolunga nel tempo con gravi danni all'ecosistema bentonico.

Nel quadriennio interessato dalla invasiva presenza di aggregati mucosi (1988-1991) non si sono avuti significativi casi di anossia (Rinaldi *et al.*, 1990). I pochi eventi ipossici/anossici che si verificarono interessarono aree abbastanza circoscritte e dipesero da meccanismi del tutto diversi rispetto a quelli descritti per i tradizionali fenomeni eutrofici. In questo specifico caso il fattore causale non fu la mineralizzazione delle mucillagini ma la decomposizione degli organismi bentonici soffocati dalla sedimentazione degli aggregati mucosi. Tale dinamica viene in parte confermata da Marchetti (1989) che ha dimostrato come la mineralizzazione del materiale mucillaginoso richiede in genere tempi lunghi e con richieste di ossigeno non particolarmente elevate.

Nelle zone ove la sedimentazione degli aggregati mucosi è stata di un certo rilievo si sono avuti fenomeni di soffocamento meccanico; soprattutto tra gli organismi bentonici meno mobili (Molluschi bivalvi in particolare) si verificava l'occlusione dei sistemi respiratori. Per quelli più mobili quali i Crostacei e gli Echinodermi i rischi derivavano per lo più dal rimanere "invischiati" negli ammassi gelatinosi. Nelle ispezioni subacquee effettuate nel 1989 si è visto che queste condizioni non erano generalizzate a tutta la superficie sedimentaria ma si manifestavano per lo più a "macchia di leopardo", con aree coperte spesso non superiori ai 5-10 mq. In queste zone il sedimento presentava una colorazione nerastra ed erano visibili i resti degli organismi bentonici in stato di decomposizione.

Descrizione di un caso (estate 1982)

Si descrive uno dei casi più estesi e persistenti tra quelli che si sono verificati nell'ultimo ventennio. Nell'estate del 1982 diffusi blooms microalgali hanno interessato gran parte delle acque costiere dell'Emilia-Romagna. Le prime fioriture algali sostenute essenzialmente da Diatomee si sono manifestate nella zona più a Nord compresa tra Porto Garibaldi e Goro. In tale area il 26 luglio le acque presentavano valori di clorofilla "a" che in molti casi superavano i 50 mg/mc. La situazione si è poi aggravata dopo le piogge del 19 e 26 luglio; i conseguenti aumenti di portata del Po e degli altri fiumi minori hanno veicolato a mare quantità di nutrienti sufficienti ad innescare ed a sostenere altre fioriture algali. In corrispondenza delle zone di mare prospicienti le foci dei fiumi ed i principali insediamenti costieri erano visibili ampie aree colorate in rosso. In seguito (monitoraggio del 29-30 luglio) il fenomeno si estese con fasce parallele alla linea di co-

sta interessando la zona compresa tra Cesenatico e Ravenna. Le fioriture, essenzialmente sostenute dalla Dinoflagellata *Gonyaulax poliedra*, si sono poi diffuse verso Sud, non oltre Rimini, e verso Nord fino a congiungersi con quelle già presenti nell'area settentrionale.

Iniziata la fase di decadimento del bloom, associata a condizioni meteomarine stabili, si sono avute nelle acque di fondo progressive riduzioni di ossigeno disciolto. L'area interessata dalla crisi anossica occupava tutta la zona bentica compresa tra Goro e Rimini per una distanza massima verso il largo di 18 Km (vedi figura 1). Lo strato di acque ipossiche/anossiche interessava uno spessore di 2-3 m dal fondo.

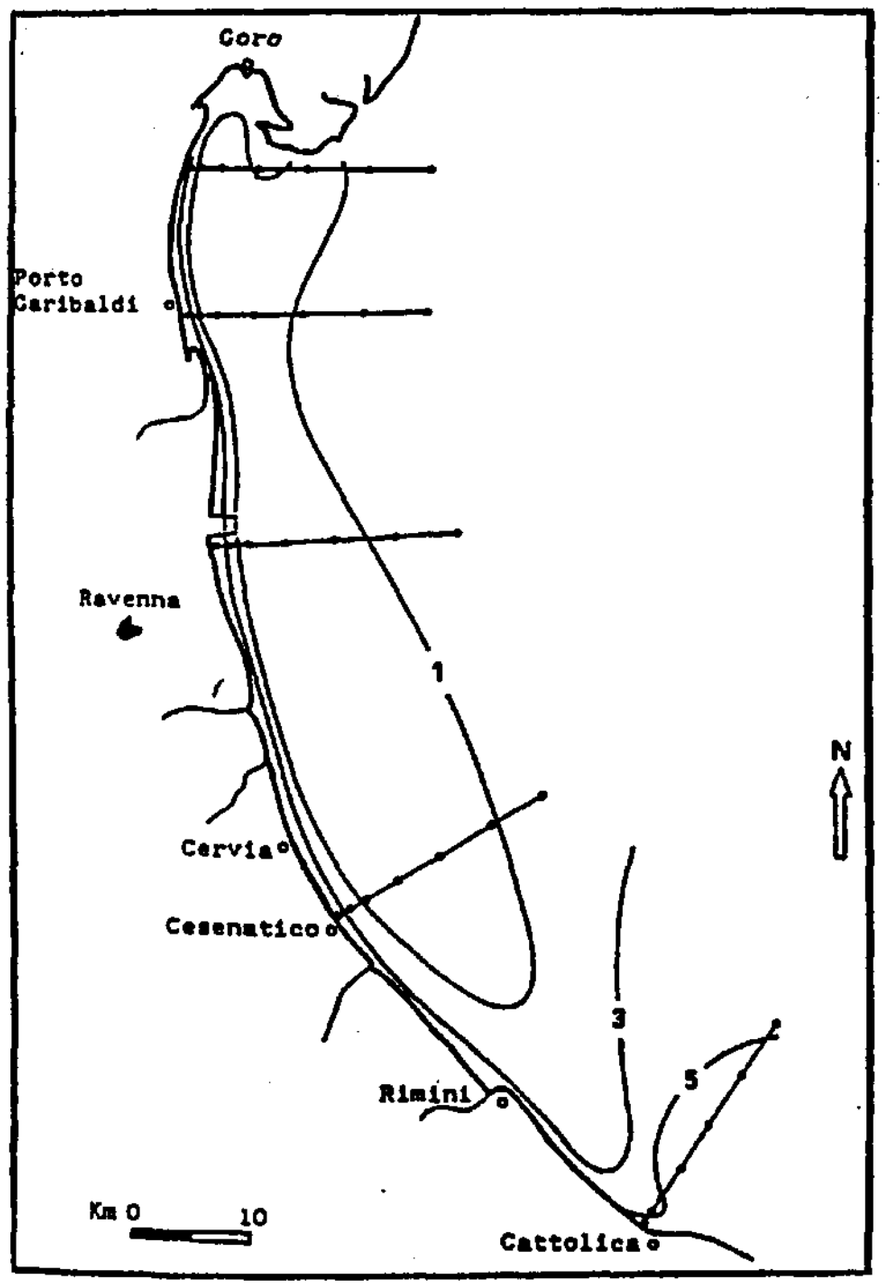


fig. 1 Distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in mg/l nelle acque di fondo. Agosto 1982.

Non è difficile immaginare gli effetti negativi che una situazione di questo tipo può esercitare sull'ecosistema bentonico; gli organismi più vulnerabili sono quelli che conducono una vita strettamente legata al sedimento quali Celenterati, Policheti, Molluschi e tutti gli stadi giovanili ed embrionali che nei pressi del fondale trascorrono parte della loro vita. Seguono poi quegli organismi che possono effettuare solo modesti, in quanto inusuali, spostamenti sulla verticale quali i Crostacei ed in genere il pesce di fondo. Per questi ultimi la sopravvivenza è legata alla durata del fenomeno ed alla capacità di potersi mantenere a livelli superiori allo strato anossico. In questi casi il comportamento dei pesci di fondo, dei Crostacei in genere e di alcuni invertebrati mobili è caratterizzato da un continuo "sali e scendi"; tendono a risalire con un moto quasi innaturale verso lo strato ossigenato cercando di mantenersi ad un livello in cui la concentrazione dell'ossigeno disciolto è sufficiente alle funzioni respiratorie. Ovviamente, per le caratteristiche natatorie non adatte alla vita pelagica, subentra affaticamento con la conseguente "ricaduta" verso le acque anossiche.

Nelle esplorazioni dirette dei fondali durante questo ed altri episodi di anossia si è osservato un generale annerimento del substrato sedimentario dovuto per lo più alle elevate concentrazioni di idrogeno solforato di cui il sistema si è arricchito a seguito della mineralizzazione in anaerobiosi della sostanza organica sedimentata.

Ma la cosa che più attira l'attenzione è il comportamento della fauna di fondo. I solchi lasciati dai Bivalvi in movimento, particolarmente attivi all'inizio del fenomeno (nella fase ipossica), seguono circonvoluzioni irregolari senza seguire nessuna direzione logica.

Gli organismi che conducono di norma una vita ipogea tendono ad affiorare dal sedimento; questo avviene soprattutto per i Solenidi, gli Spatangidi, ed in genere per molti Policheti erranti, Platelminti, Nemertini e Sipunculidi. I tentacoli degli anemoni del genere *Cerianthus* non più stesi ad ombrello tendono ad arricciarsi. Gli *Astropecten* presentano un rigonfiamento a cupola nella posizione aborale e, nelle fasi anossiche più persistenti, le braccia sono contorte e spesso ripiegate sul lato aborale. Gli organismi più mobili quali le ofiure ed alcuni crostacei si portano nelle posizioni più elevate del sedimento o su relitti affondati formando in molti casi cospicue aggregazioni.

In queste occasioni è anche possibile vedere i granchi appartenenti alla specie *Macropipus depurator* aggrappati ad oggetti galleggianti od attaccarsi al corpo dei bagnanti.

Un'altro atteggiamento classico che denuncia uno stato anossico in atto ci è dato dai Gabbiani; si assiste durante le fasi di boccheggiamento del pesce di fondo a grandi raduni di Laridi che volando, o semplicemente nuotando, predano il pesce oramai esausto.

Per gli altri pesci forniti di un sistema natatorio adatto alla vita pelagica in genere il problema non sussiste in quanto sono in grado di nuotare negli strati superficiali ed allontanarsi dalle zone critiche.

Nell'estate del 1982 i primi casi di pesce boccheggiante erano osservabili già all'inizio del mese di agosto in una fascia parallela alla battigia compresa tra 1 Km dalla costa fino a 3 - 4 Km verso il largo. Nella fascia strettamente costiera (i primi 500 - 800 m), grazie all'azione del moto ondoso ed alle scarse profondità, il sistema era equamente ossigenato sull'intera colonna d'acqua. Si era quindi venuto a creare uno stretto corridoio ove, per motivi di sopravvivenza, si erano ammassati ingenti quantitativi di pesce "imprigionato" dalla costa sul lato Ovest e dal fronte anossico sul lato Est.

Situazioni di questo genere difficilmente passano inosservate dai fruitori del mare favorendo tra l'altro i cosiddetti fenomeni di "pesca facile" da parte dei pescatori locali. Piccole imbarcazioni in quelle circostanze potevano pescare con rete a strascico fino a 100 - 200 kg di triglie (*Mullus barbatus*) in poche ore.

Un ulteriore aggravamento della situazione si è avuto il giorno 21 agosto quando sulla battigia compresa tra Cesenatico e Ravenna si sono verificati ingenti spiaggiamenti di pesce di fondo in stato preagonico o già morto. L'evento è stato causato indirettamente dall'idrodinamismo imposto dal vento di libeccio (da SW) che, spirando da terra, ha innescato un processo di trasporto delle masse d'acqua superficiali verso il largo con il conseguente richiamo di quelle di fondo verso riva. I fenomeni di upwelling arrecano di solito benefici al sistema costiero soprattutto se coincidenti all'insorgere di un fenomeno eutrofico, quando ancora non è iniziato il processo di decadimento del bloom, in quanto sospinge al largo le acque superfi ciali eutrofizzate e richiama in costa quelle di fondo più fredde e più salate. Nel caso specifico invece le acque trasportate verso riva erano quelle anossiche di fondo che hanno provocato un graduale restringimento della fascia non interessata dalla anossia fino ad eliminarla completamente. Le stesse sostanze derivanti dai processi di decomposizione in anaerobiosi, quali idrogeno solforato ed ammoniaca, arrivate nei pressi della costa e passate in atmosfera ammorbavano l'aria a tal punto da farsi sentire per diversi chilometri verso l'entroterra.

Gli effetti derivanti dall'avanzamento del fronte anossico verso riva sono risultati letali alla fauna bentica in precedenza ammassata nel corridoio di sopravvivenza. Sospinti verso la battigia molti pesci di fondo finirono per essere spiaggiati.

In quell'occasione gli organismi più interessati dallo spiaggiamento furono (in ordine quantitativo decrescente):

tra i Pesci

Gobius paganellus L.
Gobius jozo L.
Solea solea (L.)
Mullus barbatus L.
Syngnathus spp.
Trachinus draco L.

tra i Crostacei

Macropipus depurator (L.)
Carcinus mediterraneus Czerniavsky

e tra i Cefalopodi

Sepia officinalis L. (solo stadi giovanili)

Un'altro scenario che si presentò in quella occasione consistette nell'affioramento massivo delle parti molli del bivalve *Chamelea gallina*. I meccanismi che innescarono questo inconsueto fenomeno furono determinati dalla decomposizione di detti Molluschi uccisi dalla carenza di ossigeno. Dopo alcuni giorni dalla morte le parti molli tendono infatti a separarsi dalle pesanti valve ed affiorare. In quella circostanza erano visibili in fasce parallele alla linea di costa, lunghe anche diversi chilometri, i resti di questi bivalvi con densità tale che nei punti a maggiore concentrazione poteva raggiungere i 4-5 esemplari per mq.

Successivamente, nella giornata del 22 agosto, si è verificata una mareggiata che ha operato una sufficiente azione di miscelamento sulla verticale. Si è in tal modo risolto quello stato di crisi che persisteva da più di dieci giorni; gli stessi controlli effettuati nei giorni successivi hanno evidenziato soltanto limitati casi di ipossia.

Nel mese di settembre in seguito alle precipitazioni atmosferiche dei giorni 7 e 8 si è verificato un secondo caso eutrofico che, come il precedente, si è manifestato in tutte quelle forme evolutive quali anomale colorazioni delle acque ed anossia dei fondali. In questo caso la minore estensione dell'area anossica ed il sopraggiungere di una mareggiate ha risolto lo stato di crisi ed attenuato gli effetti sull'ecosistema bentonico.

Evoluzione, chimismo e peculiarità del fenomeno

L'evoluzione temporale dell'ossigeno disciolto presenta un andamento sinusoidale a lungo periodo inversamente proporzionale all'escursione termica stagionale. I valori più bassi si hanno pertanto in estate per la diminuita solubilità dell'ossigeno alle alte temperature ed i massimi nella stagione invernale per l'opposta condizione.

Attorno poi al valore fisico di saturazione si hanno fluttuazioni a breve termine dovute principalmente a fattori biologici. In superficie si ha in genere un incremento di questo parametro oltre al valore fisico di saturazione per il contributo fotosintetico derivante dalla biomassa autotrofa. Se la quantità di biomassa algale è riconducibile ad un bloom si possono avere valori di saturazione che possono superare il 150 - 180 %. Nelle acque di fondo le fluttuazioni sono di norma in negativo rispetto al valore fisico di saturazione in quanto sui contributi fotosintetici tendono a prevalere i processi respiratori e di mineralizzazione della sostanza organica sedimentata.

Come si può osservare dalla figura 2, ove viene rappresentata l'escursione temporale giornalmente rilevata in una stazione posta a 3 Km al largo di Cesenatico (8.5 m di fondale), nelle stagioni estive si possono avere crisi anossiche nelle acque di fondo quando, oltre al normale abbassamento del valore fisico di saturazione si manifestano blooms algali. In questi casi il range di concentrazione tra superficie e fondo può essere molto ampio; si possono avere valori di ossigeno disciolto che nelle ore centrali della giornata possono superare il 180 % e valori prossimi allo 0 sul fondale per i processi di riduzione in atto.

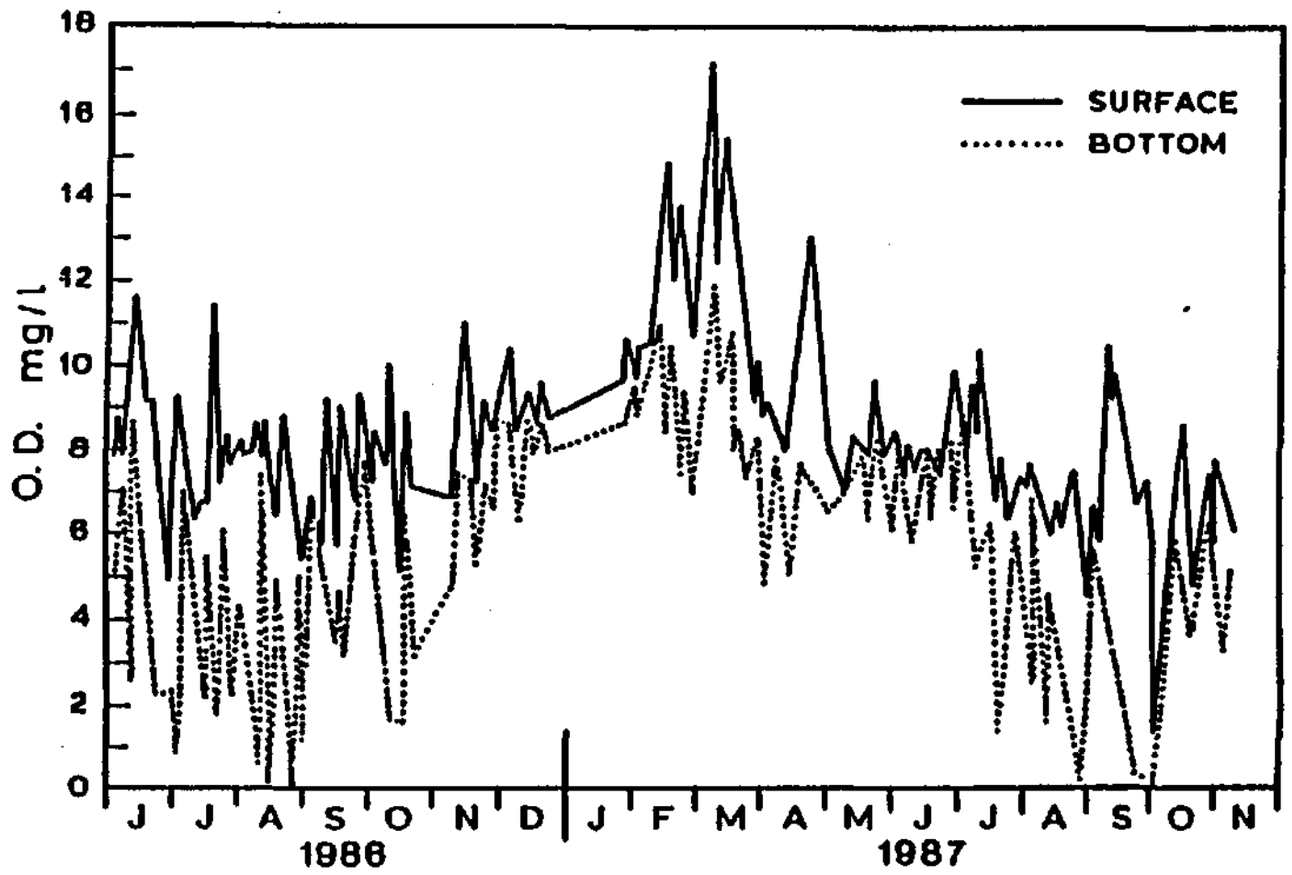


fig.2 Fluttuazioni temporali dell'ossigeno disciolto.

In figura 3 si propone come esempio un profilo verticale di clorofilla "a" e di ossigeno disciolto eseguito il 23 settembre 1987 nella stazione collocata a 10 km dalla costa sul transetto di Garibaldi. Gli alti valori di biomassa microalgale in superficie determinano valori di ossigeno disciolto che vanno oltre al valore fisico di saturazione. Scendendo in profondità si ha una normale tendenza alla diminuzione del parametro fino a 9.5 m dalla superficie; solo negli ultimi due metri la concentrazione dell' ossigeno disciolto si assesta su valori prossimi allo zero.

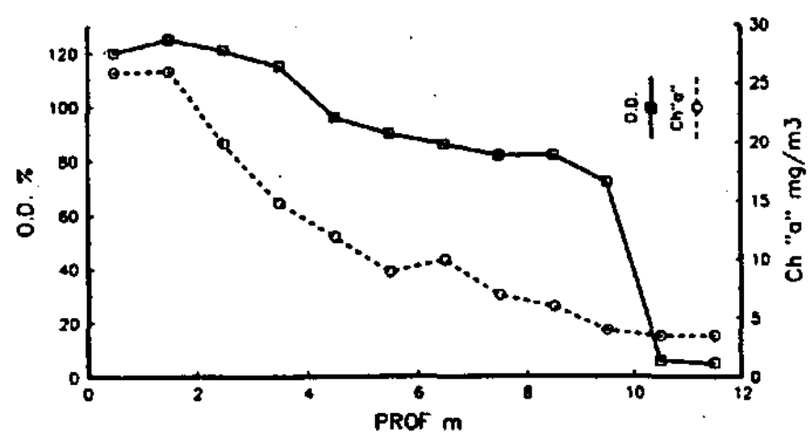


fig. 3 Profilo verticale di ossigeno disciolto e di clorofilla "a".

La distribuzione delle zone interessate da anossia può raggiungere dimensioni notevoli. Tra gli eventi più diffusi si ricorda il caso del 1982 che interessò un'area bentica valutabile in 900 Kmq. Nel 1984 si ebbero 800 Kmq di fondale anossico, 650 Kmq nel 1986 e 800 nel 1987 (vedi figura 4-a il caso del 1987). Anche le elevate concentrazioni delle sostanze derivanti dai processi di mineralizzazione della sostanza organica sedimentata in anaerobiosi, quali idrogeno solforato ed ammoniaca, presentano in genere diffusioni perfettamente sovrapponibili agli stati anossici (vedi in figura 4-b il caso dell'ammoniaca).

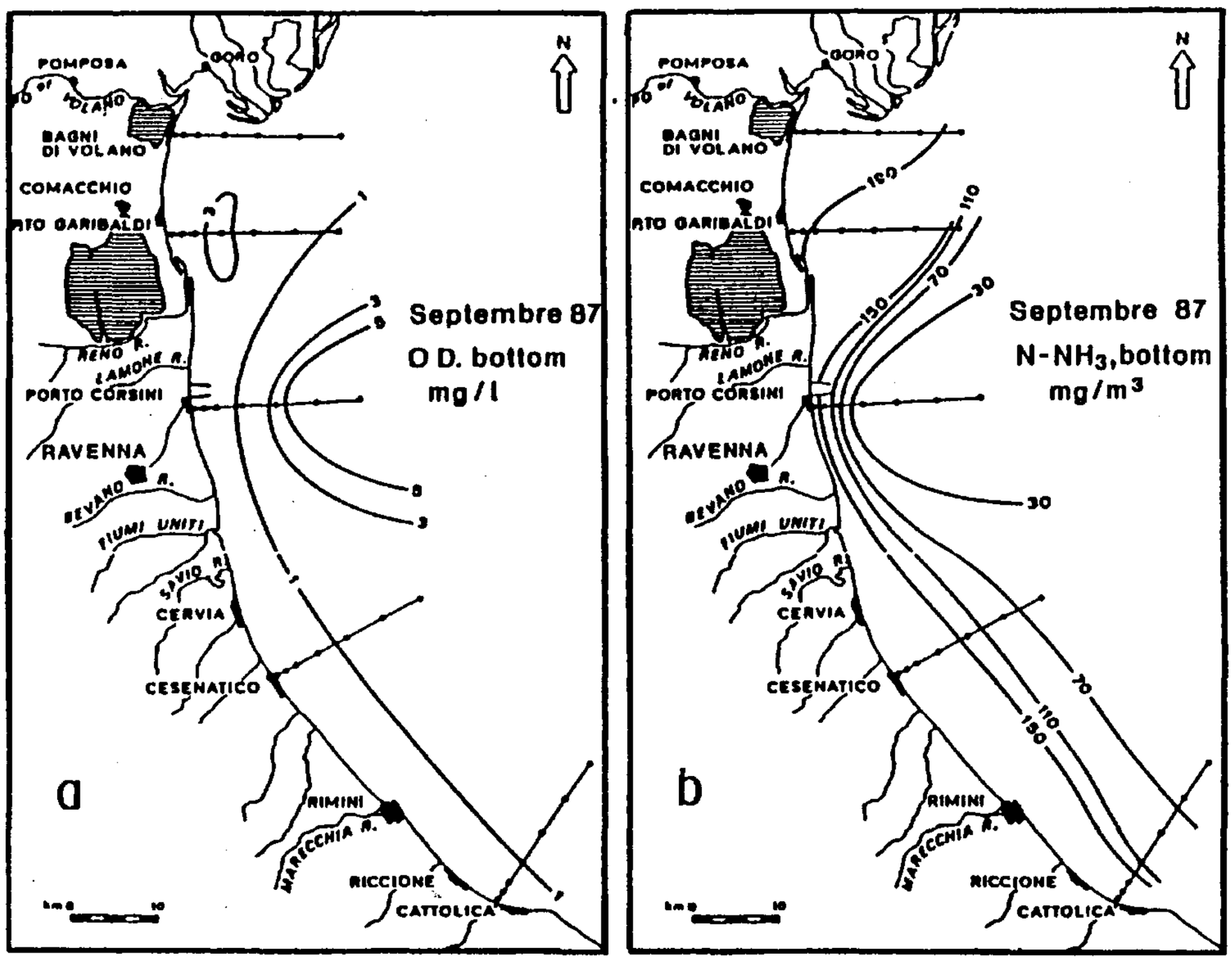


fig. 4 Distribuzioni dell' ossigeno disciolto e dell'azoto ammoniacale nelle acque di fondo. Settembre 1987.

In particolari circostanze si possono verificare casi di anossia in aree non interessate da fioriture algale. In più occasioni questo è avvenuto nella fascia di mare a Sud di Ravenna con tutti quegli effetti tipici del fenomeno quali morie di organismi bentonici, spiaggiamenti di pesce di fondo e cattivi odori.

La dinamica di questo possibile evento ha origine nelle fioriture algali estive che si sviluppano nell'area prossima al delta del fiume Po che, per la condizione di ristagno imposta dall'effetto "golfo" determinato dal protendersi dell'area deltizia verso Est è in genere soggetta a persistenti blooms algali. Si instaurano quindi fenomeni di anossia nelle acque di fondo che, con meccanismi di trasporto passivo generati dal flusso idrodinamico Nord- Sud, tendono a spostarsi verso le zone centrali e meridionali della costa emiliano-romagnola (vedi figura 5).

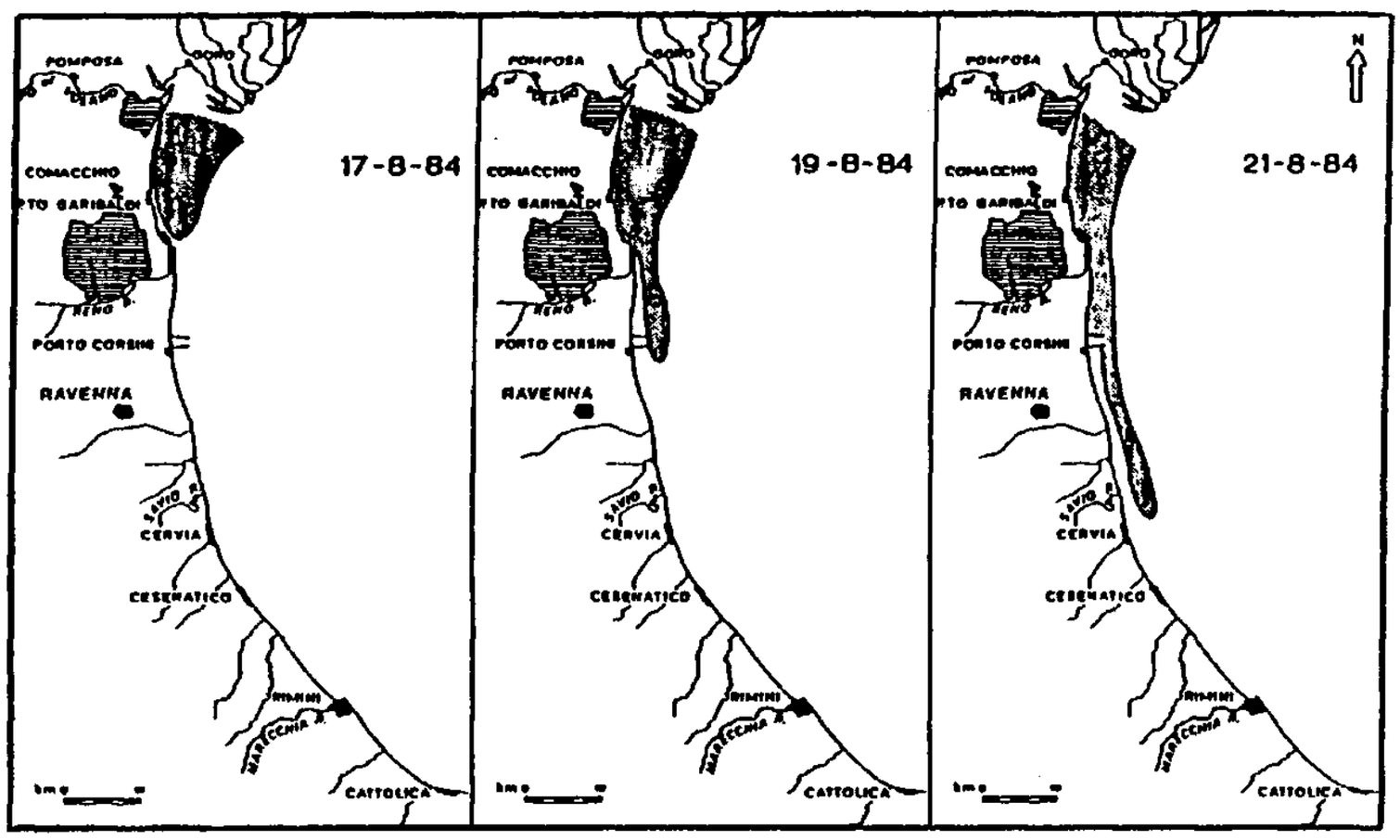


fig. 5 Dinamica spazio-temporale dello stato anossico nelle acque di fondo. 17-21 agosto 1984.

Nella fase di trasporto delle masse d'acqua anossiche verso Sud, si ha lo scavalcamento delle dighe foranee del porto di Ravenna che, essendo lunghe 3 Km, tendono ad allontanare dalla costa la fascia anossica discendente. Si viene pertanto a creare quella condizione che se seguita da vento spirante da terra può generare il fenomeno dello spiaggiamento.

A seguito dei processi di sedimentazione del particolato organico si ha inizialmente un processo aerobico che costituisce il processo metabolico più efficiente nella fase di mineralizzazione. A questo livello l'ossigeno disciolto nell'acqua rappresenta l'accettore terminale degli elettroni. In genere il processo di ossidazione della sostanza organica può essere descritto dalla equazione:

$$(CH_2O)n + n\,O_2 \rightarrow n\,CO_2 + n\,H_2O$$
$$[K=10^{84}]$$

Per ossidare una grammomolecola di carbonio (12 g) occorrono teoricamente 22.4 l di ossigeno e finché la quantità di ossigeno consumato non supera l'apporto, principalmente dovuto a fenomeni di avvezione dagli strati superficiali, non si instaurano condizioni riducenti (Olausson, 1972).

Se si considerano come composizione media del fitoplancton i valori C:N:P = 106:16:1, e se si assume inoltre che lo stato di ossidazione del carbonio sia quello dei glucidi, la loro riduzione può essere illustrata dalla seguente reazione (Richards, 1965):

$$106\,(CH_2O)\;16\,(NH_3)\;H_3PO_4 + 106\,(O_2) \rightarrow 106\,(CO_2) + 16\,(NH_3) + H_3PO_4 + 106\,(H_2O)$$

In presenza di una sufficiente disponibilità di ossigeno disciolto, l' NH_3 non si trova in una condizione stabile e tende ad ossidarsi in nitrato.

$$NH_3 + 32\ (O_2) \rightarrow 16\ (HNO_3) + 16\ (H_2O)$$

Tale processo di nitrificazione, sebbene possa avvenire in condizioni eterotrofe, si ritiene che sia essenzialmente di tipo autotrofo mediato da diversi gruppi di batteri dei quali i più importanti sono i *Nitrosomonas* che ossidano l'ammmoniaca a nitrito ed i *Nitrobacter* che trasformano il nitrito in nitrato (Grundmanis *et al.*, 1977). Questi organismi che vivono in condizioni strettamente aerobiche, debbono essere a livello del sedimento separati da quelli che possono utilizzare i nitrati nei processi riduttivi.

Pertanto l'ossidazione completa della sostanza organica può essere cosi schematizzata:

$$106\ (CH_2O)\ 16\ (NH_3)\ H_3PO_4 + 138\ (O_2) \rightarrow 106\ (CO_2) + 122\ (H_2O) + 16\ (HNO_3) + H_3PO_4$$

Una volta che tutto l'ossigeno disciolto nelle acque di fondo è stato utilizzato, il processo di mineralizzazione della sostanza organica procede in condizioni anaerobiche.

Anche in un sistema sufficientemente ossigenato è possibile che microzone anaerobiche (costituite da ammassi di detriti nel sedimento o anche da aggregati fluttuanti) comprendenti microaerofili o anaerobi obbligati possano coesistere in ambiente ossigenato (Seki, 1970). In seguito alla riduzione quantitativa dell' ossigeno disciolto lo sviluppo di queste microzone tende a diffondersi ed a far prevalere la mineralizzazione anaerobica sulla aerobica.

In condizioni di anossia la decomposizione della sostanza organica procede utilizzando il nitrato con un processo di denitrificazione che avviene in due stadi: la riduzione del nitrato a nitrito e la riduzione del nitrito ad azoto molecolare (Oceanography Chemical Processes).

$$CH_2O + 2\ (NO_{3\text{-}}) \rightarrow 2\ (NO_{2\text{-}}) + HCO3\text{-} + H+$$
$$[K=10^{79}]$$
$$3\ (CH_2O) + 4\ (NO_{2\text{-}}) \rightarrow 2\ (N_2) + 2\ (HCO_{3\text{-}}) + CO2 + H_2O$$

Si può osservare che i valori delle costanti di equilibrio della ossidazione della sostanza organica mediante ossigeno e via nitrato sono abbastanza vicini. Ciò suggerisce che alcune reazioni del nitrato a nitrito possono verificarsi non solo in condizioni anossiche ma anche in stati di ipossia.

Il secondo stadio del processo di denitrificazione è costituito dalla formazione di azoto molecolare. Nonostante che studi sperimentali indichino che la denitrificazione ad azoto gassoso può essere un processo significativo nelle acque di mare contenenti meno di 0.1 mg/l di ossigeno disciolto, in realtà in mare la produzione di azoto molecolare non è stata ancora chiaramente dimostrata (Oceanography Chemical Processes). Secondo Richards (1965) la riduzione della sostanza organica via nitrato avviene nel modo seguente:

$$106\ (CH_2O)\ 16\ (NH_3)\ H_3PO_4 + 84.8\ (HNO_3) \rightarrow 42.4\ (N_2) + 148.4\ (H_2O) + 16\ (NH_3) + H_3PO_4$$

Utilizzati gli ioni $NO_{3\text{-}}$, la fase successiva della mineralizzazione avviene con l'impiego dei solfati. Il modello della reazione descritta da Richards, mediata da specifici gruppi di batteri del genere *Desulfovibrio*, è la seguente:

$$106\ (CH_2O)\ 16\ (NH_3)\ H_3PO_4 + 53\ (SO_{4\text{--}}) \rightarrow 106\ (CO_2) + 53\ S^{--} + 16\ (NH_3) + H_3PO_4 + 106\ (H_2O)$$

In linea generale l'idrogeno solforato non riesce a raggiungere come tale la superficie e da qui passare nell'aria in quanto passando dallo stato anossico di fondo a quello sovrastante ossigenato si ossida a solfato. In casi eccezionali però, a seguito di fenomeni di upwelling, le masse d'acqua di fondo arrivano tal quali in superficie per cui, l'idrogeno solforato, insieme ad altre sostanze azotate volatili di odore sgradevole, si liberano nell'atmosfera.

La produzione di ioni S^{--} può inoltre assumere un importante ruolo nella solubilizzazione dei fosfati accumulati nei sedimenti. Infatti in condizioni aerobiche questi si trovano complessati con il ferro a formare $FePO_4$. In situazioni anossiche invece, lo ione S^{--} libero si lega preferibilmente al ferro a formare solfuri metallici come la pirite (FeS_2), rilasciando fosforo inorganico.

Gli studi effettuati da Jorghensen e Fenchel (1974) sul ciclo dello zolfo nei sedimenti marini hanno portato alla conclusione che la produzione di ioni zolfo risulta un importante fattore nella mobilitazione dei nutrienti verso le zone aerobiche.

In questa condizione, caratterizzata da uno stato altamente riducente, l'ammoniaca prodotta si trova in una forma stabile per cui dalle acque interstiziali può diffondersi seguendo i gradienti di concentrazione od adsorbimento sulle particelle sedimentarie (Rosenfled, 1978).

La produzione di idrocarburi rappresenta lo stadio finale delle reazioni che riguardano la mineralizzazione della sostanza organica a livello dei sedimenti anossici. Tale processo è mediato dai metanobatteri.

In un ambiente anossico la riduzione dei carbonati e della CO_2 sostituisce la riduzione dei solfati quando la concentrazione di questi ultimi nell'acqua e nei sedimenti è ridotta al minimo. Notevoli quantità di metano non si possono quindi formare nei sedimenti che contengono solfati disciolti in quanto la metanogenesi è inibita dagli ioni solfuro. Pare infatti che l'H_2S eserciti un' azione tossica nei confronti dei metanobatteri (Galen, 1980).

I composti e le reazioni mediate da questo gruppo di batteri sono:

$$2\ (CH_2O) \rightarrow CH_4 + CO_2 \quad CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2\ (H_2O)$$

Le reazioni diagenetiche descritte sono rappresentate mediante semplici modelli stechiometrici dove si assume che la loro cinetica sia piuttosto semplice. In effetti i processi di mineralizzazione della sostanza organica richiedono interazioni sia di tipo fisico che biochimico molto più complesse.

Effetti sull'ecosistema bentonico.

Dalle osservazioni e dai dati rilevati nell'ultimo quindicennio è stato possibile seguire nel tempo l'evoluzione dei fenomeni anossici ed i loro effetti sull'ecosistema bentonico.

Oltre alla normale variabilità degli eventi anossici, sia in termini spaziali che di permanenza, si è visto che nelle annate particolarmente siccitose manca l'innesco del seguente meccanismo: apporto di nutrienti - blooms algali - anossie in quanto vengono meno quei precursori nutrizionali che possono innescare e sostenere consistenti biomasse algali. È quanto avvenuto nel triennio 1988 - 1989 - 1990 (e parzialmente nel 1991); grazie alle particolari condizioni meteoclimatiche, non si sono avute anossie di rilievo nei periodi estivi. Nel precedente periodo (1975 - 1987) invece alterazioni dovute a crisi anossiche si sono regolarmente avute in tutte le annate. Il ripetersi con regolare periodismo di eventi simili, aventi in genere un elevato impatto ambientale, ha determinato nell'ecosistema bentonico profonde modificazioni.

Le osservazioni più significative sono state fatte sui Molluschi e sui Crostacei.

Per quanto riguarda la fauna ittica di fondo diventa difficile valutare in che misura le anossie abbiano contribuito al suo depauperamento visto il notevole "sforzo di pesca" a cui dette biomasse sono destinate.

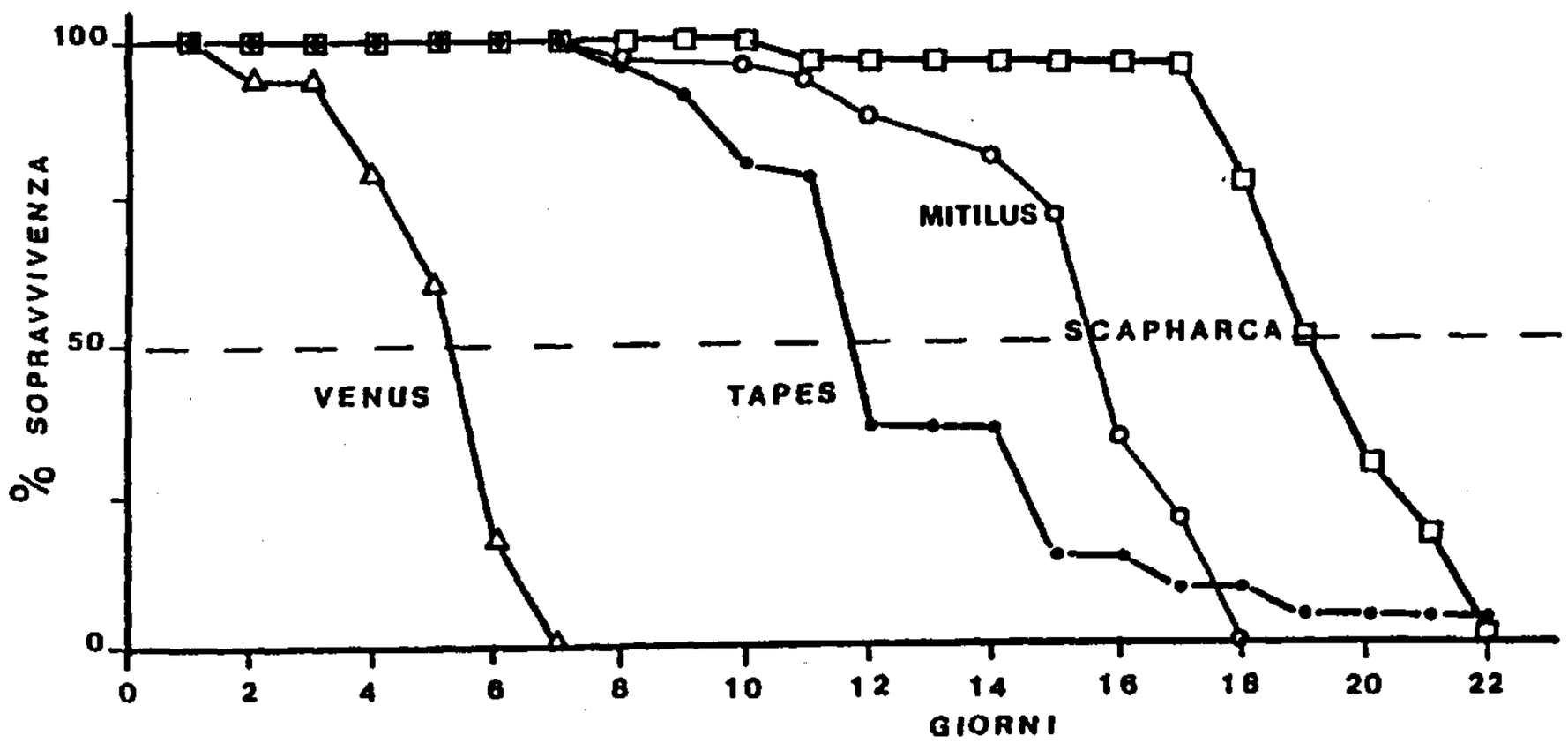


fig 6 Tempi di sopravvivenza di Bivalvi sottoposti ad anossia (da De Zwaan et Al. 1992).

Tra le specie ittiche scomparse o fortemente rarefatte su cui le tecniche di pesca hanno avuto un effetto del tutto irrilevante sono comunque da segnalare l'*Hippocampus antiquorum* e la *Trachinus draco*.

Di seguito si riportano le specie di Molluschi e di Crostacei che a partire dal 1975 sono andate incontro ad una progressiva rarefazione (nell'elenco contrassegnate con RA) o sono scomparse (contrassegnate con SC). Le osservazioni si riferiscono alla zona di mare prospiciente la costa emiliano - romagnola fino ad una distanza verso il largo di 20 Km.

Molluschi

Gasteropodi

Aporrhais pes-pelecani (L.)	RA
Turritella communis Risso	RA
Spheronassa mutabilis (L.)	RA
Truncullariopsis trunculusl (L.)	SC
Murex brandaris (L.)	SC
Naticarius millepunctatus (Lamarck)	RA
Naticarius hebraeus (Martyn)	SC
Scafopodi	
Dentalium inaequicostatum (Dautz.)	RA
Opistobranchi	
Acteon tornatilis (L.)	SC
Philine aperta (L.)	RA
Bivalvi	
Chlamys glabra (L.)	SC
Acanthocardia aculeata (L.)	RA
Acanthocardia paucicostata (G.B.Sowerby)	SC
Acanthocardia tuberculata (L.)	SC
Cerastoderma edule (L.)	SC
Mactra corallina (L.)	RA
Spisula subtruncata (Da Costa)	RA
Ensis siliqua minor (Chenu)	RA
Solen marginatus (Pennant)	RA
Angulus tenuis (Da Costa)	RA
Tellina fabuloides (Monterosato)	SC
Tellina nitida Poli	RA
Tellinella distorta (Poli)	RA
Donax semistriatus Poli	SC
Donax trunculus L.	SC
Abra alba (Wood)	RA
Pharus legumen (L.)	RA
Chamelea gallina (L.)	RA
Dosinia lupinus (L.)	SC
Venerupis aurea (Ghelin)	RA
Mysia undata (Pennant)	SC
Barnea candida (L.)	SC
Thracia papyracea (Poli)	SC
Crostacei	
Dorippe lanata (L.)	SC
Corystes cassivelaunus (Penn.)	SC

A partire dal 1988 si è notata la ricomparsa, in certi casi massiva, di alcuni Bivalvi i cui popolamenti avevano subito drastiche riduzioni, ci si riferisce in particolare al *Solen marginatum*, *Pharus legumen*, *Spisula subtruncata*, *Acanthocardia tuberculata* e *A. aculeata*.

Per quanto concerne i tempi di resistenza degli organismi bentonici alle crisi anossiche De Zwaan (1992) ha eseguito in laboratorio tests di sopravvivenza. In acqua marina resa anossica attraverso il gorgogliamento di azoto ha effettuato prove su alcuni Bivalvi endemici dell'Adriatico Nord-occidentale quali: *Chamelea*

gallina, *Tapes philippinarum*, *Mytilus galloprovincialis* e *Scapharca inaequivalvis*. I Tempi di sopravvivenza del 50 % degli esemplari utilizzati ha dimostrato che la più resistente è la *S. inaequivalvis* con 19 giorni, segue in ordine decrescente il *M. galloprovincialis* con circa 16 giorni, poi la *T. philippinarum* com 12 ed infine la *C. gallina* con circa 6 giorni (vedi figura 6).

Dalle osservazioni in campo si è visto che i tempi di mortalità della *C. gallina* e della *S. inaequivalvis* sono in genere più brevi rispetto ai tempi calcolati in laboratorio (nell'ordine del 40-50 %). I motivi vanno probabilmente attribuiti all'effetto sinergico di più fattori in quanto oltre allo stato anossico vi è la contemporanea azione di sostanze ad azione tossica quali l'idrogeno solforato e l'ammoniaca che in quelle circostanze si trovano in genere ad alte concentrazioni.

Ringraziamenti

Un ringraziamento particolare al malacologo Emidio Rinaldi di Forlì per i preziosi suggerimenti forniti sulle modificazioni dei popolamenti bentonici imposte dal ripetersi degli stati anossici. Si ringraziano inoltre Pagan Vittorio e Pagan Dino, rispettivamente Comandante e Motorista della M/n oceanografica "Daphne II", per la collaborazione prestata.

Bibliografia

DE ZWAAN A., CORTESI P., VAN DEN THILLART G., BROOKS S., STOREY K.B., ROOS J., VAN LIESHOUT G., CATTANI O., VITALI G., (1992) - Energy metabolism of bivalves at reduced oxygen tensions. In: Marine Coastal Eutrophycation. Proc: Bologna Conference March 21-24, 1990. *J. Science of the Total Environment, ELSEVIER*, Vol. x., 1992 (in press).

GALEN E.J., (1980) - Biogeochemical succession of bacterial activities in acquatic sediments. *Reprinted from Microbiology*, 348-349.

GRUNDMANIS V., MURRAY I:W., (1977) - Nitrification in Marine Sediments from Puget Sound, *Limnol. Oceanogr*, **22:** 804-813.

JORGHENSEN B.B., FENCHEL T., (1974) - The sulfur cicle of a marine sediment model sistem. *Mar. Biol.* **24:** 189-201.

MARCHETTI R., MARCELLO I., GIANGIACOMO T., BONAVENTURA F., (1989) - Caratterizzazione preliminare degli essudati di origine fitoplanctonica raccolti in Adriatico nell'estate 1989. *Acqua aria*, **8:** 883-887.

MONTANARI G., NESPOLI G., RINALDI A., (1984) - Formazione di condizioni anossiche nelle acque marine costiere dell'Emilia- Romagna dal 1977 al 1982. *Inquinamento;* **11:** 33-39.

Oceanography Chemical Processes., - in: "The Open University, S 334; Units 7 e 8."

OLAUSSON E., (1972) - Water sediments exchange and recycling of pollutants through biogeochemical processes. *Marine Pollution and Sea life. FAO Fishing news (Books) Ltd*, 158-160.

Regione Emilia-Romagna, (1989) - Eutrofia e distrofia nella Sacca di Goro. I risultati di uno studio condotto negli anni 1978 e 1988. Studi e documentazioni, Assessorato Ambiente e Difesa del Suolo, Regione Emilia-Romagna, Bologna.

Regione Emilia-Romagna, (1981-1991) - Eutrofizzazione delle acque costiere dell'Emilia-Romagna. Rapporti annuali 1981-1991. Studi e documentazioni, Assessorato Ambiente e Difesa del Suolo, Regione Emilia-Romagna, Bologna.

RICHARDS F.A., (1965) - Anoxic Basin and Fjords. in: Chemical Oceanography. (J.P. Riley & G. Skirrow eds) Vol. 1, /Academic Press. London), 611-645.

RINALDI A., MONTANARI G., GHETTI A., FERRARI C.R., PENNA N., (1990) - Presenza di materiale mucillaginoso nell'Adriatico Nord- occidentale negli anni 1988 e 1989. Dinamica dei processi di formazioni di diffusione e di dispersione. *Acqua aria*, **7/8:** 561-567.

ROSENFLED J.K., (1978) - Ammonium adsorption in nearshore anoxic sediments. *Limnol. Oceanogr.*, **24:** 356-364.

SEKI H., (1970) - Microbial Biomass on Particulate Organic Matter in seawater in eutrophic zone. *Appl. Mocrobiol.*, **19:** 960- 962.

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: Bologna Conference March 21-24, 1990. *J. Science of the Total Environment, ELSEVIER*, Vol. x., 1992 (in press).

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 91-96

A. DE ZWAAN°, P. CORTESI°°, O. CATTANI°°, G. ISANI°°, G. VITALI°°

°Netherland Institue of Ecology, Centre for Estuarine and Coastal Ecology, Yerseke, The Netherlands.
°°Department of Biochemistry, University of Bologna, Italy.

ENERGY METABOLISM OF THE RED BLOOD CELLS OF ARCID CLAMS AS COMPARED TO VERTEBRATES

Metazoan red blood cell metabolism

Key-words: mammalian erythrocytes; invertebrate RBCs; aerobic and anaerobic metabolism; *Scapharca inaequivalvis.*

Abstract

The mammalian erythrocyte metabolizes glucose to lactate (glycolysis) or to CO_2 and NADPH (pentose phosphate cycle) and utilizes small amounts of oxygen. Annelids and molluscs consume O_2 at a much higher rate by means of a mammalian type of electron transport chain. In the absence of air multiple end products accumulate, while glucose and aspartate are utilized.

Summary

The red pigment haemoglobin is (almost) universal as oxygen carrier of vertebrate blood. It also occurs in many invertebrates. The red blood cells (RBCs) are non nucleated in mammals, but nucleated in most other vertebrates and in the invertebrates. The mammalian erythrocyte is a highly specialized cell with as prime function O_2 and CO_2 carriage. The mammalian RBC has a simple metabolism relative to the other body cells. It metabolizes glucose to lactate and utilizes small amount of oxygen. Also the pentose phosphate cycle is functional, utilizing glucose to produce carbon dioxide and NADPH.

The information available on metabolism of invertebrate RBCs is scant. Some metabolic characteristics of RBC of annelid bloodworms and blood clams have been studied. Radiolabelled CO_2 production has been observed by adding radioactive glucose and glutamate to RBCs of representatives of these invertebrate groups.

Since 1989 the teams of the authors have in collaboration studied the aerobic and anaerobic metabolism of the RBC from the blood clam *Scapharca inaequivalvis.* The blood clams belong to the primitive family Arcidae, Mollusca.

RBCs of *S. inaequivalvis* differ distinctly from (un)nucleated vertebrate RBCs in that both aerobic and anaerobic metabolism are well develeped. They have maintained a high metabolic rate relatively to vertebrate RBCs. In contrast to vertebrate RBCs which are atypical body cells, blood clam RBCs function much as other tissue cells. They are, however, distinct concerning the lack of phosphagen and the absence of glycogenolysis. The RBCs of the blood clam do not accumulate fermentative products when incubated under a stream of water saturated air. They consume O_2 at a significant rate by means of a mammalian type of electron transport chain.

When *S. inaequivalvis* RBCs are equilibrated with a constant stream of N_2/CO_2 gas or air in the presence of either H_2S, HCN or oligomycin, typical anaerobic end products of euryoxic marine invertebrate cells accumulate (succinate, propionate, alanine, opine), while aspartate is utilized. Glucose taken up by the plasma is probably the main fuel during sustained anaerobiosis.

This is evidenced by the absence of glycogen phosphorylase and the presence of a fairly active hexokinase. The metabolic machinery of the RBC of the blood clam is not equipped for a "flare up" of anaerobic energy expenditure; no phosphagen is present and the potential for pyruvate reduction is low. Lactate and octopine dehydrogenase, present in muscle tissue, are undetectable in the RBC. The presence of phosphoe-

nolpyruvate carboxykinase indicates that glucose as well as aspartate can be the precursor of succinate and that a so- called PEP-branchpoint exists.

Introduction

Erythrocytes or red blood cells contain the pigment haemoglobin or haemerythrin. The red pigment haemoglobin (Hb) is (almost) universal as the oxygen carrier of vertebrate blood. It also occurs in many invertebrates. In most invertebrates the pigment is not packed in cells but occurs free in the circulatory fluid. However, Hb is also found within blood cells in representatives of annelids, some nemerteans and phoronids, many crustaceans, a few insects, some molluscs and echinoderms. Representatives of brachiopods, annelids, sipunculids and priapulids have blood cells containing the violet pigment haemerythrin. The blood cells are non-nucleated in mammals, but nucleated in most other vertebrates and in the invertebrates.

In a review of 1985 about metabolism of invertebrate RBCs Mangum and Mauro chosed as subtitle "A vacuum in our knowledge". At present this subtitle still is actual. Since 1985 only scant information has been offered about annelid and molluscan RBCs and this concerns especially aerobic aspects of metabolism (Deaton and Mangum, 1976; Freadman and Mangum, 1976; Mauro and Isaacks, 1976; Mangum and Mauro, 1985). Mangum and co- workers reported the rapid loss of integrity of RBCs from a marine polychaete and a blood clam when exposed to a pO_2 of zero or when KCN is added. Their conclusion that invertebrate RBCs would not have the ability to metabolize in the absence of oxygen may have discouraged scientists to investigate anaerobic metabolism. The authors are at least not aware of papers appeared about this subject. However, studies with RBCs of the blood clam *S. inaequivalvis* carried out since 1989 at Cesenatico in collaboration by the teams of the authors revealed that under the above situations a spectrum of fermentative products is formed, while hemolysis was low for several hours. This was the start of a joint venture for an intensive study of energy metabolism at Cesenatico of the RBCs of this mollusc under oxic, hypoxic and anoxic conditions. *S. inaequivalvis*, a native of the Indo- Pacific region, has been recently introduced in the Adriatic Sea. This species belongs to the Arcidae. This group is known colloquially as blood clams, because of the presence of hemoglobin-bearing erythrocytes. In contrast, the native adriatic bivalve species lack RBCs. The population of *S. inaequivalvis* is here rapidly growing and outcompeting native species of great commercial importance. The ability to deal with hypoxia is probably the dividing factor between the success versus failure (Brooks *et al.*, 1991; De Zwaan *et al.*, 1991). RBCs of *S. inaequivalvis* differ distincly from (un)nucleated vertebrate RBCs in that both aerobic and anaerobic metabolism are well developed and as such are much less specialized to a sole function in gas transport.

They have maintained a high metabolic rate relatively to vertebrate RBCs. In contrast to vertebrate RBCs which are atypical body cells, blood clam RBCs function much as other tissue cells.

Vertebrates

The mammalian red blood cell (RBC) originates as a cell with nucleus, mitochondria and microsomes. At maturation they loose these organelles, but accumulate an amount of Hb. The mature mammalian erythrocyte is a highly specialized cell with a prime function as an O_2 and CO_2 carrier. The loss of organelles means the loss of metabolic potential in favor of extra space for Hb storage. The mammalian RBC has a simple metabolism relatively to other body cells, lacking i.e. de novo fatty acid synthesis, synthesis of proteins, DNA and RNA and a functional tricarboxylic acid (TCA)-cycle (Harris and Kellermeyer, 1970). It metabolizes glucose and utilizes a small amount of oxygen. The Embden- Meyerhof pathway metabolizes glucose to lactate with substrate linked phosphorylation of ADP. Also the pentose phosphate pathway is functional, utilizing glucose to produce carbon dioxide and NADPH. NADPH appears to be necessary for maintenance of the glutathione of RBCs in reduced form and to prevent oxidation of Hb to methaemoglobin. Reduced glutathione is required for the glutathione peroxidase reaction. It also provides protection to thiol enzymes against oxidative attack of free radicals.

Erythrocytes that have a low capacity of the pentose phosphate pathway are very prone to haemolysis. In mammalian RBC CO_2 is only produced by the pentose phosphate pathway. In these cells about 10 percent of glucose is metablized to yield NADPH, the remainder 90 percent goes to lactate.

Nucleated vertebrate cells have a considerable higher metabolic potential than mammalian RBCs, although they also cannot be considered as typical body cells. Low ATP levels and low oxygen consumption

rates indicate a fairly slow aerobic energy metabolism (Mangum and Mauro, 1985). The presence of an operational TCA-cycle is not always clear. Like mammalian RBCs, amphibian RBCs also appear to oxidize glucose mainly through the anaerobic glycolytic pathway and the pentose phosphate pathway (Kaloyianni and Kalomenopoulou, 1990). This probably also applies to pigeon RBCs (Kalomenopoulou and Beis, 1990). Other reports suggest some TCA-cycle activity for bird RBC (Bell, 1971). In rainbow trout RBC enzymes diagnostic of glycolysis, TCA-cycle and phosphagen metabolism were all present in significant amount (Walsh *et al.*, 1990).

Invertebrates

Aerobic metabolism

Nucleated invertebrate cells have mitochondria, endoplasmatic reticula, and sometimes a golgi apparatus has been identified (Freadman and Mangum, 1976). There are indications that these cells have a more active aerobic metabolism than their vertebrate counterparts. The levels of ATP appear to be in general low in mammals (below 2 mM), average (although strongly fluctuating) in nucleated vertebrate cells and fairly high (above 3 mM) in molluscan and annelid RBCs. Moreover, oxygen uptake rates of blood cell suspensions appear to be substantially higher than of nucleated vertebrate RBCs. The overall oxygen consumption rates of a number of invertebrate RBCs is comparable to that of other tissue preparations of the same species (Mangum and Mauro, 1985). When the environment is sufficiently oxygenated the invertebrate RBCs have a fully aerobic metabolism. They consume O_2 at a significant rate (Mangum and Mauro, 1985, see also table 1). RBCs of *S. inaequivalvis* do not accumulate fermentative products when incubated for up to 6 hours under a stream of water saturated air (De Zwaan *et al.*, 1992a).

Table 1. Rates of oxygen consumption (µl-1 ml-1 cells) by red blood cells from the Arcid clam *Scapharca inaequivalvis*. In B the effect of respiratory chain inhibitors and an uncoupler, and in C the effect of inhibitors of glycolysis, amino acid metabolism and TCA-cycle is given on the rate of oxygen consumption. In B and C the values are expressed by using the oxygen consumption at 18°C as unity (100%).

	Rate
A Without addition	
Total blood 18°C	56.1 ± 4.5
Total blood 25°C	114.2 ± 10.9
RBC, resuspended in plasma	60.7 ± 4.6
RBC, resuspended in 125 mM Imidazole, 75% SW, pH 7.5	54.6 ± 2.9
B Respiratory chain effectors added	Relative Rates
Amytal (4 mM)	59
Rotenone (50 µM)	78
Antimycin A (10 µM)	79
Cyanide (4 mM)	40
Azide (4 mM)	51
2,4-Dinitrophenol (0.3 mM)	153
C Inhibitors of glycolysis, aminotransferases and TCA-cycle added	
2-Deoxyglucose	83
Iodoacetate	71
Aminooxyacetate	63
Arsenite	75
Monofluoracetate	77
Malonate	57

Results after De Zwaan et al., 1992a

In order to investigate whether a conventional mammalian type electron transport chain is functioning in RBCs from this blood clam, we studied the effect of specific inhibitors and an uncoupler on respiration of cell suspensions. The results are summarized in table 1. Without exogenous substrates added, cyanide reduced oxygen uptake by 60 percent and azide by 49 percent, indicating the presence of the terminal complex IV or cytochrome c oxidase to be present. Amytal and rotenon which act on NADH dehydrogenase (complex I) reduced respiration by 41 and 22 percent, respectively. However, when succinate (6 mM) was added prior to rotenone, this poison only inhibited oxygen uptake by 7.3 percent. This fits with the mammalian concept that, during oxidation of succinate, complex I of the electron transport chain is by-passed. The competitive inhibitor of succinate dehydrogenase, malonate (6 mM), blocked respiration by 43 percent which was reduced to 26 percent when subsequent succinate (6 mM) was added. Antimycin A which inhibits electron transport in the span from cytochrome b to c (ubiquinone dehydrogenase, complex III) blocked respiration by 20 percent at 8 mg oxygen per liter dissolved in the plasma, but by 86 percent at 4 ppm. Neither addition of ADP nor NADH stimulated the oxygen consumption rate. The uncoupler of oxidative phosphorylation dinitrophenol stimulated oxygen consumption by 53 percent. These results indicate that (most) oxygen consumption is mitochondrial, that the mitochondria are probably coupled and that the electron transport chain is not assembled differently from that of vertebrates.

Integration of glycolysis and amino acid catabolism with TCA-cycle flux could be demonstrated for RBCs of *S. inaequivalvis* by applying the glycolytic inhibitors 2- deoxyglucose and iodoacetate, and the aminotransferase inhibitor aminooxyacetate.

The integration of TCA-cycle and the elctron transfer chain in oxidative energy provision was shown by arsenite, an inhibitor of pyruvate dehydrogenase and α- ketoglutarate dehydrogenase and monofluoroacetate, an inhibitor of aconitase (table 1). All inhibitors caused reduction of the respiration rate, strongly indicating that glucose and amino acids are suitable fuels to provide substrate to the TCA-cycle. Glucose and glutamate oxidation by RBCs of annelids and molluscs was evidenced by radiolabelled CO_2 production from carbon-labelled isotopes of these compounds (Mauro and Isaacks, 1987). Glucose and especially glutamate oxidation was considerable greater than in vertebrate RBCs.

Anaerobic metabolism

Anaerobic metabolism has been studied in RBCs obtained from *S. inaequivalvis* which were kept in anaerobic sea water up to 5 days (De Vooys *et al.*, 1991; De Zwaan *et al.*, 1992b). For the first 2 days alanine showed a continuous increase, which for the first day was inversely correlated to a decrease in aspartate.

Other end products of anaerobic metabolism which accumulated within the first day were malate, succinate, acetate and propionate. In contrast to the other compounds the production of volatile fatty acids started after a lag time. Anaerobic catabolism clearly reached a steady state between day 1 and 2. From then acetate and propionate were the sole end products, which were completely excreted in a fixed ratio. Results of in vitro studies with intact erythrocytes of *S. inaequivalvis* were with respect to metabolism qualitatively comparable to the in vivo studies. Aspartate levels dropped, whereas there was an increase in alanine and succinate levels. The energy charge stabilized after an initial drop at a value around 0.5 (Cortesi *et al.*, 1992).

Regulation of anaerobic metabolism

Table 2 gives the specific activities of a number of enzymes, linked to anaerobic energy metabolism in *S.inaequivalvis* RBCs as compared to foot muscle tissue. Glycogen phosphorylase, lactate dehydrogenase and octopine dehydrogenase, present in foot, are undetectable in the RBC. Muscle tissue has a considerable higher potential for the anaerobic reduction of pyruvate than the RBC. In the latter this reduction is confined to opine dehydrogenases with α-alanine, β- alanine or glycine as co-substrates.

The extreme low arginine kinase activity (table 2) in RBC as compared to foot is in accord with the absence of phosphoarginine in this cell. The activity is comparable to that reported for creatine kinase in RBC of trout (Walsh *et al.*, 1990). Also in human RBC phosphocreatine is absent (Bishop, 1964).

Interestingly the absence of glycogen phosphorylase in RBC goes along with a much higher hexokinase (HK) activity than for foot. Apparently HK provides glucose-6-phosphate, the "mobilized" form of glucose, to the glycolytic pathway. The presence of phosphoenolpyruvate-carboxykinase (PEP-CK) indicates that glucose as well as aspartate can be precursor of succinate.

Table 2. Specific activities of red blood cells (µmol.min-1.ml-1) and foot muscle tissue (µmol.min-1.g-1 wet wt) from the Arcid blood clam *Scapharca inaequivalvis*.

Enzyme	pH	Maximal activity RBC	Foot
Hexokinase	7.6	0.65 (20°C)	0.08 (20°C)
Glycogen phosphorylase	7.0	n.d.	3.4 (22°C)
Phosphofructokinase	7.0	1.5 (20°C)	7.2 (22°C)
Pyruvate kinase	7.0	4.8 (20°C)	15.7 (22°C)
Phosphoenolpyruvate carboxykinase	7.0	1.6 (20°C)	5.0 (20°C)
Lactate dehydrogenase	7.5	n.d.	1.95 (25°C)
Octopine dehydrogenase	7.5	n.d.	18.4 (25°C)
α-Alanopine dehydrogenase	7.5	1.2 (20°C)	8.2 (25°C)
ß-Alanopine dehydrogenase	7.5	1.1 (20°C)	
Strombine dehydrogenase	7.5	1.6 (20°C)	8.2 (25°C)
Glutamate-oxalacetate transaminase	7.5	3.2 (20°C)	7.8 (25°C)
Glutamate-pyruvate transaminase	7.5	3.6 (20°C)	7.5 (25°C)
Arginine kinase	7.5	1.6 (20°C)	55.3 (25°C)

In 1989 and 1990 we studied at Cesenatico kinetics of key enzymes of glycolysis of RBCs from *S. inaequivalvis* (De Zwaan *et al.*, 1992c). HK and PEP-CK gave hyperbolic saturation curves for the main substrate, whereas those of PFK and PK showed positive cooperativity. HK showed a very low Km of 0.1 mM for glucose, indicating that RBCs are well suited to utilize exogenous glucose. PFK was activated by AMP and inhibited by ATP. PK was inhibited by α-alanine and activated by fructose-1,6-biphosphate. No changes in kinetics of HK and PEP-CK were induced by 48 hours anoxia, in contrast to PFK and PK. For PFK affinity for fructose-6-phosphate reduced and sensitivity for ATP inhibition increased slightly. Foot muscle PFK by contrast showed a dramatic increase in inhibition by ATP. This is assumed to be a key regulatory factor in metabolic rate depression (Brooks *et al.*, 1991). For PK the affinity for PEP was strongly reduced, whereas the initial fermentation product alanine displayed stronger inhibition. Since all studies were performed at a fixed pH of 7.6 the shift in kinetic parameters of PFK and PK due to 48 hours anoxia are likely caused by stable enzyme modifications realized by (de)phosphorylation mechanisms.

In order to study the effect of a pH drop on glycolytic flux and the fate of PEP, kinetic parameters were compared at pH 7.6 and 7.0. Except for PEP-CK it appears that a pH drop decreases the specific activity of the enzymes studied. The effect of pH on PEP-CK was opposite. For PFK and PK was inhibition caused by

lowering maximum activity augmented by decreasing the affinity for their substrate. By contrast the affinity for PEP of PEP-CK was higher at the lower pH.

The opposite effect of a pH drop on the activity and affinity for PEP of PK and PEP-CK and the inhibition of PK during anaerobiosis due to stable modification is in favor of a switch of the carbon flow of glucose degradation away from alanine and towards succinate. This is in accord with the observation that alanine is an initial fermentative end product and the presence of a so-called PEP- branchpoint (see De Zwaan and Dando, 1984 for a review).

References

BELL D.J., (1971) - Metabolism of the erythrocyte, in Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl, Vol. 2, Bell, D.J. and Freeman, B.M., Eds., Academic Press, London, 863.

BISHOP C., (1964) - Overall red blood cell metabolism, in The red blood cell, Bishop, C. and Surgenor, D.M., Eds., Academic Press, New York, chap. 4.

BROOKS S.P.J., ZWAAN A. DE, THILLART G. VAN DEN, CATTANI O., CORTESI P., STOREY K.B., (1991) - Differential survival of *Venus gallina* and *Scapharca inaequivalvis* during anoxic stress: covalent modification of phosphofructokinase and glycogen phosphorylase during anoxia, *J. Comp. Physiol.* B, 161, 207.

CORTESI P., CATTANI O., VITALI G., CARPENÈ E, ZWAAN A. DE, THILLART G. VAN DEN, ROOS J., LIESHOUT G. VAN, WEBER R.E., Physiological and biochemical responses of the bivalve *Scapharca inaequivalvis* to hypoxia and cadmium exposure: erythrocytes versus other tissues, in Proc. In. Conf. Marine Coastal Eutrophication, Bologna, Vollenweider, R.A. Ed., Elsevier, Amsterdam, in press.

DEATON L.E., MANGUM C.P., (1976) - The function of hemoglobin in the Arcid clam *Noetia ponderosa* - II. Oxygen uptake and storage, *Comp. Biochem. Physiol.* 53A, 181.

FREADMAN M.A., MANGUM C.P., (1976) - The function of hemoglobin in the Arcid clam *Noetia ponderosa* - I. Oxygenation in vitro and in vivo, *Comp. Biochem. Physiol.* 53A, 173.

HARRIS J.W., KELLERMEYER R., (1970) - The Red Cell, 2nd Edn., Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, chap.8.

KALOMENOPOULOU M., BEIS I., (1990) - Studies on the pigeon red blood cell metabolism, Comp. Biochem. Physiol., 95B, 677.

KALOYIANNI M., KALOMENOPOULOU M., (1990) - Regulation and rate of the hexose monophosphate shunt in *Rana ridibunda* erythrocytes, *Comp. Biochem. Physiol.*, 95B, 287.

LIVINGSTONE D.R., ZWAAN A. DE, LOEPOLD M., MARTEIJN E., (1983) - Studies on the phylogenetic distribution of pyruvate oxidoreductases, *Biochem. Syst. Ecol.*, 11, 415.

MANGUM C.P., MAURO N.A., Metabolism of invertebrate red cells: a vacuum in our knowledge, in Circulation, Respiration and Metabolism, Gilles, R., Ed., Springer-Verlag, Heidelberg, 1985, 280.

MAURO N.A., ISAACKS R.E., (1987) - Metabolic and functional characteristics of erythrocytes from *Glycera* and *Noetia*, *Comp. Biochem. Physiol.* 88A, 397.

VOOYS C.G.N. DE, ZWAAN A. DE, ROOS J., CARPENÈ E., CATTANI O., (1991) - Anaerobic metabolism of erythrocytes of the Arcid clam *Scapharca inaequivalvis* (Brugiere): Effects of cadmium, *Comp. Biochem. Physiol.*, 98B, 169.

WALSH. P.J., WOOD C.M., THOMAS S., PERRY S.F., (1990) - Characterization of red blood cell metabolism in rainbow trout, *J. exp. Biol.*, 154, 475.

ZWAAN A. DE, DANDO P.R., (1984) - Phosphoenolpyruvate - pyruvate metabolism in bivalve molluscs, Mol. Physiol., 5, 285.

ZWAAN A. DE, CORTESI P., THILLART G. VAN DEN, ROOS J., STOREY K.B., (1991) - Differential sensitivities to hypoxia by two anoxia tolerant marine molluscs: a biochemical analysis, *Mar. Biol.*, **111:** 343- 351.

ZWAAN A. DE, CATTANI O., VITALI G., LIESHOUT G. VAN, (1992a) - In vitro studies on oxygen consumption and anaerobic metabolism of erythrocytes of the Arcid clam *Scapharca inaequivalvis*, *Comp. Biochem. Physiol.*, in press.

ZWAAN A. DE, ISANI G., CATTANI O., CORTESI P., PUTZER V.M., (1992b) - Long term anaerobic metabolism of erythrocytes of the Arcid clam *Scapharca inaequivalvis*, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, in press.

ZWAAN A. DE, CATTANI O., CORTESI P., ROOS J., VOOYS C.N.G. DE, (1992c) - Regulation of anaerobic energy metabolism in erythrocytes of the Arcid clam *Scapharca inaequivalvis*, *Comp. Biochem. Physiol.*, in press.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 97-102

R.E. WEBER

Department of Zoophysiology, Institute of Biological Sciences, Aarhus University, DK 8000 Aarhus C., Denmark

ON SYNERGIES AND ADAPTATIONS IN EFFECTS OF HEAVY METALSAND OXYGEN DEPLETION IN MARINE CRABS AND MUSSELS

Heavy metal effects

Abstract

As illustrated in marine benthic crabs and mussels, oxygen depletion and heavy metal stresses may perturb metabolic function synergistically, decreasing survival potential, whereas compensatory adaptational responses may alleviate the stress effects and increase tolerance.

Key-words: heavy metals, crabs, mussels, oxygen depletion.

Introduction

Although effects of pollution tend to arouse political interest only when manifest at high levels of biological organization (e.g. in population changes), they ultimately act at low (i.e. cellular and molecular) levels, where studies aimed at understanding the implicated mechanisms thus should be directed.

While oxygen depletion may occur naturally in marine habitats, it is one of the most general effects of eutrophication caused by organic and nutrient salt discharges, which particularly affects benthic animals with low mobility and reduced escape reactions. In recent years the impact of oxygen depletion has increasingly become aggravated by heavy metal (HM) pollution that may perturb metabolism at different levels of biological organization (cf. Viarengo, 1989). At the *organismic* level HMs often induce slime formation and histological changes in the gills that increase the diffusion distance of oxygen from the ambient water and the circulating blood (cf. Bubel, 1976). At the *cellular* level HM may stimulate lipid peroxidation in cell membranes, while *molecular* effects may result from their capacity to bind at SH- groups of cysteine amino acid residues and disulphide bridges of proteins (e.g. in enzymes and gas-transporting pigments) obstructing the tertiary structural changes basic to allosteric function. These influences compound the primary effects of oxygen lack and form the basis for synergies between the effects of natural and anthropogenic environmental stresses. The effects of these stresses may, however, also become diminished in animals subjected to maintained impact, due to compensatory physiological adaptations that increase their tolerance towards these stress factors.

Dealing with recent data on the effects of hypoxia and anoxia (oxygen shortage and complete absence of free oxygen,respectively), 'essential' HMs like Cu and Zn and non- essential 'xenobiotic' ones like Hg, this treatise focuses on the occurrence of synergies in their deleterious effects and adaptational responses that may alleviate these, in marine crabs and mussels that exhibit markedly different physiological strategies forsecuring oxygen transport to the tissues. It also attempts to trace the mechanistic links between organismic, cellular and molecular effects. While both non-essential HM (that are without established biological function - cf. Viarengo, 1985) and essential HM become toxic when their internal free-ion concentrations exceed those that can be controlled by cellular regulation, the limiting levels may be expected to be higher for the latter.

Crabs

As shown by Boitel (1990) sublethal (0.5 ppm) water Cu concentrations decrease arterial oxygen tension in *Carcinus maenas*(L.) and transiently acidifies the blood through lactate accumulation. These perturbations reflect tissue asphyxiation and induction of anaerobic metabolism that correlate neatly withchanges

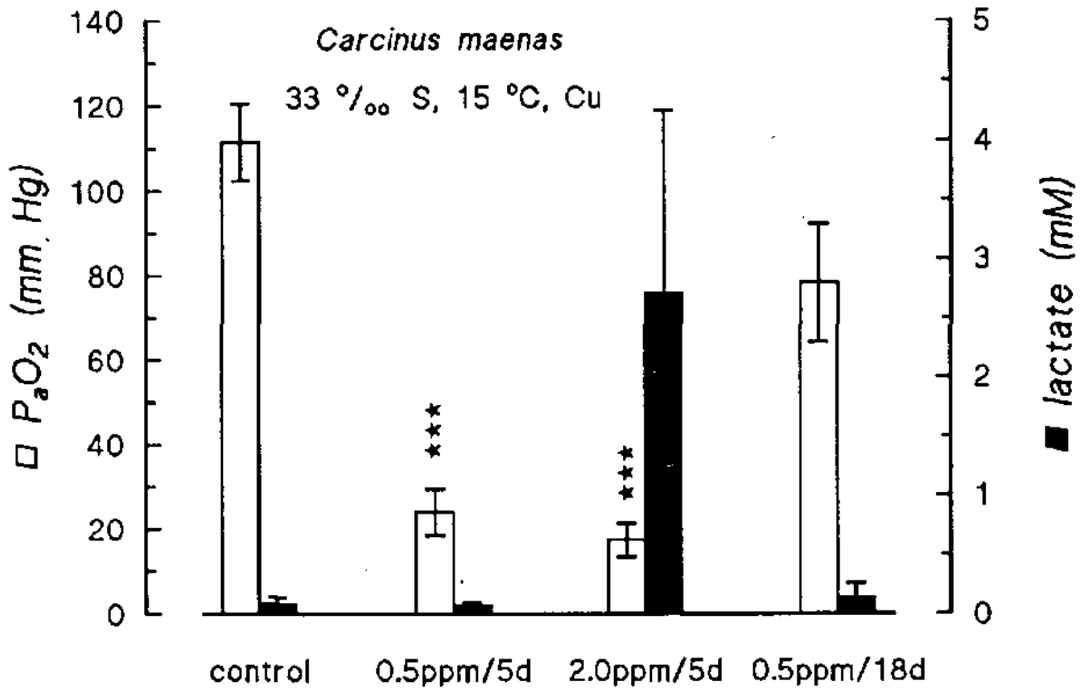


Fig. 1. Arterial (postbranchial) O2 tensions (PaO2, open columns) and lactate levels (solid columns) in control *Carcinus maenas* and in specimens kept for 5 days in water containing 0.5 ppm or 2.0ppm Cu, or for 18 days in 0.5 ppm Cu (data from Boitel, 1990).

the gill morphology (thickening of the epithelia and decreased internal blood spaces that impede gas exchange). Given that lactate increases the oxygen affinity of hemocyanin that transports oxygen in crab blood (Truchot, 1980), the lactate response may be adaptive in the sense that it increases oxygen uptake in the gills under hypoxia. Interestingly the morphological damage was "repaired" following sustained (18 days') subjection to sublethal (0.5 ppm) Cu, correlating with partial reestablishment of arterial oxygen tensions (Fig. 1). The exact mechanisms for "reparation" of HM damage are unknown, but probably involve the induction of detoxificatory and excretory processes (including the synthesis of metal-binding metallothioneins) that lower the concentrations of free HM ions in the gill epithelium and/or adaptive changes in key metabolic processes that lower the overall sensitivity to HM.

Further investigations (Boitel & Weber, 1993) disclosedthat whereas sublethal (0.3 ppm) Cu concentration does not effect survival of *C. maenas* in normoxic (air saturated) water, it markedly increases mortality under hypoxia (PO_2 = 50 mm Hg), witnessing synergism between the two stresses. Similarly hypoxia increased mortality at lethal (1.5 ppm) and intermediate (0.8 ppm) Cu levels, although hypoxia alone did not significantly affect the fine structure of the gills (Boitel & Weber, 1993).

The mechanism of blood-gas and acid-base perturbations in the gills were further investigated in *Cancer pagurus* L., whose large size permits implantation of catheders for serial sampling of pre- and postbranchial blood samples. These studies (Spicerand Weber, 1992) show that under hypoxia ($P0_2$=60 mm Hg) arterial PO_2 was significantly reduced after 7 days' exposure to 0.4 ppm Cu or Zn but partially recovered after 28 days' exposure to these metal concentrations. While the metals had no significant effect on gill ventilation or perfusion (i.e. water flow over the gillsand blood flow through the gills, respectively) they temporarily increased the PO_2 differential between the water and blood and reduced O_2 conductance (the amount of O_2 diffusing in wards for agiven water-blood O_2 tension difference) under hypoxia. These observations are consistent with a transient interruption of gill function by the HM, which is expressed under conditions of oxygen lack and followed by adaptations that restore internal oxygen tensions (as observed in *C. maenas*).

Despite the fact that Cu, Cd and Zn bind to crab hemocyanin (Martin *et al.*, 1977; Bjerregaard and Vislie, 1985) *in vitro* Cd Hg and Cu administration exerted no significant effect on the oxygenation properties of *C. maenas* blood (Boitel & Weber, 1993).

Molluscs

The blood clam *Scapharca inaequivalvis* was recently introduced from the Indo-Pacific region to the northern Adriatic Sea, where it is outcompeting economically-important native bivalves. It is richly supplied with erythrocytic hemoglobin and exhibits higher hypoxia and anoxia tolerances and a greater capacity to reduce ATP metabolism under anaerobic conditions than mussels like *Venus gallina* and *Mytilus galloprovicialis* that lack red cells and respiratory pigments (De Zwaan *et al.*, 1991; Brooks *et al.*, 1991; Cortesi *et al.*, 1993). Oxygen consumption and anaerobic end-product accumulation rates demonstrate its reliance on aerobic metabolism even during severe hypoxia (van denThillart *et al.*, 1992)

Synergism in the effects of natural and anthropogenic stress factors in *S. inaequivalvis* is evident from the pronounced reduction in anoxic survival after 6-weeks' pre- exposure to a sublethal (0.05 ppm) water Cd concentration (LT_{50} decreases from 15 to 12 days - Weber *et al.*, 1990).

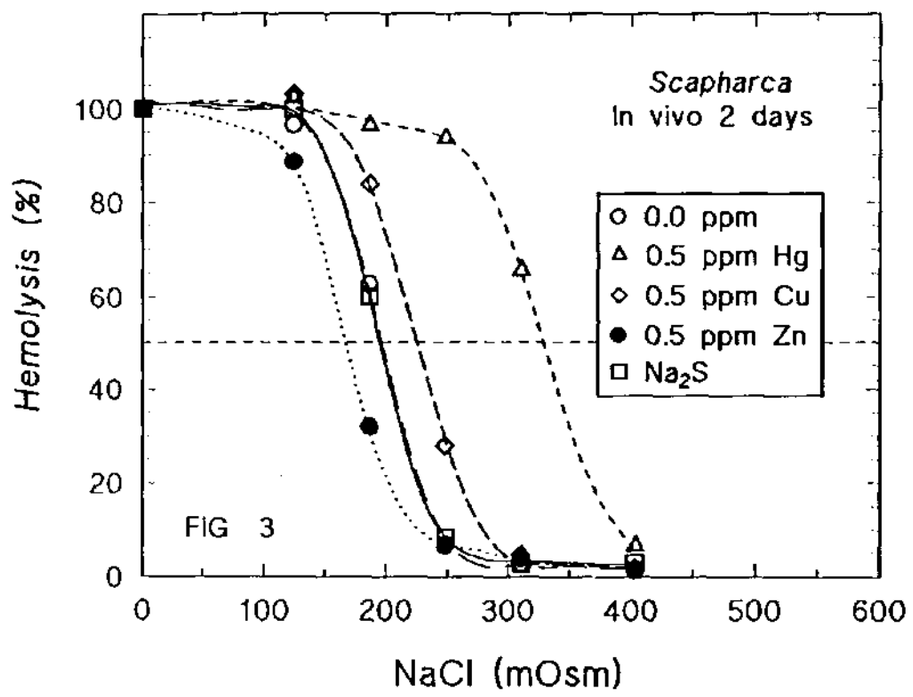


Fig. 2. Osmotic fragility of erythrocytes from control *Scapharca inaequivalvis* and specimens exposed for 2 days to Hg, Cu, Zn and Na2S laced sea water (after Weber, 1992).

At the *cellular* level Cd exposure induces a seemingly adaptive increase in intracellular Hb concentration as witnessed by unaltered blood Hb concentrations despite reductions in both hematocrit (volume percent of red cells in the blood) and red cell count (Weber *et al.*, 1990). However, Cd administered to red cell suspensions *in vitro* did not perceptibly affect the regulatory volume decrease of osmotically- swollen red cells.

Exposing *S. inaequivalvis* to water containing 0.5 ppm Hg markedly increased red cell osmotic fragility (raised hemolysisin cells subjected to reduced osmotic pressures). Analogous but smaller effects were seen with Cu, but none with sulphide that occurs in oxygen-free sediments (Weber 1991, 1992). Interestingly, Zn exerted an opposite (stabilizing) effect on the red cells (Fig. 2), which also was evident *in vitro* (after addition of HMs to cell suspensions). The data accord with other evidence that xenobiotic metals like Hg act by stimulating lipid peroxidation whereas Zn acts antagonistically to stabilize membrane structure (Bettger & O'Dell, 1981).

Molecular studies carried out on the tetrameric and dimeric hemoglobins isolated from *S. inaequivalvis* red cells (Chiancone, *et al.*, 1981) showed that whereas Cd, Zn and Cu had no or negligible effects on oxygen-binding properties, Hg drastically increased oxygen affinity and decreased cooperativity in oxygen-binding, exerting greater effect on the tetrameric component (Fig. 3). The increased oxygen affinity in the presence of Hg predicts raised oxygen binding in the gills but obstruction of oxygen delivery to the tissues. The dose-response curves were biphasic (see Fig. 3), the transition occurring when the Hg concentrations correspond exactly to those of the hemoglobin subunits. On the basis of these effects, amino acid sequences of the hemoglobin subunits and their unique subunit assembly (cf.Petruzelli *et al.*, 1989, Royer *et al.*, 1989) the underlying molecular mechanism is postulated to be Hg-binding to cysteine residues in the tightly appositioned (E-F) helices of the hemoglobin molecules, which form a direct route for cooperative interaction between the oxygen binding heme groups (Weber, 1990).

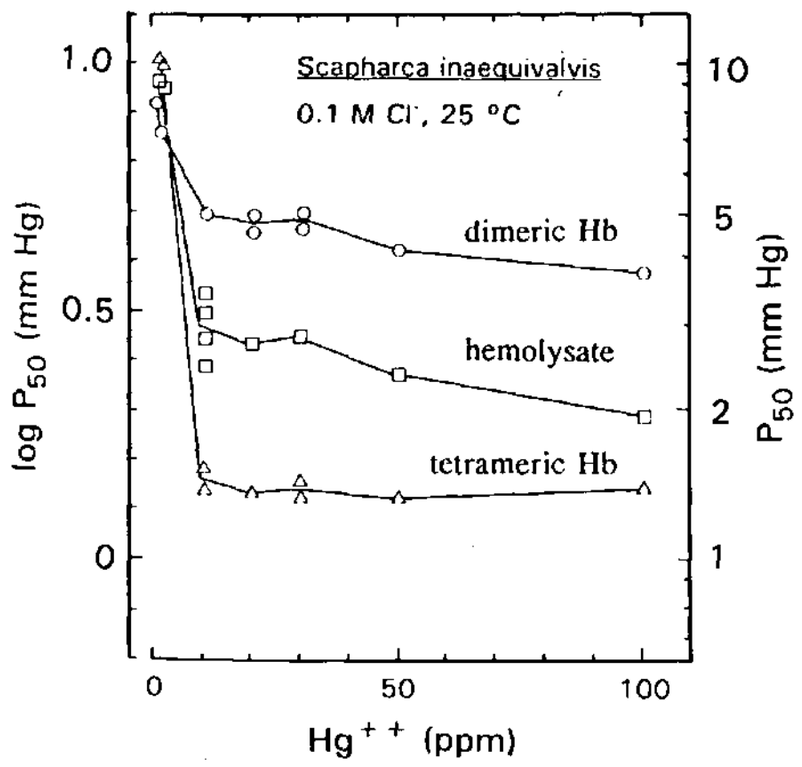


Fig. 3. Effects of Hg2+ on half-saturation oxygen tension (P50) of the composite hemolysate and the isolated tetrameric and monomeric Hb fractions from *Scapharca inaequivalvis* (modified after Weber, 1990).

The edible mussel *Mytilus edulis* is an osmoconformer, i.e. its internal osmotic concentrations correspond to values in the ambient water whereby - compared to osmoregulators - the impact of environmental ionic and salinity changes is shifted from thewater-blood interface (integument) to the cellular membranes. Studies were thus focused on the effect of HM (Cu) and anoxia on survival and on cellular ionoregulatory processes, under varying natural (temperature and salinity) stresses.

Survival under various combinations of stresses (Fig. 4) illustrate pronounced synergism in the effects of these stress factors. Thus LT_{50} values were lower under anoxia than under normoxia, at 15 than at 6°C

and in 50% than in 100% sea water, but in all cases decreased further in the presence of 0.2 ppm Cu, even though neither the temperature nor the salinity stresses were lethal under normoxia (Weber *et al.*, 1992).

Calculating the extracellular volume of muscle tissues from the K^+ and Cl^- concentrations in blood and muscle homogenates allows evaluation of the intracellular osmolyte concentrations and their dependence on emvironmental stress factors (Weber etal., 1992). These studies show that in control *M. edulis* in normoxic, 50% sea water, the transmembrane gradients for Na^+ (that normally occurs at high concentration in the extracellular fluids and at low concentration inside the cells) and for K^+ (that shows the opposite distribution) are progessively decreased under conditions of normoxia- plus-Cu, anoxia and anoxia-plus-Cu, respectively (Fig. 5). These findings reflect disruption of the energy requiring pumps that maintain these gradients and/or an increased leakage across the membranes under anoxia in the presence of Cu. The former mechanism is consistent with the inhibition of Na/K ATPases by Cu, Hg, Cd and Ag, while the latter accords with the stimulating effect of HM on peroxidation of membrane lipids (cf. Viarengo, 1989).

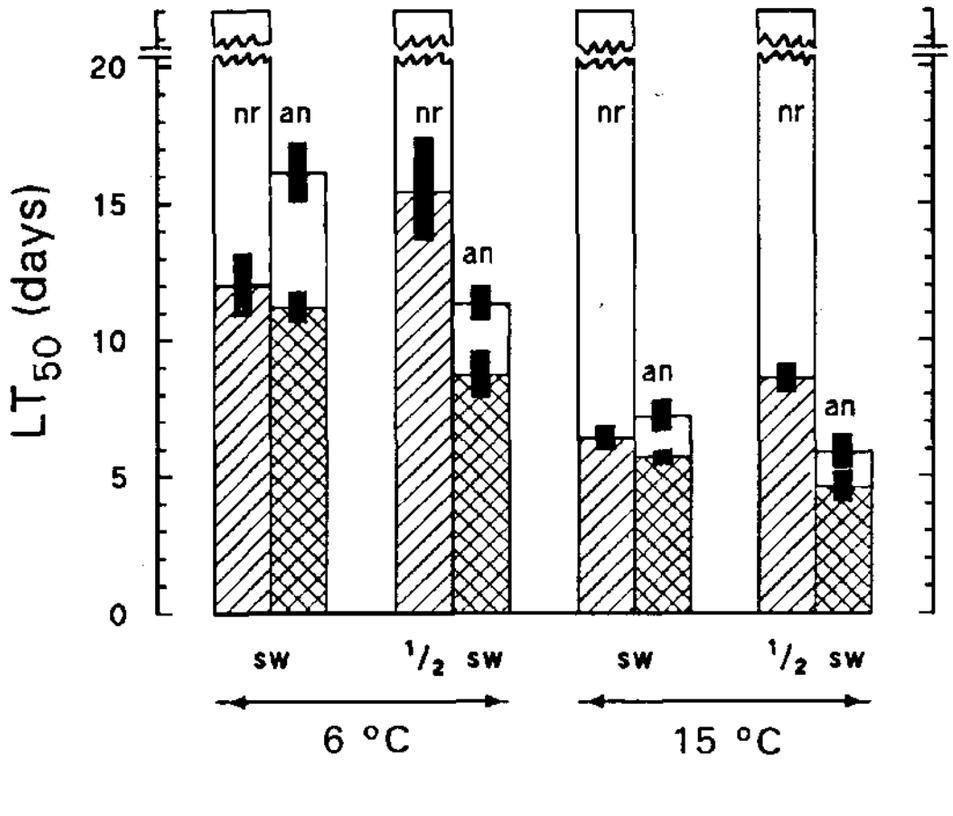


Fig. 4. LT_{50} values (period where 50% of animals survive after exposure) and the 95% confidence levels (evaluated from survival data using the trimmed Spearman-Karber method - Hamilton et al.,1977) for *Mytilus edulis* in normoxic (nr) and anoxic (an) 32 and 16 sea water (sw and sw, respectively), at 6 and 15C, and in the absence (open columns) and presence (hatched columns) of 0.20 ppm Cu (after Weber et al., 1992).

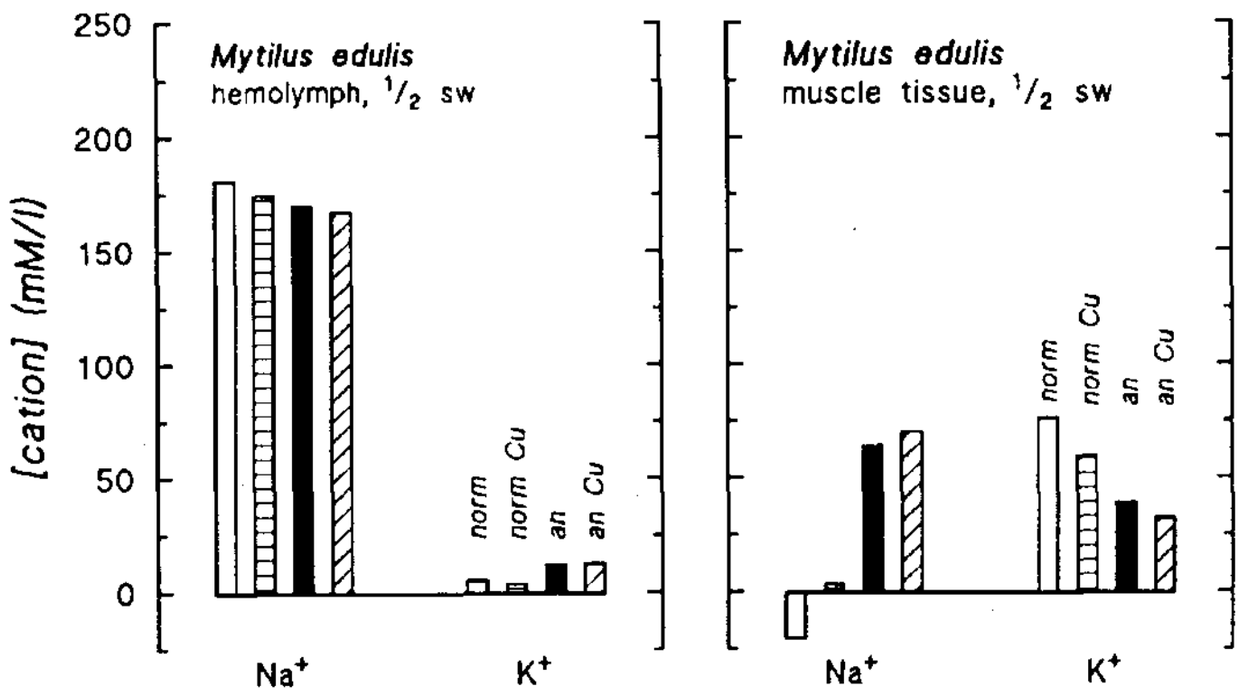


Fig. 5. Na+ and K+ concentrations measured in hemolymph and the values calculated for adductor muscle cellular fluids in *Mytilus edulis* after exposure to normoxic water, normoxic water containing 0.20 ppm Cu, anoxic water and anoxic water with Cu, respectively (data from Weber et al., 1992).

Concluding remarks

The results show that vital physiological processes, like organismic gas exchange and transport, cellular regulatory processes and specific molecular reactions may be acutely affected by realistic HM concentrations, when animals simultaneously become subjected to other, "natural" stresses like O_2 lack. On the other hand, environmental stress effects may become mollified by compensatory responses (such as those associated with reparation of tissue damage). It follows that survival potential depends on complex synergies and antagonisms between concurring stress factors and on the occurrence of adaptive responses, whereby it cannot be gaged from simple mortality observations without taking account of the acclimatory state of the animals tested.

Wide gaps remain between the effects observed in laboratory experiments on specific biological processes and the effects of anthropogenic and natural factors at the population and ecosystem levels. Vertical extrapolations require further multifactor studies on the mechanistic links between effects at different levels

of organization (from molecular to organismic) and incorporation of other aspects of HM interactions, such as bioaccumulation, biotransformation, storage, excretion and detoxification.

The evidence that adult benthic species possess well- defined repertoires for adapting to environmental stresses need not exclude them as useful organisms for detecting insidious toxicant effects. On the contrary they represent fitting models for probing the interplay between acute effects and the physiological compensatory responses in animals; in as far as they are more tolerant, detrimental effects observed in them should only raise our level of alarm (see Depledge, 1990).

Acknowledgements

Contributions to this research by Dr. A. de Zwaan (Utrecht,NL), John Spicer (Birmingham, UK), Francis Boitel (Arcachon, F), and technician A. Bang (Aarhus, DK) are greatfully acknowledged. Supported by National Agency of Environmental Protection in Denmark (Marine Research Programme-90) and the Danish Natural Science Research Council (Programme t11-7764).

Summary

Heavy metal discharges into coastal habitats compound the detrimental effects of natural stress factors such as oxygen depletion on animals. Dealing with benthic crabs and mussels that exploit different strategies to ensure tissue oxygen supply, this treatise focusses on such synergistic effects that lower survival and on the physiological adaptations that increase survival potential during maintained stress-exposure. It documents HM effects at different levels of biological organization, including organismic (gill gas exchange and acid-base balance), cellular (iono regulation across muscle cell membranes) and molecular (O_2- binding to respiratory pigments) levels. The findings reveal that vital physiological processes may be acutely affected by realistic HM concentrations when compounded by other stress factors, and that synergies and adaptive responses must be taken into account when gaging survival potential.

References

BETTGER W.J., B.L. O'DELL, (1981) - A critical physiological role of zinc in the structure and function of biomembranes. *LifeSci.* **28:** 1425-1938.

BOITEL F. (1990) - Action des métaux lourds chez les animaux aquatiques: étude des effets du cuivre sur la respiration et les états ionique et acide-base de l'hémolymphe chez le crabe vert *Carcinus maenas.* Ph.D. thesis, University of Bordeaux. Pp. 1- 89.

BOITEL F., WEBER R.E., (1993) - Combined effects of hypoxia and copper on lethality, gill structure, acid-base balance and hemolymph ions in the shore crab, *Carcinus maenas.* In preparation.

BJERREGAARD P., VISLIE T., (1985) - Effects of cadmium on hemolymph composition in the shore crab *Carcinus maenas. Mar. Ecol. Prog. Ser.* **27:** 135-142.

BROOKS S.P.J., A. DE ZWAAN, G. VAN DEN THILLART, O. CATTANI, P.CORTESI, K.B. STOREY (1991) - Differential survival of *Venus gallina* and *Scapharca inaequivalvis* during anoxic stress: covalent modification of phosphofructokinase and glycogen phosphorylase during anoxia. *J. Comp. Physiol.*, **161:** 207-212.

BUBEL A. (1976) - Histological and electron microscopical observations on the effects of different salinities and heavy metal ions, on the gills of *Jaera nordmanni* (Rathke) (Crustacea, Isopoda). *Cell. Tiss. Res.* **167:** 65-95.

CHIANCONE E.P., D. VISCHINI, D. VERZILI, F. ASCOLI, E.ANTONINI (1981) - Dimeric and tetrameric hemoglobins from the mollusc *Scapharca inaequivalvis. J. Mol. Biol.* **152:** 577- 592.

CORTESI P., O. CATTANI, G. VITALLI, E. CARPENÈ, A. DE ZWAAN, G.VAN DEN THILLART, J. ROOS, G. VAN LIESHOUT, R.E. WEBER (1993) - Physiological and biochemical responses of the bivalve *Scapharca inaequivalvis* to hypoxia and cadmium exposure: erythrocytes versus other tissues. *The Science ofthe Total Environment,* Vollenweider, R.A. (ed.), Elsevier Publ. Co., Amsterdam, In press.

DEPLEDGE M.H. (1990) - Interaction between heavy metals and physiological processes in estuarine invertebrates. In *Estuarine Toxicology,* Chambers, P.L. and Chambers, C.M.(ed.), Japaga, Ash ford, Ireland, Pp. 89-100.

DE ZWAAN A., P. CORTESI, G. VAN DEN THILLART, J. ROOS, K.B.STOREY (1991) - Differential sensitivities to hypoxia by two anoxia- tolerant marine molluscs: a biochemical analysis. *Mar. Biol.*, **111:** 343- 351.

HAMILTON M.A., R.C. RUSSO, R.V. THURSTON (1977) - Trimmed Spearman- Karber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays. *Environm. Sci.Technol.* **11:** 714-719; Correction 1978, 12, 417.

MARTIN J.M., A. VAN WORMHOUDT, H.J. CECCALDI (1977) - Zinc- hemocyanin binding in the hemolymph of *Carcinus maenas* (Crustacea, Decapoda). *Comp. Biochem. Physiol.* **58A:** 193- 195.

PETRUZELLI R., B.M. GOFFREDO, D. BARRA, F. BOSSA, A. BOFFI, D.VERZILI, F. ASCOLI, E. CHIANCONE (1985) - Amino acid sequence of the cooperative homodimeric hemoglobin from the mollusc *Scapharca inaequivalvis* and topology of the subunit contacts. *FEBS lett.* **184:** 238-332.

ROYER W.E., W.A. HENDRIKSEN, E. CHIANCONE (1989) - The 2.4 crystal structure of *Scapharca* dimeric hemoglobin. Cooperativity based on directly communicating hemes at a novel subunit interface. *J. Biol. Chem.* **264:** 21052-21061.

SPICER J.I., WEBER R.E. (1992) - Respiratory impairment by water- borne copper and zinc in the edible crab *Cancer pagurus* during hypoxic exposure. *Mar. Biol.* **112:** 429-435.

TRUCHOT J.P. (1980) - Lactate increases the oxygen affinity of crab hemocyanin. *J. Exp. Biol.* **214:** 205-208.

VAN DEN THILLART G., VAN LIESHOUT G., STOREY K., CORTESI P., DE ZWAAN A. (1992) - Influence of long-term hypoxia on the energy metabolism of the haemoglobin-containing bivalve *Scapharca inaequivalvis*: critical O_2 levels for metabolic depression. *J. Comp. Physiol.* **162:** 297-304.

VIARENGO A. (1985) - Biochemical effects of trace metals. *Mar. Poll. Bull.* **16:** 153-158.

VIARENGO A. (1989) - Heavy metals in marine invertebrates: mechanisms of regulation and toxicity at the cellular level. In *CRC Reviews in Aquatic Sciences*, Vol. 1, CRC Press, Boca Raton, Florida, Pp. 295-317.

WEBER R.E. (1990) - Effects of mercury on the functional properties of haemoglobins from the bivalve mollusc *Scapharca inaequivalvis*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **144:** 39-48.

WEBER R.E. (1991) - Physiological and Biochemical Approaches to the Assessment of Pollution of European Estuarine and Coastal Ecosystems. Oxygen transport and cellular regulation. Report to Commission of the European Communities, 4th Environmental R&D Programme, Contract EV4V- 0121/DK.

WEBER R.E. (1992) - Effekter af iltsvind og tungmetaller påmarine bunddyr. (Effects of oxygen depletion and heavy metals on marine benthic animals). Havforskning fra Miljostyrelsen 12. Publications of National Agency of Environmental Protection (Marine Research Programme-90), Copenhagen, Pp. 1-54.

WEBER R.E., M. LYKKE-MADSEN, A. BANG, A. DE ZWAAN (1990) - Effects of cadmium on anoxic survival, haematology, erythrocytic volume regulation and haemoglobin-oxygen affinity in the marine bivalve *Scapharca inaequivalvis*. *J.Exp. Mar. Biol. Ecol.* **144:** 39-48.

WEBER R.E., A. DE ZWAAN, A. BANG (1992) - Interactive effects of ambient copper and anoxic, temperature and salinity stress on survival and hemolymph and muscle tissue osmotic effectors in *Mytilus edulis*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **159:** 135- 156.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 103-108

G. VAN DEN THILLART°, J. DALLA VIA°°

°University of Leiden, department of Biology, Gorlaeus Laboratoria, POB 9502, 2300-RALeiden The Netherlands

°°University of Innsbruck, department of Zoology, Technikerstrasse 25, A-6020 Innsbruck, Austria

INFLUENCE OF LONG-TERM HYPOXIA EXPOSURE ON AEROBIC AND ANAEROBIC METABOLISM OF *SOLEA SOLEA*.*

Critical oxygen levels for *Solea solea*

Abstract

The critical oxygen levels for aerobic and anaerobic metabolism of Solea solea were determined. Experiments were carried out at 5 different oxygen levels. Starting from 20%, there was a significant depression of the routine oxygen consumption, while at 12% and even more at 6%, the VO_2 falls below the standard rate, indicating that 12% is a critical level for aerobic metabolism, which is confirmed by increased blood lactate levels below 20%.

Key-words: *Solea solea*, hypoxia, anaerobiosis, oxygen consumption, critical oxygen level

Introduction

Eutrofication of the Northern Adriatic Sea results in regular and long periods of hypoxia and occasional anoxia (Degobbis 1989, annual report of Emilia Romagna 1988). This implies that animal species living in this area, and particularly those who are not able to leave the area must be well adapted to these conditions, which certainly holds for *Solea solea*, a flat fish living on the sand botttom along the Adriatic Coast.

The tolerance of the animals to hypoxia and anoxia depends on a number of factors. The first is of course the capacity to extract enough oxygen from the environment, immediately coupled to this is the capacity to reduce the energy demand, which goes together with depression of activity. When the animal is operating at maximal extraction efficiency and has its external activity completely depressed, then there are three other strategies left for survival:

1) the animal tries to get away as fast as possble to reach more favourable conditions,
2) the animal tries to depress its metablic rate further, which results in a kind of torpor similar to that of hibernating animals, and
3) the last option is to activate anaerobic metabolism to compensate for the reduction in aerobic capacity. Not much is known about the hypoxia sensitivity and anaerobic capacity of salt water fish in general and nothing of flat fish in particular. Therefore we decided to study the hypoxia sensitivity of *Solea solea* aspart of a larger ecophysiological E.C. funded project, in order to determine the critical O_2 levels for this species.

Materials and methods

Animals

* Experiments were carried out at: Consorzio di studi, richerche ed interventi sulle risorsemarine. Viale Vespucci 2, 47042 Cesenatico (FO), Italy

Fresh seawater was pumped into a large storage tank of about 30 m^3 from an inlet point about 300m off-shore. After sedimentation and filtration the water was thermostatted and used to refresh the water in the tanks and aquaria where the animals were kept. The room was air conditioned and set for this study at 19^0C, the normal water temperature at the sea bottom (10-20m) in september/october (annual report 1988). The illumination was fixed at the daily cycle of september.

Solea solea specimen were caught by (night) trawling along the coastline of Cesenatico (Adriatic Sea) by local fishermen, and kept alive in large plastic tanks on the deck till they were carried to the lab in the morning around 10.00 a.m.. About 20-30% of the fish died within a few days mainly due to damage by the trawling nets. The fish did not take food other than live worms, for which we used *Arenicola marina*, a polichaete which is rather abundant along the shore. In the beginning, the fish were kept in large glassfiber-polester tanks, but apparently they did not stay healthy for more than a month. It was assumed that the fish were stressed due to the absence of their normal substrate the sand bottom. Therefore we decided to build a series of aquaria equipped with a (perculated) sand bottom; the perculation is absolutely necessary in order to prevent the production of the poisonous H_2S gas due to rotting processes. A schematic drawing is provided (fig. 1) to explain the set up. About 8100 g fish were placed in a glass- aquarium with a sand bot-

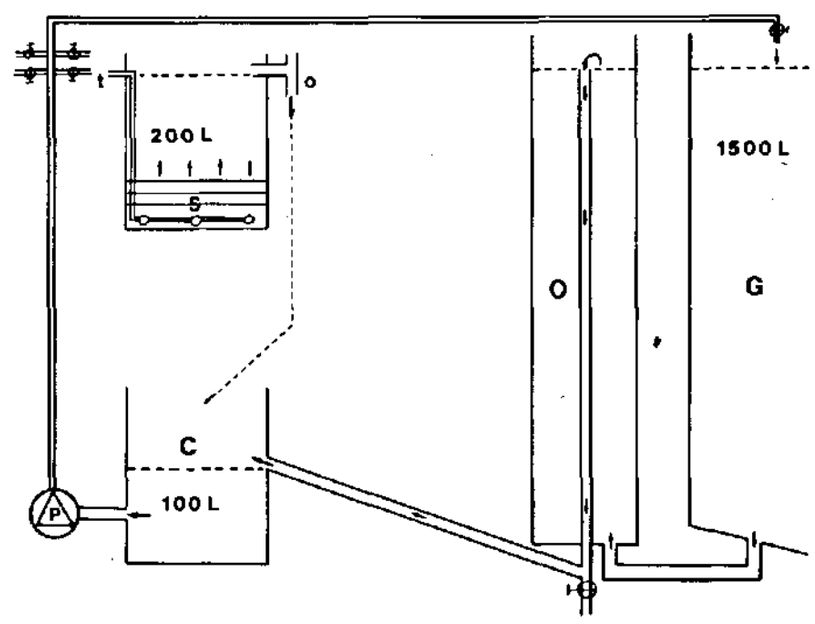


FIG.1 One setup consists of 4 aquaria with sand bottoms (S) (40x100x60 cm), one collector tank(C), and a large glass-polyester tank (G). On the bottom of each aquarium are 3 perforated tubes of 1 cm diameter which were connected to the water inlet coming from the immersable pump (P) in the collector tank (C), containing about 150 L water. The tubes are covered by 3 layers: 5 cm coarse gravel, 4 cm fine gravel, and 2 cm sand from the beach. The water inlet is regulated by a tap (T), through the water outlet (O) the water flows back to the collector tank. The collector tank is connected with the overflow (O) of a 1500 L glass-polyester tank, and since the immersable pump (P) pumps about 75% of the output in this tank (about 10L/min), the water in the collector tank is well mixed with the water in the polyester tank. Once a week the water in the polyester tank is replaced for 50% by fresh seawater after 1 daytemperature and air equilibration.

tom of 40x100 cm, the fish immediately carried themselves in the sand, and were barely visible except for the eyes, which stuck out by about 5 mm above the sand layer. The animals hardly moved under these conditions. However, when feeding, the fish were very active and eager to catch the small worms, which they caught when within 10 cm range. In the aquaria provided with a perculated sand layer the animals stayed healthy for many months without any problems.

The fish were caught in may/june, about 60 animals with weight between 70 and 120g, were kept in 8 aquaria equipped with a sand bottom. The experiments were carried out in september 1989.

Oxygen consumption measurements (VO_2)

For VO_2 measurements the respirometer described by van den Thillart *et al.* (1992) was used. With this apparatus the [O_2] can be maintained at a constant level while the VO_2 is calculated from the product of total water flow and the O_2 difference between the inflow and the outflow. The water flow is registered continuously by a digital flowmeter connected to a datalogger. The data written on a removable EPROM can

be read via a RS232 input into a MS-DOS computer for data handling. Apart from continuous measurements the VO_2 was also calculated from the slope after switching off the automatic water inflow. Both methods are described in detail by van den Thillart and Verbeek (1991).

Protocol

day 1	11.00-12.30	rinse animal chambers, check electrodes winkler overflow, set/measure (high) flowrate (2000 cpm)
	12.30	reduce PO_2 100 → 80% by N_2 gas
	13.00-14.00	P slope blank respiration (80%)
	14.00	animals in
	14.30-15.30	P slope animal respiration (80%)
	16.00	PO_2 control on, datalogger on
	17.00-18.00	P winkler resp.1/resp.2
	21.00-22.00	P winkler resp.1/resp.2/overflow
day 2	9.00-11.00	winkler resp.1/resp.2/overflow
	20.30	winkler resp.1/resp.2
	20.45	reduce PO_2 80% → hypoxia PO_2 control off, reduce flowrate (1000 cpm)
	21.00-22.00	P slope animal respiration (hypoxia)
	23.00-24.00	P winkler resp.1/resp.2/overflow
day 3	7.00- 9.00	P winkler resp.1/resp.2/overflow
	9.00- 9.30	P animals out (85 ppm MS222)
	9.30-10.30	P slope blank respiration (hypoxia)
	10.30-11.00	P measure (low) flowrate

Explanation:

Measurements with a respirometer have to be corrected for two interfering factors:

1) electrode drift; over a few days the electrode-signal may drift for about 2%. Recalibration is very cumbersome, since the automatic registration has to be stopped. Therefore O_2 titrations by the Winkler method were carried out to check possible changes of the PO_2.
2) blank respiration by micro-organisms; introduction of animals goes together with the introduction of micro-organisms, but also due to the excretion of organic material by the animals a significant growth of these micro-organisms can occur during the experiment. In order to keep the blank respiration as low as possible, the respirometer is provided with UV-lamps, which irradiate the recirculating water in the animal chambers, and in the water bath. The blank respiration stayed between 0 and 5 % of the total oxygen consumption.

The flowrate-calibration changes a little bit with the flowrate, therefore a recalibration is necesary, also a lower flowrate is needed to keep the PO_2 fluctuations within 2%. A capacity compensation is asked for since the total O_2 inflow should be kept constant: ΔO_2 *watervolume. The ΔO_2 is increased at lower PO_2, so the water volume, and therefore the waterflow should be reduced.

At the end of the 12 h hypoxia period tissue and blood samples were taken to determine metabolite levels. Anaesthesia (10 min 85 ppm MS222) was used to reduce the effects of stress due to handling as much as possible. The concentration of 85 ppm was found to be optimal, lower levels did not reduce external activity, higher levels cut down the respiration activity of the animals. The anaesthetic was introduced in the respirometer by a 50 ml syringe, and added slowly to prevent large concentration gradients.

Results

A series of 22 experiments were carried out at 6, 12, 20, 40, and 60% air saturation. In all experiments the VO_2 was monitored continuously over a period of about 42 hours, the last 12 hours at one of the hypoxia levels, the first 30 hours at 80% air saturation.

In fig.2 four typical experiments are presented. VO_2 data are shown over a period of 30 hours. Obviously there is a large variation in VO_2 over the first period (80% sat.), which represents changes in activity. Exposure to 60 and 40% saturation (a two fold drop in O_2 availability) had no significant effect. At 20% a reduction of the scope for activity is clearly noticable, while at 12 and 6 % the VO_2 is significantly reduced.

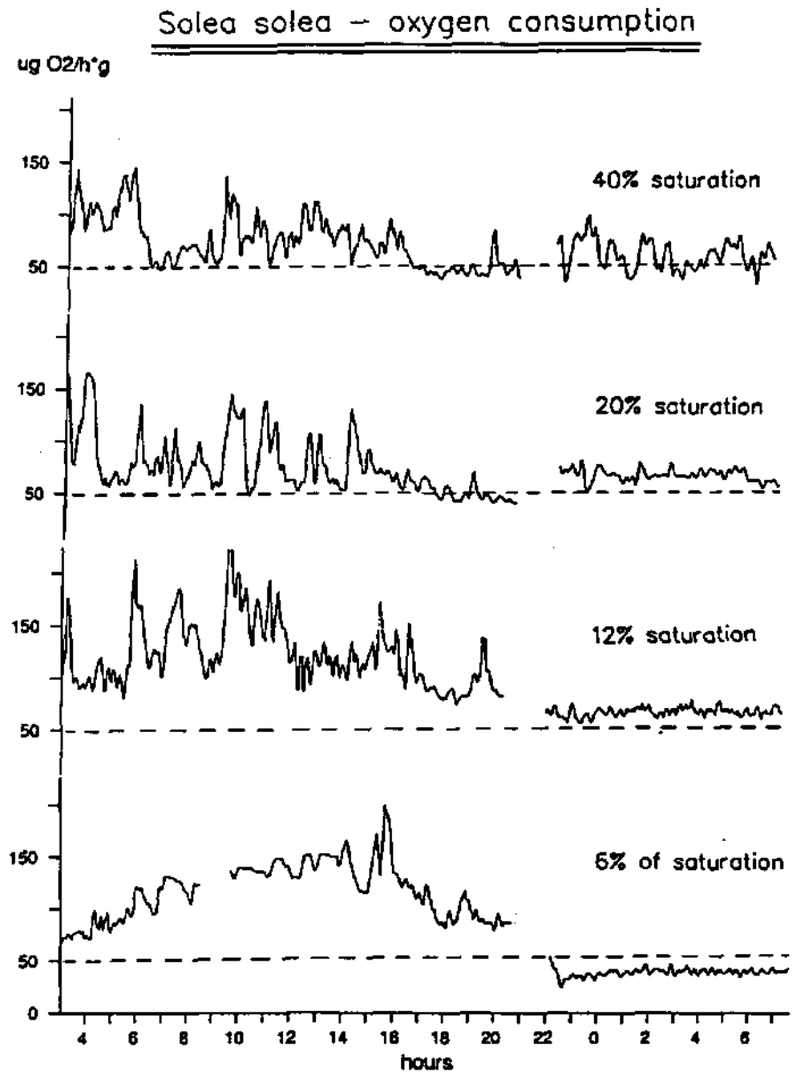


FIG. 2 Oxygen consumption data of *Solea solea* over 30 hours, the first period at 80 % air saturation, the second period (12 hours) at respectively 40, 20, 12, and 6 % saturation. The initial period of about 12 hours at 80% is left out.

An overview of all slope measurements is presented in table 1. The mean oxygen consumption rates are basically the same for all O_2 levels ≥ 20%, which is around 7 mg O_2/100 g.h. The VO_2 levels at 80% are taken from the continuous VO_2 measurements, since the slope measurements at 80% represent values immediately after transfer of the animals. These values (12.7±2.8) were significantly elevated above the normal levels; in most recordings there is a marked decline of the VO_2 over the first 2- 3 hours after transfer of the animals. Since hypoxia VO_2-data were obtained almost 2 days after the beginning of the experiment, the VO_2 levels during hypoxia should be compared with the normoxic VO_2 prior to hypoxia. At two PO_2 levels (6 and 12%) we find a marked reduction of the VO_2 with respect to $PO_2 \geq 20\%$.

TABLE 1 Influence of hypoxia on the oxygen consumption of *Solea solea*

% sat	ppm O_2	mean ±σ mg $O_2.100g^{-1}.h^{-1}$	n	P [a]
6	0.40	2.9 1.4	4	<0.02
12	0.80	3.4 0.7	4	<0.02
20	1.35	6.8 2.8	5	ns
40	2.70	7.0 3.5	5	ns
60	4.00	7.1 4.0	4	ns
80	5.40	6.5 [b] 1.5	15	--

a) Single tail probability with respect to 80%.
b) Oxygen consumption range: 4 - 17 mg $O_2.100g^{-1}.h^{-1}$

Discussion

Although the animals are sedentary and hardly move when observed directly, the oxygen-consumption curves show an irregular pattern with a range of 4 fold between lowest and highest values likely related to routine activity (4 - 18 mg O_2. h^{-1}. $100g^{-1}$). Reduction of the oxygen levels to 40% did not change this pattern. However, starting from 20%, there was asignificant depression of the routine activity, while at 12% and even more at 6%, the oxygen consumption rate falls below the standard rate, indicating that 12% is a critical level for aerobic metabolism. Blood lactate levels measured after 12 hour exposure to hypoxia, showed increased concentrations at the same hypoxia levels: 5 mM at 12%, and 20mM at 6% air saturation (unpublished results). This indicates that 12% (PO_2 = 30 Torr = 2.5 kPa) is also a critical oxygen level for the activation of anaerobic metabolism. Although 6% air saturation evidently activates anaerobic metabolism, the animals stay quiet at the bottom of the respirometer. In a separate series of experiments, where we tested the survival of *Solea solea* at different oxygen levels, it appeared that they start escaping behavior around 4% air saturation, almost immediately upon reaching this level. Due to exhaustion the animals collapse soon after entering this behavior, indicating that [O_2] ≤ 4% is almost immediately lethal. On the other hand levels between 4 and 20 % can be survived for periods ≥ 12 hours, Still, due activation of anaerobic metabolism, these hypoxia levels have to be lethal as well.

Aknowledgements

This project was funded by the Commission of the European Communities 4th Environment R&D programme under contract #EV4V-0122- NL. We would like to thank Dr. O. Cattani for valuable advise and assistence.

Summary

Solea solea is a flatfish living on the sand bottom of the Adriatic Coast. As the oxygen levels of the coastal waters are regularly very low due to eutrofication, it was assumed that this species has to be rather tolerant to hypoxia, and this study was undertaken to investigate the critical oxygen levels for aerobic and anaerobic metabolism. Fish obtained from local fishermen were kept for 2 - 4 months in seawater aquaria with perculated sand beds at 19°C. The animals could be kept healthy by feeding with live polychaetes. After a 2 day starvation period, 2 - 4 animals were placed in a respirometer, where they could be kept at a constant oxygen level, while at the same time the oxygen consumption was measured continuously. The respirometer was equipped with a datalogger, which allowed computerized data handling. After 2 days at 80% air saturation the fish were exposed to a 12 hour hypoxia period. This way 22 independent experiments were carried out at 5 different oxygen levels, i.e. 80, 60, 40, 20, 12, and 6 % air saturation. Although the animals are sedentary and hardly move when observed directly, the oxygen-consumption curves show an irregular pattern with a range of 4 fold between lowest and highest values likely related to routine activity. Reduction of the oxygen levels till 40% did not change this pattern. However, starting from 20%, there was a significant depression of the routine activity, while at 12% and even more at 6%, the oxygen consumption rate falls below the standard rate, indicating that 12% is a critical level for aerobic metabolism. Blood lactate levels measured after a 12 hour exposure to hypoxia, showed increased concentrations at the same hypoxia levels: 5 mM at 12%, and 20mM at 6% air saturation. This indicates that 12% (PO2 = 30 Torr = 2.5 kPa) is also a critical oxygen level for the activation of anaerobic metabolism. Although 6% air saturation evidently activates anaerobic metabolism, the animals remain quiet at the bottom of the respirometer. In a separate series of experiments, where we tested the survival of *Solea solea* at different oxygen levels, it appeared that they start "escaping" behavior around 4% air saturation, almost immediately upon reaching this level. Due to exhaustion the animals collapse soon after entering this behavior, indicating that PO_2 ≤ 4% is almost immediately lethal. On the other hand levels between 4 and 20 % can be survived for periods ≥ 12 hours. Still, due activation of anaerobic metabolism, these hypoxia levels have to be lethal as well.

References

Annual report of Emilia Romagna (1988) Eutrofizzazione delle acque costiere dell'Emilia-Romagna. Documentazione assessorato ambiente e difesa del suolo. Regione Emilia Romagna.

DEGOBBIS D. (1989) - Increased eutrofication of the Northern Adriatic Sea. *Mar. Poll. Bull.* **20**:452-457

VAN DEN THILLART, G. VERBEEK, R. (1991) - Anoxia-induced oxygen debt of goldfish (*Carassius auratus* L). *Physiol. Zool.* **64**: 525-540

VAN DEN THILLART G., VAN LIESHOUT G., STOREY K., CORTESI P., DE ZWAAN. A. (1992) - Influence of long-term hypoxia on the energy metabolism of the hemoglobin containing bivalve *Scapharca inaequivalvis*: critical O_2 levels for metabolic depression. *J. Comp. Physiol.* **B162**: in press

VAN DEN THILLART G., VAN WAARDE A., ERKELENS C., ADDINK A., LUGTENBURG J. (1989) - Fish muscle energy metabolism measured by in-vivo NMR during anoxia and recovery. *Am. J. Physiol.* **256**: R922-929

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 109-113

J. DALLA VIA°, G. VAN DEN THILLART°°, O. CATTANI°°°

°University of Innsbruck, Department of Zoology, Technikerstrasse 25, A-6020 Innsbruck, Austria
°°University of Leiden, Department of Biology, The Netherlands
°°°University of Bologna, Department of Biochemistry, Italy

INTERMEDIARY METABOLISM AND CRITICAL LEVELS OF HYPOXIA IN THE ADRIATIC SOLE *SOLEA SOLEA*

Hypoxic metabolism in sole

Abstract

In order to find the critical pO_2 levels for the Adriatic sole, Solea solea, the animals were exposed to 60, 40%, 20%, 12%, and 6% air saturation. Intermediary metabolites were determined in blood, muscle, and liver after a hypoxic exposure of 12 hours. The results show a clear aerobic threshold at 20% air saturation.

Key-words: Hypoxia, flatfish, lactate, glucose, phosphocreatine

Introduction

Dissolved oxygen in littoral waters is highly correlated with eutrophication processes in the Northern Adriatic Sea. In typical summer conditions with warm and calm days and low wave forces algae blooms often occur. The pool of dissolved and particulated organic matter increases and in the last years a conspicuous amount of mucoid material originating from phytoplankton extracellular release (PER) was observed (see also Herndl 1992). Sedimentation and decomposition of this organic matter cause a fast reduction in environmental oxygen. This oxidative mineralization process leads to strong hypoxic or even anoxic conditions in lower parts of the sublittoral. The nucleating area is located a few kilometers south of the Po-river-delta, and due to the main water current, expands along the Italian Adriatic coast line. Moreover, shallow littoral waters are exposed to hypoxic conditions since offshore winds cause an upwelling of anoxic benthic water layers (see also Rinaldi 1992, Degobbis 1989, Reg. Emilia Romagna 1987, 1988).

Benthic organisms can hardly avoid such environmental conditions. Unless they can adopt an avoiding strategy behaviourally, they have to cope with hypoxic or anoxic conditions. One possibility is to reduce the aerobic metabolism as much as possible and the other is an activation of the anaerobic metabolism which is stimulated by hypoxia and/or anoxia.

The object of this study was to determine the critical levels of hypoxia for the Adriatic sole and the switching on of its anaerobic metabolism. In this context it is also important to document hypoxia-induced changes in the intermediary metabolism to estimate the environmental impact on this species - important factors in ecology and fisheries.

Material and methods

Animals and conditioning:

The sole with a mean weight of 75.6±20.9 g were obtained from local fishermen and kept for 2-4 months in seawater aquaria with perculated sandbeds at the Consorzio di Studi, Ricerche ed Interventi sulle Risorse Marine (Cesenatico, Italy) at 20±1° C. The fish were daily fed with live polichaetes and stayed in good health for several months in the aquaria. The critical period in keeping the animals was immediately after the catch when the sole were heavily stressed or even damaged by the trawling. During this period mortality rates were high (for more details see Van den Thillart and Dalla Via 1992).

Exposure:

Exposure to different hypoxic levels were carried out in a flow through respirometer where the pO_2-level could be set to constant values (Van den Thillart and Dalla Via 1992). After a starvation period of two days, 2-3 specimen were put into each respirometer chamber where they could acclimate for about 16-17 hours at control conditions. The hypoxic level lasted for 12 hours and experiments were carried out at 60%, 40%, 20%, 12%, and 6% air saturation. At the end of the hypoxic exposure the animals were anaesthetized in order to reduce handling and stress effects. MS222 (3-aminobenzoic acid ethylester, methanesulfonate salt Sigma Chemical Co., St. Louis, USA) was used as the anaesthetic and was added to the respirometer to reach a final concentration of 85 ppm. All experiments were carried out at 20° C. Mortality (25%) was observed only at 6% air saturation within the 12 hours of exposure.

Sampling:

Anaesthetized fish were taken out of the respirometer chamber and a tissue block of about 20x20x2 mm of white muscle was taken at the dorso-central part within 10 seconds. The tissue was immediately frozen with liquid nitrogen-cooled freeze-clamp tongs. Then a sharp cut at the caudal fin was done with a scalpel, the incision immediately blotted and the blood from the caudal artery drawn into a heparinized syringe. This procedure took another 60 seconds. The next step was the dissection to collect and freeze-clamp the liver (about 60-90 seconds).

The blood samples were immediately analysed while the freeze-clamped muscle and liver tissue were stored in liquid nitrogen, transported to the Department of Zoology at the University of Innsbruck (Austria) and remained in liquid nitrogen until analysis.

Analysis:

The blood samples were injected into 0.5 ml icecold PCA (6%), homogenized with a sonifier, centrifuged for 20 min at 13,000 rpm, the supernatant neutralized with K_2CO_3 and after a reaction time of 30 min centrifuged again at 13,000 rpm for another 20 min. The obtained supernatant was then ready for enzymatic analysis.

The frozen tissues were pulverized in liquid nitrogen together with frozen PCA/H_3PO_4 (15%/5%) in a mortar mill (Retsch, FRG). The procedure is described by Dalla Via *et al.* (1989) and Dalla Via and Lackner (1991).

Lactate, glucose, and ATP were determined enzymatically according to standard methods as described in Bergmeyer (1984, 1985)

Results

In all three tissues a sharp increase in lactate was found below a hypoxic level of 20% air saturation (Fig.1). ATP concentrations in muscle do not change significantly, ranging from 3.85±0.97 µ mol/g FW at 100% air saturation to 3.67±0.72 µ mol/g FW and 3.74±0.32 µ mol/g FW at 12% and 6% saturation, respectively, whereas the phosphocreatine concentration in muscle is lowered by 44% at 6% air saturation (Tab.1). The glucose levels, too, increase under strong hypoxic conditions below 20% air saturation (Tab.1 and Fig.1).

Tab. 1:Glucose and phosphocreatine (PCr) concentrations (f µmol/g fresh weight) in muscle tissue of the Adriatic sole Solea solea at different pO_2-levels. (For statistical details see Fig. 1)

muscle	P 100% air sat	20% air sat.	12% air sat.	6% air sat.
glucose	0.35±0.14	4 0.51±0.15 *	0.74±0.28 **	0.99±0.49 **
PCr	15.54±1.82	16.58±2.39	12.61±4.08 *	8.66±2.49 **

Discussion

Fish have a large white-muscle mass and a great potential for anaerobic energy production during locomotion. In vertebrates this anaerobic potential is mainly determined by high-energy phosphagen stores such as ATP and phosphocreatine and by anaerobic glycolysis leading to accumulation of lactate as a primary end-product in vertebrates. Good anaerobes, such as several cyprinid fish, have a modified metabolism to

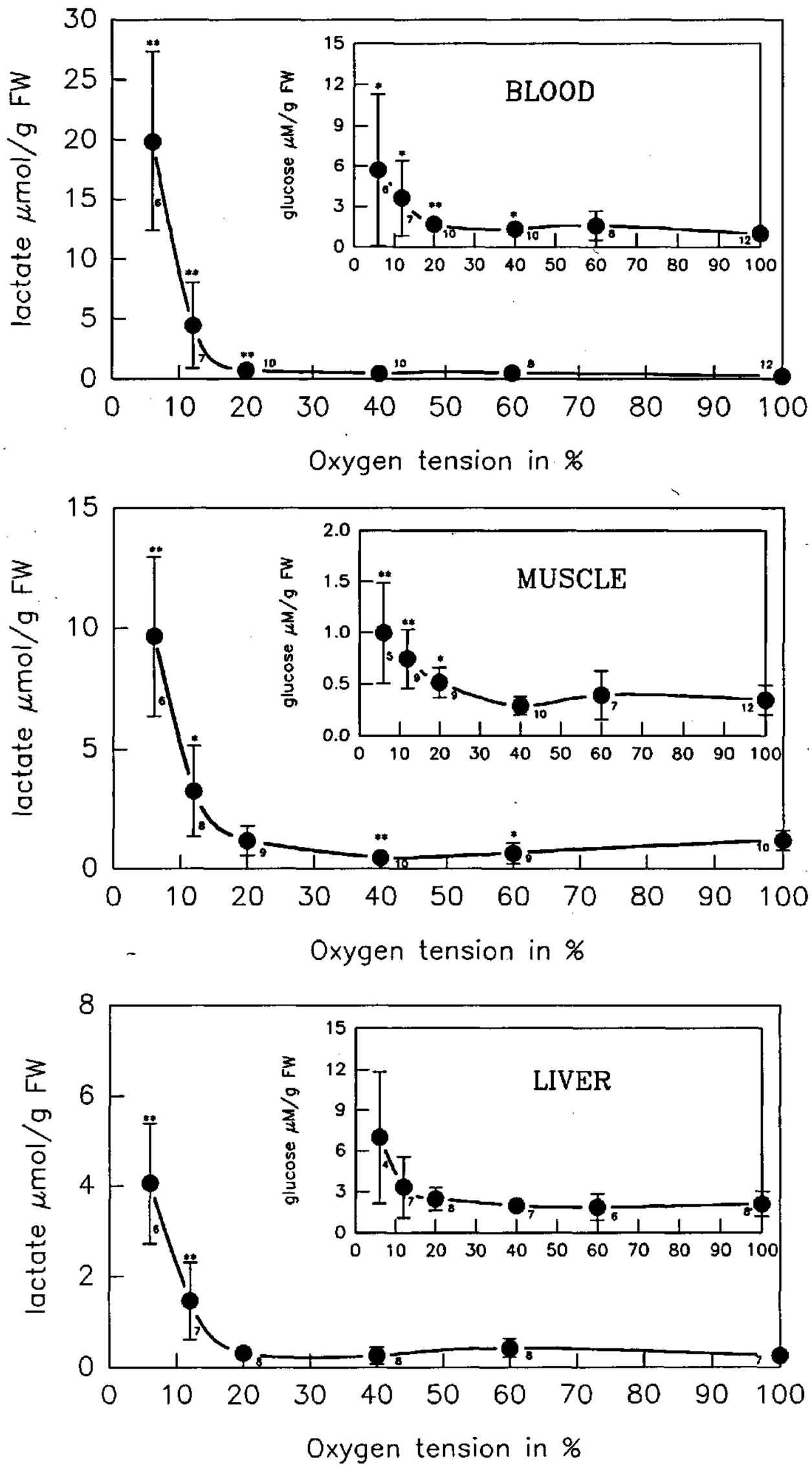


Fig.1.: Lactate concentrations in blood (upper graph), muscle (middle graph), and liver (lower graph) of *Solea solea* are shown in the main graphs. As inserts are given the corresponding glucose concentrations in relationship to different levels of oxygen tension (in %). Metabolite concentrations are given in µmol/g fresh weight. * indicates significantly different from control conditions
(*=p<0.05, **=p<0.01, Mann-Whitney-U-test)

produce non- acidic endproducts (e.g. ethanol). Up to now there is no indication for such mechanisms in marine fish, the main end- product being lactate. In our experiments with the Adriatic sole we found a clear switching on of the anaerobic metabolism below 20% air saturation, as indicated by the strong increase of lactate concentration in all tissues at 12% and 6%. Concerning the energy stores in muscle it is shown that the ATP-pool remains constant at the expense of phosphocreatine, whose concentration drops considerably at exposures below 20% air saturation. The glucose concentration, too, increases under these severe hypoxic conditions indicating a reduction of the muscle glycogen store.

Functional hypoxia induced by approx. 20 min of forced exercise in *Solea solea* shows a much stronger decrease in the phosphagenic pool, approx. 50% and 90% of reduction in ATP and phosphocreatine, respectively, compared to resting conditions. Recovery occured only after four hours for the phosphagenic store, whereas lactate concentration decresed by only 50% in the same time - showing that the sole did not recover completely (Dalla Via *et al.* in preparation).

From our results it follows that the critical levels of hypoxia for the Adriatic sole *Solea solea* are below 20% air saturation, increasingly straining the anaerobic metabolism the lower the pO_2-levels are.

Aknowledgements

This project was conducted with financial support from the Commission of the European Communities 4th Environment R&D programme under contract #EV4V-0122-NL. We would like to thank Mr. G.Vitali for assistance and maintenance of captured animals.

Summary

Hypoxia or even anoxia is becoming common in the littoral of the Adriatic Sea not only as a severe occasional environmental impact but also as a chronic seasonal phenomenon. Benthic organisms can hardly avoid such environmental conditions, and hypoxia and anoxia stimulate anaerobic glycolysis. Anaerobic metabolism is generally characterized by depletion of phosphagenic energy stores, mainly phosphocreatine and ATP, and by accumulation of lactic acid as the primary end-product in vertebrates.

In order to find the critical pO_2 levels for the Adriatic sole, *Solea solea*, the animals were exposed to 60, 40%, 20%, 12%, and 6% air saturation. The fish were kept in a respirometer to monitor their oxygen consumption at 80% saturation (control condition) after two days of starvation. The hypoxic level lasted for 12 hours and afterwards the animals were sacrificed to determine the intermediary metabolites in blood, muscle, and liver. Blood samples as well as freeze-clamped muscle tissue show a sharp increase in lactate and glucose below 20% air saturation which clearly indicates the treshold. In muscle there is, moreover, a sharp decrease in phosphocreatine below the aerobic threshold of 20% air saturation. Hypoxic exposure to 6% air saturation (over 12 hours) shows significantly higher levels in muscle lactate and glucose concentrations compared to a completely anoxic exposure. The sole *Solea solea* survives only for 1-2 hours in anoxic conditions, even when gradually lowering the oxygen concentration.

References

BERGMEYER H.U. ed (1984) - Methods of enzymatic analysis. Vol.6. Metabolites 1. 3d ed. Verlag Chemie, Deerfield Beach, Fla

BERGMEYER H.U. ed (1985) - Methods of enzymatic analysis. Vol.7. Metabolites 2. 3d ed. Verlag Chemie, Deerfield Beach, Fla

DALLA VIA J., HUBER M., WIESER W., LACKNER R. (1989) - Temperature- related responses of intermediary metabolism to forced exercise and recovery in juvenile *Rutilus rutilus (L.)* (Cyprinidae). *Physiological Zoology* **62(4)**: 964-976

DALLA VIA J., LACKNER R. (1991) - Metaboliten des Intermediä rstoffwechsels: Verbesserte Probenaufbereitung mittels einer Mö rsermühle. *Veröffentlichungen der Universität Innsbruck* **181**: 93-99

DEGOBBIS D. (1989) - Increased eutrofication of the Northern Adriatic Sea. *Mar. Poll. Bull.* **20**: 452-457

HERNDL G.J. (1992) - Marine snow in the Northern Adriatic Sea possible causes and consequences. *Atti del XXIII Congresso della Societá Italiana di Biologia Marina*, Ravenna 8-12 june 1992

Regione Emilia Romagna (1987) - Eutrofizzazione delle acque costiere dell'Emiglia Romagna. Rapporto Annuale 1987 - Assessorato ambiente e difesa del suolo.

Regione Emilia Romagna (1988) - Eutrofizzazione delle acque costiere dell'Emiglia Romagna. Rapporto Annuale 1988 - Assessorato ambiente e difesa del suolo.

RINALDI A., MONTANARI G., GHETTI A., FERRARI C.R. (1992) - Anossie delle acque di fondo nell'Adriatico nord-occidentale. Loro evoluzione nel tempo e nello spazio e conseguenze sull'ecosistema bentonico. *Atti del XXIII Congresso della Società Italiana di Biologia Marina*, Ravenna 8-12 june 1992

VAN DEN THILLART G., DALLA VIA J. (1992) - Influence of long-term hypoxia exposure on aerobic and anaerobic metabolism of *Solea solea*. *Atti del XXIII Congresso della Societá Italiana di Biologia Marina*, Ravenna 8-12 june 1992

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 115-117

E. CARPENÈ, G. ISANI, R. SERRA, G. VITALI

Dipartimento di Biochimica (Sezione di Biochimica Veterinaria), Università di Bologna, Via Belmeloro 8/2, 40126-Bologna

INTERAZIONI TRA CADMIO E METABOLISMO ANAEROBICO IN MOLLUSCHI BIVALVI DEL MARE ADRIATICO

Cadmium and anaerobic metabolism in bivalves

Abstract

The bivalve molluscs, Mytilus galloprovincialis and Scapharca inaequivalvis, accumulate high levels of cadmium when they are exposed to the metal. Variations in Adenylate Energy Charge (AEC) and Metallothionein (MT) were studied in Mytilus gallopro vincialis treated with cadmium, for a week, in different periods of the year.

Key-words: Cadmium, Bivalves, Metallothionein, Energy- Charge.

Introduzione

I molluschi *Mytilus galloprovincialis* e *Scapharca inaequivalvis* sono due specie di bivalvi ampiamente distribuite lungo le coste dell'Alto Adriatico. Questo tratto di mare è caratterizzato dalla presenza di numerosi estuari di fiumi che provengono da zone densamente popolate con presenza di centri industriali e vaste aree ad agricoltura intensiva.

Tali caratteristiche hanno probabilmente modificato la composizione chimica ed in particolare le concentrazioni di metalli pesanti delle acque salmastre e salate lungo il litorale emiliano-romagnolo, influenzando forse anche gli stessi fenomeni eutrofici che occasionalmente compaiono in quest'area. Nostre precedenti ricerche sul metabolismo dei metalli pesanti e dei meccanismi biochimici anaerobici presenti nei molluschi prelevati lungo il litorale compreso tra Cervia e Riccione hanno evidenziato la presenza di proteine leganti il cadmio (MT) (Carpenè *et al.*, 1991) e la produzione di alcuni metaboliti caratteristici dell'anaerobiosi (De Zwaan *et al.*, 1992).

Poichè anche in natura i due fattori stressanti potrebbero agire contemporaneamente sulle specie di bivalvi oggetto della presente ricerca, abbiamo ritenuto opportuno studiare la produzione di MT e la variazione della carica energetica (AEC) in esemplari di *Mytilus galloprovincialis* e *Scapharca inaequivalvis* mantenuti in diverse condizioni sperimentali.

Materiali e metodi

Esemplari di *Mytilus galloprovincialis* posti in acquari contenenti acqua di mare prelevata presso il Laboratorio di Biochimica Marina di Cesenatico sono stati esposti a 0,5 ug Cd/ml, contemporaneamente altri mitili utilizzati come controlli sono stati mantenuti nelle stesse condizioni sperimentali senza aggiungere il metallo; dopo sette giorni entrambi i gruppi di molluschi sono stati sottoposti ad anaerobiosi per un periodo di 24 ore. A definiti intervalli di tempo campioni di tessuto (branchie, mantello, epatopancreas e muscolo) sono stati analizzati per il loro contenuto in cadmio mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico. Parte dei tessuti (0,5 g) dopo omogeneizzazione in Tris HCl 20 mM pH 8,6 é stata centrifugata e frazionata su Sephadex G75, il picco della cadmio-tioneina (MT) è stato identificato mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico; infine su estratti ottenuti con acido perclorico al 6% e neutralizzati con carbonato di potassio sono state determinate, mediante cromatografia ad alta risoluzione (colonna Spherisorb ODS2 5um), le concentrazioni dei nucleotidi adenilici (per il calcolo della carica energetica (AEC)) e guanilici.

Esemplari di *Scapharca inaequivalvis* sono stati esposti al cadmio con le stesse metodiche utilizzate per i mitili, attualmente abbiamo soltanto purificato e parzialmente caratterizzato la Cd-MT estratta dall'epato-

pancreas, ricerche sono in corso su eventuali interazioni tra Cd, MT e AEC. Infine altre analisi riguardano la variazione della AEC e della Cd-MT in diversi tessuti di mitili campionati mensilmente per un periodo di un anno e esposti per una settimana al cadmio, i dati ottenuti saranno impiegati per ulteriori ricerche sulle interazioni cadmio e metabolismo anaerobico.

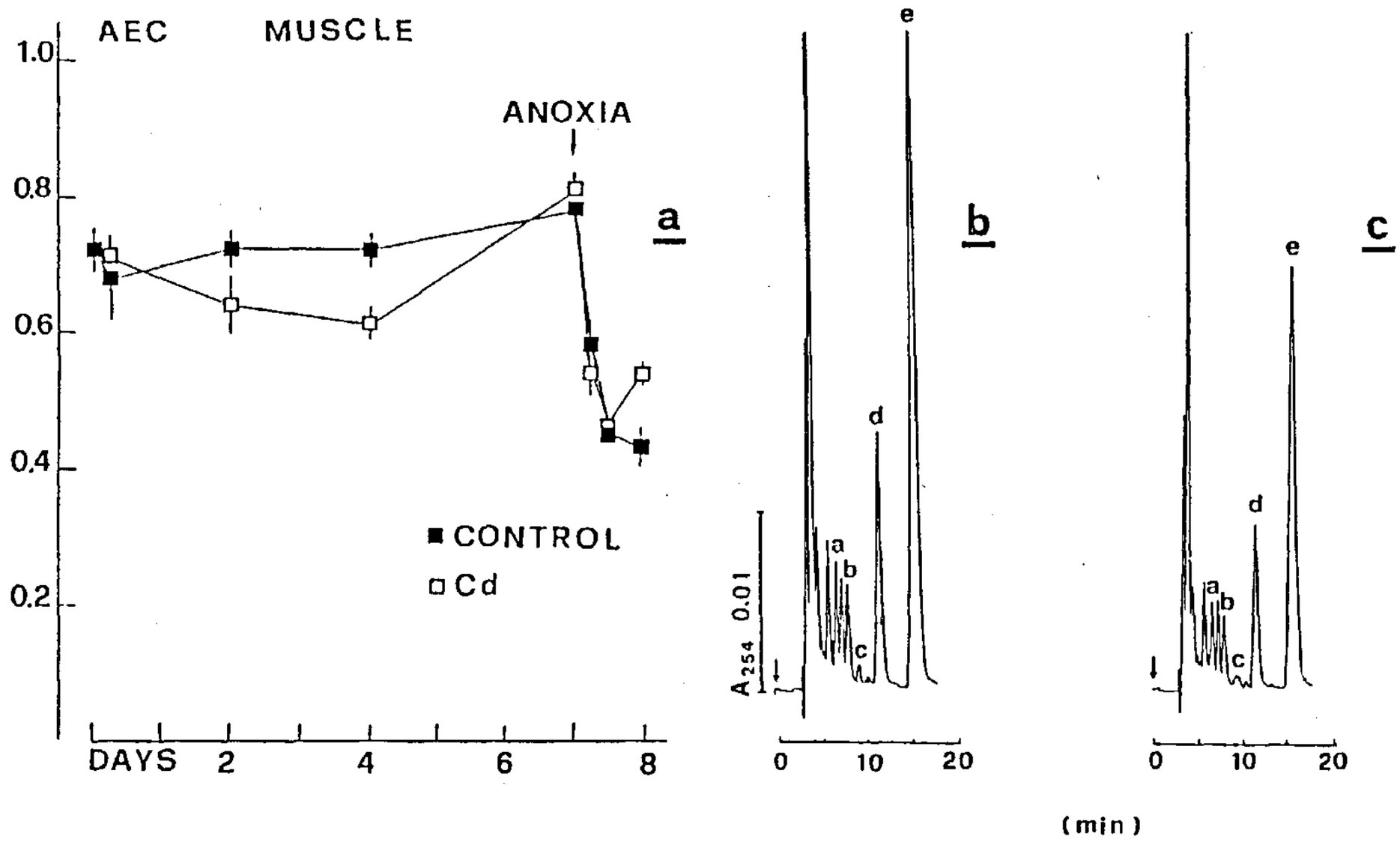


Fig.1-(a) Variazioni della AEC in mitili di controllo (-- --) e in mitili trattati con cadmio (-- --) per un periodo sperimentale di 7 giorni, e di successive 24 ore di anaerobiosi; (b) profilo cromatografico dei nucleotidi adenilici

Risultati

I molluschi bivalvi da noi studiati accumulano elevate concentrazioni di cadmio; nei mitili, dopo sette giorni di esposizione si riscontra un massimo di 90 ug Cd/g peso fresco nell'epatopancreas e un minimo di 25 ug Cd/g peso fresco nel muscolo adduttore, valori analoghi sono stati riscontrati nella scafarca. Il metallo è soprattutto immobilizzato sotto forma di un complesso bioinorganico di tipo proteico quale è la Cd- Mt.

La variazione della AEC nei mitili di controllo ed in quelli trattati con Cd é riportata in Fig.1(a), nella fase iniziale negli animali esposti si notano dei valori significativamente inferiori rispetto ai controlli mentre nella fase finale anche durante l'anaerobiosi (24 ore) non si hanno differenze significative. Diversamente da scafarca il mitilo presenta dei profili cromatografici più complicati quando si frazionano le Cd-MT su Sephadex G-75, i profili sembrano variare in dipendenza della stagione mentre la AEC si mantiene più costante e soltanto un'analisi statistica dei dati permetterà di definire se ci siano delle variazioni in dipendenza della stagione e tra controlli e animali trattati con cadmio; la separazione e determinazione dei nucleotidi adenilici e guanilici mediante h.p.l.c. ha dato buoni risultati sia con preparati ottenuti da animali di controllo (Fig.1b) che con estratti da animali esposti al cadmio (Fig.1c).

Discussioni e Conclusioni

Le elevate concentrazioni di cadmio riscontrate nei molluschi esposti al metallo é una caratteristica che si riscontra comunemente in molte altre specie di bivalvi mantenuti nelle stesse condizioni sperimentali. Infatti sia *Mytilus edulis* (George *et al.*1979) che *Scapharca inaequivalvis* (Carpené *et al.*1991) sintetizzano delle proteine che immobilizzano il cadmio in forma non tossica quando gli animali vengono a contatto con il metallo. Comunque, mentre la scafarca presenta dopo gel filtrazione (dati non riportati) un unico picco di cadmio legato a leganti a peso molecolare simile a quello della MT, nei mitili si ha un profilo diverso dovuto probabilmente a forme polimeriche della MT che comunque sarebbero responsabili delle elevate concentrazioni di cadmio riscontrate nei molluschi trattati con questo metallo.

Anche i risultati riguardanti la variazione della AEC nei mitili esposti al cadmio potrebbero dipendere dalla sintesi di metallotioneina.

All'inizio dell'esposizione quando la sintesi della MT non é stata ancora indotta si possono osservare differenze significative (p 0,05) tra AEC degli animali di controllo e di quelli esposti. In seguito la sintesi di MT blocca il cadmio in una forma poco attiva limitando la sua azione sulla AEC. Il ruolo protettivo della MT compare anche nel periodo di anaerobiosi (Fig.1a) dove non si notano differenze significative tra molluschi di controllo e quelli esposti al cadmio. Comunque per confermare la funzione disintossicante della metallotioneina, gli esperimenti di anaerobiosi e la determinazione della carica energetica dovrebbero eseguirsi dopo periodi diversi da quelli utilizzati nella presente ricerca.

Bibliografia

CARPENÈ E., ISANI, CORTESI P. (1991) - Cadmium-binding proteins in *Scapharca inaequivalvis*. *Atti I Cong. SETAC- Europe, University of Sheffield*, U.K.

DE ZWAAN A., CORTESI P., VAN DEN THILLART G., BROOKS S., STOREY K.B., ROOS J., VAN LIESHOUT G., CATTANI O., VITALI G. (1992) - Energy metabolism of bivalves at reduced oxygen tensions. *Sci. Total Env.* (In press).

GEORGE G., CARPENÈ E., COOMBS T.L., OVERNELL J., YOUNGSON A. (1979) - Characterisation of cadmium-binding proteins from mussels, *Mytilus edulis* (L.) exposed to cadmium. *Biochim. Biophys. Acta* **580**: 225-233.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 119-124

O. CATTANI, P. CORTESI, A. DANESI, E. CARPENÈ, A. DE ZWAAN°

Dipartimento di Biochimica dell'Università di Bologna
°Netherland Institute of Ecology, Centre for Estuarine and Coastal Ecology, Yerseke (NL)

APETTI COMPARATI DEL METABOLISMO ANAEROBICO IN MOLLUSCHI BIVALVI DEL MARE ADRIATICO

Anaerobic metabolism in adriatic bivalves.

Key-words: Bivalvi adriatici, ipossia, anossia, metabolismo anaerobico.

Abstract

In this paper some aspects of the anaerobic metabolism of four bivalve molluscs of Adriatic Sea are reviewed. The higher capacity of metabolic arrest in anoxia allow Scapharca inaequivalvis to survive longer than Venus gallina and Tapes philippinarum, while the major survival than Mytilus galloprovincialis seem due to a greater tolerance to hypoxia.

Introduzione

Molte specie di invertebrati sono in grado di vivere per lunghi periodi in assenza di ossigeno. Per la capacità di sopportare un ampio intervallo di concentrazioni di ossigeno (compreso lo zero) questi organismi vengono detti euriossici o anaerobi facoltativi. In genere i molluschi bivalvi sono buoni anaerobi facoltativi e la loro grande resistenza all'anossia viene conseguita attuando particolari adattamenti fisiologici e biochimici che possono essere così riassunti:

1) notevole accumulo di riserve energetiche in tutti i tessuti;
2) modificazioni della glicolisi classica con formazione di diversi prodotti finali ed una maggior resa in ATP;
3) rallentamento della intensità metabolica;
4) minimizzazione dell'acidosi tissutale.

Gli organismi marini mostrano un alto contenuto intracellulare di aminoacidi liberi che sono importanti per la regolazione della pressione osmotica della cellula. Fra questi l'aspartato può essere utilizzato, insieme ai carboidrati, come substrato energetico in risposta all'anossia. Infatti il metabolismo anaerobico accoppia la fermentazione del glicogeno al catabolismo dell'aspartato, per mezzo di un processo di transaminazione, per formare alanina dal glicogeno e succinato dall'aspartato, usando il tratto del ciclo di Krebs tra succinato e ossalacetato in direzione inversa. Questi adattamenti metabolici sono attivi specialmente nelle prime ore di anaerobiosi (stato di transizione). La durata dello stato di transizione dipende dalla specie e termina quando il pool dell'aspartato è prossimo ad esaurirsi, venendo così attivata la via della fosfoenolpiruvato carbossicinasi (PEPCK) nel punto di diramazione del fosfoenolpiruvato (PEP). A questo punto il succinato deriva completamente dal glicogeno.

Negli ultimi 15-20 anni gravi fenomeni eutrofici hanno determinato, lungo le coste dell'Adriatico del nord, ricorrenti condizioni di ipossia ed anossia. Le conseguenze sugli organismi marini sono state talvolta drammatiche fino a determinare veri e propri mutamenti della bionomia bentonica con rarefazione o scomparsa di talune specie (vedi Rinaldi *et al.* in questo stesso volume). Serie conseguenze si sono avute su specie di grande interesse commerciale come *M.galloprovincialis* e *V.gallina*. In particolare la popolazione di quest'ultimo bivalve ha subito una drastica riduzione. Parallelamente si è avuto lo sviluppo delle popolazioni di *S.inaequivalvis* e *T.philippinarum*, specie di origine indopacifica e recentemente introdotte dall'uomo.

Considerando l'ossigeno come il fattore verso il quale si è instaurata la competizione da parte delle specie citate, da oltre 10 anni nei laboratori del Consorzio di Cesenatico si sta studiando, in collaborazione con ricercatori stranieri, il loro metabolismo in carenza di ossigeno. Pur essendo buoni anaerobi facoltativi que-

sti molluschi presentano fra di loro alcune diversità che possono rappresentare i fattori critici responsabili della sopravvivenza differenziale alla carenza di ossigeno.

Sopravvivenza in anaerobiosi

Le prove di sopravvivenza in anaerobiosi (incubazioni in acqua deossigenata) indicano che, relativamente alla resistenza all'anossia, i valori di LT_{50} dei molluschi studiati si pongono nel seguente ordine decrescente: *S.inaequivalvis* (19 gg) > *M. galloprovincialis* (15 gg) > *T.philippinarum* (5-8 gg) > *V.gallina* (4-5 gg). Come si può vedere la sopravvivenza di *Scapharca* e *Mytilus* è in netto contrasto con la limitata resistenza di *V.gallina* che mostra valori di LT_{50} di soli 4-5 giorni (De Zwaan *et al.*, 1992; Brooks *et al.*, 1991). Studi preliminari su *T.philippinarum* a 18-20 °C hanno indicato che questa specie mostra valori di LT_{50} diversi secondo la stagione in relazione al diverso stato fisiologico degli animali. Infatti prove di resistenza condotte in febbraio hanno dato valori di LT_{50} di 8 gg, mentre prove condotte in luglio hanno evidenziato valori simili a quelli di *Venus* (4 gg).

Riduzione della intensità metabolica

La notevole differenza di sopravvivenza in anossia fra *S.inaequivalvis* e *M.galloprovincialis* rispetto a *Venus* (e *Tapes*) è dovuta verosimilmente alla loro maggiore capacità di rallentare il metabolismo. La misura del turnover anaerobico dell'ATP è un importante indice per determinare la capacità di arresto metabolico. A questo proposito è stato calcolato il turnover di ATP di *S.inaequivalvis* e *V.gallina* dopo 24 ore di anossia (Brooks *et al.*, 1991), che è risultato rispettivamente il 4,5% e il 7,8% del valore aerobico. In *M.galloprovincialis* (De Zwaan *et al.*,1991) il turnover di ATP anaerobico dopo 12 ore di anossia risultò essere di circa il 4,5% della velocità normossica. Ricerche su *Tapes* (Danesi *et al.*, questo stesso volume) hanno mostrato valori del turnover di ATP anaerobico rispetto a quello aerobico di 8% per il muscolo, di 5,6% per il mantello e di 6,3% per il piede. È chiaro che *Scapharca* e *Mytilus* appaiono meglio adattati alla sopravvivenza all'anossia a lungo termine, essendo l'intensità metabolica anàerobica circa la metà di quella di *Venus* e più bassa di quella di *Tapes*.

La maggiore capacità di arresto metabolico di *M.galloprovincialis* e *S.inaequivalvis* in assenza di ossigeno è stata confermata dall'esistenza di meccanismi molecolari che portano al rallentamento di specifiche vie metaboliche. Infatti studi di cinetica enzimatica hanno messo in evidenza che in anossia gli enzimi regolatori della glicolisi subiscono delle modificazioni stabili che portano a forme enzimatiche meno attive. I parametri cinetici della piruvato cinasi (PK) sono stati determinati in muscolo adduttore di *S.inaequivalvis* (Cortesi *et al.*, 1985). L'attività enzimatica (Tab. I) cala già notevolmente dopo il primo giorno di anaerobiosi (aumento della k_m per il PEP di 4,5 volte). Al contrario l'anossia ha solo piccoli effetti sulla k_m della PK di *V.gallina* (Isani, 1987). La diminuzione dell'attività della PK è molto importante perchè, oltre che rallentare il flusso glicolitico, favorisce anche l'attivazione della via della PEPCK al punto di diramazione del PEP.

TABELLA I. Parametri cinetici della piruvato cinasi del muscolo adduttore di *S. inaequivalvis* in funzione del fosfoenolpiruvato in anossia.

Parametri cinetici	Anossia	12 ore Ana	24 ore Ana
V_{max}	68,5	52,1	41,0
K_m (mM)	0,31	0,71	1,78 33
nH	1,78	2,08	1,59
% controllo	100	76	60

Attività espressa come: $V_{0,5\ mM\ PEP}/ V_{2\ mM\ PEP,+01\ mM\ FDP}$ (Cortesi et al., 1985).

I parametri cinetici degli enzimi glicolitici fosfofruttocinasi (PFK) e glicogeno fosforilasi nel piede di *S.inaequivalvis* e *V.gallina* sottoposte a 24 ore di anossia sono riportati in Tab.II (Brooks *et al.*,1991). Come si può vedere le proprietà dell'enzima nella prima specie sono significativamente diverse in anaerobiosi rispetto all'aerobiosi. La forma anossica dell'enzima mostra una ridotta affinità per il fruttoso 6-P (la k_m per il fruttoso 6-P è 2,4 volte più alta) e una più forte inibizione da ATP (I_{50} è 5,8 volte più bassa) rispetto all'enzima aerobico. Relativamente alla glicogeno fosforilasi del piede di *S.inaequivalvis* non vi sono alterazioni dell'attività totale durante l'anossia, tuttavia la forma "a" attiva dell'enzima decresce dal 60 al 49%. Al contrario le proprietà cinetiche di PFK e di glicogeno fosforilasi del piede di *V.gallina* (come si era già

visto per la PK) non presentano modificazioni significative tra la forma aerobica ed anaerobica dell'enzima. Un comportamento di PFK e glicogeno fosforilasi simile a quello di *Scapharca* (Tab.II) è stato messo in evidenza nel muscolo adduttore posteriore di *M.galloprovincialis*: in anossia l'inibizione della PFK dovuta all'ATP (I_{50} ATP) mostra un decremento di 3,2 volte e la percentuale della forma "a" della glicogeno fosforilasi passa dal 74 al 54,7% (De Zwaan *et al.*, 1991).

TABELLA II. Effetti di 24 ore di anossia sui principali parametri cinetici di fosfofruttocinasi e glicogeno fosforilasi del piede di *S.inaequivalvis* e *V.gallina* e del muscolo adduttore di *M. galloprovincialis*

Parametri cinetici	Aerobiosi	Anossia 33
*Scapharca inaequivalvis***		
Fosfofruttocinasi		
K_m Fruttoso 6P (mM)	0,43 (0,05)	1,04 (0,08)*
I_{50} ATP (mM)	9,60 (1,20)	1,41 (0,04)*
UI/g peso fresco	8,12 (1,30)	12,4 (1,60)
Glicogeno fosforilasi		
UI/g peso fresco	1,98 (0,11)	1,87 (0,17)
Percentuale forma "a "	60,4 (2,90)	49,4 (2,20)*
*Venus gallina***		
Fosfofruttocinasi		
K_m fruttoso 6-P (mM)	0,16 (0,019)	0,13 (0,014)
I_{50} ATP (mM)	2,78 (0,21)	3,09 (0,09)
UI/g peso fresco	7,2 (4,40)	9,6 (1,00)
Glicogeno fosforilasi		
UI/g peso fresco	3,39 (0,14)	3,46 (0,34)
Percentuale forma "a"	45,4 (2,50)	44,5 (0,29)
*Mytilus galloprovincialis****		
Fosfofruttocinasi		
U/g peso fresco	5,00 (0,37)	5,05 (0,27)
I_{50} ATP (mM)	5,7 (0,19)	1,8 (0,24)*
Glicogeno fosforilasi		
U/g peso fresco	1,09 (0,37)	0,86 (0,16)
Percentuale forma "a"	74,0 (6,05)	54,7 (8,5)*

Adattato da: ** Brooks et al., 1991; *** de Zwaan et al., 1991; * differenza significativa dal valore aerobico con $p<0,01$.

S.inaequivalvis e *M.galloprovincialis*, quindi, rispondono all'anossia con cambiamenti delle proprietà della PFK e glicogeno fosforilasi nel senso della loro conversione in enzimi meno attivi. Ne consegue un rallentamento del flusso glicolitico e del consumo energetico.

Concentrazione dei metaboliti in anossia

L'andamento delle concentrazioni dei metaboliti nelle specie considerate rispecchia quello di una gran parte dei molluschi bivalvi marini. In uno studio sul muscolo adduttore di *S.inaequivalvis* (Isani *et al.*,1989) viene messo in evidenza l'uso delle riserve di aspartato, la produzione di alanina e succinato, l'uso di ATP e l'esaurimento dell'arginina fosfato, mentre vengono accumulate piccole quantità di lattato e opine (fig 1). Le variazioni più evidenti avvengono nelle prime 10-12 ore, nel periodo che viene chiamato stadio di transizione; nel periodo successivo (stadio di equilibrio) la concentrazione dei metaboliti rimane più o meno costante se si esclude il glicogeno che tende a calare fino alla fine dell'anossia (96 ore). Ulteriori studi su *S.inaequivalvis* e *V.gallina* durante 24 ore di incubazione anossica (animale in toto, Brooks *et al.*,1991) mostrano ugualmente in entrambe le specie consumo di ATP ed esaurimento di arginina fosfato. Tuttavia si possono notare interessanti diversità fra le due specie: *Venus* accumula notevoli quantità di succinato (68,5 uMoli/g p.s.) che non viene convertito in propionato. Al contrario *S.inaequivalvis* è in grado di eliminare una larga quantità di questo acido grasso volatile nell'acqua di incubazione. In questo modo *Scapharca* consegue notevoli vantaggi, che si riflettono sulla sua maggiore sopravvivenza, rispetto a *Venus*: elimina un acido organico che determina un abbassamento del pH; nella tappa che porta al propionato produce altri due ATP supplementari; il minore accumulo di succinato rappresenta un risparmio di riserve glucidiche.

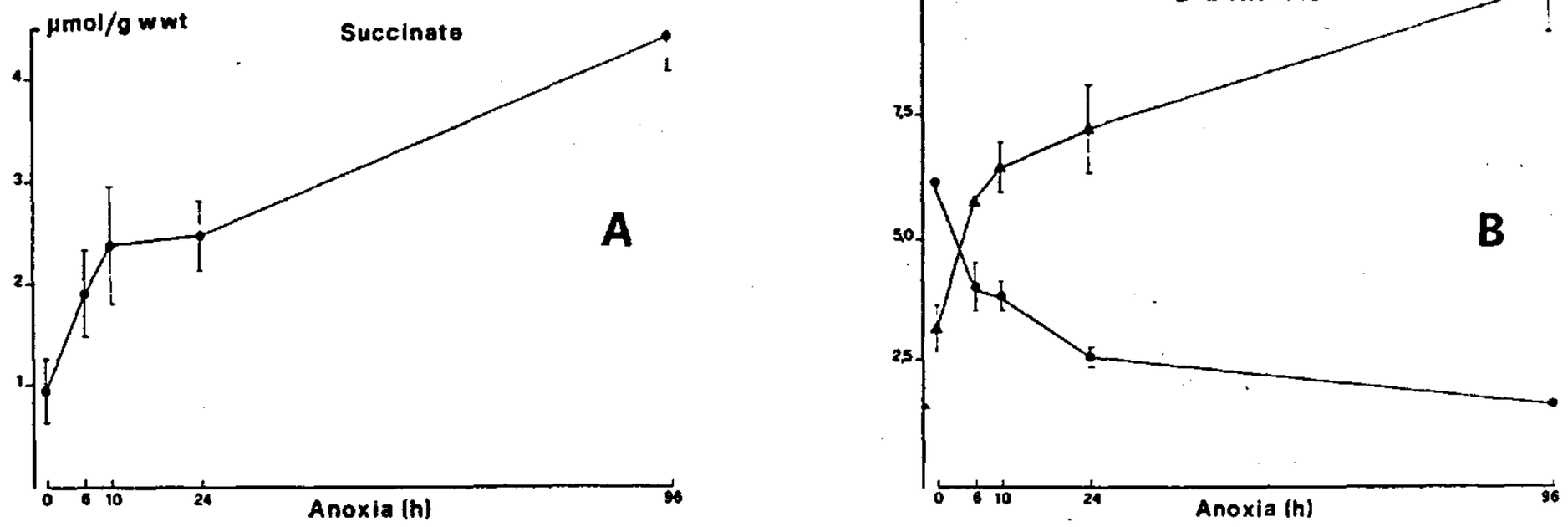


Fig. 1. A,B: effetti dell'anossia a lungo termine sui livelli dei prodotti finali in muscolo adduttore di *S.inaequivalvis*. I valori sono espressi come media + DS (n=3)(da Isani et al.,1989)

Consumo di ossigeno in ipossia.

È noto che i fenomeni eutrofici provocano molto più spesso condizioni di ipossia che di anossia. Per meglio valutare le risposte fisiologiche e biochimiche al declino dell'ossigeno sono stati portati avanti studi di respirometria su *S.inaequivalvis* (De Zwaan *et al.*, 1992; Van den Thillart *et al.*, 1992), *V.gallina* e *M.galloprovincialis* (De Zwaan *et al.*,1991; 1992) e *T.philippinarum* (Cattani, dati non pubblicati).

Gli esperimenti sono stati condotti con un respirometro collegato ad un elaboratore di dati computerizzato (Van den Thillart and Verbeck, 1982), dotato di due camere (12 litri ciascuna) che possono essere sottoposte indipendentemente a concentrazioni di ossigeno diverse l'una dall'altra. I risultati ottenuti mostrano una diverso comportamento di *S.inaequivalvis* rispetto alle altre tre specie a tensioni declinanti di ossigeno.

Per quanto riguarda *M.galloprovincialis* (De Zwaan *et al.*,1991; 1992) il consumo di ossigeno comincia a calare quando vengono raggiunte concentrazioni inferiori a 3,4 ppm e da questa tensione a 0,6 ppm si nota una diminuzione graduale e costante (fino a 9 volte il consumo in normossia). Analogo comportamento è mostrato da *T.philippinarum* e da *V.gallina* che cominciano a diminuire il consumo di O_2 già a tensioni prossime alla normossia. Queste tre specie dunque adattano il consumo di ossigeno alla sua concentrazione nell'acqua e non avendo capacità di regolazione (se non a concentrazioni di questo piuttosto alte) vengono indicati con il nome di "oxycoformers". La curva del consumo di O_2 di *S.inaequivalvis* (Fig. 2A) è molto diversa e mostra due zone (sopra i 2,5-3 e sotto 1,5 ppm) dove l'animale è capace di regolare il consumo di ossigeno, ed una parte intermedia dove il consumo di ossigeno mostra un brusco declino (De Zwaan *et al.*, 1992; Van den Thillart *et al.*, 1992). Per la capacità di regolazione anche a bassi livelli di O_2 *S.inaequivalvis* si comporta come un "oxyregulator" (De Zwaan *et al.*, 1992; Van den Thillart *et al.*, 1992). La regolazione con $[O_2]< 1,5$ ppm è sicuramente dovuta alla presenza di emoglobina ed in particolare alla variazione della sua affinità per l'ossigeno. Weber (1990) ha dimostrato che l'emoglobina di *Scapharca* è sensibile alle variazioni di ATP e pertanto i ridotti livelli di ATP nella ipossia severa determinano un aumento della sua affinità per l'ossigeno.

Effetto dell'ipossia sulla concentrazione dei metaboliti.

La diversa risposta all'ipossia di *M.galloprovincialis* e *S.inaequivalvis* è sottolineata chiaramente dalla variazione dei livelli dei metaboliti durante l'esposizione (12 ore a 20 °C) a varie tensioni di O_2. In particolare De Zwaan *et al.* (1991) hanno osservato che alanina e succinato (caratteristici prodotti finali anaerobici) mostrano un aumento notevole dei loro livelli (nell'animale in toto) a 3,15 e 1,59 rispettivamente in

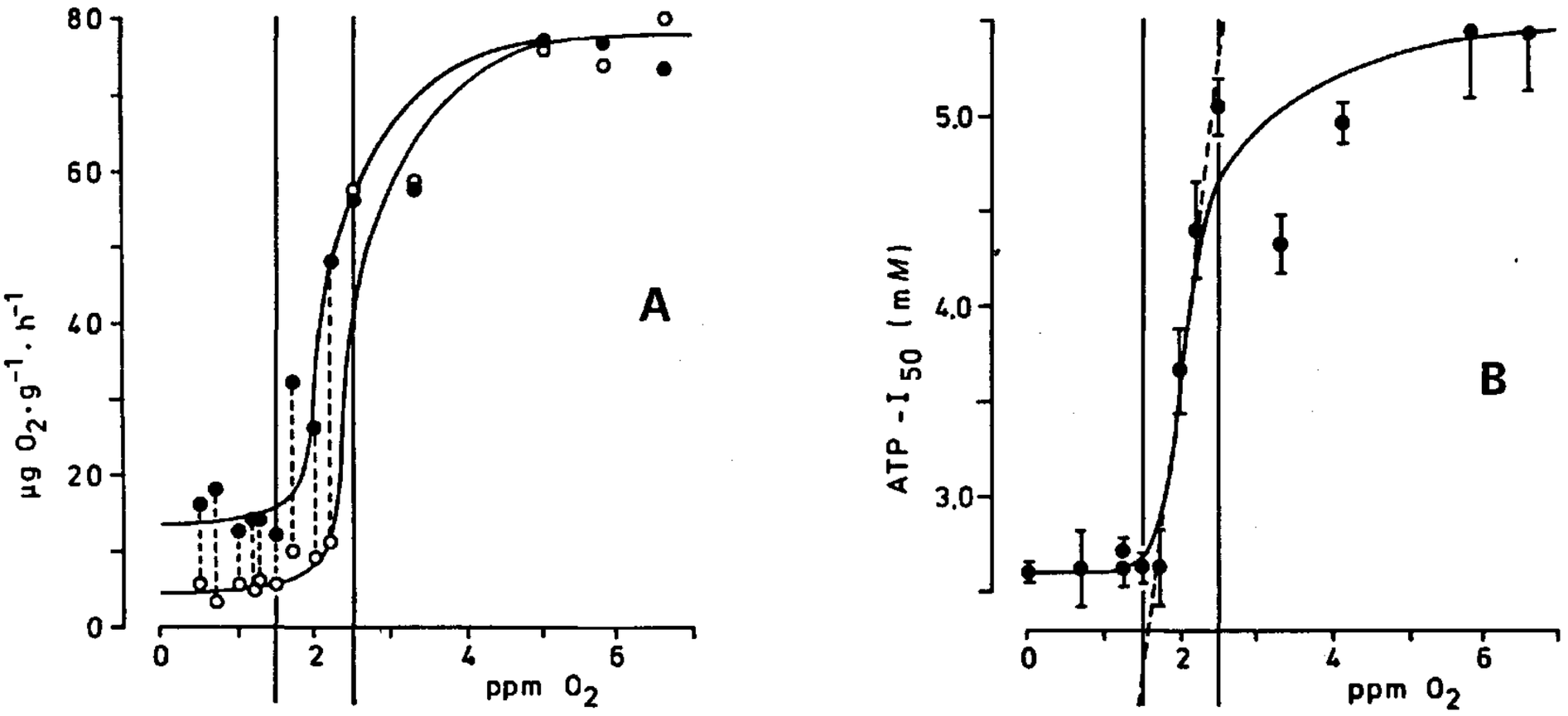


Fig.2. Effetti di 12 ore di esposizione a vari livelli di ipossia in *S.inaequivalvis*. A): consumo di O2 all'inizio (cerchi vuoti) ed alla fine (cerchi pieni)delle 12 ore. B): inibizione da ATP (I50) della PFK. I valori sono espressi come media + E.S.(n=5). (da Van den Thillart et al.,1992).

M.galloprovincialis ed a tensioni molto più basse (di 1,10 e 0,86 rispettivamente) in *S. niaequivalvis*. Ciò indica che l'inizio della produzione anaerobica di ATP avviene in quest'ultima specie a tensioni di ossigeno notevolmente più basse che in mitilo. È stato osservato, inoltre, che in *M.galloprovincialis* non vi sono variazioni delle concentrazioni dei metaboliti tra la pO_2 di 1,59 ppm e la completa anossia, mentre in *Scapharca* l'accumulo dei metaboliti è significativamente minore, rispetto alla completa anossia, anche alla più bassa pressione parziale saggiata (0,51 ppm). Un andamento simile, nelle due specie, si manifesta per quanto riguarda il consumo di aspartato, ATP e arginina fosfato. Questo significa che mentre *M.galloprovincialis* ha completamente attivato il metabolismo anaerobico alla tensione di ossigeno di 1,6 ppm (e a tutte le tensioni al di sotto di questo livello si trova funzionalmente in anossia), in *S.inaequivalvis* questo non è ancora pienamente attivato alla $[O_2]$ di 0,5 ppm e vi è ancora una fondamentale componente aerobica nella produzione di ATP (De Zwaan *et al.*, 1991). In conclusione *M.galloprovincialis* esperimenta, a causa della sua più alta soglia di sensibilità alle basse concentrazioni di ossigeno, molto prima di *S. inaequivalvis* lo stress anossico, e pertanto le condizioni di carenza di ossigeno (conseguenti l'eutrofizzazione) si possono risolvere in un aumento della sua mortalità.

I livelli di questi tre metaboliti sono stati determinati anche nel muscolo adduttore posteriore di mitilo e negli eritrociti di *S.inaequivalvis* (De Zwaan *et al.*, 1991). Come si era già visto per l'animale totale il livello dei metaboliti decresce gradualmente con il declino della tensione di ossigeno. Il muscolo adduttore del mitilo mostra tuttavia una soglia più bassa di $[O_2]$ per l'attivazione del metabolismo anaerobico, mentre negli eritrociti di *Scapharca* si osserva un comportamento opposto (per quanto riguarda il metabolismo anaerobico degli eritrociti vedi De Zwaan *et al.*, in questo stesso volume).

Nell'intervallo di tensione di ossigeno tra 1,5-2,5, parallelamente all'instaurarsi del metabolismo anaerobico, è stato messo in evidenza (Fig. 2B) un aumento della sensibilità all'ATP della PFK (abbassamento dell' I50 ATP) che indica una depressione del flusso glicolitico dopo 12 ore di esposizione ipossica, anche se *S.inaequivalvis* si avvale soprattutto della produzione aerobica di ATP anche in severa ipossia (Van den Thillart *et al..*, 1992).

Riassunto

Pur essendo buoni anaerobi facoltativi i molluschi bivalvi *M.* galloprovincialis, *V.gallina, S.inaequivalvis* e *T.philippinarum* hanno risposto in modo diverso alle condizioni di carenza di ossigeno conseguenti i fenomeni di eutrofizzazione. In particolare al declino delle popolazioni di *Venus* si è contrapposta la diffusione di *Scapharca* e di *Tapes*. Il comportamento degli animali in anossia sperimentale rispecchia il comportamento nell' ambiente naturale in quanto i valori di LT_{50} si dispongono secondo il seguente ordine: *Scapharca* > *Mytilus* > *Tapes* > *Venus* e confermano che *Scapharca* è meglio adattata a competere per l'ossigeno rispetto alle altre specie considerate.

M.galloprovincialis e *S.inaequivalvis* risultano egualmente attrezzati ad affrontare l'anossia. Infatti presentano una simile capacità di riduzione dell'intensità metabolica (Turnover di ATP anossico uguale al 4,5% di quello aerobico contro il 7,8% di *Venus*). Entrambe le specie posseggono i meccanismi molecolari che permettono l'arresto metabolico. Infatti gli enzimi regolatori della glicolisi (PK, PFK e glicogeno fosforilasi) presentano nel passaggio dall'aerobiosi all'anossia delle modificazioni covalenti che portano ad enzimi meno attivi con conseguente riduzione del flusso glicolitico.

La maggiore capacità di sopravvivenza di *S.inaequivalvis* rispetto a *M.galloprovincialis* è sicuramente dovuta al fatto che quest'ultimo è meno attrezzato a sopportare lunghi periodi di ipossia. Studi respirometrici hanno dimostrato che *Scapharca* (grazie alla presenza di emoglobina) riesce a regolare il consumo di O_2 anche a basse concentrazioni di questo nel mezzo (oxyregulator). *Mytilus, Venus e Tapes*, al contrario, adattano il consumo di ossigeno alla sua concentrazione nell'acqua (oxyconformer) e riescono a regolare il consumo di O2 solo a concentrazioni molto alte (oltre i 3,4 ppm).

L'accensione del metabolismo anaerobico (individuato dall'accumulo dei prodotti finali anaerobici) avviene a pO_2 molto più basse in *Scapharca* che nel mitilo. Inoltre mentre in quest'ultima specie le concentrazione dei prodotti finali a 1,59 ppm di O_2 non sono significativamente diverse da quelle in anossia, in *Scapharca* i livelli di alanina e succinato misurati a 0,5 ppm di ossigeno sono ancora significativamente diversi da quelli in completa anossia. Per questa ragione *M.galloprovincialis* sperimenta lo stress anossico a tensioni di O_2 più alte che non *Scapharca*.

Bibliografia

BROOKS S.P., A. DE ZWAAN, G. VAN DEN THILLART, O. CATTANI, P. CORTESI, K.B. STOREY (1991) - Differential survival of *Venus gallina* and *Scapharca inaequivalvis* during anoxic stress: covalent modification of phosphofructokinase and glycogen phosphorylase during anoxia. *J Comp Physiol.* B **161:** 207- 212

CORTESI P., O. CATTANI, E. CARPENÈ, S. TACCONI, G. HAKIM, G.ISANI (1985) - Regolazione della piruvato cinasi in *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière) in anaerobiosi e successivo recupero. *Atti del 1° Simposio di Biochimica Marina, Cesenatico 19 sett. 1985*, 109-112

DE ZWAAN A., P.CORTESI, G. VAN DEN THILLART, S.BROOKS, K.B.STOREY, J.ROOS, G. VAN LIESHOUT, O.CATTANI, G.VITALI (1992) - Energy metabolism of bivalves at reduced oxygen tensions. *Science of the Total environment, Elsevier Amsterdam*, Supplement 1992, 1029-1039

DE ZWAAN A., P.CORTESI, G.VAN DEN THILLART, J.ROOS, K.B.STOREY (1991) - Differenzial sensitivity to hypoxia by two anoxia tolerant marine molluscs: a biochemical analysis. *Mar. Biol.*, **111**: 343-351

ISANI G. (1987) - Metabolismo anaerobico in molluschi bivalvi dell'Adriatico. Tesi di Dottorato, Università di Bologna, Bologna

ISANI G., O.CATTANI, E.CARPENÈ, S.TACCONI, P.CORTESI (1989) - Energy metabolism during anaerobiosis and recovery in the posterior adductor muscle of the bivalve *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière). *Comp. Biochem. Physiol.* **93**B: 193-200

VAN DEN THILLART G., G.VAN LIESHOUT, K.STOREY, P.CORTESI, A DE ZWAAN (1992) - Influence of long term hypoxia on the energy metabolism of the haemoglobin-containing bivalve *Scapharca inaequivalvis*: critical O_2 levels for metabolism depression. *J. Comp. Physiol.* B, **162**: 297-304.

VAN DEN THILLART G., R. VERBEEK (1982) - Substrates for anaerobic CO_2 production by the goldfish *Carassius auratus* L.: decarboxylation of 14C-labelled metabilites. *J. Comp. Physiol.* **149:** 75-81

R.E.WEBER (1990) - Effects of mercury on the functional properties of haemoglobins from the bivalve mollusc *Scapharca inaequivalvis. J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **144:** 39-48

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 125-128

G. CIANI, A. QUAGLIA

Dipartimento di Biologia evoluzionistica sperimentale - Università di Bologna - Via Belmeloro, 8 - 40126 Bologna - Italia

ULTRASTRUTTURA DEGLI ERITROCITI DI *SCAPHARCA INAEQUIVALVIS* (BRUGUIERE)

Scapharca red cells

Abstract

The haemolymph of Scapharca inaequivalvis contains both immature and mature red cells.

Key-words: *Scapharca inaequivalvis*, Red cells, Ultrastructure.

Introduzione

Nell' ultimo ventennio, l'Alto Adriatico ha avuto numerose crisi di ipossia-anossia che hanno inciso specialmente sugli organismi meno mobili come i Molluschi Bivalvi (FRANZOI *et al.*, 1986). Fra di essi, però, l'Arcide *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière) ha tollerato bene le avverse condizioni perchè a differenza della generalità dei Bivalvi, possiede eritrociti forniti di emoglobina e può ricavare, dall'acqua, ossigeno sufficiente anche quando la concentrazione del gas è bassa (ROYER *et al.*, 1989); inoltre, perchè è in grado di deprimere fortemente la domanda energetica passando dal metabolismo aerobio a quello anaerobio (ISANI *et al.*, 1989).

Dunque, gli eritrociti giocano un ruolo importante nella sopravvivenza di *S. inaequivalvis*, ma di che eritrociti si tratta? Poco si conosce delle loro caratteristiche, oltre che sono nucleati e possono avere (anche) un metabolismo anaerobio (DE VOOYS *et al.*, 1991). Perciò, abbiamo cominciato a studiarne l'organizzazione negli animali adulti, nel periodo estivo (Luglio-Agosto 1991) ed in condizioni di normossia.

Materiali e Metodi

Sono stati impiegati una decina di esemplari di *S. inaequivalvis* (lunghezza della conchiglia 41 - 56 mm) provenienti dalla fascia costiera di Cesenatico (ossigeno disciolto circa 8 mg/l).

L'emolinfa è stata prelevata, con pipetta Pasteur, dal seno del mantello di ogni animale e, in parte, centrifugata (5 min a 1.100 X g) per ottenere dei pellets. Questi sono stati fissati con paraformaldeide 1% - glutaraldeide 2,5% in tampone cacodilato 0,1 M, poi con tetraossido di osmio 1%, infine disidratati in acetone ed inclusi in Araldite; le sezioni ultrasottili sono state osservate con microscopio elettronico Philips EM 410 T.

Con la rimanente emolinfa, sono stati eseguiti il conteggio degli eritrociti e le colorazioni con Giemsa, blu di Prussia per la ferritina e Sudan B per la perossidasi (PASQUINELLI, 1981).

Risultati

Nel seno del mantello, l'emolinfa di *S. inaequivalvis* contiene, per ml, circa 800.000 eritrociti discoidali- ellissoidali (8-15 µm di diametro) che, con Giemsa, mostrano un nucleo eosinofilo irregolare e delle granulazioni citoplasmatiche azzurrofile; alcune di esse si colorano anche con il blu di Prussia, altre con il Sudan B (Fig. 1a,b,c).

Visti al microscopio elettronico, questi eritrociti presentano due tipi estremi di organizzazione collegati da forme di transizione.

Il primo tipo, più frequente, mostra un nucleo eucromatico, spesso fornito di nucleolo, ed un citoplasma elettron-trasparente (Fig. 2). Il nucleo ha un involucro munito di pori (circa 80 nm di diametro) e, sulla mem-

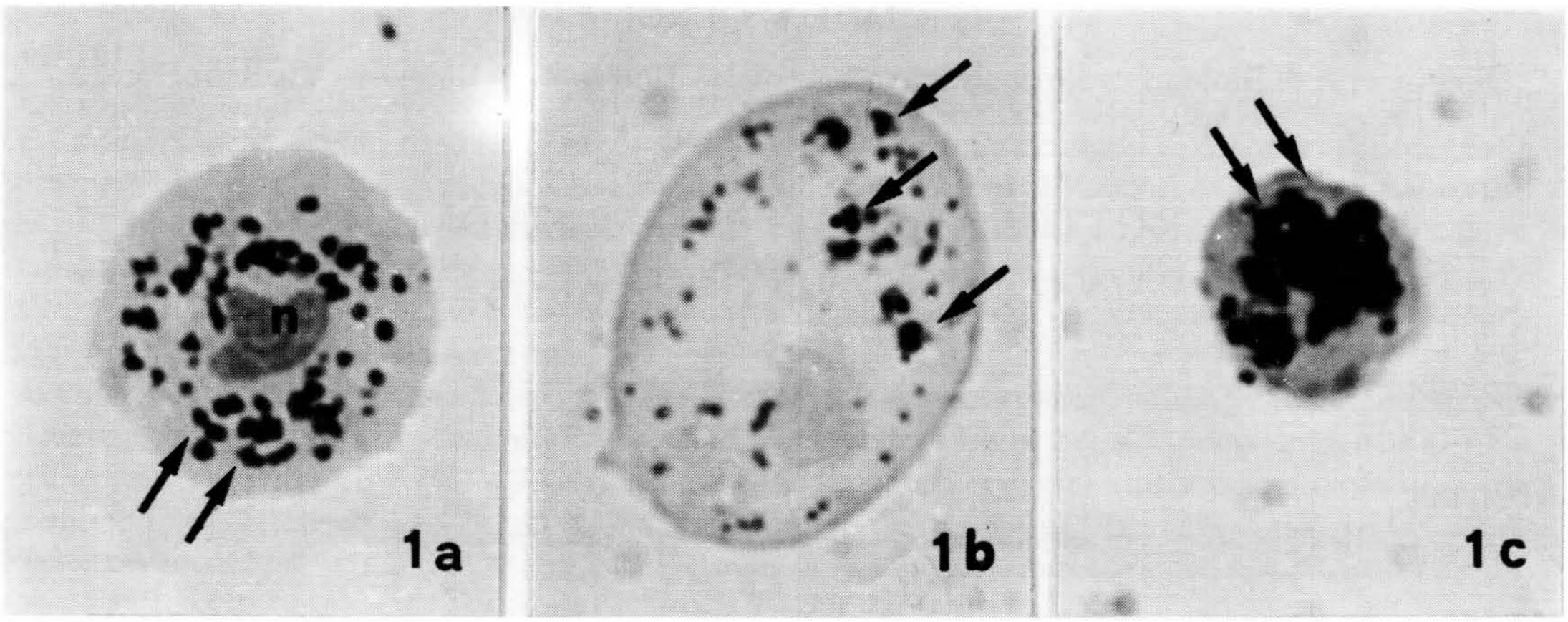
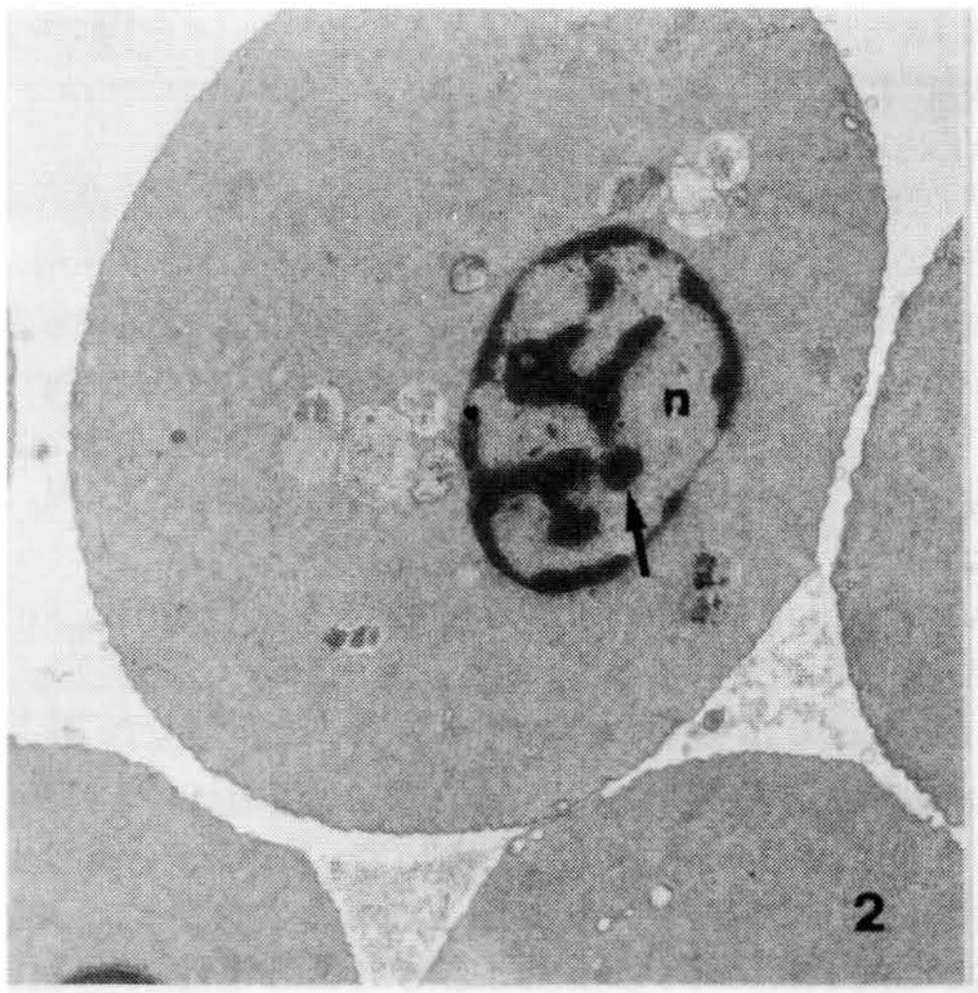


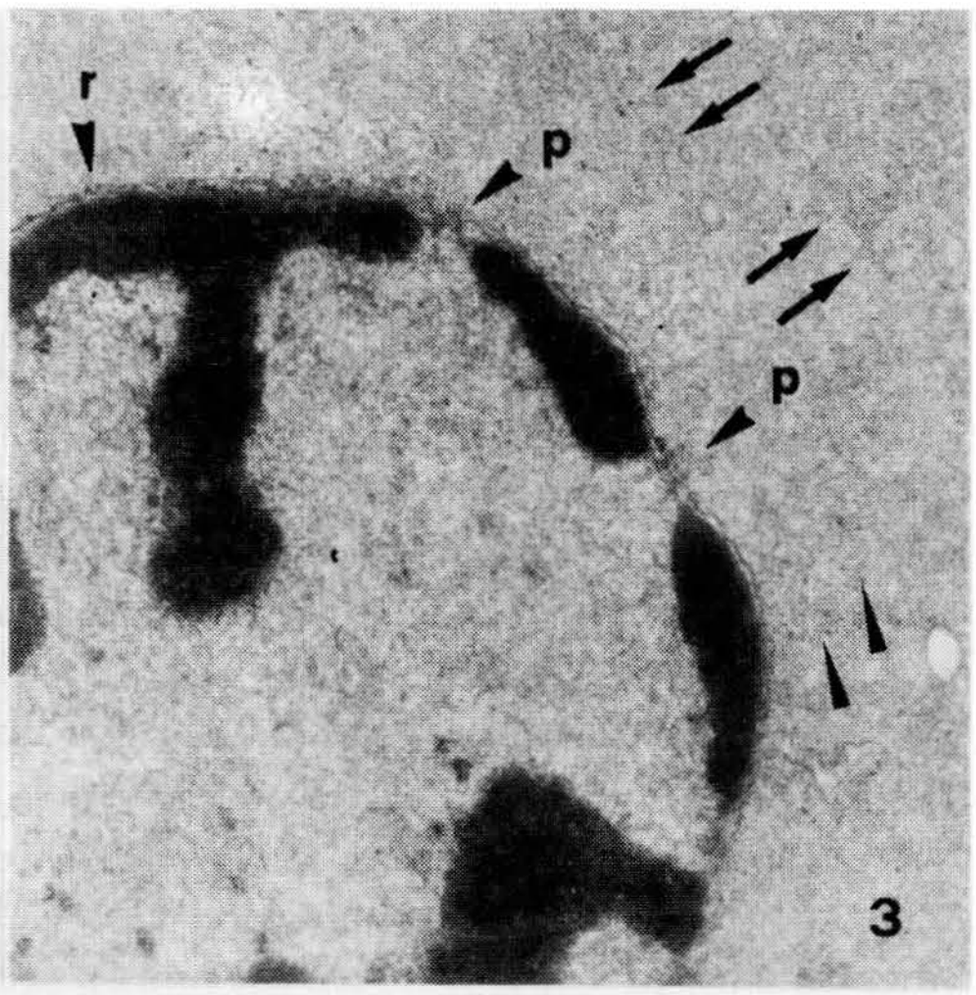
Fig. 1 - Eritrociti colorati con tecniche diverse. Notare che le cellule discoidali-elissoidali, differiscono per dimensioni (2.000 X). 1a: la Geimsa mette in evidenza il nucleo (n) e le granulazioni citoplasmatiche (frecce). 1b: alcune delle granulazioni (frecce) si colorano anche con il blu di Prussia. 1c: altre granulazioni (frecce) si colorano anche con il Sudan B.

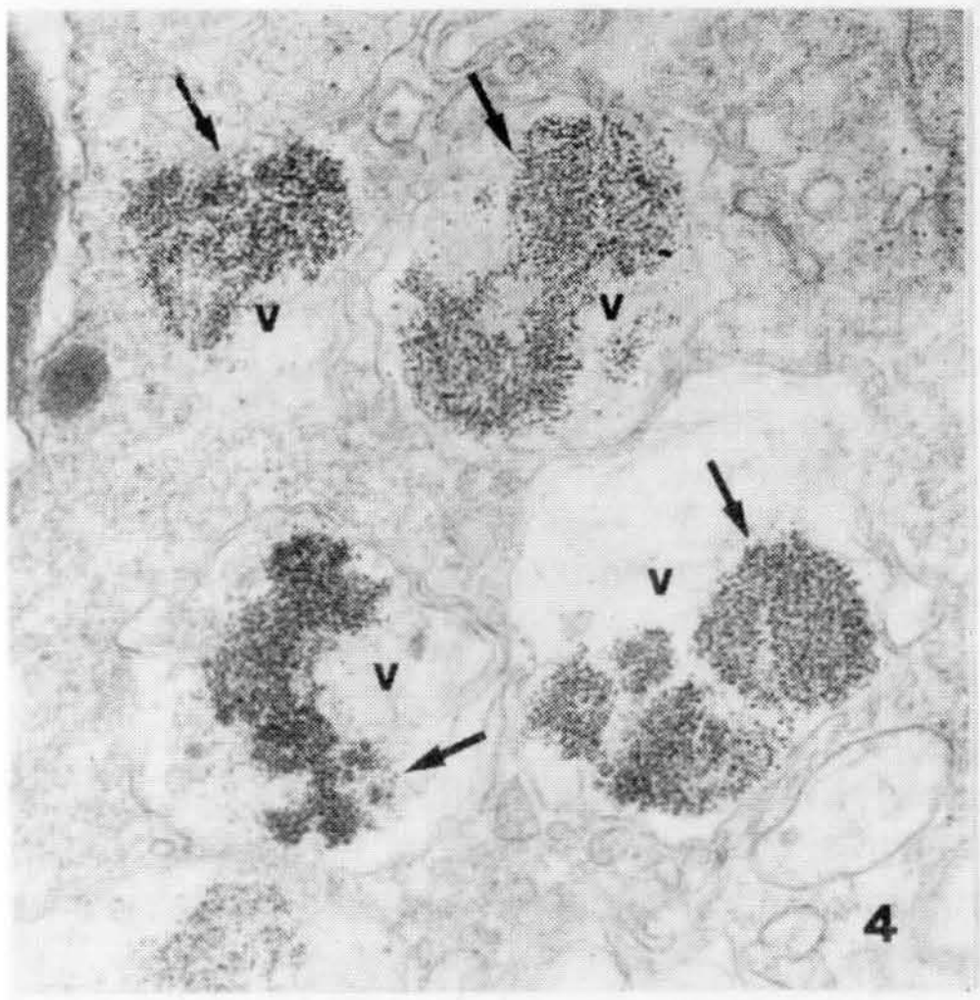
brana esterna, di ribosomi (Fig. 3). Il citoplasma presenta ribosomi liberi, microfilamenti (5-7 nm di spessore), vacuoli contenenti particelle elettron-opache (circa 10 nm di diametro) e, nell'ectoplasma, microtubuli associati a 1-2 centrioli (Figg. 3,4,5). Inoltre, contiene dei corpi densi, limitati da una membrana e con matrice granulosa; un ben sviluppato apparato del Golgi, circondato da reticolo rugoso e localizzato fra il nucleo ed i centrioli; alcuni mitocondri con rare creste (Fig. 5; vedi anche Fig. 7).

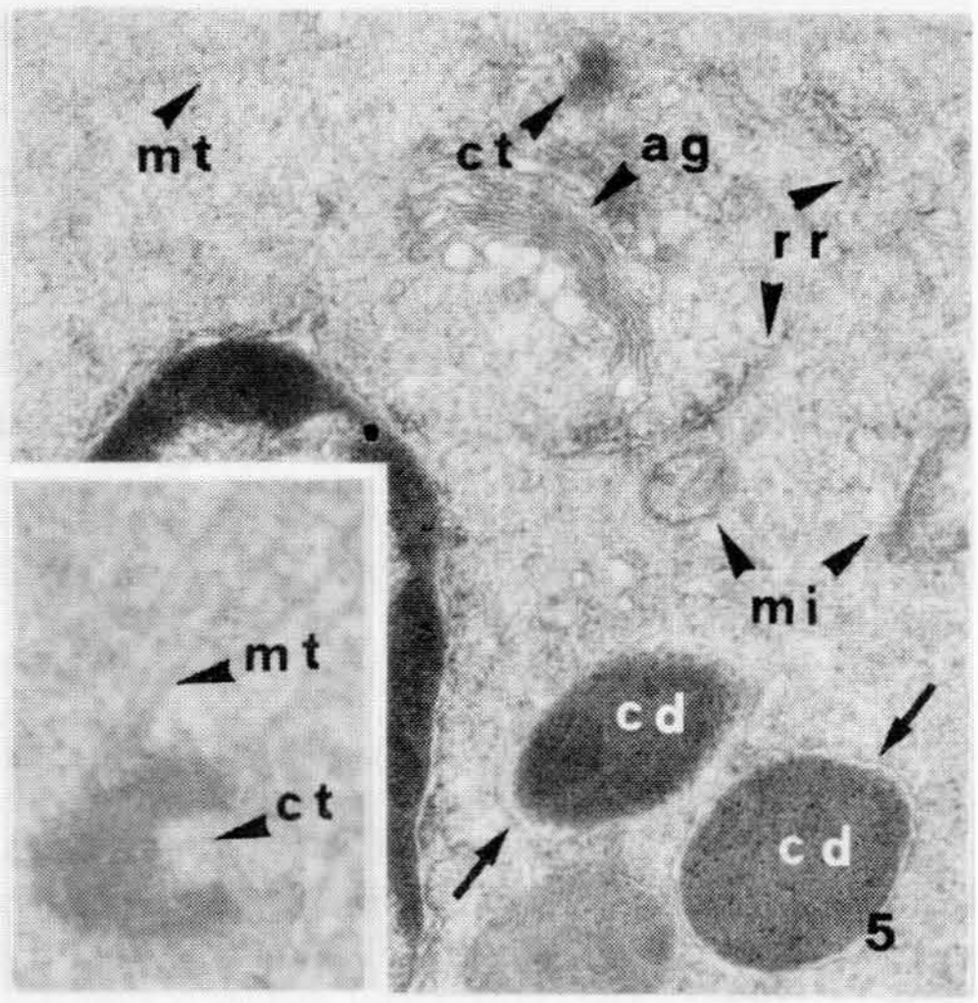
Il secondo tipo di eritrocita possiede un nucleo eterocromatico ed un citoplasma denso per la presenza di numerosi microfilamenti (5-7 nm di spessore). Mostra, inoltre, un notevole fascio di microtubuli, ma pochi corpi densi, ribosomi liberi, mitocondri e vacuoli contenenti particelle elettron-opache; l'apparato del Golgi ed il reticolo rugoso sono ridotti, talvolta assenti (Figg. 6, 7).

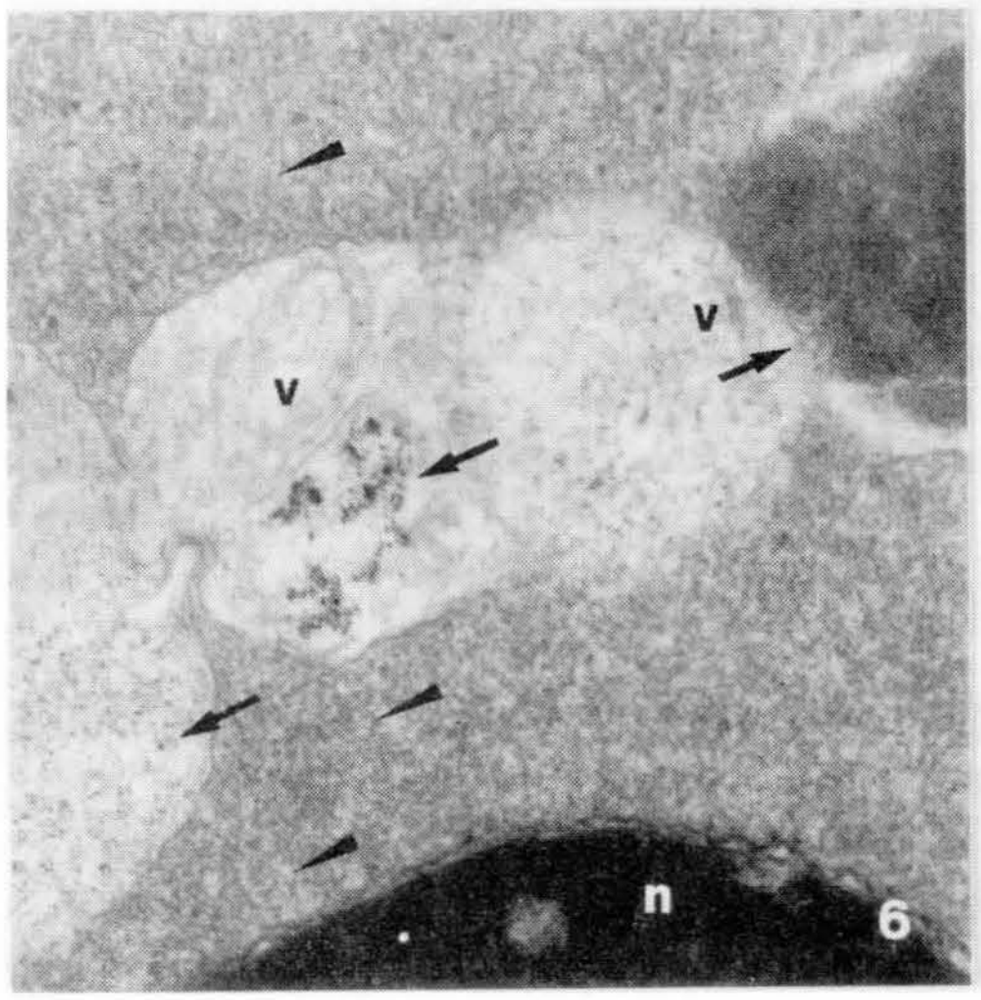
Figg. 2-7 - 2: Notare il nucleo (n) eucromatico, con tracce di nucleolo (freccia) ed il citoplasma elettron-trasparente (7.000 X); 3: Involucro nucleare munito di pori (p) e, sulla membrana esterna, di ribosomi liberi (teste di freccia) e microfilamenti (frecce) (24.000 X); 4: Vacuoli (v) contenenti particelle elettron-opache (frecce) (50.000 X); 5: Apparato del Golgi (ag), microtubuli (mt) associati ad un centriolo (ct), reticolo rugoso (rr), mitocondri (mi) e corpi densi (cd) circondati da membrana (frecce) (18.000 X). Nell'inserto, dettaglio del centriolo (ct) e dei microtubuli (mt) (36.000 X); 6: Citoplasma denso per la presenza di numerosi microfilamenti (teste di freccia); notare i vacuoli (v) contenenti particelle elettron-opache (frecce) e la periferia del nucleo eterocromatico (n) (50.000 X); 7: Mitocondrio (mi) con rare creste (teste di freccia) e corpo denso (cd) con matrice granulosa (freccia) (34.000 X). Nell'inserto, fascio di microtubuli (mt) presso la membrana plasmica (mp) (15.000 X). ▶

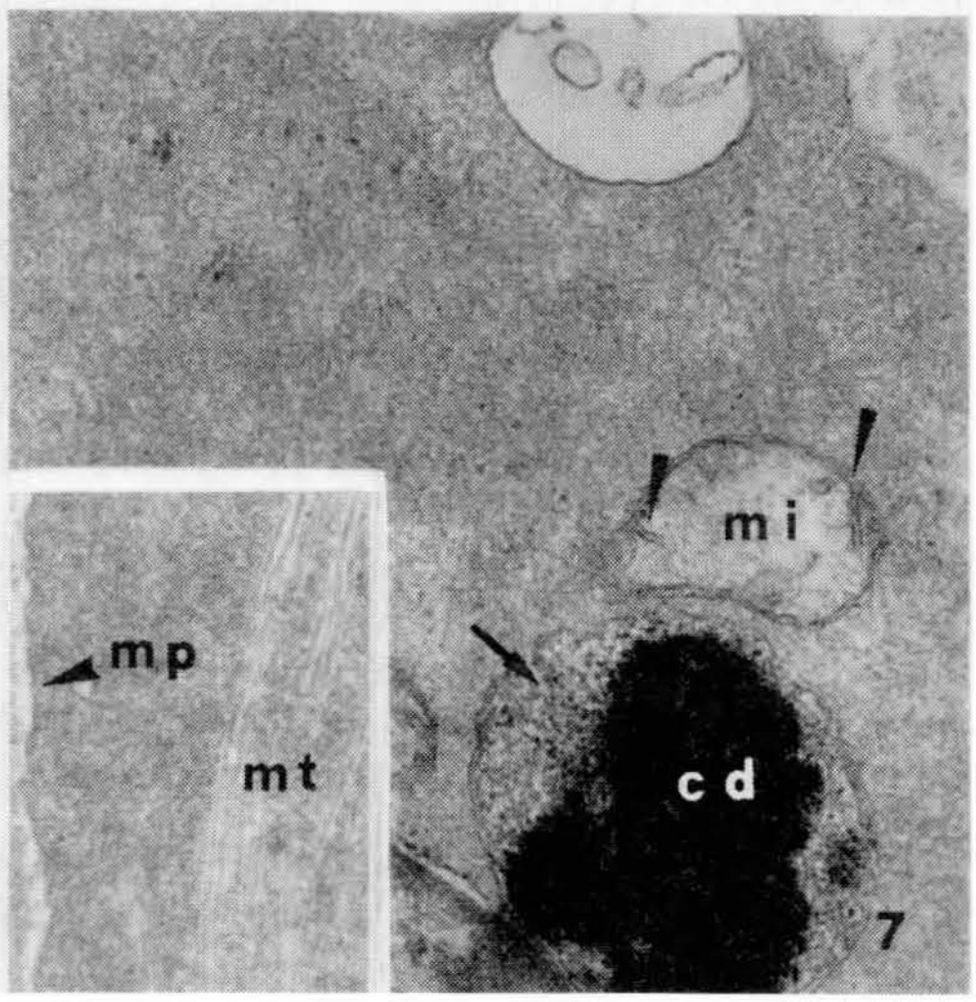

n
2


r
p
p
3


v
v
v
v
4


mt
ct
ag
r r
mi
cd
cd
5
mt
ct


v
v
v
n
6


mi
mp
mt
cd
7

Discussione

Gli eritrociti dei Bivalvi Arcidi hanno destato grande interesse per l'emoglobina (ROYER *et al.*, 1989) ed il citoscheletro (COHEN, 1991), ma scarso per l'organizzazione (OCHI, 1972).

In complesso, gli eritrociti di *S. inaequivalvis* ricordano quelli di *Barbatia viresceas* (OCHI, 1972). Sono nucleati, discoidali-ellissoidali, hanno organiti (mitocondri compresi) e vacuoli (con particelle elettronopache) che potrebbero corrispondere alle granulazioni blu di Prussia positive e, quindi, contenere ferritina (BESSIS, 1972). In più, presentano un ricco citoscheletro (microtubuli e microfilamenti) e dei corpi densi che, probabilmente, equivalgono ai granuli Sudan B positivi; potrebbero, perciò, essere dei perossisomi forse implicati nel catabolismo delle purine e/o nella gluconeogenesi (DE DUVE & BANDHUIN, 1966) come suggerisce la mancanza di glicogeno in queste cellule.

Per tutte queste caratteristiche, gli eritrociti di *S. inaeqivalvis* sembrano, dunque, idrodinamici, orientabili e poco deformabili (COHEN, 1991), nonché dotati di attività sintetiche e di metabolismo aerobio (DE VOOYS *et al* 1991) come generalmente, gli eritrociti nucleatie di Invertebrati e Vertebrati (FONTAINE & LAMBERT, 1973). Questi elementi, però, sembrano essere di due tipi, il primo dei quali mostra l'apparato di sintesi (nucleo compreso) attivo ed il citoscheletro poco sviluppato, il secondo ha le caratteristiche opposte. Poco si conosce sull'ematopoiesi nei Bivalvi (CHENG, 1981). Tuttavia, in base alle consocenze generali (BESSIS, 1972), si può ritenere che essi rappresentino, rispettivamente, uno stadio differenziato. Del resto, solo quest'ultimo tipo si ritrova anche nel connettivo interepiteliale del mantello (CIANI, 1991).

Summary

In the haemolymph of the blood clam, *Scapharca inaequivalvis*, there are two types of red cells. The first type has an euchromatic nucleus and an electron-lucent cytoplasm which contains microfilaments, microtubules and vacuoles with ferritin-like particles; the cytoplasm also exhibits a well- developed Golgi apparatus, rough endoplasmic reticulum, mithocondria and an electron- dense cytoplasm which is mainly packed with microtubules and microfilaments. We suggest that these two cell types may respectively represent immature and fully differentited cells.

Bibliografia

BESSIS M. (1972) - Le cellules du sang normal et pathologique. Masson Ed., Paris

CHENG T.C. (1981) - Bivalves. In: Invertebrate blood cells; vol.1, 233-300. N.A. Ratcliffe & A.F. Rowley Ed.; Academic Press, London.

CIANI G. (1991) - Il mantello del Bivalve Arcide *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière). Ultrastruttura del connettivo interepiteliale. *Atti XXII Congresso S.I.B.M.* (in corso di stampa)

COHEN W.D. (1991) - The cytoskeletal system of nucleated erythrocytes. *Int. Rev. Cytol.*, **130**: 38-84.

DUVE DE C., BANDHUIN P. (1966) - Perpxospmes (microbodies and related particles). *Physiol. Rev.*, **46:** 323-357

FONTAINE A.R., LAMBERT P. (1973) - The fine structure of the haemocyte of the holothurian *Cucumaria miniata* (Brandt) - *can. j. Zool.*, **51:** 323-332

FRANZOI P., MISTRI M., ROSSI R., CECCHERELLI V.U. (1986) - Crisi distrofiche e variazioni della associazione a Bivalvi in una sacca del delta del Po. *Nova Thalassia*, **8:** 3, 305-310.

ISANIG., CATTANI O., CARPENÈ E., TACCOSNI S., CORTESI P. (1989) - Energy metabolism during anaerobiosis and recovery in the posterior adductor muscle of the bivalve *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière). *Comp. Biochem. Physiol.*, **93B:** 1, 193-200.

OCHI O. (1972) - Fine structurese of the erytrocytes in a marine bivalve, *Barbatia viresceas. Mem. Ehime UNiv.*, **b, VII:** 1, 14- 20. p73

PASQUINELLI F. (1981) - Diagnostica e tecniche di laboratorio. Vol. 2. rosaini Ed., Firenze.

ROYER W.R.Jr., HENDRICKSON W.A., CHIANCONE E. (1989) - the 2,4 Å crystal structure of *Scapharca* dimeric hemoglobin. *J. Biol. Chem.*, **264:** 35, 21052-21061.

VOOYS DE C.G.N., DE ZWAAN A., ROOS J., CARPENÈ E., CATTANI O. (1991) - Anaerobic metabolism of erythrocytes of the arcid clam *Scapharca inaequivalvis* (Bruguière): effects of cadmium. *Comp. Biochem. Physiol.*, **98B:** 1, 169-175.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 129-130

F. TROMBETTI, V. VENTRELLA, A. PAGLIARANI, M. PIRINI, A.R. BORGATTI, G. TRIGARI

Dipartimento di Biochimica "G. Moruzzi", Sezione di Biochimica Veterinaria, Università di Bologna.

ATTIVITÀ ATPASICHE STIMOLATE DA CATIONI MONOVALENTI IN MICROSOMI DI MANTELLO DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.

Mussel mantle monovalent cation stimulated ATPases

Abstract

The (Na^++K^+)-ATPase and the ouabain-insensitive Na^+- ATPase coexist in mussel mantle microsomes. The prevalence of the Na^+-ATPase on the (Na^++K^+)-ATPase is related to a presumptive preeminent Na^+- ATPase role in lower phyla. (Na^++K^+)-ATPase, Na^+- ATPase, marine mussel, mantle.

Introduzione

La coesistenza della (Na^++K^+)-ATPasi e di una Na^+-ATPasi insensibile all'ouabaina riscontrata in una crescente varietà di tessuti animali di vertebrati e invertebrati (1) è stata recentemente confermata nel nostro laboratorio in tessuti di *Mytilus galloprovincialis* (2). In precedenza altri autori (3) in branchie di *Mytilus edulis* avevano evidenziato solo una ATPasi attivata aspecificamente da cationi monovalenti con un ipotetico ruolo nel trasporto transmembrana di soluti.

Il presente lavoro aveva lo scopo di ricercare l'attività della (Na^++K^+)- e della Na^+-ATPasi nel mantello di *Mytilus galloprovincialis*, di valutare l'incidenza reciproca nelle rispettive condizioni ottimali di saggio e di verificare l'esistenza di comportamenti simili o assimilabili a quelli già riscontrati per le due ATPasi in altri tessuti e specie.

Materiali e metodi

In microsomi di mantello di *Mytilus galloprovincialis* abbiamo studiato le proprietà di tali attività valutandone la sensibilità ad alcune condizioni di saggio ed agli inibitori ouabaina ed acido etacrinico.

Risultati

Nelle condizioni qui riscontrate ottimali, e cioè pH 6,0, MgATP 2 mM, NaCl 150 mM per la Na^+-ATPasi e pH 7,0, MgATP 2 mM, NaCl 20 mM e KCl 12,5 mM per la (Na^++K^+)-ATPasi, la Na^+-ATPasi, con un'attività specifica di 4,1±0,2 µmoli Pi x mg proteina^{-1} x h^{-1}, risulta nettamente superiore alla (N a++K^+)-ATPasi: 1,9±0,1. Vengono inoltre mantenute le caratteristiche distintive già riportate in letteratura (1, 4), per altri tessuti di vertebrati e invertebrati come l'insensibilità della Na^+-ATPasi a concentrazioni di ouabaina che inibiscono completamente la (Na++K^+)-ATPasi (in questo caso 5 mM), l'inibizione preferenziale della Na^+-ATPasi da parte dell'acido etacrinico e il pH ottimale della Na^+-ATPasi più acido di quello della coesistente (Na^++K^+)-ATPasi.

Conclusioni

L'elevata attività della Na^+-ATPasi sembra sia confermare la tendenza già osservata di una sua crescente incidenza scendendo nella scala zoologica (4) sia rafforzare l'ipotesi di un suo presumibile ruolo primario negli Invertebrati, come i Molluschi Bivalvi, dove potrebbe essere implicata nell'espulsione di Na^+ dalla cellula come riportato nei Mammiferi (1) e quindi nei processi di assorbimento di soluti legati al gradiente di Na^+ fra compartimento intra- ed extracellulare.

La presente ricerca è stata finanziata dal Ministero della Marina Mercantile.

Bibliografia

PROVERBIO F., MARIN R., PROVERBIO T. (1991) - *Comp. Biochem. Physiol.* **99A**: 279-283.

PAGLIARANI A., TROMBETTI F., PIRINI M., VENTRELLA V., TRIGARI G., BORGATTI A.R. IBST vol. 2, *36° Congresso Naz.le SIB, Ferrara, 10-13/9/1991*, 308.

HOWLAND J.L., FAUS I. (1985) - *Comp. Bioc hem Physiol.* **81B:** 551-553.

TROMBETTI F., VENTRELLA V., PAGLIARANI A., TRIGARI G., BORGATTI A.R. (1990) - *Comp. Biochem. Physiol.* **97B:** 343-354.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 131-132

G.P. SERRAZANETTI, L.S. CONTE°, C. PAGNUCCO, R. ARTUSI, C. BERGAMI, S. FONDA- UMANI°°

Dipartimento di Biochimica, sezione Biochimica Veterinaria, Via Belmeloro 8/2 - 40126 Bologna.
°I.C.P.R.F.A.A. Min. Agricoltura e Foreste, Bologna.
°°Dipartimento di Biologia, Università di Trieste.

IDROCARBURI ALIFATICI ED ALTRI COSTITUENTI LIPIDICI IN ZOOPLANCTON DEL GOLFO DI TRIESTE

Lipids in zooplankton of Trieste gulf

Key-words: Hydrocarbons, sterols, fatty acids, zooplankton, Trieste.

Introduzione

In campioni di zooplancton del golfo di Trieste si è proceduto alla determinazione di alcuni costituenti lipidici quali idrocarburi, steroli ed acidi grassi. La determinazione degli idrocarburi è di particolare interesse al fine di stabilire una eventuale contaminazione da idrocarburi fossili del petrolio e di comprendere il ruolo di quelli di origine biologica recente negli organismi marini.

Lo studio della composizione sterolica ed in acidi grassi è giustificato dalla grande varietà di questi composti nell'ambiente marino e dalla necessità di meglio comprenderne le modalità di accumulo e di trasferimento all'interno della catena trofica.

Materiali e metodi

La raccolta dei campioni è stata effettuata in tre diversi periodi: dicembre (D), maggio (M) ed agosto (A) con retini di 200 µm mediante pescate nello strato subsuperficiale (profondità max 10 m). I lipidi totali sono stati estratti con la miscela cloroformio/metanolo secondo Bligh e Dyer. Dopo saponificazione e separazione mediante cromatografia su strato sottile, i vari costituenti sono stati identificati mediante gascromatografia capillare e spettrometria di massa.

Risultati e discussione.

Nei campioni la percentuale dei lipidi totali riscontrata riferita al peso secco varia dal 7,1 (D) e 10,7 (M) fino al 16,1 (A).

I livelli degli idrocarburi totali determinati, compresi fra il n-C14 ed il n-C30, sono risultati di 23,6 (D), 18,0 (M) e 122,6 (A) ug/g peso secco. In tutti i campioni si ha la netta prevalenza, fra gli idrocarburi alifatici identificati, del poliinsaturo eneicosaesaene (HEH) accanto ad elevate concentrazioni dell'isoprenoide saturo pristano e del poliinsaturo squalene. Le elevate quantità di questi idrocarburi di origine biologica recente, in particolare di HEH e pristano in estate (74%), permettono di escludere un'eventuale contaminazione da petrolio e sarebbero una conseguenza della larga disponibilità di alimento vegetale nel periodo precedente la raccolta. Una conferma a questa ipotesi si può ricavare dalla distribuzione degli acidi grassi in primavera ed in estate. La predominanza del 22:6, considerato precursore dell'HEH, e le percentuali nettamente superiori rispetto a dicembre di 18:4, 20:4 e 20:5, rifletterebbero la diffusione di questi poliinsaturi nel fitoplancton, particolarmente abbondante nella stagione più calda. In particolare il 18:4 è considerato un acido grasso "marcatore" la cui presenza è indicativa di una dieta dominata da flagellati e dinoflagellati.

I numerosi steroli isolati rappresentano fino al 46% dell'insaponificabile nella stagione fredda mentre non superano il 20% in primavera-estate. Fra di essi predomina nettamente il colesterolo (75,5% (D); 70,7% (M); 61,4% (A) accanto a quantità relativamente elevate di desmosterolo (4,4% (D); 7,3% (M); 15% (A).

Le più alte concentrazioni di quest'ultimo nella stagione calda sono probabilmente da mettere in rapporto con il suo ruolo di intermedio nella sintesi del colesterolo a partire dagli steroli vegetali.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 133-134

R. BARBIERI°, E. CATALANO°°, R. VITTURI°°

°Dip. di Biologia Cellulare e dello Sviluppo - Università di Palermo Via Archirafi, 22 90123 PALERMO
°°Istituto di Zoologia - Università di Palermo

INCIDENZA DELLA IPERSALINITÀ SULLA DIVERGENZA GENETICA TRA DIVERSE POPOLAZIONI DI *APHANIUS FASCIATUS*

Analisi genetica tra diverse popolazioni di *Aphanius fasciatus*

Abstract

Abbiamo analizzato 4 differenti popolazioni di Aphanius fasciatus per verificare se una condizione ambientale estrema, come l'ipersalinità dell'acqua, potesse essere fattore di divergenza genetica. A tale scopo abbiamo analizzato i pattern di restrizione dei geni che codificano per gli RNA ribosomali. Oltre ad una netta differenziazione tra i pattern ottenuti nelle varie popolazioni, il sistema ha consentito di verificare forti somiglianze nella localizzazione di alcuni siti di restrizione nelle due popolazioni di Aphanius provenienti da saline.

Key-words: *Aphanius fasciatus*, Ribosomal RNA genes, Restriction enzymes, Southern-blot hybridization.

Introduzione

Il genere *Aphanius* appartiene alla famiglia Cyprinodontidae (Cyprinodontiformes) ed include diverse specie diffuse nel bacino del Mediterraneo. La specie tipica della nostra fauna è *A. fasciatus*. L'*Aphanius* si distingue per la sua resistenza alle diverse condizioni chimico- fisiche dell'acqua. Abbiamo analizzato quattro differenti popolazioni di *Aphanius fasciatus*, due di acqua salmastra e due di saline. Finalità di questa ricerca è verificare se una condizione ambientale estrema, come l'ipersalinità, possa rappresentare un elemento che concorre a differenziare geneticamente popolazioni isolate appartenenti ad una stessa specie.

I geni che codificano gli RNA ribosomali (rDNA) sono geni altamente ripetuti nel genoma degli organismi eucarioti, in forma di unità geniche ripetute "in tandem" in cui le regioni codificanti gli RNA ribosomali maturi (18S, 5,8S e 28S), separate tra loro da brevi spaziatori, sono separate dall'unità successiva da un lungo spaziatore intergenico (N.T.S.). Le regioni codificanti gli rRNA sono altamente conservate durante l'evoluzione, mentre un elevato grado di variabilità mostrano gli NTS, dove nel corso dell'evoluzione si sono accumulate tutte le variazioni (mutazioni, reiterazioni, ecc.) responsabili della variabilità genetica. La maggiore o minore divergenza nella sequenza dell'NTS può, quindi, essere considerata non solo indice della maggiore o minore divergenza tra le specie, ma, entro certi limiti, anche all'interno di popolazioni appartenenti alla stessa specie (1, 2).

Materiali e metodi

Il DNA genomico estratto dalle gonadi di gruppi di individui (20 per ogni popolazione) appartenenti alle quattro popolazioni, due di acqua salmastra (fiume Salso e fiume Imera) e due di acqua ipersalata (saline di Mozia e saline di Siracusa), è stato digerito con una serie di enzimi di restrizione (Bam HI, Hind III, Sal I, Eco RI, Xho I e Pst I), sottoposto ad elettroforesi e ibridato per Southern-blot contro due sonde marcate che rappresentano le regioni codificanti gli RNA ribosomali (3). Le sonde sono state separate dal vettore con un metodo di elettroeluizione messo a punto nel nostro laboratorio (4). Ambedue le sonde utilizzate provengono da cloni di una genetica di riccio di mare da noi costruita. L'estrazione del DNA e le ibridazioni per Southern-blot sono state effettuate secondo protocolli standard (3).

Risultati e discussione

L'analisi dei "pattern" di restrizione del DNA estratto dalle quattro popolazioni, mostra una netta differenziazione sulla localizzazione di determinati siti di restrizione sulle unità ripetitive ribosomali. Questo indica che la segregazione geografica delle quattro popolazioni è tale, in termini temporali, da consentire una notevole divergenza genetica. Una analisi dettagliata delle bande ottenute per ibridazione dei DNA ristretti con una sonda marcata che rappresenta la regione codificante l'rRNA 5,8S, mostra una forte conservazione di determinati siti di restrizione nel DNA degli *Aphanius* catturati nelle due saline prese in considerazione. Questo dato, anche se necessita di una verifica, avvalora l'ipotesi che una condizione ambientale estrema, quale l'ipersalinità, possa funzionare nel corso dell'evoluzione come determinante selettivo di divergenza genetica.

References

BARBIERI R., DURO G., IZZO T., CANTONE M., VENTURELLA S., GIUDICE G. (1990) - *Cell Biol. Intern. Rep.* **14**: 917

VITTURI R., CATALANO E., BARBIERI R. (1992) - *Cytologia* **57**: 65

SAMBROOK J., FRITSCH E.F., MANIATIS T. Molecular Cloning. A laboratory manual. Cold Spring Harbor Laboratory Press. II Ed.

DURO G., IZZO V., BARBIERI R., CANTONE M., COSTA M.A., GIUDICE G. (1991) - *Analyt. Biochem.* **195**: 111

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 135-136

N. REALI, A. CASTI, G. ORLANDINI, F. BACCIOTTINI, R. VIVIANI°

Istituto di Chimica Biologica, Università degli Studi di Parma.
°Dipartimento di Biochimica, Università degli Studi di Bologna.

MODIFICAZIONI DEI NUCLEOTIDI LIBERI NEL FEGATO DI ORATE (*SPARUS AURATUS* L.) MANTENUTE IN DIVERSE CONDIZIONI ALIMENTARI

Effect of diet on liver nucleotides of the *S. Auratus*

Abstract

The amount of free nucleotides have been evaluated in the liver of 1+year old Sparus Auratus fed on diets with different protein composition. Unless the standard commercial one, the diets tested cause a significant decrease of the triphosphate nucleotides and an increase of IMP to occur. These results could reflect an enhanced metabolic use of nucleotide pool in fish feds on diets different from the commercial one. IMP cycle could play an important role when the proteinic composition of the diet is modified.

Key-words: *Sparus Auratus*, nucleotides.

Introduzione

Numerosi animali marini utilizzano a fine energetico soprattutto le proteine ed in secondo luogo i lipidi, mentre scarso è il contributo energetico fornito dai glucidi (Walton *et al.*, 1982). Abbiamo quindi voluto valutare se il contenuto amminoacidico della dieta, qualitativamente diverso, è in grado di modificare il metabolismo intermedio di tali animali. Per fare ciò abbiamo determinato, nel fegato di orata, le concentrazioni dei nucleotidi liberi acido-solubili che, oltre ad essere coinvolti nei processi di trasferimento di energia nella cellula, sono anche indispensabili come forme coenzimatiche in alcune tappe del metabolismo glucidico, lipidico e proteico.

Materiali e metodi

Le orate, allevate in coltura, erano alimentate (per circa un anno) con tre distinte diete che si differenziavano sostanzialmente per il loro contenuto amminoacidico, essendo diversa l'origine della componente proteica: *dieta commerciale* o diete sperimentali la cui componente proteica era costituita da proteine di pesce e proteine di differente origine vegetale *(dieta 1 e 2)*.

I nucleotidi erano separati in HPLC utilizzando una colonna a scambio anionico (Ultrasil AX) (Hartwicket *al.*, 1975) ed identificati e valutati spettrofotometricamente mediante confronto con standards.

Risultati e discussione

I risultati ottenuti mostrano che le concentrazioni delle quattro classi di nucleotidi liberi totali nel fegato di orata diminuiscono nelle orate alimentate con diete differenti da quella commerciale (dati non riportati). Tale comportamento è da attribuire ai decrementi che subiscono i nucleotidi trifosfati non avendo noi osservato che modeste e non significative variazioni a carico deinucleotidi mono- e difosfati e del $NADP^+$ e FAD. Abbiamo quindi riportato nella tabella 1 le variazioni piu' significative riscontrate nei nucleotidi a seguito della diversa composizione proteica della dieta. Questi decrementi risultano estremamente rilevanti, essendo dell'ordine del 40% per l'ATP e di circa l'80% peril CTP. Un comportamento del tutto particolare assume invece l'IMP, la cui concentrazione aumenta considerevolmente (96%) nei pesci alimentati con la *dieta 1*, mentre non subisce variazioni in quelli trattati con la *dieta 2*. Le modificazioni delle concentra-

TABELLA 1

NUCLEOTIDI (nmoli/g di tessuto fresco)	DIETE commerciale	1	Δ%	2	Δ%
ATP	821 ± 71	480 ± 42	-42	583 ± 38	-31
GTP	354 ± 27	182 ± 12	-49	231 ± 17	-35
CTP	127 ± 16	19 ± 10	-85	30 ± 7	-76
UTP	128 ± 11	60 ± 8	-53	85 ± 9	-34
NAD^+	323 ± 35	124 ± 15	-62	210 ± 14	-35
IMP	263 ± 23	516 ± 63	+96	268 ± 19	+ 2

zioni dei nucleotidi, rispetto alla dieta commerciale, sono tutte statisticamente significative ($p<0,001$) ad eccezione di quelle riscontrate per l'IMP nelle orate alimentate con la *dieta 2*.

Dai risultati presentati emergono almeno tre importanti considerazioni conclusive:

1) Il considerevole decremento di tutti i nucleotidi trifosfati nelle orate alimentate con regimi dietetici differenti dalla *dieta commerciale*. Ciò può essere imputabile ad un incremento nell'utilizzazione di questi substrati come coenzimi per le reazioni metaboliche e per la sintesi degli acidi nucleici trattandosi di animali in fase di accrescimento.
2) Fra tutti i monofosfati, solo l'AMP mostra concentrazioni molto elevate rispetto all'ATP. Questo fatto non può essere attribuito ad un'elevata idrolisi dell'ATP, dovuta a motivi sperimentali, in quanto per gli altri trifosfati il normale rapporto tra le forme scariche e cariche dei nucleotidi è di norma rispettato. Si può quindi immaginare un destino metabolico dell'AMP rilevante, tipico dei teleostei, probabilmente correlato con l'escrezione dell'ammoniaca.
3) L'incremento della concentrazione di IMP (96%) riscontrato nel fegato di orata alimentato con la *dieta 1* potrebbe indicare un coinvolgimento ed un destino metabolico importante del gruppo amminico in funzione della diversa composizione amminoacidica delle proteine utilizzate nella dieta (riferibile al ciclo dell'IMP) (Viviani, 1985).

(Lavoro eseguito con il contributo del M.U.R.S.T., Roma)

Bibliografia

WALTON M.J., COWEY C.B., (1982) - Aspects of intermediary metabolism in salmonid fish. *Comp. Biochem. Physiol.* **73B**: 59-79.

HARTWICK R.A., BROWN P.R., (1975) - The performance of microparticulate chemically-bounded anion-exchange resins in the analysis of nucleotides. *J. Chromatogr.* **112**: 650-62.

VIVIANI R. (1985), Elementi di biochimica, Vol. 2°, (Ed. UTET), 1073-1075).

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 137-138

G. ORLANDINI, A. CASTI, N. REALI, F. BACCIOTTINI, R. VIVIANI*

Istituto di Chimica Biologica, Università di Parma, Italy
*Dipartimento di Biochimica, Università di Bologna, Italy

COMPORTAMENTO DELLE POLIAMINE TISSUTALI DI ORATE (*SPARUS AURATUS*, L.) MANTENUTE IN DIVERSE CONDIZIONI ALIMENTARI

Effect of diet on tissue polyamines of the *Sparus auratus*, L.

Abstract

Experimental and isoproteinic diets (50%) with only a different ratio for some essential aminoacids cause significant changes of the tissue polyamine concentrations in 1+ year old Sparus auratus. These results can suggest a regulatory function for polyamines in the cellular homeostasis related to the protein composition of the diet.

Key-words: *Sparus auratus*, putrescine, spermidine,spermine.

Introduzione

Putrescina (PUT), spermidina (SPD) e spermina (SPM) sono poliamine (PA) alifatiche presenti in tutte le cellule di eucarioti dove sono implicate nei processi di crescita e moltiplicazione cellulare (Tabor & Tabor, 1984). La loro sintesi inizia con la trasformazione dell'ornitina in PUT, reazione catalizzata dall'enzima ornitina decarbossilasi (ODC), successivamente la S-adenosilmetionina decarbossilasi (SAMDC) fornisce i gruppi propilaminici per la sintesi di SPD e SPM (Corti *et al.*, 1987a). L'ODC è l'enzima chiave e la sua sintesi può essere indotta da numerosi stimoli che attivano i processi di crescita, compreso quelli ormonali (Pegg, 1986). Variazioni tissutali dell'attività dell'ODC (Corti *et al.*, 1987b) e delle PA (Orlandini *et al.*,1989) sono state da noi osservate nel branzino (*Dicentrarchus labrax*, L.) allevato in coltura in funzione dell'età, della temperatura e della composizione proteica della dieta. Alla luce di questi risultati abbiamo pertanto studiato l'influenza di diete a diversa composizione sul comportamento delle PA tissutali nell'orata.

Materiali e metodi

Sono state utilizzate orate di 1+ anno del peso di 190-230g, allevate in coltura e così alimentate: dieta di commercio (a), diete sperimentali la cui componente proteica era costituita da farina di pesce e differenti proteine vegetali (b) e (c). Tali diete erano isoproteiche (50%), ma con un diverso rapporto in alcuni aminoacidi essenziali, in particolare tra le diete (b) e (c) le differenze riguardavano: Lys, Leu, Arg, Ileu, Phe. Gli animali erano prelevati in Ottobre dopo essere stati mantenuti per 3 settimane nelle seguenti condizioni: temperatura 16-18 °C, salinità 20. Le PA di fegato, cervello, cuore e muscoli erano estratte, dansilate e separate mediante HPLC come precedentemente descritto (Orlandini *et al.*, 1989).

Risultati e Discussione

Come si osserva in tabella 1 le diete (b) e (c) provocano, rispetto alla dieta (a) modeste, ma significative variazioni. Dieta (b): incrementi di poliamine totali (PAT) nel fegato e muscolo rosso, di PUT nel muscolo rosso, di SPD nel fegato, cervello e muscolo rosso, di SPM nel fegato e decrementi di SPM nel cuore e cervello. Dieta (c): incrementi di PAT, SPD e SPM nel cervello e muscolo rosso, di SPD nel fegato, decrementi di PUT nel fegato e di SPM nel cuore. Nessuna variazione di PAT e singole PA sono state osservate con entrambe le diete nel muscolo bianco (dati non riportati). Confrontando i valori di PA ottenuti con

TABELLA 1. Concentrazioni delle PA tissutali in orate alimentate condiete isoproteiche

	PAT	PUT	SPD	SPM
		Dieta (a)		
Fegato	1290±230	863±152	259±54	168±28
Cervello	365± 46	73± 19	199±16	93±17
Cuore	368± 22	92± 9	121±11	155±12
M. Rosso	159± 22	29± 6	35± 6	94±16
		Dieta (b) 33		
Fegato	1474±321 *	903±195	323±48 **	248±34 **
Cervello	400± 56	76± 17	244±35 *	80± 8 *
Cuore	337± 31	89± 3	119±11	129±25 *
M. Rosso	188± 30 *	44± 8 **	44± 9 *	99± 14
		Dieta (c)		
Fegato	1224±172 •	708±175 **•	328±67 **	188±27 •
Cervello	423± 40 *	82±13	237± 30 *	114± 30 *••
Cuore	283± 28 **	93± 9	109± 22	81± 2 **••
M. Rosso	199± 30 **	32± 3 •	53± 8 **	114± 13 *

I valori sono la media ± D.S. di sei animali. *P<0.05, **P<0.005 vsdieta (a);•P<0.05, ••P<0.005 vs dieta (b).

la dieta (c) rispetto alla (b) si osservano decrementi significativi di PAT e SPM nel fegato, di PUT nel fegato e muscolo rosso, di SPM nel cuore ed incrementi di SPM nel cervello.

Con le diete sperimentali sono state osservate variazioni dei livelli di poliamine prevalentemente nei tessuti ad intensa attività metabolica e moderata velocità di crescitą (fegato). Questi dati messi in evidenza in orate alimentate con diete isoproteiche, che si differenziano solo per il rapporto in alcuni aminoacidi essenziali, e che non presentano modificazioni dell'accrescimento corporeo, possono far prospettare un ruolo delle PA nel controllo dell'omeostasi cellulare in rapporto alle condizioni nutritive aminoacidiche.

(Lavoro eseguito con un contributo del M.U.R.S.T., Roma).

Bibliografia

CORTI A., ASTANCOLLE S., DAVALLI P., BACCIOTTINI F., CASTI A., VIVIANIR. (1987a) - *Comp. Biochem. Physiol.* **88B:** 475-480.

CORTI A., TARTONI P.L., ASTANCOLLE S., DAVALLI P., VIVIANI R. (1987b) - *Comp. Biochem. Physiol.* **89B:** 137-141.

ORLANDINI G., REALI N., SOLDI M.E., BACCIOTTINI F., VIVIANI R., CASTI A. (1989)- *Comp. Biochem. Physiol.* **94B**: 581-585.

PEGG A.E. (1986)- *Biochem. J.* **234**: 249-262.

TABOR C.W., TABOR H. (1984)- *Ann. Rev. Biochem.* **53**: 749- 790.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 139-140

A. DANESI, E. BABINI, G. OLIVIERI, P. TURA, M. ZURZOLO
Dipartimento di Biochimica, Università di Bologna

METABOLISMO ENERGETICO ANAEROBICO DEL MOLLUSCO BIVALVE *TAPES PHILIPPINARUM*

Anaerobic energy metabolism of *Tapes philippinarum*

Abstract

T. philippinarum, introduced by man into Venice lagoon, has spread over wide areas notwithstandig the heavy eutrophication fenomena. Analyses performed on Tapes tissues after anoxic incubations show an anaerobic metabolism typical of a variety of euryoxic animals. In anaerobiosis it presents a strong metabolic depression.

Key-words: anoxia, energy reserves, end products, metabolic depression.

Tapes philippinarum, bivalve veneride di origine indopacifica introdotto circa dieci anni fa dai molluschicoltori nella laguna veneta, si è diffuso rapidamente su vaste aree dell'Adriatico del nord. Il successo nella colonizzazione di zone di mare caratterizzate da periodiche condizioni di ipossia ed anossia, come conseguenza di intensi fenomeni eutrofici, dimostra una buona resistenza di questo bivalve alla carenza di O_2. Tali considerazioni hanno stimolato ricerche sul metabolismo anaerobico di *Tapes*, nell'ambito di studi portati avanti da oltre dieci anni sugli adattamenti metabolici e fisiologici alla carenza di ossigeno di diversi animali bentonici (crostacei, molluschi e pesci).

Esemplari di *T. philippinarum*, dopo una settimana di acclimatazione negli acquari del Consorzio di Cesenatico a 18°C, sono stati incubati in beute contenenti acqua deossigenata mediante un prolungato flusso di azoto (20-25 animali per 4 litri di acqua). A tempi prefissati di anossia (0, 6, 12, 24, 48, 72, 96 ore) gli animali sono stati prelevati, dissezionati in vari tessuti (muscolo adduttore, mantello e piede) subito congelati in azoto liquido fino alle analisi. Prodotti finali e substrati energetici sono stati determinati secondo metodiche standard.

I dati analitici dimostrano che *Tapes* in anossia si comporta come un tipico animale euriossico con una buona flessibilità metabolica e con accumulo di diversi prodotti finali. Per quanto riguarda il consumo delle riserve energetiche si notano differenze fra i tessuti considerati. Nel piede si ha il consumo prevalente di arginina fosfato, che cala di 5,6 umoli/g di peso fresco (da 6,53 nei controlli a 0,89 a 96 ore), mentre i livelli di ATP variano solo lievemente (da 3,1 dei controlli a 1,95 alla fine dall'anossia). Nel muscolo, invece, si nota, accanto al consumo di arginina fosfato, un più alto consumo di ATP (da 3,36 a 1,44 umoli/g di p. f.). L'aspartato, substrato energetico anaerobico, diminuisce, rispetto ai controlli del 46,4% nel muscolo, del 36,6% nel mantello e del 53,2% nel piede durante l'anaerobiosi. Relativamente ai prodotti finali anaerobici nel piede e nel mantello i valori dell'alanina alla fine dell'incubazione anossica non variano significativamente dai controlli; notevole aumento invece si ha nel muscolo (da 31,26 a 46,25 umoli/g di p. f.). Il succinato aumenta solo nelle prime 24 ore ed in seguito mostra un decremento probabilmente legato alla sua trasformazione in propionato. Il turnover di ATP relativo alle prime 12 ore di anossia mostra una cospicua diminuzione che indica un notevole rallentamento dell'intensità metabolica (muscolo 8%, piede 6,3% e mantello 5,6% del valore aerobico). Rispetto ad altri molluschi adriatici, *T.philippinarum* deprime l'intensità del metabolismo meno di *Scapharca inaequivalvis* e *Mytilus galloprovincialis* (4,5%) e più di *Venus gallina* (13%). Le curve di sopravvivenza in anossia sperimentale mostrano una LT 50 di *Tapes* inferiore a *Scapharca* e *Mytilus*, ma superiore a *Venus* e confermano che la riduzione dell'intensità metabolica, e conseguentemente della richiesta energetica, gioca un ruolo di primo piano nella resistenza all'anossia.

Bibliografia

P.CORTESI (1986) - *Nova Thalassia*, **8:** 97-122
G.ISANI, O.CATTANI, E.CARPENÈ, S.TACCONI, P.CORTESI (1989) - *Comp. Biochem. Physiol.*, **93B:** 193-200

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 141-144

B. CATALETTO, M. CABRINI, S. FONDA UMANI°, L. MILANI, M. C. PAVESI

Laboratorio di Biologia Marina, Strada Costiera 336, 34010 S. Croce, Trieste
°Dipartimento di Biologia - Università di Trieste

VARIAZIONI DEL CONTENUTO IN C DELLA BIOMASSA FITO-, MICROZOO- E MESOZOO-PLANCTONICA NEL GOLFO DI TRIESTE

Carbon annual variation in the Gulf of Trieste

Abstract

The annual trend of the C content of phyto- microzoo- and netzoo-plankton biomasses was described in a station in the Gulf of Trieste from March 1986 to February 1987. In springtime primary production was limited by grazing, while in autumn by light limitation.

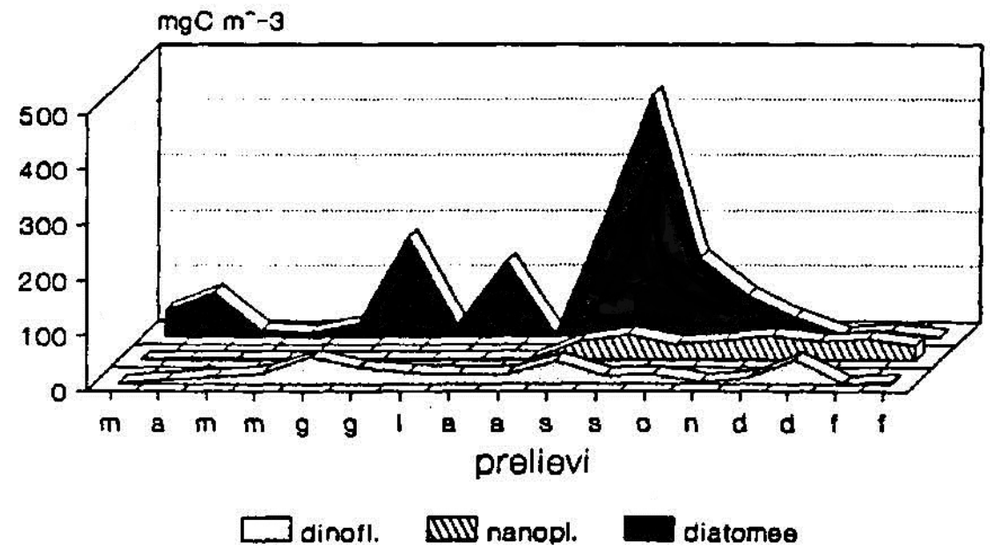
Key-words: Carbon content, phytoplankton, microzooplankton, net-zooplankton, Gulf of Trieste.

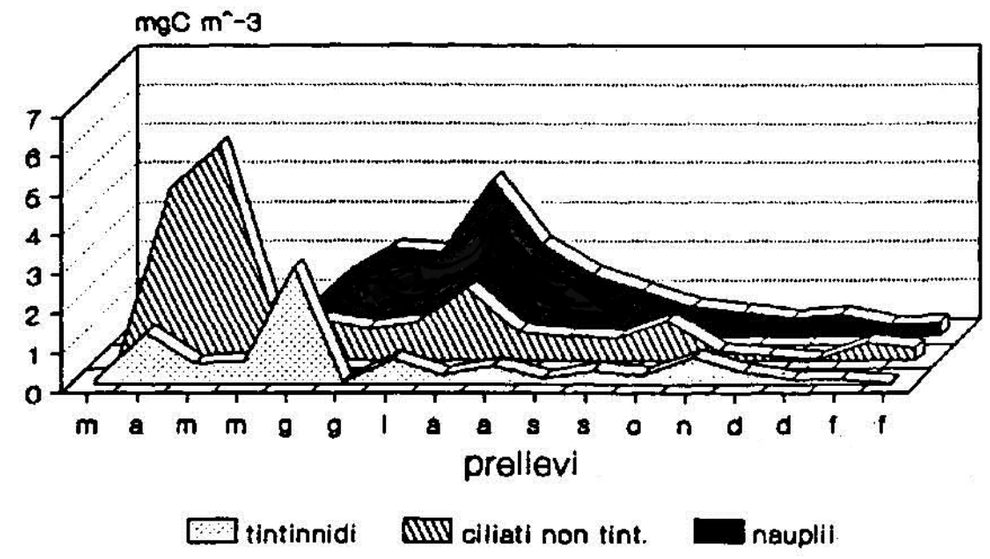
Introduzione

Nella successione stagionale della comunità planctonica (Margalef 1980) alla fase iniziale di fertilizzazione invernale, segue un aumento della maturità, con trasferimento del C organicato dai produttori primari ai consumatori di ordine via via superiore. Per evidenziare l'interdipendenza tra le frazioni fito-, microzoo- e mesozoo-planctoniche, le loro rispettive abbondanze numeriche sono state trasformate in contenuto in C, di cui sono state analizzate le variazioni stagionali per le diverse componenti planctoniche.

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati quindicinalmente dal marzo 1986 al febbraio 1987 in una stazione posta a 200 m al largo di Miramare nel Golfo di Trieste su un fondale di 17m. Fito- e microzoo-plancton sono stati raccolti con bottiglia Niskin a 0m, 5m, 10m, 15m fissati in formalina neutralizzata al 4%, e subcampioni significativi (1/10 e 1/4 del campione totale del volume rispettivamente di 0. 5 e 2 litri) sono stati analizzati con il metodo Utermöhl (1958) (Innamorati et al., 1990). Il mesozooplancton à stato raccolto con pescate verticali, dal fondo alla superficie, con rete WP-2 di 200 µm di vuoto di maglia; subcampioni significativi (pari a 1/8 del totale), precedentemente fissati, sono stati analizzati allo stereomicroscopio. Il contenuto in C del fitoplancton è stato stimato secondo la formula di Strathman (1967) e Edler (1979) in base ai biovolumi calcolati da misure derivate dalla letteratura per le specie meno abbondanti (Vilicic, 1985; Barone, 1982) e da misure dirette per le specie più rappresentative. Sono state considerate soltanto le specie ritenute autotrofe (Taylor, 1982). Il contenuto in C dei ciliati diversi dai tintinnidi e dei nauplii, che costituiscono la frazione più consistente dei micrometazoi, è stato calcolato secondo Putt e Stoecker (1989), quello dei tintinnidi secondo Verity e Langdon (1984), in base ai biovolumi calcolati da misure dirette per le specie più rappresentative e tratti dalla letteratura per le specie più rare (Taniguchi, 1977; 1984; Verity, 1987). Il contenuto in C del mesozooplancton è stato calcolato come 30 % del peso secco misurato per le specie più rappresentative (*Acartia clausi*, *Clausocalanus* sp., *Oithona* sp., *Oncaea* sp., *Paracalanus parvus*, *Evadne nordmanni*, *E. tergestina*, *Penilia avirostris*, *Podon polyphemoides*, *Oikopleura dioica* (Fonda Umani, 1979). Per le specie meno frequenti sia i pesi secchi sia i relativi valori percentuali di contenuto in C sono stati ricavati dalla letteratura (Omori, 1969). Il popolamento mesozoo planctonico è stato suddiviso in quattro categorie trofiche (erbivori, filtratori fini, mistivori e carnivori) secondo Raymont (1983). È





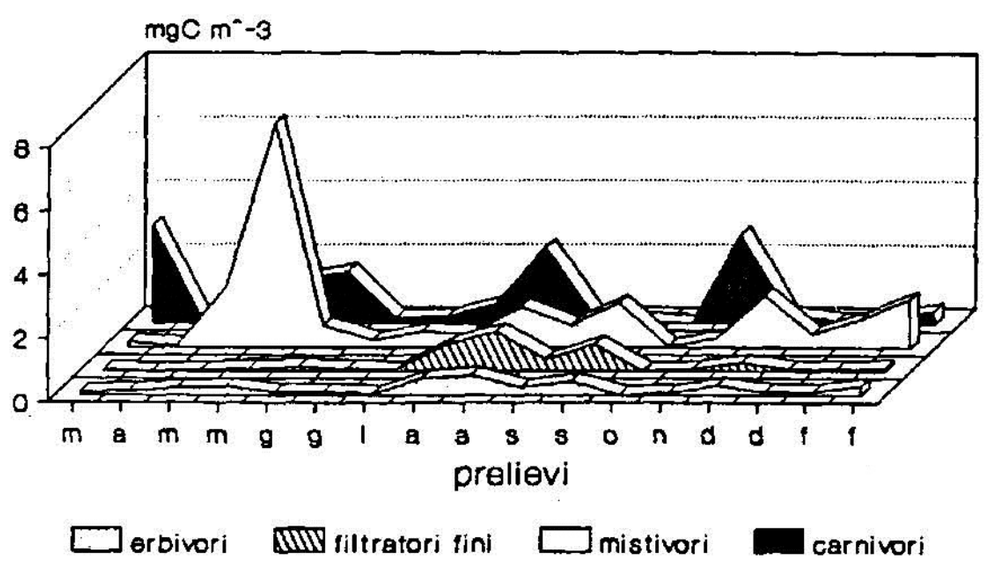


Fig. 1a, 1b, 1c - Andamenti del contenuto in C del fitoplancton, microzooplancton e mesozooplancton da marzo 1986 a febbraio 1987.

stata calcolata la media aritmetica su colonna dei dati di fito- e microzoo-plancton ed espressa in mgC m^{-3}, mentre i dati relativi al mesozooplancton sono stati direttamente trasformati in mgC m^{-3}.

Risultati

La frazione fitoplanctonica del nanoplancton, che risulta sempre la più abbondante se espressa in cell. dm^{-3} (Cabrini et al., 1992), ha un contenuto in C esiguo, che varia da un minimo di 1, 58 mgC m^{-3} ad un massimo di 45. 88 mgC m^{-3}, mentre il fitoplancton totale varia un minimo di 24. 37 a 500. 40 mgC m^{-3} (Fig. 1a). Le diatomee, che in termini di abbondanza numerica sono raramente prevalenti, contribuiscono invece in modo significativo al contenuto in C del fitoplancton durante tutto l'anno con valori variabili da un minimo di 0, 34 ad un massimo di 439, 2 mgC m^{-3}. Infine, le dinoficee, che risultano molto scarse, contribuiscono al C totale in maniera poco significativa, nonostante le loro notevoli dimensioni. I massimi di C associato ai produttori primari si osservano in settembre e, seppur di minore intensità, in aprile, giugno ed agosto.

Il contenuto in C del microzooplancton presenta un massimo primaverile molto evidente a cui seguono due massimi estivi, quindi i valori decrescono rapidamente (Fig. 1b). L'andamento dei contenuti in C associati alle principali componenti del popolamento microzooplanctonico corrisponde in linea generale a quello delle rispettive densità variando da un minimo di 0. 54 ad un massimo di 7. 35 mgC m^{-3} (Cabrini et al., 1992). In particolare, i ciliati diversi dai tintinnidi contribuiscono al contenuto totale in C in maggior misura nel primo periodo di campionamento. Dalla fine di giugno alla fine di agosto il con tributo maggiore à dato invece dai nauplii, mentre il C associato ai tintinnidi riveste maggiore importanza alla fine di giugno.

L'andamento del C associato al mesozooplancton presenta un massimo assoluto in maggio a cui seguono ulteriori picchi in agosto e dicembre (Fig. 1c). L'andamento del contenuto in C del mesozooplancton associato alle quattro categorie trofiche corrisponde poco a quello delle rispettive densità e varia da 0. 014 a 8. 77 mgC m^{-3} (Cabrini et al., 1992). Infatti, se contenuto in C e abbondanza espressa come ind. m^{-3}, hanno un andamento simile per i mistivori, dominati per tutto l'anno da *Acartia clausi*, che contribuiscono in misura maggiore al C totale a maggio e a giugno, ciò non si verifica per i filtratori fini, tra i quali prevale d'estate *Penilia avirostris* e nei mesi più freddi *Paracalanus parvus*, e per gli erbivori, costituiti prevalentemente dal genere *Clausocalanus* e dal genere *Evadne*; entrambe le categorie trofiche sono caratterizzate da abbondanze e contenuti in C costantemente bassi. I carnivori, rappresentati dal genere *Oithona*, piuttosti scarsi in tutte le stagioni, contribuiscono invece notevolmente al C totale della frazione mesozooplanctonica per quasi tutto l'anno.

Mediamente, i valori del C associato ai produttori primari sono di due ordini di grandezza superiori a quelli dei consumatori considerati nel loro insieme. A questo proposito va rilevato come, in termini di biomassa, le due frazioni microzoo- e mesozoo-planctonica presentano generalmente lo stesso ordine di grandezza.

Conclusioni

Nella prima parte dell'anno si osserva che a bassi contenuti in C della frazione autotrofa corrispondono alti valori sia del micro zoo- che del mesozooplancton, mentre all'incremento di biomassa del fitoplancton registrato in settembre non segue alcun incremento della frazione microzooplanctonica, ma soltanto un aumento seppur limitato di quella mesozooplanctonica, sostenuto essenzialmente dai carnivori. Sembra quindi che la produzione primaria del periodo primaverile venga velocemente veicolata ai livelli trofici superiori, mentre non si verifichi altrettanto al momento della ripresa autunnale. I bassi tenori di C fitoplanctonico osservati nel primo periodo dell'anno possono essere dovuti alla limitazione del grazing, mentre il decremento osservabile a partire da novembre è più facilmente imputabile a fenomeni fisici quali la fotolimitazione e la destabilizzazione della colonna d'acqua.

Summary

The trend of phyto-, microzoo- and netzoo-plankton fractions in a station of the Gulf of Trieste from March 1986 to February 1987 was described. Cell volume of every fraction of phyto- and microzoo-plankton was calculated and transformed in C content. The netzooplankton C content was calculated as percentage of dry weigth. In springtime the highest values of the C content of microzoo- and netzoo-plankton correspond to the lowest ones of phytoplankton; the observed limitation of phytoplankton biomass is caused by the grazing of both consumer fractions. In September at high values of phytoplankton biomass corresponds only a lower netzooplankton increase, and the autumnal decrease of the primary producers is mostly due to photolimitation.

Bibliografia

BARONE R. (1982) - Fitoplancton metodi di stima della biomassa. Studio delle interrelazioni dinamiche dell'ecosistema pelagico dei mari meridionali italiani. *Rapp. N/O "Marsili" 1982. Dip. Biol. Anim. Ecol. Mar.*, Messina, **1**: 16.

CABRINI M., CATALETTO B., FONDA UMANI S., MILANI L., PAVESI M. C. (1992) - Foood webs in the Gulf of Trieste, Italy. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **33**: 367.

EDLER L. (1979) - Reccomendations on methods for marine biological studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and chlorophyll. *Baltic Marine Biologists Publication*, **5**: 1- 37.

FONDA UMANI S., SPECCHI M., BUDA DANCEVICH M., ZANOLLA F. (1979) - Lo zooplancton raccolto presso le due bocche principali della Laguna di Grado. (Alto Adriatico - Golfo di Trieste). I. Dati quantitativi. *Boll. Soc. Adr. Sci.*, **63**: 83- 94.

FONDA UMANI S. (1985) - Contributo quantitativo di *Acartia clausi* Giesbrecht e di *Penilia avirostris* Dana alla biomassa zooplanctonica del Golfo di Trieste. Atti del II Congresso *S. I. T. E.* : 235-237.

MARGALEF R. (1980) - Ecologia. Omega, Barcelona: 1-950.

INNAMORATI M., FERRARI I., MARINO D., RIBERA D'ALCALA' M. (1990) - Metodi nell'ecologia del plancton marino. *Nova Thalassia*, **11**: 1-372.

OMORI M. (1969) - Weight and chemical composition of some important oceanic zooplankton in the North Pacific Ocean. *Mar. Biol.*, **3**, 4-10.

PUTT M., STOECKER D. K. (1989) - An experimentally determined carbon: volume ratio for marine "oligotrichous" ciliates from estuarine and coastal waters.
Limnol. Oceanogr., **34** (6): 1097-1103.

RAYMONT J. E. G. (1983) - Plankton and Productivity in the Ocean. Pergamon Press, **2**: 1-489.

STRATHMANN R. R. (1967) - Estimating the organic carbon content of Phytoplankton from cell volume or plasma volume. *Limnol. Oceanogr.*, **12**: 411-418.

TANIGUCHI A. (1977) - Biomass and size composition of copepod nauplii and tintinnids in the Philippine Sea and the Celebes Sea, summer 1972. *Bull. Plankton Soc. Jpn*, **24**: 1-10.

TANIGUCHI A. (1984) - Microzooplankton biomass in the Arctic and Subarctic Pacific Ocean in summer. *Mem. Nat. Inst. Polar Res.*, S. I., **32**: 63-76.

TAYLOR G. T. (1982) - The role of pelagic heterotrophic Protozoa in nutrient cycling: a review. *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **58**: 82-89.

UTERMÖHL H. (1958) - Zur Vervollkommung der quantita tiven Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. angew. Limnol.*, **9**: 1-38.

VERITY P. G., LANGDON C. (1984) - Relationships between lorica volume, carbon, nitrogen, and ATP content of tintinnids in Narragansett Bay. *J. Plankton Res.*, **6**: 859-868.

VERITY P. G. (1987) - Abundance, community composition, size distribution and production rates of tintinnids in Narragan sett Bay, Rhode Island. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **24**: 671-690.

VILICIC D. (1985) - An examination of cell volume in dominant phytoplankton species of the Central and Southern Adria tic Sea. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, **70** (6): 829- 843.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 145-150

F. BADALAMENTI, G. D'ANNA, G. FAZIO, M. GRISTINA, R. LIPARI
ITPP-CNR, Via Luigi Vaccara 61, 91026 Mazara del Vallo (TP) (Italia)

RELAZIONI TROFICHE TRA QUATTRO SPECIE ITTICHE CATTURATE SU DIFFERENTI SUBSTRATI NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA N/O)

Trophic relationship of four fish species

Abstract

Trophic relationship among M. barbatus, M. surmuletus, L. mormyrus and D. annularis are reported.

Key-words: Mediterranean sea, Sparidae, Mullidae, Feeding habits, Niche breadth.

Introduzione

Il Golfo di Castellammare rappresenta un'importante area per la pesca costiera siciliana (ARENA e BOMBACE, 1970; RIGGIO, 1990) sono poche, tuttavia, le ricerche condotte sulla biologia di singole specie. Per contribuire ad ampliare tali conoscenze è stato avviato uno studio sulle abitudini alimentari di quattro tra le specie ittiche commerciali più frequenti ed abbondanti del Golfo (D'ANNA et al. 1992): *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, *Lithognathus mormyrus* e *Diplodus annularis*.

Materiali e metodi

I siti di campionamento NRA (biocenosi AF), CA (biocenosi SFBC con facies a *Cymodocea nodosa*) e ARA (stessa bioce nosi di CA ma con la presenza di strutture artificiali per il ripopolamento ittico) sono gli stessi descritti da D'ANNA et al. (in stampa). Le pescate sono state effettuate mensilmente, da marzo 1990 a dicembre 1991, con il tremaglio alla profondità media di circa 18 metri. Alcuni individui di taglia notevole sono stati eliminati dall'analisi dei contenuti gastrici ottenendo i seguenti valori di taglia media in cm: *M. barbatus* 16. 5 ± 6. 6, *M. surmuletus* 17. 7 ± 1. 4 *L. mormyrus* 20. 1 ± 4. 8 e *D. annularis* 13. 9 ± 1. 3.

Lo studio è stato effettuato con un'elaborazione dei dati su una scala annuale. Sono stati calcolati, per ogni categoria di preda, la frequenza percentuale F% ed il peso percentuale P%, è stato inoltre calcolato il coefficiente di vacuità CV (HYSLOP, 1980). Frequenza e peso percentuali sono stati elaborati graficamente adottando il metodo suggerito da COSTELLO (1990).

Dalla composizione specifica dei contenuti stomacali esaminati sono stati calcolati: l'ampiezza di nicchia trofica B di Levins e la sovrapposizione alimentare α di Schoener. Valori di α maggiori di 0. 6 indicano sovrapposizione, mentre B rappresenta il grado di specializzazione dei predatori: bassi valori per gli specialisti ed alti per i generalisti.

Le prede identificate al livello di specie sono state, infine, suddivise secondo la loro valenza ecologica e la loro appartenenza ad una categoria trofiche.

RISULTATI

Sono stati esaminati complessivamente gli stomaci di 406 individui: 84 *M. barbatus*, 84 *M. surmuletus*, 66 *L. mormyrus* e 172 *D. annularis*.

L'indice di vacuità (CV) è risultato molto variabile oscillando tra 64% di *M. barbatus* nella stazione CA e 0% di *M. surmuletus* nella medesima stazione (Tab. 1).

Sono state riconosciute complessivamente 20 differenti categorie trofiche (Tab. 1).

Tab. 1 - Frequenze percentuali delle categorie di preda identifi cate per le singole specie nelle tre stazioni e calcolo del coefficiente di vacuità. Le sigle delle categorie si riferi scono a: ALG = alghe; PHA = fanerogame; FOR = foraminiferi; HYD = idroidi; GAS = gasteropodi; EGG = ovature di Nassaridi; NUD = nudibranchi; BIV = bivalvi; SCA = scafopodi; POL = policheti; PAN = pantopodi; OST = ostracodi; DEC = decapodi; TAN = tanaidacei; ISO = isopodi; AMP = anfipodi; BRY = briozoi; ECH = echinodermi; ASC = ascidie; TEL = teleostei; OTH = altro.

		ALG	PHA	FOR	HYD	GAS	EGG	NUD	BIV	SCA	POL	PAN	OST	DEC	TAN	ISO	AMP	BRY	ECH	ASC	TEL	OTH	CV
	NRA	0	60	0	0	0	0	0	40	0	60	0	0	0	0	20	40	0	40	0	0	0	29
M. barbatus	ARA	0	10	0	0	0	0	0	16	0	97	0	0	6	0	3	35	0	3	0	0	0	51
	CA	0	40	0	0	0	0	0	60	0	80	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	64
	NRA	0	71	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	27	0	10	61	0	7	0	10	0	42
M. surmuletus	ARA	0	38	0	0	0	0	0	13	0	50	0	0	25	0	0	38	0	38	0	0	0	27
	CA	0	40	0	0	0	0	0	50	0	100	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0
	NRA	33	80	0	0	60	0	0	67	40	53	0	0	47	0	7	7	0	60	0	7	0	17
L. mormyrus	ARA	7	22	0	0	30	0	0	48	7	44	0	4	33	0	0	11	0	41	0	0	0	37
	CA	0	0	0	0	50	0	0	75	0	25	0	0	25	0	0	0	0	25	0	0	0	33
	NRA	31	56	8	35	8	4	0	2	0	10	0	15	8	0	25	21	33	0	0	19	0	39
D. annularis	ARA	21	66	19	47	11	32	8	7	0	10	15	24	8	18	14	40	42	4	7	19	1	22
	CA	7	21	7	29	0	36	7	2	0	21	0	7	7	14	7	50	36	0	0	14	0	44

La rappresentazione grafica della frequenza e del peso percentuale evidenzia lungo l'asse DOMINANTI-RARE l'importanza delle prede e lungo quello GENERALISTI-SPECIALISTI, almeno in parte, le abitudini alimentari (Figg. 1- 4).

I mullidi presentano i valori di ampiezza di nicchia minori (Fig. 5) e non sono apprezzabili differenze significative tra le due specie (U test Mann-Whitney). *D. annularis* ha invece i valori maggiori con significative differenze ($P<0.05$) rispetto alle altre tre specie. *L. mormyrus*, ad eccezione della stazione NRA, mostra un'ampiezza di nicchia intermedia con una differenza significativa nei confronti di M. barbatus ($P<0.05$).

L'indice di Schoener non rivela alcuna sovrapposizione di nicchia ($\alpha > 0.6$), tra le specie studiate (Tab. 2). L'unico valore apprezzabile è dato dal confronto intraspecifico tra le stazioni CA ed NRA in *L. mormyrus*.

Sono state identificate 182 differenti prede per le 4 specie così suddivise nelle stazioni ARA, NRA e CA: 42, 18 e 12 per *M. barbatus* (tot. 53); 15, 22 e 10 per *M. surmuletus* (tot. 33); 28, 39 e 15 per *L. mormyrus* (tot. 65) e 60, 36 e 30 per *D. annularis* (tot. 82).

I mullidi predano essenzialmente specie appartenenti ai substrati mobili limitrofi alle stazioni di prelievo anche se, prede senza un preciso significato ecologico e/o a larga ripartizione, sono ben rappresentate nella dieta (Tab. 3). *M. surmuletus* nella stazione NRA preda anche specie comuni all'infralitorale algale fotofilo e alla *P. oceanica* HB.

Le specie dei substrati mobili caratterizzano la dieta di *L. mormyrus* (Tab. 3), nelle stazioni CA ed NRA si ritrovano anche prede del raggruppamento HB.

Epifiti di *C. nodosa* e *P. oceanica* e specie attribuibili alla categoria HB costituiscono quasi il 50% delle prede di *D. annularis* nelle tre stazioni (Tab. 3). In NRA, molluschi parassiti e specie dei substrati mobili, occupano gran parte dello spettro alimentare (Tab. 3).

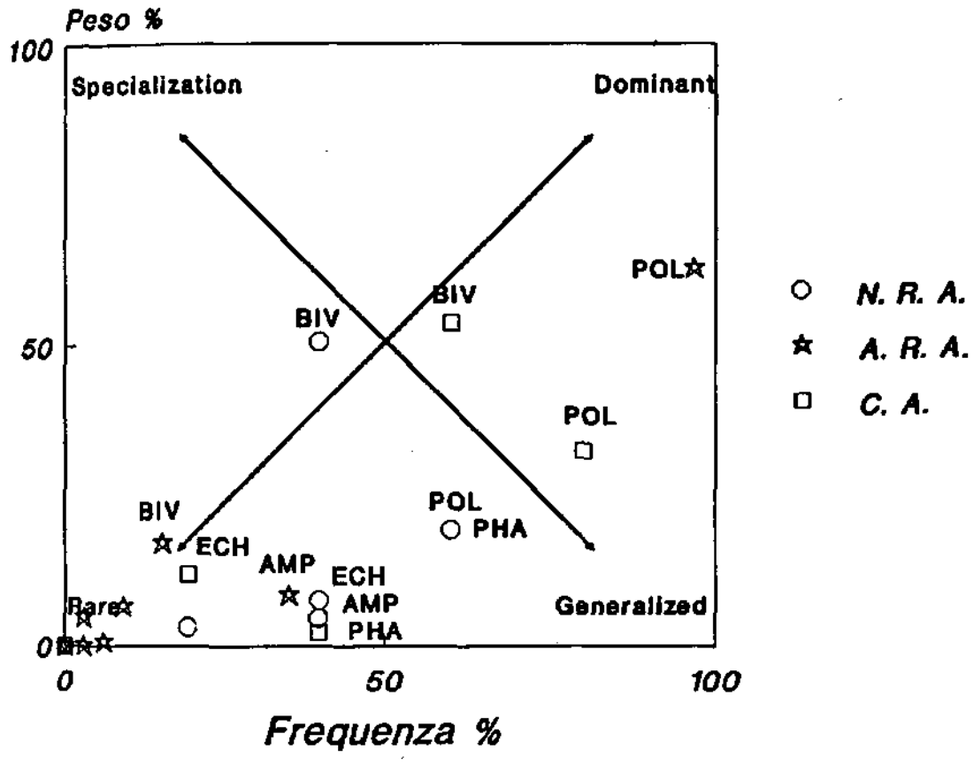
Tra le categorie trofiche delle specie predate (Tab. 4), detritivori, filtratori, carnivori e limivori sono le più rappresentate nei mullidi, anche se, *M. surmuletus* mostra numerose specie di erbivori nella stazione NRA. I filtratori sono le prede più importanti e costantemente presenti nello spettro alimentare di *L. mormyrus* seguiti da detritivori ed erbivori. Filtratori e carnivori costituiscono il maggior numero di specie nella dieta di *D. annularis*.

Discussione e conclusioni

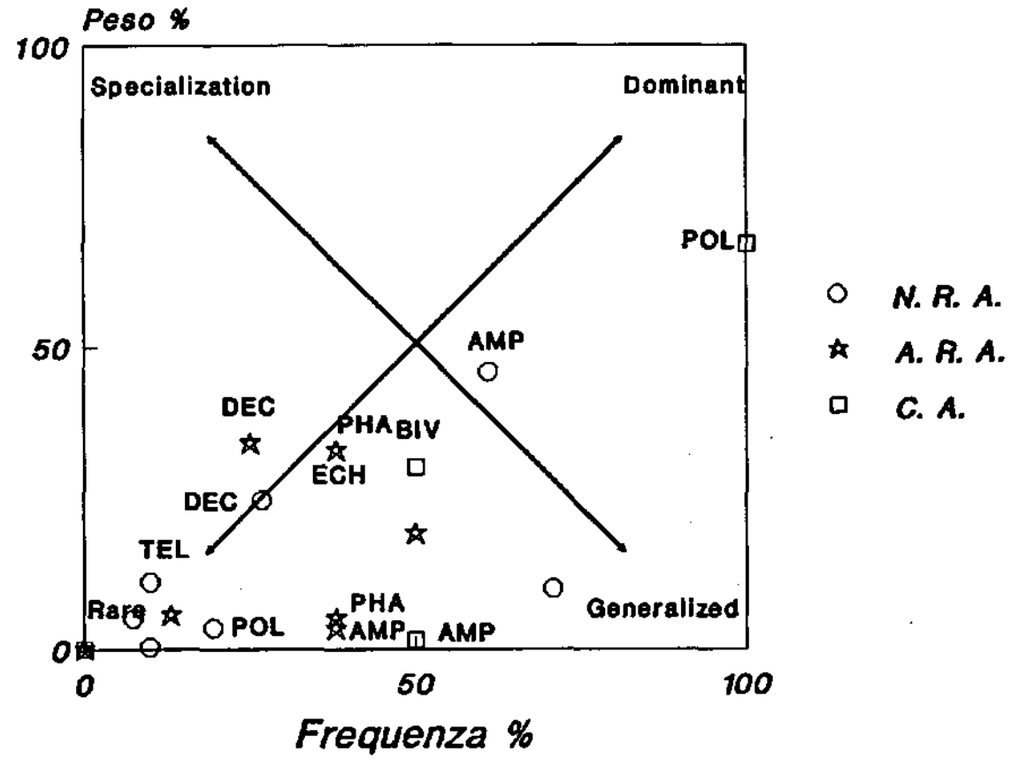
Dall'esame delle diete e degli indici alimentari è possibile trarre alcune considerazioni:

- le quattro specie studiate sono riconducibili ai microcarnivori demersali, che si alimentano di invertebrati bentonici;

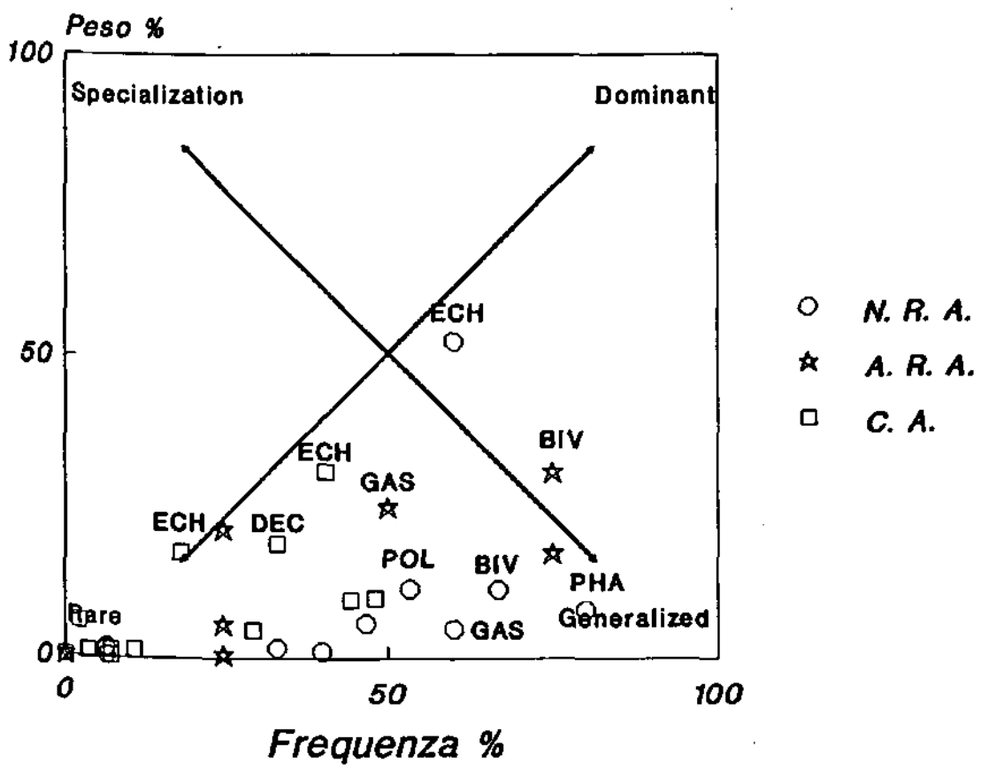
Mullus barbatus



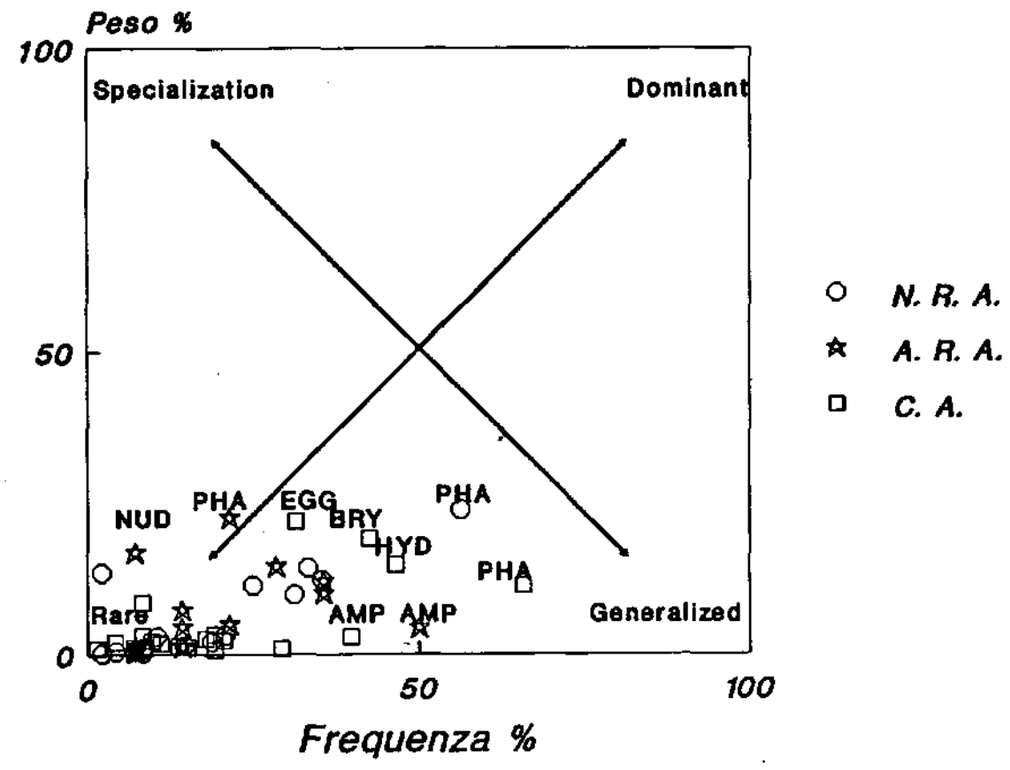
Mullus surmuletus



Lithognathus mormyrus



Diplodus annularis



Figg. 1 - 4 - Rappresentazione grafica della frequenza percentuale e dell'abbondanza (peso percentuale) secondo COSTELLO (1990) per le quattro specie. Per le sigle si veda la didascalia della tabella 1.

Tab. 2 - Indice di sovrapposizione alimentare di Schoener. Confronto inter ed intraspecifico nelle tre stazioni.

INDICE DI SOVRAPPOSIZIONE DI SCHOENER

	M. barbatus			M. surmuletus			L. mormyrus			D. annularis		
	ARA	NRA	CA	ARA	NRA	CA	ARA	NRA	CA	ARA	NRA	CA
ARA	1	0.03	0.34	0.23	0.13	0.09	0.1	0.05	0.01	0.03	0.02	0.01
NRA		1	0.02	0.02	0	0	0.05	0.19	0.02	0	0	0
CA			1	0.41	0.18	0.12	0.07	0.02	0.04	0.02	0	0
ARA				1	0.28	0.16	0.04	0	0	0	0	0
NRA					1	0.13	0.03	0.04	0	0.08	0	0.03
CA						1	0.02	0.01	0	0	0	0
ARA							1	0.04	0.07	0.03	0	0.02
NRA							1	0.96	0.08	0.1	0	
CA								1	0.03	0.02	0.07	
ARA									1	0.2	0.17	
NRA										1	0.08	
CA											1	

- i mullidi sono dei pascolatori o grufolatori (selezionano il cibo ingoiando piccole quantità di substrato);
- *L. mormyrus* è un pascolatore capace di sfruttare anche la disponibilità di specie epibentoniche;
- *D. annularis* è un brucatore, si alimenta in prevalenza di organismi sessili;

Tab. 3 - Composizione percentuale delle categorie ecologiche delle prede. Le sigle si riferiscono rispettivamente a: SM fondi mobili sabbiosi; MB fondi mobili fangosi; HB frequenti nell'in fralitorale fotofilo sia su alghe che fanerogame; PH caratteri stiche delle fanerogame; WD ad ampia distribuzione; UN senza un preciso significato ecologico; PA parassiti.

		SB	MB	WD	UN	HB	PH	PA
M. barbatus	NRA	80	10	0	10	0	0	0
	ARA	47	10	7	37	0	0	0
	CA	33	0	11	56	0	0	0
M. surmuletus	NRA	0	7	14	29	21	29	0
	ARA	10	10	10	70	0	0	0
	CA	14	14	29	43	0	0	0
L. mormyrus	NRA	52	15	3	18	0	0	12
	ARA	32	14	14	32	5	0	5
	CA	23	31	15	15	8	0	8
D. annularis	NRA	24	9	6	6	6	15	35
	ARA	9	2	10	10	40	12	17
	CA	0	0	9	27	45	18	0

I diversi substrati influenzano sia la distribuzione che l'abbondanza (D'ANNA et al., 1992; D'ANNA et al. in stampa) di queste specie nel Golfo di Castellammare. Le specie generaliste, come *D. annularis*, sono in grado di controllare le variazioni ambientali e di sfruttare le risorse di cibo disponibili (MACPHERSON, 1981). Per questa ragione *D. annularis* risulta essere l'unica, tra le specie studiate, capace di attingere alle risorse offerte (idroidi, policheti, briozoi) nella stazione ARA (BADALAMENTI *et al.*, in stampa). Le altre specie subiscono influenze minori, documentabili con l'incremento dell'ampiezza di nicchia in ARA (effetto attribuibile alla diversificazione ambientale con i substrati artificiali HUECKEL, 1989) per *L. mormyrus* o il minore coefficiente di vacuità osservato nella stessa stazione per *M. barbatus* o, ancora, la maggiore ricchezza in prede che generalmente si riscontra nella stazione ARA (ricordando che taxa come gli echinodermi o i decapodi, prede frequenti e/o abbondanti nella dieta di *M. surmuletus* e *L. mormyrus*, non sono stati identificati a livello specifico). Si tratterebbe in questo caso di effetti indiretti quali la protezione

dalla predazione (BOHNSACK, 1989) o l'arricchimento organico dei sedimenti (AMBROSE & ANDERSON, 1990) ancora da dimostrare.

Tab. 4 - Composizione percentuale dei gruppi trofici delle prede. Le sigle vanno interpretate come segue: erbivori ER; camivori CA; detritivori DE; limivori LI; filtratori FF; onnivori OM; altri gruppi OT.

		DE	FF	CA	LI	OM	ER	OT
M. barbatus	NRA	30	30	30	0	0	0	10
	ARA	17	20	23	13	20	0	7
	CA	11	22	33	33	0	0	0
M. surmuletus	NRA	21	0	14	7	14	29	14
	ARA	0	0	29	14	29	0	29
	CA	0	14	43	14	14	0	14
L. mormyrus	NRA	0	32	15	0	0	6	15
	ARA	9	32	18	9	5	9	18
	CA	46	31	0	0	0	15	8
D. annularis	NRA	11	25	36	0	7	0	22
	ARA	7	33	39	0	4	11	6
	CA	0	27	55	0	0	0	18

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare di cuore M. Coppola, G. Di Stefano e G. Borruso, per il costante impegno e la perizia dimostrata nelle fasi di raccolta del materiale e del prelievo degli stomaci. La ricerca è stata effettuata con il contributo del Consorzio di ripopolamento ittico "Golfo di Castellammare". Un sentito ringraziamento va ai Dott. ri S. Piraino, R. Chemello e S. Lo Brutto per la gentile collaborazione offerta nella determinazione idroidi, gasteropodi ed anfipodi.

Summary

The feeding habits of *Mullus surmuletus, Mullus barbatus, Diplodus annularis* and *Lithognathus mormyrus* cought, by artisanal gear, along the shallow water of the Gulf of Castellammmare were investigated.

Three sites were chosen: the first (NRA) along a rocky shore in the west side, the second (CA) in the middle of the Gulf on a sandy-muddy bottom with a "pelouse" of *Cymodocea nodosa* and the last (ARA) near an artificial reef not far from CA.

Fishes were monthly cought by a trammel net; guts were removed from all unbroken individuals and stomach content was examined after fixation in neutralized 5% formalin. A yearly analisys was carried out. Hydroids and polyzoans were the most frequent food items for *D. annularis*. *M. barbatus* showed an homogeneous diet, constitued mainly of polychaetes species belonging to the soft bottom community. *M. surmuletus* had decapods, amphipods, polychaetes as frequent preys. *L. mormyrus* showed preferences, on the whole area, for Molluscs (Bivalvs, Gastropods and Scaphopods), Decapods, Polychaetes and Echinoderms. The four species did not show overlap on their diets: *D. annularis* feed on hard substrata, both natural and artificial, and on the seagrass beds epiphytes; *L. mormyrus* preys are associated with sand bottoms and algae; *M. surmuletus* feed on *Posidonia oceanica* meadows at NRA site, and on soft bottom at ARA site. This species is rare at CA site. *M. barbatus* feed mostly on soft bottom community. Mullidae result as specialist predators with the narrowest niche breadth and Sparidae as generalist; *D. annularis* shown the highest values of niche breadth and *L. mormyrus* the intermediate one. Although the artificial structures seem to influence the aggregation of same species (*M. barbatus, D. annularis* and *L. mormyrus*) they only partially affect feeding habits of these species.

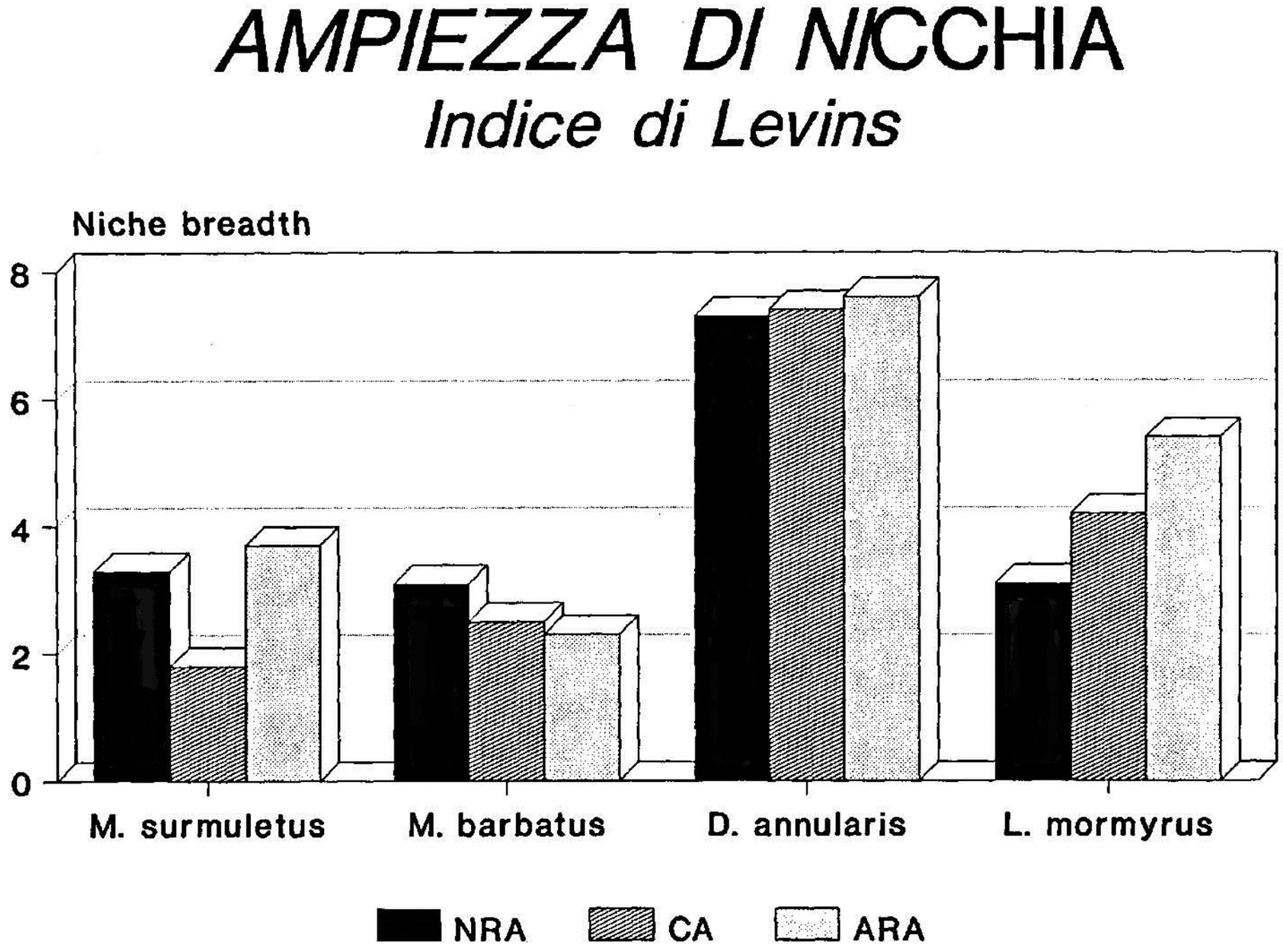


Fig. 5 - Rappresentazione grafica dell'ampiezza di nicchia trofica di Levins (B) per le quattro specie nelle tre stazioni.

Bibliografia

AMBROSE R. F., ANDERSON T. W., (1990) - Influence of an artificial reef on the surrounding infaunal community. *Marine Biology*, **107**: 41-52.

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). *Journées ichthyol.*, Rome, C. I. E. S. M. : 145-156.

BADALAMENTI F., CHEMELLO R., D'ANNA G., GRISTINA M., PIPITONE C., RIGGIO S. , TOCCACELI M., (in stampa b) - Benthic settlements and efficiences of manmade reefs in southern Mediterranean (N/W Sicily). VI Int. Art. Reef Conf., *Long Beach 2-8 november 1991.*

BOHNSACK J. A., (1989) - Are high densities of fishes at artificial reef the result of habitat limitation or behavioral preference? *Bulletin of merine science*, **44**(2):631-645.

COSTELLO M. J. (1990) - Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *J. Fish Biol.* **36**: 261-263.

D'ANNA G., BADALAMENTI F., PIPITONE C ., RIGGIO S., (1992) - Notes on the ecological significance of the fish fauna associated to artificial reefs in the southern Tyrrhenian. *Rapp. P. V. Reun. XXXIII C. I. E. S. M.*

D'ANNA G., BADALAMENTI F., GRISTINA M., PIPITONE C., (in press) - Influence of artificial reefs on coastal fish communities of the Gulf of Castallammare (N/W Sicily). *VI Int. Art. Reef Conf.* , Long Beach 2-8 november 1991.

HUEKEL G. J., BUCKLEY R. M., BENSON B. L., (1989) - Mitigating rocky habitat loss using artificial reefs. *Bulletin of marine science*, **44**(2): 913-922.

HYSLOP E. J., (1980) - Stomach content analisys: a review of the methods and their applications. *J. Fish Biol.* **17**: 29-37.

MACPHERSON E., (1981) - Resource partitioning in a Mediterranean demersal fish community. *Mar. ecol. Prog. Ser.* **4**: 183-193.

RIGGIO S., 1990 - A short review of artificial reefs in Sicily. *FAO Rapp. Pêches/FAO Fish.* Rep., **428**: 128- 137.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 151-154

L. ORSI RELINI, G. RELINI

Istituto di Zoologia - Università degli Studi di Genova Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale

MEGANYCTIPHANES NORVEGICA (SARS) (CRUSTACEA DECAPODA) NELLE RETI TROFICHE DEL MAR LIGURE

Meganyctiphanes norvegica nel Mar Ligure.

Abstract

The trophic role of M. norvegica is described using available literature and original data. M. norvegica is abundant in the Ligurian Sea, where it enters the food chains of slope benthic and benthopelagic feeders, of mesopelagic hunters and of surface hunters, particularly when it forms reproductive swarms. Its horizontal distribution includes patches which are utilized by the fin whale. Researches in progress about its life cycle suggest the possibility of large horizontal displacements.

Keywords: *Meganyctiphanes norvegica*, trophic chains, Ligurian Sea

Dallo studio dei raggruppamenti naturali degli Eufausiacei nel Mediterraneo (Casanova 1970, Wiebe e D'Abramo 1972) è emerso che la porzione più settentrionale del bacino occidentale è caratterizzata dalla presenza massiva di *M. norvegica*. Dato che questa specie (il krill dei balenieri) ha un'enorme importanza trofica nell'Atlantico Settentrionale (Mauchline e Fisher 1969, Mauchline 1980) è verosimile attendersi altrettanto per il bacino Ligure.

Negli anni 70 abbiamo cominciato lo studio delle reti trofiche che riguardano la macrofauna dei fondi strascicabili della scarpata Ligure. Il tema venne proposto dagli stessi pescatori, che, di fronte all'enorme variabilità della resa della pesca, supponevano che qualche predatore facesse bottino di gamberi rossi. Man mano che progrediva lo studio delle abitudini alimentari della macrofauna della scarpata, con forme ad abitudini bentoniche o bentopelagiche, ci rendemmo conto che due specie sono ubiquitarie nei contenuti gastrici: *Meganyctiphanes norvegica* e *Pasiphaea sivado*, un risultato affine a quello riscontrato nella scarpata Atlantica del Marocco e del Golfo di Guascogna (Lagardere 1971,1975). Si tratta di micronectonti euribati, che si spostano verticalmente nella colonna d'acqua in risposta alle differenti condizioni di luce portandosi anche in prossimità del fondo. Risultano quindi specie chiave per le reti trofiche epi e mesobatiali, ma a causa della morfologia costiera ligure a fondi scoscesi, anche della porzione più esterna della piattaforma.

Studiando in maggior dettaglio il ruolo di *P. sivado* nelle reti trofiche, è di grande interesse il fatto che questo Decapode è essenzialmente un predatore di Eufausiacei e perciò costituisce con *M. norvegica* un sistema predatore-preda, utile a sostenere la dieta di molte risorse da pesca anche al di là degli eventuali limiti di spazio e di tempo fissati dal ciclo biologico della stessa *M. norvegica*. Infatti la biomassa di *P. sivado* è in gran parte costruita su *M. norvegica* (Orsi Relini e Relini 1990).

Le categorie di predatori che attingono direttamente a *M. norvegica* sono comunque numerose:

- i predatori bentonici del livello mesobatiale, come *Chimaera monstrosa* (Vacchi e Relini Orsi 1979), *Phycis blennioides* (Relini Orsi e Fanciulli 1981), *Nezumia aequalis* (Relini Orsi e Wurtz 1979), *Trachyrhyncus trachyrynchus* (Relini Orsi e Wurtz 1977), *Sepietta oweniana* (Orsi Relini e Massi 1988), *Geryon longipes* (Relini Orsi e Mori 1977), *Aristeus antennatus* (ci si riferisce qui alla fase bentonica dell'alimentazione (Orsi Relini e Wurtz 1977, Cartes e Sardà 1989).
  In questi la frequenza di *M. norvegica* nel numero totale delle prede rinvenute è dell'ordine del 1-4%
- i predatori bentopelagici della scarpata epi e mesobatiale. È esemplare il caso dei selaci *Galeus melastomus* ed *Etmopterus spinax* che hanno distribuzione prevalentemante epibatiale da giovani, mentre diventano prevalentemente mesobatiali da adulti. In entrambi la frequenza di *M. norvegica* nel contenuto

gastrico totale di giovani ed adulti è dell'ordine del 25-40% (in termini di prede conteggiate) (Relini Orsi e Wurtz 1975, 1976). Comportamenti simili si riscontrano in *Mora mora* (Relini Orsi 1976), anche se questa specie ha distribuzione più profonda (giovani ed adulti mesobatiali).

- i predatori mesopelagici. In questa categoria si riscontrano i valori maggiori. Per esempio nel potassolo del Mar Ligure la frequenza arriva al 70% del numero delle prede (Brian 1936; Orsi Relini, dati non pubblicati). Abbiamo ritrovato un contenuto a sola *M. norvegica* in un *Regalecus glesne* di l. t. 3. 9 m; si tratta ovviamente di un episodio isolato, data la rarità del pesce, ma a nostro parere significativo, anche per le dimensioni del predatore.

M. norvegica può essere presente anche in acque neritiche apportando nutrimento a nuove categorie di organismi, particolarmente a giovani di specie di interesse commerciale (Froglia 1973).

Il fenomeno degli spiaggiamenti di *M. norvegica*, noto da tempo (Brian 1896, Issel 1918), ha luogo in Mar Ligure di regola alla fine dell'inverno (Torchio 1968, Casanova-Soulier 1970, Belloni et al. 1976). L'evento assume effetti vistosi, con chiazze colorate in superficie e depositi consistenti sulla battigia. Pesci pelagici (per es. *Trachurus* sp.) ed uccelli marini sono stati visti far bottino di questa risorsa e anche i pescatori liguri talora ne approfittano per mettere in riserva esca che viene conservata sotto sale o surgelata. Gli spiaggiamenti sono stati associati ad eventi riproduttivi (Casanova - Soulier 1970); in effetti gli animali che formano sciami in superficie sono di taglia adulta e si trovano in fase di pre o post- deposizione (Nicol 1984).

È interessante il fatto che talora anche in piena estate *M. norvegica* è stata trovata spiaggiata (Lo Bianco 1901, 1903) o presente in buone quantità in acque del tutto costiere: sulla costa ligure ed a Monaco (acque portuali) in agosto (Fisher et al. 1953, Casanova 1970); ciò sembrerebbe indicare la possibilità di un secondo episodio riproduttivo in seno alla popolazione, distanziato da quello principale di circa 6 mesi.

Per capire appieno l'inserimento di *M. norvegica* nelle reti trofiche del Mar Ligure è quindi opportuno studiarne la distribuzione orizzontale non meno che quella verticale, possibilmente procedendo a campionamenti sistematici su larga scala. Uno studio di tal genere è in corso. È stata presa anzitutto in esame la possibile correlazione tra uno dei più specializzati consumatori di *M. norvegica*, la Balenottera comune e la distribuzione di *M. norvegica*. È noto che *Balaenoptera physalus* è capace di utilizzare svariate prede, ma ogni volta che sono disponibili eufausiacei, preferisce questi ultimi (Jonsgard 1966, Mauchline e Fisher 1969, Kawamura 1980). È noto altresì che esistono aree del Mar Ligure di ponente dove *B. physalus* è avvistata più frequentemente, almeno d'estate (Duguy e Vallon 1977). Sono state registrate contemporaneamente, nel mese di agosto, le quantità di *M. norvegica* che possono essere raccolte con una rete pelagica IKMT nella colonna d'acqua tra 750 e 0 m, e le balene presenti (sotto forma di avvistamenti) per unità di superficie marina e si è trovata una correlazione positiva tra i due valori (Relini et al, 1992).

Si è altresì verificato l'effettivo consumo dell'eufausiaceo attraverso l'analisi dei contenuti fecali e si è trovato che anche in Mar Ligure l'alimentazione, almeno in estate, si basa esclusivamente su *M. norvegica* (Orsi Relini e Giordano 1992). Pertanto le balenottere e altri grandi filtratori pelagici come le mante, *Mobula mobular*, sono eccellenti campionatori di *M. norvegica* e possono dare un contributo importante allo studio della struttura di popolazione della preda in Mediterraneo (Orsi Relini e Cappello 1992).

Combinando i dati derivati dalle raccolte dirette di *M. norvegica* con quelli ottenuti dai predatori specializzati emergono aspetti di grande interesse relativi sia alla distribuzione orizzontale di *M. norvegica*, sia alla sua dinamica di popolazione. Infatti il recente campionamento su larga scala effettuato in Mar Ligure Occidentale ha per la prima volta incluso lo studio della struttura di popolazione dello stock pescato. Si osservano due principali gruppi di taglie, come in Atlantico, dove sono interpretati come due classi annuali (Mauchline 1960, Matthews 1973, Lindley 1982), ciascuna composta di diverse subcoorti. La relativa importanza dei due gruppi di taglie varia secondo gradienti latitudinali (Relini et al., 1992). L'ipotesi di lavoro attuale è pertanto quella di un ciclo biologico che include uno spostamento su vasta scala. È evidente l'interesse dell'approfondimento di questi temi, anche per le strette relazioni che intercorrono tra la distribuzione di questo Eufausiaceo di particolare valore alimentare e quella di molte risorse da pesca.

Bibliografia

BELLONI S., CATTANEO R. e PESSANI D. (1976) - Determinazione di acidi grassi in *Meganyctiphanes norvegica* (Sars, 1857) (Crustacea Eufausiacea) del Mar Ligure. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* **44**: 103-112.

BRIAN A. (1896) - L'*Euphausia mulleri* comparsa in quantità straordinaria nel Golfo di Genova. *Atti Soc. Lig. Sc. Nat. Geogr.* **7**: 79-80.
BRIAN A. (1936) - Importanza dei crostacei nell'alimentazione dei Potassoli del Mar Ligure (*Gadus potassou* Duben). *Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. R. Univ. Genova.* **11**: 1-6
CARTES J. E, SARDA F. (1989) - Feeding ecology of the deep-water aristeid crustacean *Aristeus antennatus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **54**: 229-238.
CASANOVA B. (1970) - Répartition bathymetrique des Euphausicés dans le basin occidental de la Méditerranée. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **34** (2): 205-219.
CASANOVA SOULIER B. (1970) - Les ressemblements d'Euphausiaces en Mediterranee. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **20** 3: 435-437.
DUGUY R., VALLON D. (1977) - Le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) en Mediterranee occidentale: etat actuel des observations. *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.* **24** (5) : 21-24.
FISHER L. R., KON S. K., THOMPSON S. Y (1953) - Vitamin A and carotenoids in some Mediterranean Crustacea with a note on the swarming of *Meganyctiphanes*. *Bull. Inst. oceanogr. Monaco.* **50**, n. 1021 19 p.
FROGLIA C. (1973) - Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) nel Medio Adriatico. In *Atti Congr. Naz. Soc. Ital. Biol Mar.* Ed. Salentina, Nardò 327-341.
ISSEL R. (1918) - Biologia Marina. Hoepli, Milano.
JONSGÅRD A. (1966) - Biology of the North Atlantic fin whale *Balaenoptera physalus* (L.), taxonomy, distribution, migration and food. *Hvalråd. Skr.*, **49**:1-62
KAWAMURA (1980) - A review of food of balenopterid whales. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, **32**: 155-197.
LAGARDÈRE J. P. (1971) - Recherche sur l'alimentation des crevettes de la pente continentale marocaine. *Téthys*, **3**: 655-675.
LAGARDÈRE J. P. (1975) - Recherche sur l'alimentation des crevettes bathypelagiques du talus continental di Golfe de Gascogne. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, **39** (2): 213-229.
LINDLEY J. A. (1982) - Population dynamics and production of Euphausiids. III. *Meganyctiphanes norvegica* and *Nyctiphanes couchi* in the North Atlantic Ocean and the North Sea. *Marine Biology*, **66**: 37-46.
LO BIANCO S. (1902) - Le pesche pelagiche abissali eseguite dal Maia nelle vicinanze di Capri. *Mitt. zool. sta. Neapel.* **15** 1/2: 413-482.
LO BIANCO S. (1903) - Le pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col yacht Puritan nelle adiacenze di Capri. *Mitt. zool. sta. Neapel.* **16** 1/2: 109-280.
MATTHEWS J. B. L (1973) - Ecological studies on the deep water pelagic community of Korsfjorden, Western Norway. Population dynamics of *Meganyctiphanes norvegica* (Crustacea, Euphausiacea) in 1968 and 1969. *Sarsia*, **54**,:75-90
MAUCHLINE J. (1960) - The biology of the euphausiid crustacean, *M. norvegica* (M. Sars). *Proc. R. Soc. Edimb., B, (Biol.)*, **67**: 141-179.
MAUCHLINE J. (1980) - The biology of Mysids and Euphausiids. *Adv. Mar. Biol.*, **18**: 1-677.
MAUCHLINE, J., FISHER, R. 1969. The biology of Euphausiids. *Adv. Mar. Biol.* **7**, 1-454
NICOL S. (1984) - Population structure of daytime surface swarms of euphausiid *Meganyctiphanes norvegica* in the Bay of Fundy. *Mar Ecol. Progr. Ser.* **18** : 241-251.
ORSI RELINI L, CAPPELLO M. (1992) - The fin whale and other large pelagic filterers as samplers of *Meganyctiphanes norvegica*, *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **00**: 00
ORSI RELINI L., GIORDANO A. (1992) - Summer feeding of the fin whale *Balaenoptera physalus* in the liguro-provençal basin. *European Cetacean Society Sixth Annual Conference, San Remo, February 1992:*
ORSI RELINI L., MASSI D. (1988) - Feeding of *Sepietta oweniana* (d'Orbigny 1839) along the slope of the Ligurian Sea: a preliminary note. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.* **31** (2): 255 only
ORSI RELINI L., RELINI G. (1990) - The glass shrimp *Pasiphaea sivado* in the food chains of the Ligurian Sea. In: *Trophic Relationships in the Marine Environment.* M. Barnes and R. N. Gibson Ed., Aberdeen University Press: 334-346.
RELINI G., ORSI RELINI L., CIMA C., FASCIANA C., FIORENTINO F., PALANDRI G., RELINI M., TARTAGLIA M. P., TORCHIA G., ZAMBONI A. (1990) - Macroplancton *Meganyctiphanes norvegica* and *Balaenoptera physalus* along some transects in the Ligurian Sea. *European Cetacean Society Sixth Annual Conference, San Remo, February 1992:*
RELINI ORSI L. (1976) - Note di biologia dell'alimentazione di *Mora moro* (Risso 1810) (Ostei chthyes, Moridae). *Archo Oceanogr. Limnol.* **18** suppl. 3: 375-387.
RELINI ORSI L., FANCIULLI G. (1981) - Biologia di *Phycis blennoides*: distribuzione e alimentazione sui fondi da pesca batiali del Mar Ligure. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca* **3** (suppl.): 135-144.
RELINI ORSI L., MORI M. (1977) - Osservazioni sull'alimentazione di *Geryon longipes* A. Milne Edwards 1881 (Crustacea Decapoda Brachyura) dei fondi batiali liguri. In:*Atti IX Congr. Soc. Ital. Biol. Mar. Ischia*: 389-398.

RELINI ORSI L., WURTZ M. (1975) - Osservazioni sull'alimentazione di *Galeus melastomus* (Chondrichthyes, Scyliorhinidae) dei fondi batiali liguri. *Quad. Lab. - Tecnol. Pesca*, **2** (2): 17-36.

RELINI ORSI L., WURTZ M. (1976) - Richerche sull'alimentazione di *Etmopterus spinax* (Condricthyes, Squalidae). *Boll. Pesca Pescic. Idrobiol.*, **31**, (1-2): 257-265.

RELINI ORSI L., WURTZ M. (1977) - Aspetti della rete trofica batiale riguardanti *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) (Crustacea, Penaeidae). *Atti IX Congr. SIBM, Ischia*: 389-398.

RELINI ORSI L., WURTZ M. (1979) - Biologia di *Nezumia aequalis* (Osteichthyes, Macruridae) sui fondi da pesca batiali liguri. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol.*, Milano, **7**:75-98.

TORCHIO M. (1968) - Osservazioni e considerazioni sugli spostamenti di alcuni Malacostraci in Mediterraneo. *Natura*, **59** (2): 61-74.

VACCHI M., ORSI RELINI L. (1979) - Alimentazione di *Chimaera monstrosa* L., sui fondi batiali liguri. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, Mem. ser. B. **86**, suppl. : 388-391.

WIEBE P. H., D'ABRAMO L., (1972) - Distribution of euphausiid assemblages in the Mediterranean Sea. *Mar Biol* **15: 139-149.**

Ricerca finanziata dal MURST (40%) P.N. "Ecosistemi marini e delle acque interne"

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 155-160

M. MURA, S. CAMPISI, A. CAU

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia - Università di Cagliari, v. Poetto, 1, Cagliari (Italia)

CONSIDERAZIONI SULL'ALIMENTAZIONE DI ALCUNE SPECIE DI VERTEBRATI E MACROINVERTEBRATI DEI FONDI MESOBATIALI DEL CANALE DI SARDEGNA

Feeding habits of some species in a Mediterranean deep-sea community.

Abstract

Catches on fishing grounds of the middle horizon of the bathyal level in the Sardinian Channel between 700-1050 m have been carried out, so allowing studies on the alimentary habits and diets of one species of Selachians (Galeus melastomus), two species of Osteichthyes (Lampanyctus crocodilus and Nezumia aequalis) and five species of Crustacea Decapoda (Aristeus antennatus, Acanthephyra pelagica, Polycheles typhlops, Paromola cuvieri and Geryon longipes).

Key-Words: Bathyal mud community, feeding analysis, Mediterranean.

Summary

In order to verify, in comparison with the data avaiable in literature, the existence of possible variations in the alimentary habits, with regard to depth, of *Galeus melastomus*, *Lampanyctus crocodilus*, *Nezumia aequalis*, *Aristeus antennatus*, *Acanthephyra pelagica*, *Polycheles typhlops*, *Paromola cuvieri* and *Geryon longipes*, samples have been carried out during daytime, at depths between 750 and 1050 m, between June and July 1989 and between January and February 1990.

Stomach contents analysis appear to indicate that *G. melastomus* behaves like an opportunist predator, differing from data reported in literature on specimens catched at smaller depths. The same result, at a lesser extent, has been obtained on *N. aequalis*. *L. crocodilus* has a diet essentially made up of bathypelagic preys. *A. antennatus* and *A. pelagica* present, like the two Crabs, benthic feeding at these depths as well. In the gastric contents of *P. cuvieri* bathypelagic Crustacea Decapoda occurred, unlike the data available in literature. The two Crabs present an high frequency of stomachs with fragments of *Posidonia* and plastic, that appears to indicate swallowing of these materials is not accidental.

Introduzione

Nel canale di Sardegna la parte meglio conosciuta dell'orizzonte medio del piano batiale è quella costituita dai fondi sfruttati per la pesca degli Aristeidi demersali (MAURIN, 1965; AZOUZ, 1973). La particolare importanza economica ne ha fatto oggetto, in questi ultimi anni, di un più attento esame delle risorse biologiche (CAU e MURA, 1978; CAU *et al.*, 1984; MURA e CAU, 1989). Mancano invece quasi completamente, informazioni basate su campionamenti sistematici della zona al disotto dei 700 m, profondità oltre la quale, generalmente, non viene esercitata la pesca demersale. Anche le notizie sulle abitudini alimentari di specie presenti nei fondi mesobatiali di quest'area si riferiscono a stocks pescati nella zona più superficiale (CAU e MANCONI, 1984; MURA *et al.* 1992) così come lavori analoghi riguardanti altre aree del Mediterraneo occidentale (BRIAN, 1931; SANTUCCI, 1932; MAURIN e CARRIES, 1968; RELINI ORSI e WURTZ, 1977, 1979; RELINI ORSI e MORI, 1977; MACPHERSON, 1979, 1980, 1981; MORI, 1982, 1986; ABELLÒ, 1989; CARTES e SARDA', 1989). Solo recentemente è stata presa in considerazione l'alimentazione di due specie di Decapodi pescati anche in fondi al disotto dei 1000 m nel mar Catalano (CARTES e ABELLÒ, 1990). L'obiettivo di questo lavoro è di analizzare le abitudini alimentari delle popolazioni di 3 specie di pesci e 5 di Crostacei Decapodi ad ampia distribuzione batimetrica raccolti in quest'area in fondi compresi tra 750 e 1050 m di profondità.

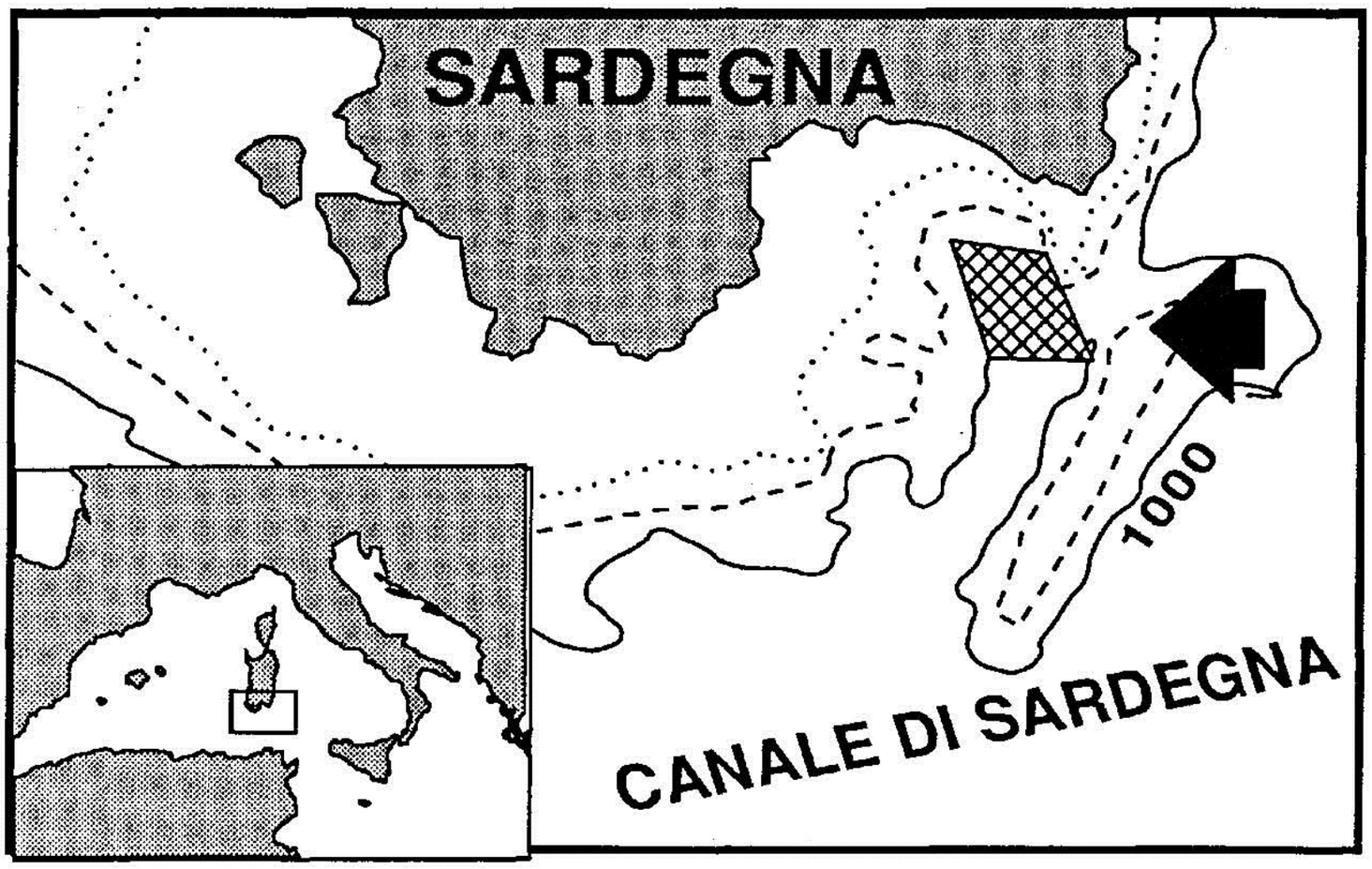


Fig. 1 - Zona di raccolta

Materiali e metodi

Sono stati esaminati i contenuti gastrici di 57 esemplari di *Galeus melastomus*, 51 di *Nezumia aequalis*, 44 di *Lampanyctus crocodilus*, 285 di *Aristeus antennatus*, 60 di *Acanthephyra pelagica*, 47 di *Polycheles typhlops*, 50 di *Paromola cuvieri* e 39 di *Geryon longipes*, pescati in ore diurne nei periodi compresi tra giugno e luglio 1989 e tra gennaio e febbraio 1990. Le pescate sono state effettuate a sud-est della Sardegna tra le batimetriche dei 750 m e 1050 m, in un'area in cui i fondi fangosi a *Isidella elongata* sono caratterizzati da accumuli di detriti costieri trasportati dalle correnti (Fig.1). Gli esemplari raccolti sono stati fissati immediatamente, a bordo dei pescherecci, in formalina al 10 % in acqua di mare. In laboratorio è stata presa per i Decapodi, la misura della lunghezza del carapace, LC (dal margine posteriore dell'orbita al margine posteriore medio del carapace per i gamberi e dalla base delle spine frontali sempre al margine posteriore medio del carapace per gli altri), per i Selaci la lunghezza totale, LT, e per i Teleostei la lunghezza standard, LS (rilevata dall'estremità del muso fino all'inserzione della pinna caudale).

Per ogni specie, sono state identificate le differenti prede fino al più basso livello tassonomico possibile. I risultati sono stati espressi in termini di indice di frequenza piuttosto che di peso, a causa dell'alta frammentazione dei corpi delle prede, evidente soprattutto nel contenuto gastrico dei Decapodi. Per ogni tipo di preda è stato calcolato un indice di frequenza (f) inteso come numero di stomaci contenenti una data preda/ il numero di stomaci non vuoti. Sono stati inoltre calcolati il coefficiente di vacuità, (Cv)= N. di stomaci vuoti x 100 / N. di stomaci esaminati e la percentuale in numero delle prede, (Cn) = N. di individui di una data preda x 100 / N. totale di prede. A ciascun stomaco non vuoto si è assegnato un grado di pienezza con i seguenti criteri: contenente poco cibo (1/4), pieno per metà (1/2), quasi pieno (3/4) e completamente pieno (1). Per l'analisi delle preferenze alimentari delle specie prese in considerazione si è utilizzato il metodo suggerito da COSTELLO (1990).

Risultati

Le taglie degli esemplari di *Galeus melastomus* campionati, sono comprese tra 18,5 cm e 47,0 cm di LT. Il coefficiente di vacuità è risultato di 8,77. Nei contenuti gastrici si sono ritrovate 22 categorie di prede (Tab.1). Molluschi (f=0,54; Cn=28,28), Crostacei (f=0,5; Cn=26,3), Teleostei (f=0,25; Cn=13,4) e Policheti (f=0,02; Cn=1,01) sono i gruppi tassonomici rappresentati. Cefalopodi (f=0,54; Cn=28,3), *Meganyctipha-*

nes norvegica (f=0,27; Cn=14,1), *Sergestes* sp. (f=0,17; Cn=9,1) e Mictofidi (f=0,12; Cn=6,06) sono nell'ordine le prede dominanti. Eufausiacei e Decapodi batipelagici rappresentano col 37,4 % delle prede, la maggior componente della dieta di questa specie. I valori percentuali dei gradi di pienezza sono risultati i seguenti: 1/4=34,6%; 1/2=23,1%; 3/4=17,3%; 4/4=25%. In *Nezumia aequalis* il coefficiente di vacuità è stato di 15,68 e le taglie dei campioni esaminati sono comprese tra 16,0 e 21,6 cm di LS. Nei contenuti gastrici sono presenti 18 categorie di prede. I Crostacei di taglia minuta sono i più rappresentati e tra questi, Anfipodi (f=0,40; Cn=28,8), Decapodi natanti (f=0,35; Cn=25,4) ed Eufausiacei (f=0,28; Cn=20,3) rappresentano l'aliquota principale della dieta. I Crostacei batipelagici costituiscono anche in questa specie, il gruppo più consistente come percentuale del numero di prede (Cn=45,8). Le percentuali osservate dei gradi di pienezza sono le seguenti: 1/4=12,5%; 1/2=51,2%; 3/4=9,91%; 4/4=26,4%. Tra le specie di pesci considerate *Lampanyctus crocodilus* è quella che ha manifestato il coefficiente di vacuità più alto: 56,82. Le taglie degli individui esaminati sono comprese tra 8,2 e 18,8 cm di LS. In totale si sono identificate 8 categorie di prede e tra queste i Crostacei sono i più frequenti (f=0,74; Cn=70,0), seguono i Teleostei (f=0,16; Cn=15,0) e gli Echinodermi (f=0,16; Cn=15,0). Ancora i Decapodi batipelagici (f=0,37; Cn=35,0) e gli Eufausiacei (f=0,21; Cn=20,0) sono i gruppi tassonomici più rappresentati. I gradi di pienezza in percentuale sono: 1/4=42,1%; 1/2=21%; 3/4=31,6%; 4/4= 5,3%.

Per *Aristeus antennatus* il coefficiente di vacuità è risultato di 11,23. La LC degli esemplari considerati è compresa tra 13,5 e 53,0 mm. Si sono individuate 26 categorie di prede. Crostacei (f=0,32; Cn=17,3), Molluschi (f=0,21; Cn=10,9), Policheti (f=0,17; Cn=8,9), Teleostei (f=0,09; Cn=4,6) ed Echinodermi (f=0,02; Cn=1,05) sono i gruppi tassonomici maggiormente predati con i Foraminiferi (f=0,23; Cn=12,2). La frequenza di sedimento negli stomaci è elevata. Tra i Crostacei la frazione alimentare più importante è costituita da Isopodi (f=0,09; Cn=4,8) e Decapodi (f=0,07; Cn=3,8) mentre tra i Molluschi, dai Bivalvi (f=0,18; Cn=9,9). Per quanto riguarda i gradi di pienezza si sono rilevate le seguenti percentuali: 1/4=54,5%; 1/2=28,3%; 3/4=12,6% e 4/4=4,5%. L'intervallo di LC degli esemplari di *Acanthephyra pelagica* esaminati è compreso tra 8,5 e 22,7 mm. Il coefficiente di vacuità osservato è 36,53. Si sono ritrovate 10 categorie di prede. Crostacei (f=0,42; Cn=42,4) e Policheti (f=0,21, Cn=21,2) prevalgono sui Teleostei (f=0,03; Cn=3,03) e Molluschi (f=0,03; Cn=3,03). Tra i Crostacei gli Isopodi sono risultati in percentuale maggiore (f=0,21; Cn=21,2) seguiti da *G. elegans* (f=0,12; Cn=12,1). Da rilevare la totale assenza di Foraminiferi nei contenuti gastrici di questa specie. Le percentuali dei gradi di pienezza sono stati i seguenti: 1/4=33,3%; 1/2=24,2%; 3/4=21,2%; 4/4=21,2%. In *Polycheles typhlops* si è riscontrato l'indice di vacuità più alto: 68,1. La LC degli esemplari esaminati è compresa tra 17,0 e 34,5 mm. Si sono potute identificare solo 5 categorie di prede tra le quali il gruppo tassonomico più rappresentato è costituito dai Crostacei (f=0,33; Cn=31,25) seguito dai Foraminiferi (f=0,13; Cn=12,5) e dai Policheti (f=0,06; Cn=6,25). Il detrito costituisce il contenuto stomacale nella metà degli stomaci non vuoti. Si sono rilevate le seguenti percentuali dei gradi di pienezza: 1/4=60%; 1/2=20%; 3/4=20%. Il coefficiente di vacuità di *Geryon longipes* è di 17,95 e il campione studiato presenta un intervallo di taglie compreso tra 17,2 e 56,4 mm di LC. Si sono identificate 15 categorie di prede. Foraminiferi (f=0,22; Cn=11,1) e Crostacei (f=0,19; Cn=9,52) sono i taxa più rappresentati, mentre Molluschi, Teleostei e Policheti (f=0.09; Cn=4,76) ed Echinodermi (f=0,06; Cn=3,17) lo sono in misura minore. La plastica presenta un indice di frequenza tra i più elevati (f=0,34) costituendo l'intero contenuto gastrico, insieme a tracce di sedimento, in più della metà degli stomaci in cui è stata ritrovata. La presenza di detrito è molto elevata (f=0,50). Per questa specie i gradi di pienezza sono risultati i seguenti: 1/4=37,5%; 1/2=21,9%; 3/4=15,6%; 4/4=25%. Per *Paromola cuvieri* l'indice di vacuità è il più basso in assoluto tra quelli riscontrati (6,0). Si sono presi in considerazione esemplari con una LC compresa tra 25 e 160 mm. Si sono identificate 24 categorie di prede. I contenuti gastrici mostrano una prevalenza di Foraminiferi (f=0,45; Cn=17,1), Molluschi (f=0,32; Cn=12,2) e Crostacei (f=0,30; Cn=11,4), mentre Echinodermi (f=0,17; Cn=6,5), Teleostei (f=0,13; Cn=4,88) e Policheti (f=0,15; Cn=5,7) sono rappresentati in misura minore. Bivalvi (f=0,19; Cn=7,32), Gasteropodi (f=0,11; Cn=4,1) e *Dentalium* sp. (f=0,09; Cn=3,2) sono risultati i Molluschi più frequenti e tra i Crostacei, i Decapodi batipelagici (f=0,28; Cn=10,6). Anche in questa specie si è osservato un alto numero di stomaci contenenti detrito (f=0,45), plastica (f=0,36) e *Posidonia* (f=0,17). Come per *G. longipes* la plastica è risultata l'unica componente, con gradi di pienezza supe-

Tab. 1 - Dieta dei differenti predatori espressa come indice di frequenza (f). G.m., *Galeus melastomus; N.a., Nezumia aequalis; L.c., Lampanyctus crocodilus; A.a., Aristeus antennatus; A.p., Acanthephyra pelagica; P.t., Polycheles typhlops; G.l., Geryon longipes; P.c., Paromola cuvieri*

	G.m.	*N.a.*	*L.c.*	*A.a.*	*A.p.*	*P.t.*	*G.l.*	*P.c*
CEPHALOPODA								
Histioteuthidae	0.04	-	-	-	-	-	-	-
Ommastrephidae	0.02	-	-	-	-	-	-	-
Neorossia sp.	0.04	-	-	-	-	-	-	-
Sepietta oweniana	0.04	-	-	-	-	-	-	-
non identificati	0.40	-	-	-	0.03	-	0.03	0.02
SCAFOPODA								
Dentalium sp.	-	-	-	-	-	-	0.03	0.09
GASTROPODA								
Cassidaria sp.	-	-	-	-	-	-	-	0.02
Prosobranchia	-	-	-	0.02	-	-	-	0.06
non identificati	-	-	-	-	-	-	-	0.02
BIVALVIA								
Nucula sp.	-	-	-	0.06	-	-	-	0.09
Abra sp.	-	-	-	-	-	-	-	0.04
non identificati	-	-	-	0.12	-	-	0.06	0.06
POLYCHAETA								
Eunicidae	-	-	-	-	-	-	-	0.02
non identificati	0.02	0.09	-	0.17	0.21	0.06	0.09	0.13
HOLOTHURIOIDEA	-	-	-	0.004	-	-	-	0.02
OPHIUROIDEA	-	-	-	-	-	-	-	0.09
CRINOIDEA	-	-	0.16	-	-	-	-	-
ECHINOIDEA	-	-	-	0.02	-	-	0.06	0.06
CRUSTACEA								
COPEPODA	-	-	-	0.004	-	-	-	-
ISOPODA								
Gnathidaea	-	0.05	-	-	-	-	-	-
Cirolanidae	-	0.05	-	-	-	-	-	-
non identificati	-	0.07	-	0.09	0.21	0.25	0.06	-
AMPHIPODA								
Gammaridae	0.02	-	-	-	-	-	-	-
Caprellidae	-	0.02	-	0.004	-	-	-	-
non identificati	-	0.28	-	-	-	-	-	0.02
MYSIDACEA	0.02	0.05	-	-	-	-	-	-
OSTRACODA	-	0.02	-	-	-	0.06	-	-
EUPHAUSIACEA								
Meg. norvegica	0.27	0.02	0.11	-	-	-	-	-
Euphausia krohni	-	0.09	-	-	-	-		
non identificati	0.08	0.16	0.11	-	-	-	-	0.02
DECAPODA								
Gennadas elegans	0.06	-	0.11	0.02	0.12	-	-	0.06
Sergestes sp.	0.17	0.23	0.21	0.004	0.03	-	-	0.15
Sergia robusta	0.10	0.09	0.05	-	-	-	-	0.04
Acantheph. pelagica	0.04	-	-	-	-	-	-	-
Pasiphaea sivado	-	-	-	-	-	-	-	0.02
Pagurus sp.	-	-	-	0.004	-	-	-	-
Ebalia sp.	-	-	-	0.004	-	-	-	-
Ergasticus clouei	-	-	-	-	-	-	0.09	-
Natantia non id.	0.10	0.02	-	0.02	-	-	-	0.02
Munida tenuimana	0.02	-	-	-	-	-	-	-
Brachyura	0.02	-	-	0.01	-	-	0.03	-
non identificati	0.10	0.05	0.16	0.16	0.06	-	0.03	-

	G.m.	N.a.	L.c.	A.a.	A.p.	P.t.	G.l.	P.c.
FORAMINIFERA	-	-	-	0.23	-	0.13	0.22	0.45
OSTEICHTHYES								
Stomias boa	-	-	-	0.004	-	-	-	-
Myctophidae	0.12	-	-	0.01	-	-	-	-
non identificati	0.13	-	0.16	0.08	0.03	-	0.09	0.13
Materia org. non id.	0.02	0.07	-	0.42	0.24	-	0.19	-
POSIDONIA	0.06	-	-	0.02	-	-	0.13	0.19
Alghe	-	-	-	0.02	0.03	-	-	-
Detrito	-	-	-	0.35	0.03	0.53	0.50	0.45
Plastica	0.04	-	-	0.01	-	-	0.34	0.36

riori a 1/2, in circa la metà degli stomaci in cui era presente. La variazione delle percentuali dei gradi di pienezza degli stomaci è minima: 1/4=27,7%; 1/2=27,6%; 3/4=23,4%; 4/4=21,3%.

Conclusioni

L'analisi, mediante il metodo grafico proposto da COSTELLO (1990), delle frequenze e delle percentuali del numero di prede, ha messo in evidenza l'estrema omogeneità della dieta in tutte le specie considerate.

Galeus melastomus viene descritto da MACPHERSON (1980), in base al regime alimentare di individui raccolti nel Mediterraneo occidentale tra 150 e 650 m, come una specie con abitudini bentopelagiche, anche se, nella sua dieta, sono predominanti le prede bentoniche. Le stesse conclusioni risultano da dati non pubblicati, raccolti su contenuti stomacali di *G. melastomus* pescati, nella stessa zona considerata in questo lavoro, a profondità comprese tra 450 e 650 m. L'importanza delle prede batipelagiche osservata nella dieta degli individui provenienti da fondi al di sotto dei 750 m, fa ritenere invece che questa specie abbia abitudini opportunistiche legate a variazioni, con l'aumentare della profondità, della composizione faunistica delle comunità batiali. Per *Nezumia aequalis* RELINI ORSI e WURTZ (1979) e MACPHERSON (1981) hanno rilevato, sempre a minori profondità, un'alimentazione di tipo bentonico. L'aver riscontrato nei contenuti stomacali degli individui qui considerati, tra le prede dominanti, Eufausiacei e Sergestidi, fa ritenere che anche per questa specie, siano valide le stesse considerazioni fatte per quella precedente. I Crostacei batipelagici raggiungono il 55% della dieta anche in *Lampanyctus crocodilus*, sebbene per questa specie l'alto tasso di vacuità osservato potrebbe essere in relazione con una diminuzione dell'attività alimentare. Da questi dati appare probabile che la prevalenza di prede batipelagiche, osservata nel contenuto stomacale delle tre specie di pesci, sia legata all'ampia disponibilità delle stesse, in ore diurne, nell'area campionata.

Aristeus antennatus, unica specie di interesse commerciale a queste profondità, presenta con *Paromola cuvieri*, il maggior numero di categorie predate tra i Decapodi considerati e un tipo di dieta basato essenzialmente su prede bentoniche. I bassi valori dei gradi di pienezza riscontrati, l'elevato indice di frequenza del sedimento e di materia organica in avanzato stato di digestione sono simili a quelli osservati in individui di *A. antennatus* pescati a profondità minori nelle stesse ore del giorno (MURA *et al.* 1992). *Acanthephyra pelagica* utilizza, al contrario degli Aristeidi, una gamma molto ristretta di prede tra le quali prevalgono Policheti, Isopodi e *Gennadas elegans*; il detrito ha una frequenza molto bassa mentre mancano del tutto i Foraminiferi. LAGARDERE (1975) indica nel sedimento e nei Foraminiferi un elemento indispensabile ai gamberi batipelagici per poter stare immobili sul fondo, tra i periodi di attività alimentare, e sfuggire così alla caccia dei predatori. *A. pelagica* mostra pertanto, dai dati finora raccolti, un comportamento predatorio attivo nelle ore in cui sono state effettuate le catture, sia verso organismi dell'infauna che dell'epifauna.

Nei contenuti gastrici di *Polycheles typhlops* si rinvengono soprattutto detrito, Foraminiferi e frammenti di Isopodi. La composizione della dieta è meno varia rispetto a quella descritta da CARTES e ABELLÒ (1992), per la stessa specie al largo delle coste catalane. La frequenza di rinvenimento di Foraminiferi nel contenuto stomacale degli individui di *P. typhlops*, raccolti nel Canale di Sardegna, è intermedia tra i valori ritrovati dagli stessi Autori a profondità superiori e inferiori ai 1000 m.

Per ambedue le specie di Brachiuri considerate si sono riscontrate diete simili con una predominanza di organismi bentonici. Unica differenza è il ritrovamento di Crostacei Decapodi batipelagici nei contenuti ga-

strici di *Paromola cuvieri*. La presenza di rifiuti nel contenuto stomacale delle due specie è in accordo con quanto osservato da RELINI e MORI (1977) e MORI (1986). Ma per entrambe le specie nei fondi studiati, i resti di *Posidonia* e di plastica costituiscono un importante componente della dieta. La plastica non è stata ritrovata frammentata ma ripiegata, il che esclude la sua ingestione in tempi diversi. Dagli elevati valori dei gradi di pienezza e della frequenza degli stomaci contenenti questi materiali si ricava che l'ingestione non è casuale. Resta da chiarire il ruolo e le conseguenze che tali rifiuti hanno nella dieta dei granchi a queste profondità.

Bibliografia

ABELLÒ P. (1989) - Feeding, habits of *Macropipus tuberculatus* (Brachyura, Portunidae) off the Catalan Coast (NN Mediterranean). *Misc.Zool.*, **13**: 45-50.

AZOUZ A. (1973) - Données biologiques sur les crevettes et les langoustines en Tunisie. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **22, 4**: 87- 88.

BRIAN A. (1931) - La biologia del fondo a "Scampi" nel Mare Ligure. 5 - *Aristeomorpha, Aristeus*, ed altri macruri natanti. *Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. R. Univ. Genova*, **11**: 1-6.

CARTES J.E., ABELLÒ P. (1990) - Comparative size distribution and feeding ecology of *Polycheles typhlops* and *Stereomastis sculpta* (Decapoda, Polychelidae) in the Mediterranean bathyal mud assemblage. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **32** (1): 35.

CARTES J.E., SARDA' F. (1989) - Feeding ecology of the deep-water aristeid crustacean *Aristeus antennatus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **54**: 229-238.

CAU A., MURA M. (1978) - Notizie sulla pesca bentobatiale nei mari della Sardegna Meridionale. *Rend. Sem. Fac. Sci. Univ. Cagliari*, **48** suppl.: 137-153.

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.

CAU A., MANCONI P. (1984) - Relationship of feeding, reproductive cycle and bathymetric distribution in *Conger conger*. *Mar. Biol.*, **81** (2):147-151.

COSTELLO M. J. (1990) - Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis *J. Fish Biol.*, **36**, 2:261-263.

LAGARDERE J.P. (1975) - Recherches sur l'alimentation des crevettes bathypelagiques du talus continental du Golfe de Gascogne. *Rev. Trav. Inst. Peches marit.*, **39** (2): 213-229.

MACPHERSON E. (1979) - Estudio sobre el regimen alimentario de algunos peces en el Mediterraneo occidental. *Misc. Zool. Barcelona*, **5**: 93-107.

MACPHERSON E. (1980) - Regime alimentaire de *Galeus melastomus* Rafinesque, 1810 *Etmopterus spinax* (L., 1758) et *Scymnorhinus Licha* (Bonnaterre, 1788) en Mediterranee occidentale. *Vie Milieu*, **30(2)**: 139-148.

MACPHERSON E. (1981) - Resource partitioning in a Mediterranean demersal fish community *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **4**: 183-193.

MAURIN C. (1965) - Repartition des Crevettes profondes au large des cotes de Sardaigne et de Corse. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, **18(2)**: 175-178.

MAURIN C., CARRIES C. (1968) - Note preliminaire sur l'alimentation des crevettes profondes. *Rapp. P.- v. Reun. Comm. int. Explor. scient. Mer. Mediterr.*, **19**: 155-156.

MORI M. (1986) - Contribution to the biology of *Paromola cuvieri* (Crustacea: Decapoda: Homolidae) in the Ligurian Sea. *Oebalia*, **13**: 49-68.

MORI M. (1982) - Alimentary rhythms in *Geryon longipes* A. Milne Edwards, 1881 (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **3 (2-5)**: 169-172.

MURA M., CAU A. (1989) - Sul dimorfismo sessuale e sex-ratio in *Aristeus antennatus* (Risso, 1816). *Oebalia*, **XV-2**, N.S.: 811-814.

MURA M., CAU A., SABA S. (1992) - Feeding habits of demersal aristeid crustaceans in the central western Mediterranean Sea. *Journ. Crustac. Biol.*, (submitted).

RELINI ORSI L., MORI M. (1977) - Osservazioni sulla alimentazione di *Geryon longipes* A. Milne. Edwards 188 (Crustacea Decapoda Brachiura) dei fondi batiali liguri. *Atti Congr. Soc. Ital. Biol. mar.*, **9**: 375-387.

RELINI ORSI L., WURTZ M. (1977) - Aspetti della rete trofica batiale riguardanti *Aristeus antennatus*. (Risso, 1816) (Crustacea, Penaeidae). *Atti Congr. Soc. Ital. Biol. mar.*, **9**: 389-398.

RELINI ORSI L., WURTZ M. (1979) - Biologia di *Nezumia aequalis* (Osteichthyes, Macruridae) sui fondi da pesca batiali liguri. *Quaderni civ. Stu. Idrobiol. Milano*, **7**: 75-98.

SANTUCCI R. (1932) - Biologia del fondo a "Scampi" nel mare ligure. 1- *Polycheles typhlops* Heller. *Memorie R. Com. talassogr. ital.*, **199**: 1-48.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 161-166

P. SARTOR*, F. BIAGI*, M. MORI**

*Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Via Volta 6, I-56126 Pisa, Italy.
**Istituto Anatomia Comparata, Università di Genova.

FEEDING HABITS AND TROPHIC RELATIONSHIPS IN *PHYCIS BLENNOIDES* (BRÜNNICH), *LEPIDORHOMBUS BOSCII* (RISSO) AND *HELICOLENUS DACTYLOPTERUS* (DELAROCHE) (PISCES, OSTEICHTHYES) IN THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA

Trophic relationships in *Phycis blennoides*, *Lepidorhombus boscii* and *Helicolenus dactylopterus*.

Abstracts

Within seasonal trawl-surveys on fishery resources, a study on feeding habits and trophic relationships among Phycis blennoides, Lepidorhombus boscii and Helicolenus dactylopterus has been carried out in the Northern Tyrrhenian Sea. Stomach content data were analysed both by a diet-overlap index and by cluster analysis.

Key-words: fishes, feeding habits, resource partitioning, Mediterranean Sea.

Introduction

Studies on fish feeding represent an important aspect for gaining greater knowledge of aquatic ecosystems. In this field most of the studies are aimed at analysis of the trophic spectrum of a single species; little research has been done on the feeding relationships between several species, such as food competition, prey selectivity and resource partitioning (TYLER, 1972; KEAST, 1978; SEDBERRY & MUSIK, 1978; MACPHERSON, 1981; SEDBERRY, 1983).

In the framework of these issues a study was undertaken on the feeding habits and the food resources partitioning among the Gadidae *Phycis blennoides* (Brünnich, 1768), the Scophtalmidae *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) and the Scorpaenidae *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche, 1809) in the Northern Tyrrhenian Sea. It was thought interesting to analyse the resource patitioning among these related species, all demersal and with a high degree of co-occurrence. In this area no information exists on the feeding of these species; the only available data refer to other areas of the Mediterranean.

Material and methods

Data analysed were collected during four seasonal trawl surveys (autumn 1990, spring, summer and autumn 1991), within the research programme "Valutazione delle risorse demersali" supported by Ministero Marina Mercantile, in the area of the Tyrrhenian Sea comprised between Elba and Giannutri isles. The allocation of hauls, each lasting two hours, remained fixed during the four surveys. Additionally, commercial landing samplings were performed in order to obtain large-size specimens of *P. blennoides* and *H. dactylopterus*.

All the sampled specimens were counted, measured (total length, TL, to the nearest 0.5 centimetre below) and weighed. Stomach content analysis was carried out on representative samples of each haul. The subsampling factor of each sample was taken into account so as to standardize the results.

From the sampled specimens the stomach was extracted, if not conspicuously empty, and subsequently fixed in 5% seawater formalin and preserved in 70° ethanol. We examined 366 stomachs containing food of *P. blennoides* (ranging from 6 to 49 cm TL), 237 of *L. boscii* (6-26 cm) and 271 of *H. dactylopterus* (3-20 cm). Each stomach content was identified to the lowest taxonomic level possible, counted and weighed.

The contribution of prey items to the diet was described by percentages of frequency of occurrence (F), of abundance composition (N) and of biomass composition (W). A modification of IRI (index of relative importance, PINKAS *et al.*, 1971) was utilized for each prey item as follows: IRI=F(N+W).

Trophic relationships among size classes of the three species were analysed both by a diet-overlap index and by cluster analysis. The former was the Horn index (HORN, 1966) applied to IRI percentage data. This index ranges from 0 to 1 (complete overlap); overlap is considered biologically significant when the value exceeds 0.60 (ZARET & RAND, 1971). Cluster analysis, on the basis of prey similarity, was applied using IRI percentage. A group average fusion strategy, UPGMA (SNEATH & SOKAL, 1973), was used based on the Bray-Curtis dissimilarity index (CLIFFORD & STEPHENSON, 1975).

Results and discussion

- Feeding Habits Analysis -

During the four surveys 2248 specimens of *P. blennoides*, 1212 of *L. boscii* and 1047 of *H. dactylopterus* were captured. The three species were particularly abundant below 250 m, a depth beyond which they displayed a high degree of co- occurrence (Fig. 1).

Phycis blennoides

The trophic spectrum consists mainly of decapods: secondary preys are mysids, isopods, amphipods and fishes (Table 1). Most of the preys are species living below, in or on the surface layer of the sediment (*Alpheus glaber, Calocaris macandreae, Goneplax rhomboides, Lesueurigobius sp.*).

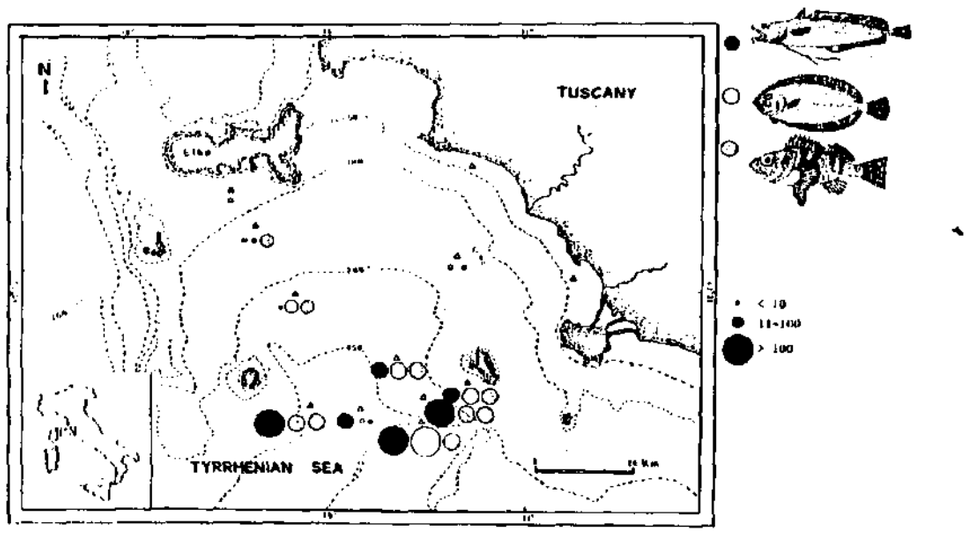


Fig. 1 - Study area, with indication of the catches per haul ( ) of the three species.

The feeding habits varies with size (Fig. 2). Decapods represented the most important food in all size classes. In the diet of the small specimens, mysids, represented almost entirely by *Lophogaster typicus*, and amphipods are important. Fish begin to appear in specimens ≥ 10 cm, becoming more important in individuals ≥ 20 cm. Isopods, chiefly represented by *Cirolana sp.*, are mainly eaten by larger individuals. No substantial seasonal variations in the trophic spectrum were encountered. Observations on encephalic development during the life cycle of this species (GALLARDO-CABELLO, 1986) might explain the differences observed in the diet with the variation in size. Visual perceptions prevail in the youngest specimens (this would explain the massive presence of epibenthic species such as mysids in their diet). Gustatory and tactile perceptions, important in the capture of burrowing species, predominate in the adults.

Studies carried out in the Ligurian Sea (RELINI ORSI & FANCIULLI, 1981) and in the Catalan Sea (MACPHERSON, 1978) confirm the benthophagic habits of this species.

Lepidorhombus boscii

The main preys of the four-spotted megrim are decapods (*A. glaber*, Processidae, *G. rhomboides, C. macandreae*), mysids (mainly *L. typicus*, particularly abundant in summer samplings), fish (*Antonogadus megalokynodon*) and amphipods (Table 2). The trophic spectrum is constituted mainly by benthic preys and, in addition, by preys which live in the water column near the bottom (e.g. Processidae); these observations are in agreement with studies carried out in other areas both of the Tyrrehenian Sea (MANNINI *et al.*,, 1990) and of the Mediterranean Sea (REYS, 1960; MACPHERSON, 1979).

The diet of this species varies with size (Fig. 3). In the specimens < 10 cm TL most of the IRI is made up by mysids, which decrease in importance with increasing size; decapods are important from 10 cm on, even more so in larger specimens. The presence of fish is significant only in individuals ≥ 20 cm.

Table 1 - Trophic spectrum of *P. blennoides.*

SPETTRO TROFICO DI PHYCIS BLENNOIDES

Prey item	F	N	W	IRI	Prey item	F	N	W	IRI
POLYCHAETA n.d.	4.7	1.9	0.3	10.3	*Pasiphaea sivado*	1.5	0.5	0.4	1.4
PELECYPODA n.d	0.3	0.1	*	*	*Processa nouveli*	0.7	0.2	0.6	0.6
CEPHALOPODA					*Processa* sp.	1.6	0.5	0.7	1.9
Sepietta oweniana	0.1	*	0.3	*	*Polycheles typhlops*	0.3	0.1	0.6	0.2
Heteroteuthis dispar	0.7	0.2	0.8	0.7	*Nephrops norvegicus*	0.3	0.1	2.5	0.8
Sepiolidae n.d.	0.1	*	0.2	*	*Calocaris macandreae*	34.7	14.9	13.0	968.1
Cephalopoda n.d.	1.8	0.6	1.8	4.3	*Munida intermedia*	0.7	0.2	0.5	0.5
Total Cephalopoda	2.6	0.9	3.1	10.4	*Munida* sp.	0.6	0.2	0.9	0.7
STOMATOPODA					*Geryon longipes*	0.1	*	0.1	* 3 3
Rissoides pallidus	3.4	1.4	7.8	31.3	*Goneplax rhomboides*	4.4	1.9	8.3	44.9
MYSIDACEA					*Liocarcinus depurator*	0.1	*	0.2	*
Lophogaster typicus	22.2	20.1	3.0	512.8	*Monodaeus couchi*	1.0	0.3	0.9	1.2
Mysidacea n.d.	6.0	3.7	0.4	24.6	*Ebalia tuberosa*	0.1	*	*	*
Total Mysidacea	27.2	23.8	3.4	739.8	Brachyura n.d.	0.4	0.1	0.2	0.1
TANAIDACEA n.d	1.3	0.6	*	0.8	Total Decapoda	68.5	41.7	66.9	7439.1
ISOPODA					Crustacea n.d.	15.9	6.8	2.7	151.1
Cirolana sp.	19.3	11.2	4.0	293.4	TUNICATA				
AMPHIPODA n.d	16.9	8.1	0.5	145.4	Thaliacea n.d.	0.1	*	*	*
DECAPODA					PISCES				
Penaeidae n.d	0.1	*	0.4	*	*Antonogadus megalokynodon*	1.3	0.4	1.7	5.7
Sergestidae n.d	3.8	1.6	0.3	7.2	*Phycis blennoides*	0.7	0.3	1.7	1.4
Solenocera membranacea	0.4	0.1	0.5	0.2	Gadiformes n.d.	0.4	0.2	1.3	0.6
Alpheus glaber	36.4	18.0	33.4	1871.0	*Lesueurigobius* sp.	2.2	0.7	2.0	5.9
Chlorotocus crassicornis	0.9	0.3	1.4	1.5	*Cepola rubescens*	0.1	*	0.1	*
Plesionika acanthonotus	0.1	*	*	*	*Cyclothone braueri*	0.1	*	*	*
Plesionika sp.	2.8	0.9	0.5	3.9	*Symphurus* sp.	0.1	*	0.5	*
Pandalidae n.d.	0.4	0.1	*	*	Osteichthyes n.d	4.4	1.4	4.1	24.2
Philocheras echinulatus	3.2	1.1	0.9	6.4	Total Pisces	9.2	3.1	11.4	133.4
Crangonidae n.d	1.9	0.6	0.6	2.3					

* = < 0.1

Helicolenus dactylopterus

The rockfish feed mainly on decapods (*A. glaber, G. rhomboides,*), isopods (*Cirolana sp.*), tunicates (*Pyrosoma sp.*) and mysids (*L. typicus*) (Table 3). Decapods are important in both size classes, mysids are mainly eaten by small specimens, whereas isopods are mainly eaten by larger rockfish (Fig. 4). Tunicates, important only in specimens ≥ 10 cm TL, were chiefly found in the autumn 1990 samples. Observations in other seas show a certain degree of variability in the trophic spectrum of this species: in the Ligurian Sea (WURTZ, 1977) the main preys are ophiuroids, isopods and amphipods, in the Southern Adriatic (FROGLIA, 1976) tunicates, in Sicilian waters (FROGLIA, 1976) decapods, in the Catalan Sea (MACPHERSON, 1979) mainly decapods, ophiuroids and tunicates were found.

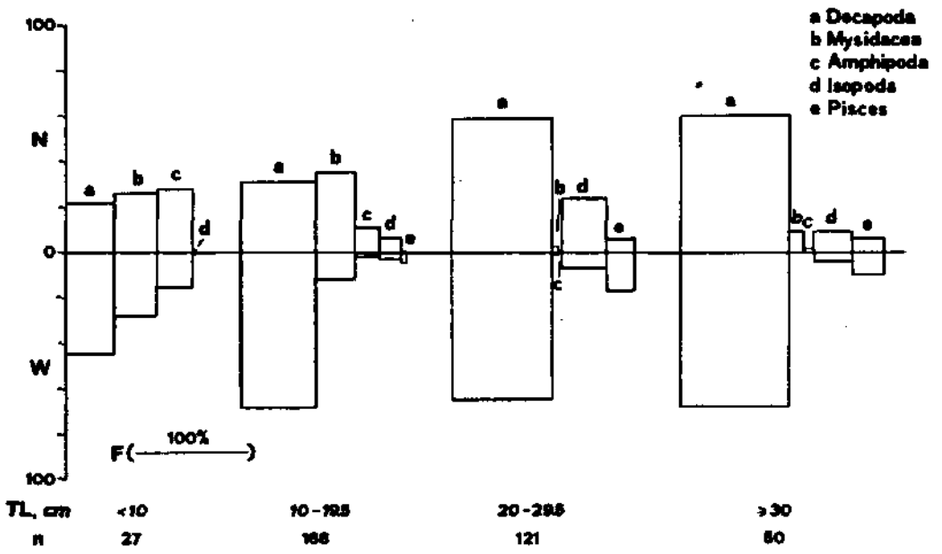


Fig. 2 - Percentages of frequency of occurrence (F), by number (N) and by weight (W) of higer taxonomic groups of preys for size classes of P. blen-

The results show that this species carries out its predation activity mostly in contact with the bottom. *Pyrosoma sp.*, a pelagic species, may be preyed upon when found near the bottom; in addition, the seasonal variations in the abundance of this species are known (FRANQUEVILLE, 1971). These characteristics may be the cause of the non-constant presence of

Table 2 - Trophic spectrum of *L. boscii*.

SPETTRO TROFICO DI *LEPIDORHOMBUS BOSCII*

Prey item	F	N	W	IRI	Prey item	F	N	W	IRI
POLYCHAETA n.d.	0.4	0.2	*	*	*Philocheras echinulatus*	2.3	1.0	2.7	8.5
CEPHALOPODA					*Pontophilus spinosus*	0.4	0.2	0.4	0.2
Heteroteuthis dispar	1.5	0.5	1.7	3.3	Crangonidae n.d	1.3	0.5	0.5	1.3
Cephalopoda n.d.	1.3	0.5	1.3	2.3	*Pasiphaea sivado*	0.2	0.1	0.8	0.2
Total Cephalopoda	2.8	1.0	3.0	11.2	*Processa nouveli*	0.4	0.3	0.1	0.2
COPEPODA n.d.	0.2	0.1	*	*	*Processa* sp.	8.5	3.1	3.3	54.4
STOMATOPODA					*Nephrops norvegicus*	0.4	0.2	0.4	0.2
Rissoides pallidus	1.9	0.7	3.2	7.4	*Calocaris macandreae*	6.2	2.3	3.1	33.5
MYSIDACEA					*Munida* sp.	0.4	0.2	*	*
Lophogaster typicus	27.5	28.9	8.4	1025.8	*Goneplax rhomboides*	6.4	2.3	3.8	39.0
Mysidacea n.d.	14.7	15.8	2.4	267.5	Brachyura n.d.	0.2	0.1	0.1	*
Total Mysidacea	38.6	44.7	10.8	2142.3	Decapoda n.d.	1.9	0.7	2.0	5.1
TANAIDACEA n.d.	0.2	0.1	*	*	Total Decapoda	44.3	22.9	55.2	3459.8
ISOPODA					Crustacea n.d.	23.5	13.1	4.1	404.2
Munnopsidae n.d.	0.2	0.1	*	*	ECHINODERMATA				
Cirolana sp.	7.5	2.9	1.4	32.3	*Leptometra phalangium*	0.2	0.1	0.2	*
Total Isopoda	7.7	3.0	1.4	33.9	TUNICATA				
AMPHIPODA n.d.	13.2	5.6	0.8	84.5	*Pyrosoma* sp.	1.5	0.5	0.4	1.4
EUPHAUSIACEA n.d.	3.6	4.1	0.6	16.9	PISCES				
DECAPODA					*Antonogadus megalokynodon*	3.6	1.3	9.5	38.9
Solenocera membranacea	1.9	0.7	1.8	4.8	*Lesueurigobius* sp.	0.9	0.3	1.3	1.4
Alpheus glaber	23.7	9.0	32.7	988.3	Gobidae n.d.	1.3	0.5	1.4	2.5
Chlorotocus crassicornis	2.1	0.8	2.5	6.9	*Cyclothone braueri*	0.2	0.1	*	*
Plesionika acanthonotus	0.2	0.1	0.2	*	Osteichthyes n.d	6.6	2.3	7.9	67.3
Plesionika sp.	2.6	0.9	0.6	3.9	Total Pisces	11.3	4.5	20.1	278.0
Pandalidae n.d.	1.1	0.4	0.2	0.7					

* = < 0.1

Pyrosoma sp. in the rockfish stomachs and might explain the differences in the observations of the other Authors.

- Overlap in Diet -

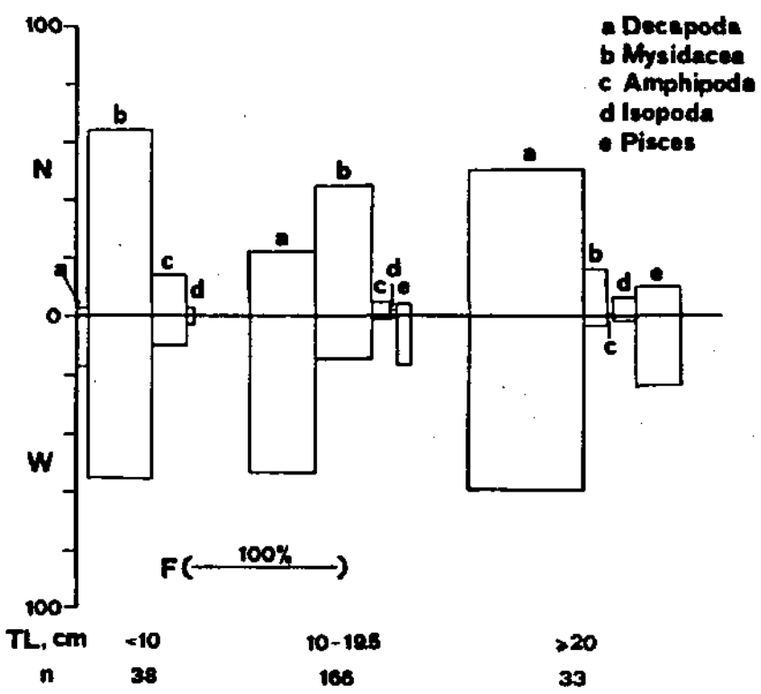


Fig. 3 - Percentages of frequency of occurrence (F), by number (N) and by weight (W) of higer taxonomic groups of preys for size classes of L. boscii.

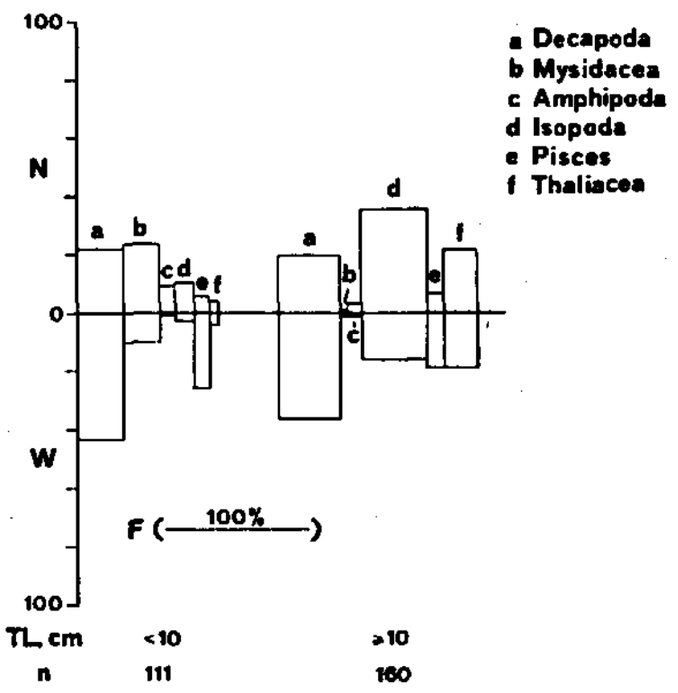


Fig. 4 - Percentages of frequency of occurrence (F), by number (N) and by weight (W) of higer taxonomic groups of preys for size classes of H. dactylopterus.

By analysing the results obtained using Horn's index (Table 4) and, above all, cluster analysis (Fig. 5), two groups characterized by internal overlap in diet can be evidenced. The first group is composed of the largest size individuals of *P. blennoides* and *L. boscii*, the second one is characterised by *P. blennoides* and *L. boscii* < 20 cm TL and *H. dactylopterus* < 10 cm. The rockfish ≥ 10 cm TL displays a high degree of

Table 3 - Trophic spectrum of *H. dactylopterus*.

SPETTRO TROFICO DI *HELICOLENUS DACTYLOPTERUS*									
Prey item	F	N	W	IRI	Prey item	F	N	W	IRI
POLYCHAETA n.d.	1.1	0.5	0.2	0.8	*Plesionika* sp.	1.3	0.7	0.2	1.2
PELECYPODA n.d.	0.4	0.3	*	*	Pandalidae n.d.	0.6	0.3	0.3	0.4
CEPHALOPODA					*Philocheras echinulatus*	0.2	0.1	0.2	*
Heteroteuthis dispar	0.4	0.2	1.1	0.5	Crangonidae n.d	1.1	0.5	0.8	1.4
Total Cephalopoda	0.8	0.4	1.6	1.6	*Calocaris macandreae*	4.4	2.3	3.1	23.8
OSTRACODA n.d	1.5	0.8	*	1.2	*Paguridea n.d.*	0.2	0.1	0.1	*
STOMATOPODA					*Goneplax rhomboides*	7.2	3.7	8.0	84.2
Rissoides pallidus	1.5	0.8	3.0	5.7	Decapoda n.d.	2.1	1.1	0.5	3.4
MYSIDACEA					Total Decapoda	37.8	20.8	38.2	2230.2
Lophogaster typicus	14.0	9.6	2.8	173.6	Crustacea n.d.	16.7	10.7	3.4	235.5
Mysidacea n.d.	2.1	1.3	0.1	2.9	ECHINODERMATA				
Total Mysidacea	15.2	10.9	2.9	209.8	Ophiuroidea n.d.	1.3	0.7	0.4	1.4
ISOPODA					TUNICATA				
Munnopsidae n.d.	0.4	0.2	*	*	*Pyrosoma sp.*	14.4	15.3	15.2	439.2
Cirolana sp.	26.8	26.2	13.4	1061.3	PISCES				
Total Isopoda	27.2	26.4	13.4	1082.6	*Phycis blennoides*	0.2	0.1	0.9	0.2
AMPHIPODA n.d.	10.8	6.9	1.0	85.3	Gadiformes n.d.	0.6	0.3	3.4	2.2
DECAPODA					*Lesueurigobius* sp.	1.9	1.1	4.9	11.4
Sergestidae n.d.	0.4	0.2	0.1	0.1	Gobidae n.d.	0.2	0.1	0.7	0.2
Alpheus glaber	18.2	10.1	21.9	582.4	Osteichthyes n.d	7.2	3.7	10.8	104.4
Chlorotocus crassicornis	1.3	0.7	1.8	3.3	Total Pisces	10.1	5.3	20.7	262.6

* = < 0.1

dissimilarity with the other size classes and it is separated in the dendrogram. The diet of first group is constituted almost exclusively by decapods, in particular by *A. glaber*, *C. macandreae* and *G. rhomboides*. The trophic similarity within the second group is mainly due to the relative importance taken on by mysids and amphipods; here the presence, especially in *L. boscii* and *P. blennoides* < 10 cm, of *L. typicus* is important. The peculiarity of the trophic spectrum of *H. dactylopterus* ≥ 10 cm is due to the importance taken on by preys such as isopods and tunicates, although the presence of the latter cannot be considered systematic.

These results show that the three species insist on the same pool of preys. Despite this a certain degree of food resource partitioning, linked mainly to size classes, was evidenced.

Table 4 - Values of Hom's index, calculated for size classes of the three species.

	LbI	LbII	LbIII	HdI	HdII	PbI	PbII	PbIII	PbIV
LbI	0.00	0.74	0.12	0.64	0.03	0.73	0.42	0.01	0.04
LbII		0.00	0.67	0.92	0.16	0.60	0.75	0.55	0.58
LbIII			0.00	0.63	0.29	0.12	0.68	0.92	0.97
HdI				0.00	0.28	0.64	0.67	0.49	0.56
HdII					0.00	0.03	0.22	0.43	0.32
PbI						0.00	0.64	0.09	0.11
PbII							0.00	0.70	0.70
PbIII								0.00	0.92
PbIV									0.00

Size classes (cm):

LbI: <10; LbII: 10-19.5; LbIII: ≥20;
HdI: <10; HdII: ≥10;
PbI: <10; PbII: 10-19.5; PbIII: 20-29.5; PbIV: ≥30;

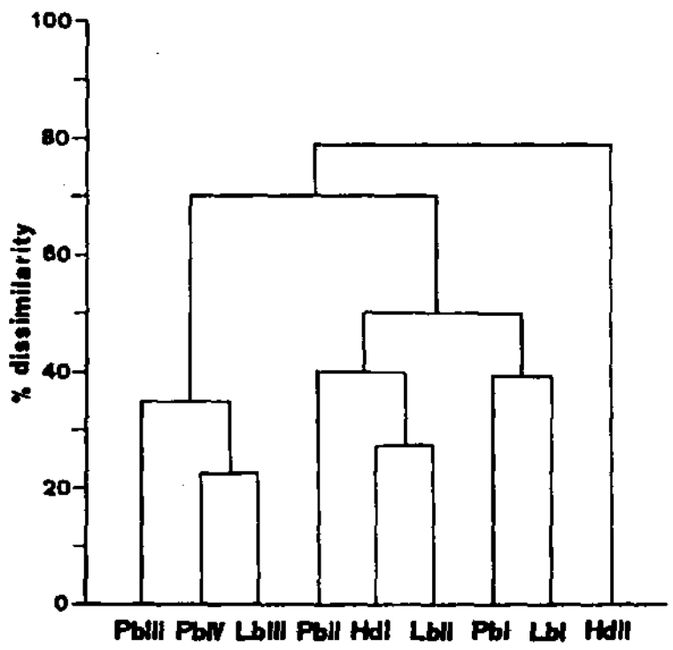


Fig. 5 - Dendrogram showing diet similarity among size classes of the three species. Symbols as in Table 4.

Acknowledgments

The Authors thank S. De Ranieri for providing assistance during this study and for his review of the manuscript.

Riassunto

È stato intrapreso uno studio sulle relazioni trofiche tra gli osteitti *Phycis blennoides Lepidorhombus boscii* ed *Helicolenus dactylopterus* nel Mar Tirreno Settentrionale. Le principali prede ritrovate sono i crostacei decapodi, seguiti da misidacei, anfipodi ed isopodi. Ciascuna specie ha mostrato cambiamenti nella dieta al variare della taglia. Analizzando il grado di similarità alimentare tra classi di taglia delle tre specie sono stati evidenziati due gruppi, uno costituito dai giovani l'altro da individui di taglia maggiore. Gli esemplari di *H. dactylopterus* ≥ 10 cm sono rimasti isolati, a causa dalla massiccia presenza di isopodi e tunicati pirosomi.

References

CLIFFORD H.T., STEPHENSON W. (1975) - *An introduction to numerical classification.* Academic press, New York, 229 pp.

FRANQUEVILLE C. (1971) - Macroplancton profond (Invertébrés) de la Méditerranée Nord-Occidentale. *Tethys*, **3** (1): 11-56.

FROGLIA C. (1978) - Observations on the feeding of *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche) (Pisces, Scorpaenidae) in the Mediterranean Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.* **23**, 8: 47-48.

GALLARDO-CABELLO M. (1986) - Analisis de los habitos alimenticios de la brotola *Phycis blennoides* (Brunnich 1768) en el Mediterraneo Occidental (Pisces: Gadidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* Univ. Nal. Autòn. Mexico, **13** (2): 173-186.

HORN H. S. (1966) - Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *American Naturalist*, **100**: 419-424.

KEAST A. (1978) - Trophic and spatial interrelationships in the fish species of an Ontario temperate lake. *Env. Biol. Fish*, **3** (1): 7-31.

MACPHERSON E. (1978) - Régimen alimentario de *Phycis blennoides* (Brünnich) y *Antonogadus megalokynodon* (Kolombatovic) (Pisces: Gadidae) en el Mediterrneo occidental. *Inv. Pesq.* **42** (2):455- 456.

MACPHERSON E. (1979) - Estudio sobre el régimen alimentario de algunos peces en el Mediterraneo occidental. *Misc. Zool.* **5**: 93- 107.

MACPHERSON E. (1981) - Resource partitioning in a mediterranean demersal fish community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **4**: 183-193.

MANNINI P., REALE B., RIGHINI P. (1990) - Osservazioni sulla biologia e la pesca di *Lepidorhombus boscii* (Risso) (Osteichthyes, Scophtalmidae) nel Tirreno Settentrionale. *Oebalia*, XVI-I (suppl): 245-255.

PINKAS L., OLIPHANT M.S., IVERSON (1971) - Food habits of albacore, bluefin tuna ant bonito in California waters. Calif. Dep. Fish Game, Fish. Bull., **152**, 105 pp.

RELINI ORSI L., FANCIULLI G. (1981) - Biologia di *Phycis blennioides*: distribuzione e alimentazione sui fondi da pesca batiali del Mar Ligure. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **3** (suppl. 1): 135-144.

REYS J.P. (1960) - Etude de la nourriture de quelques poissons demersaux du Golfe du Lion. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, **20** (33): 65-97.

SEDBERRY G.R. (1983) - Food habits and trophic relationships of a community of fishes on the outer continental shelf. NOAA Technical Report NMFS SSRF-**73**, 56pp.

SEDBERRY G.R., MUSICK J.A. (1978) - Feeding strategies of some demersal fishes of the continental slope and rise off the Midd- Atlantic Coast of the USA. *Marine Biology*, **44**: 357-375.

SNEATH P.H.A., SOKAL R.R. (1973) - *Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification.* W.H. Freeman & Co., San Francisco, 573 pp.

TYLER A.V. (1972) - Food resource division among northern, marine, demersal, fishes. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **29**: 997-1003.

WURTZ M. (1977) - Osservazioni sull'alimentazione di *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche, 1809) (Osteichthyes, Scorpaenidae) dei fondi batiali strascicabili del Mar Ligure. Atti IX Congresso S.I.B.M.: 463-469.

ZARET T.M.,RAND A.S. (1971) - Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, **52**: 336-342.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg 167-172

T.M. PAGLIARA, S. SABA, E. PILO, A. MARCIALIS.
Consorzio Ricerche Sardegna (CO.RI.SA.) P.zza Università 21 - 07100 Sassari.

REGIME ALIMENTARE DI POST-LARVE E STADI GIOVANILI DI *SPARUS AURATA* (L.,1758) NELLA LAGUNA DI CASARACCIO (SARDEGNA NORD-OCCIDENTALE).

Feeding behaviour of post-larvae and juveniles stage of *Sparus aurata.*

Abstract

Feeding behaviour of post-larvae and juveniles stage of Sparus aurata has been studied. Samples were collected in the Casaraccio lagoon (Sardinian North-Western) from january to april 1991. Harpacticoid Copepods and Amphipods were the dominant species founded in the gut contents.

KEY-WORDS: Feeding behaviour, *Sparus aurata*, Growth rate.

Introduzione

La conoscenza dettagliata delle esigenze trofiche di larve e stadi giovanili di specie ittiche di elevato interesse commerciale può assumere un importante ruolo per la preparazione di diete bilanciate applicabili in acquacoltura. Le difficoltà oggettive che le avannotterie incontrano nell'alimentazione e lo svezzamento di *Sparus aurata*, hanno fornito una reale motivazione alla realizzazione della presente ricerca. Diversi autori (Pagliara e Chessa, 1989; Ferrari e Chieregato, 1981) hanno messo in evidenza che in natura, in relazione ad alcune taglie, le orate predano principalmente organismi meiobentonici.

In questo lavoro è stato studiato il comportamento alimentare di questa specie partendo dalla taglia minima di cattura realizzabile fino al peso di un grammo.

Materiali e metodi

Nella laguna di Casaraccio (Sardegna Nord- occidentale) sono stati eseguiti dei prelievi di *S. aurata* da gennaio ad aprile 1991 includendo anche due cicli nictemerali con frequenze di prelievo ogni 6 ore (Tab.1). I campioni sono stati prelevati utilizzando una trattina della lunghezza di 4 m e maglie da 2 mm. In totale sono stati catturati 405 individui su cui sono stati rilevati i principali parametri biometrici (LS, LT, PT, peso umido).

L'esame dei contenuti gastrici ed intestinali è stato eseguito su 9 degli 11 prelievi effettuati, per un totale di 253 individui, le prede rinvenute in ciascun esemplare sono state classificate e misurate.

In accordo con il metodo misto quantitativo proposto da Hureau (1970), sono stati calcolati i seguenti indici: Cn = % numerica di ciascuna preda; f = Indice di Frequenza di una preda; inoltre per ogni campione è stato calcolato l'Indice di Vacuità "V" (V = n. stomaci vuoti/n. stomaci totali *100).

Sui campioni del ciclo nictemerale di marzo, che presentavano un indice di vacuità molto basso, è stata eseguita una analisi ponderale delle prede maggiormente rappresentate (Copepodi Arpacticoidi ed Anfipodi) mediante la relazione lunghezza-peso (James, Chiappa-Carrara, 1990). Misure gravimetriche dirette sono risultate non applicabili in quanto nei campioni delle ore notturne sono stati rinvenuti solo esoscheletri.

Un subcampione di 260 Anfipodi e 140 Copepodi rinvenuti in buono stato nei contenuti stomacali è stato utilizzato per la determinazione della rispettiva lunghezza totale media.

Per la relazione lunghezza-peso dei Copepodi è stata utilizzata la stima di Mengestou e Fernando (1991):

$$DW = 2{,}257 * L^{2{,}252}$$

dove DW = peso secco (microgrammi), L = lunghezza del corpo (mm).

Tab. 1 - Schema riassuntivo dei campionamenti ed analisi della varianza sul peso degli individui di *S. aurata*. Test di Tukey - La posizione degli asterischi nelle diverse righe indica che la differenza del peso medio tra i gruppi di *S. aurata* è statisticamente significativa.

DATA	24-1-91	19/20-2-91				27/28-3-91				11-4-91	29-4-91
ORA	14	12	18	24	6	12	18	24	6	16	17
Temp. acqua (°C)	10,1	12,2				16				21,8	21
N. PESCI CAMP.	22	63	33	0	44	45	50	50	48	38	12
N. STOMACI ESAM.	22	29	33	-	33	33	31	30	30	0	12
LT ± SD (mm)	19,59 ± 1,05	21,21 ± 1	20,97 ± 0,98	-	20,91 ± 1,18	28,42 ± 1,4	27,24 ± 2,25	29,26 ± 1,67	28,35 ± 1,85	33,03 ± 2,06	41 ± 6,2
LS ± SD (mm)	16,55 ± 0,96	17,92 ± 0,77	17,73 ± 0,67	-	17,57 ± 0,71	23,38 ± 1,25	22,98 ± 1,78	24,46 ± 1,27	23,37 ± 1,62	27,16 ± 1,67	33,4 ± 5,3
P ± SD (g)	0,053 ± 0,01	0,066 ± 0,01	0,068 ± 0,01	-	0,065 ± 0,01	0,217 ± 0,04	0,188 ± 0,05	0,223 ± 0,04	0,215 ± 0,05	0,386 ± 0,08	0,8 ± 0,25
P medio ± SD (g) giornaliero	0,053 ± 0,01	0,066 ± 0,01		-		0,21 ± 0,05				0,386 ± 0,08	0,8 ± 0,25
GRUPPI OMOGENEI	*	*	*	-	*						
ANOVA P <0.05						*	*	*	*		
TUKEY TEST										*	
VARIABILE PESO											*

Tab. 1 - SCHEMA RIASSUNTIVO DEI CAMPIONAMENTI ED ANALISI DELLA VARIANZA SUL PESO DEGLI INDIVIDUI DI *S. aurata*.
TEST DI TUKEY - LA POSIZIONE DEGLI ASTERISCHI NELLE DIVERSE RIGHE INDICA CHE LA DIFFERENZA DEL PESO MEDIO TRA I GRUPPI DI S. AURATA E' STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVA.

La relazione L/W degli Anfipodi è stata determinata mediante misurazioni dirette. Nelle stesse stazioni di campionamento delle oratine, durante il mese di marzo, sono stati prelevati mediante una sorbona dei campioni di fauna meiobentonica; in laboratorio è stato selezionato un gruppo di 60 Anfipodi di taglia compresa tra 1 e 4 mm, costituito da *Microdeutopus gryllotalpa* A.Costa,1853, *Ericthonius brasiliensis* (Dana, 1855) *Gammarus* sp. riscontrati anche nei contenuti stomacali delle oratine. Gli Anfipodi sono stati singolarmente misurati (LT), risospesi in H_2O ditillata, seccati in stufa a 105 ° C per 24 h e successivamente pesati mediante bilancia analitica.

L'accrescimento ponderale delle orate è stato analizzato adattando la formula utilizzata da Querellou (1984) per la spigola:

$$W = K * (E\ T')^{x}$$

dove W = peso in grammi; K = costante; T' = T - 10, (T = temperatura media giornaliera in gradi centigradi); x = costante. Le temperature giornaliere sono state ottenute mediando i valori registrati nei singoli campionamenti.

Il tasso di crescita relativo giornaliero "G" è stato calcolato utilizzando la formula riportata in Ricker (1979):

$$G = (\ln W2 - \ln W1)/(t2 - t1) * 100$$

dove W2 = peso in grammi al tempo t2; W1 = peso in grammi al tempo t1; t = tempo espresso in giorni.

Risultati

Gli individui di *S. aurata*, catturati avevano una LS compresa tra 16,55±0,96 SD (mm) e 33,4±5,3 SD (mm) ed un rispettivo peso medio di 0,053±0,01 SD (g) e 0,8±0,25 SD (g). Nella tabella 1 sono riportati il numero delle catture ed i principali parametri biometrici degli individui esaminati. L'analisi della varianza eseguita sui pesi non ha evidenziato differenze significative ($P<0,05$) tra i campioni di gennaio e febbraio così come tra i gruppi di individui prelevati durante i cicli nictemerali. L'analisi dei contenuti stomacali eseguita sul campione di gennaio ha evidenziato che la principale fonte di alimentazione è costituita da Copepodi Arpacticoidi che, pur rappresentando solo il 44,3% delle prede, hanno un indice di frequenza "f" pari a 1; le uova di Molluschi possono essere considerate prede occasionali (f = 0,12). Poco rilevanti appaiono le larve di Chironomidi (Cn = 1,1; f = 0,06) (Tab. 2).

I campioni del ciclo nictemerale di febbraio non mostrano rilevanti differenze con il campione del mese precedente; tra le prede rinvenute compaiono anche i Malacostraci con un indice di frequenza massimo di 0,27 (Tab. 2).

I dati relativi al ciclo nictemerale di marzo mostrano un evidente cambiamento in quanto i Malacostraci assumono una notevole importanza al pari dei Copepodi; gli indici di frequenza, in entrambi i gruppi, sono superiori a 0,8. Le larve di Chironomidi sono sempre presenti con una bassa percentuale; occasionalmente compaiono Ostracodi, Policheti e Nematodi (Tab. 2). Nel campione del 29/04/91 gli Anfipodi diventano le prede principali sia in termini di percentuale numerica (Cn = 51,3%) sia nell'indice di frequenza (f = 1), così come aumenta l'importanza degli Ostracodi e delle larve di Chironomidi con un f rispettivo di 0,33 e 0,5. Compaiono per la prima volta anche i Molluschi Bivalvi e Gasteropodi anche se occasionalmente (Tab. 2).

L'analisi dei contenuti stomacali dei campioni del ciclo nictemerale di febbraio non ha mostrato sostanziali differenze sulla composizione qualitativa delle prede, mentre i coefficienti di vacuità variano tra 48,3% alle h 12 e 87,9% alle h 18 (assenza di luce). In marzo l'indice di vacuità è risultato sempre essère pari a zero ad eccezzione del campione delle h 06 (3.3%) (tab. 2). La relazione lunghezza-peso secco degli Anfipodi è risultata essere pari a:

$$DW = 17{,}89\ L^{1{,}827}$$

dove DW = peso secco in microgrammi; L = lunghezza del corpo in mm; R2 = 97,4.

La lunghezza media del gruppo di Anfipodi e Copepodi prelevati dai contenuti stomacali è risultata di 1,75±0,05 ES (mm), e 0,62±0,01 ES (mm) rispettivamente. La figura 1 rappresenta l'analisi della varianza (intervallo di Tukey, $P < 0,1$) sulla sostanza secca media presente negli stomaci delle oratine nelle diverse ore del giorno.

Tab.2 - Indice di frequenza (f) e percentuale numerica (Cn%) dei principali taxa rinvenuti nei contenuti stomacali

Data di campionamento	24-1-91	19-2-91	19-2-91	19-2-91	20-2-91	27-3-91	27-3-91	27-3-91	28-3-91	29-4-91
Ora di campionamento	h. 14	h 12	h 18	h 24	h.06	h 12	h 18	h 24	h 06	h 17
Coeff. di vacuità (%)	22,7	48,3	87,9		69,7	0 (*)	0 (*)	76,7 (*)	3,3 (*)	0
n. di pesci esaminati	n 22	29	33		33	33	31	30	30	12
n. di prede riscontrate	88	453	16		621	1094	1730	693	582	487
	f / Cn %	f / Cn %	f / Cn %	f / Cn %	f / Cn %	f / Cn %	f / Cn %	f / Cn %	f / Cn %	f / Cn %
TAXA										
COPEPODA	1 / 44,3	0,87 / 27,4	1 / 68,7	-	0,9 / 16,9	0,97 / 45,3	1 / 76,2	0,93 / 83,5	0,9 / 57,2	0,67 / 6,8
CICLOPOIDA	-	-	-	-	-	0,09 / 0,3	-	-	-	-
HARPACTICOIDA	1 / 44,3	0,87 / 27,4	1 / 68,7	-	0,9 / 16,9	0,94 / 45	1 / 76,2	0,93 / 83,5	0,9 / 57,2	0,67 / 6,8
Harpacticidae	0,12 / 2,3	0,47 / 9,7	0,25 / 6,2	-	0,5 / 11,9	0,82 / 20,2	-	-	-	0,33 / 1,2
Diosaccidae	0,24 / 4,6	0,07 / 0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,33 / 1,1
Thalestridae	0,06 / 1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tisbidae	0,47 / 13,6	0,07 / 0,2	-	-	0,1 / 0,3	0,33 / 1,9	-	-	-	-
Laophontidae	-	0,07 / 0,4	-	-	-	0,51 / 9,4	-	-	-	0,08 / 0,6
HARPACTICOIDA n.i.	0,82 / 22,7	0,4 / 16,7	0,75 / 62,5	-	0,6 / 1,5	0,79 / 11,8	-	-	-	0,58 / 3,9
COPEPODITI n. i.	-	0,07 / 0,2	-	-	0,5 / 3,2	0,09 / 1,7	-	-	-	-
MALACOSTRACA	-	0,27 / 2	0,25 / 18,8	-	0,1 / 0,8	0,97 / 51,8	1 / 23,5	0,93 / 15,3	0,86 / 42,6	1 / 51,3
TANAIDACEA	-	-	-	-	-	0,06 / 0,2	-	-	-	-
AMPHIPODA	-	0,27 / 2	0,25 / 18,8	-	0,1 / 0,8	0,97 / 51,6	-	-	-	1 / 51,3
Gammaridae	-	0,07 / 0,9	-	-	0,1 / 0,8	0,94 / 49,1	-	-	-	1 / 43,1
AMPHIPODA n.i.	-	0,2 / 1,1	-	-	-	0,09 / 2,5	-	-	-	0,5 / 8,2
OSTRACODA	-	-	-	-	-	0,12 / 0,4	-	-	-	0,33 / 34,3
MOLLUSCA	0,12 / 54,6	-	-	-	0,6 / 82,1	-	-	-	-	0,08 / 3,5
Uova n.i.	0,12 / 54,6	-	-	-	0,6 / 82,1	-	-	-	-	-
BIVALVIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08 / 0,4
GASTROPODA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08 / 3,1
INSECTA	0,06 / 1,1	-	0,25 / 12,5	-	0,1 / 0,2	0,42 / 2	0,03 / 0,1	0,13 / 1,2	0,03 / 0,2	0,5 / 4,1
Chironomidae Larve	0,06 / 1,1	-	0,25 / 12,5	-	0,1 / 0,2	0,42 / 2	0,03 / 0,1	0,13 / 1,2	0,03 / 0,2	0,5 / 4,1
POLYCHAETA	-	-	-	-	-	-	0,03 / 0,1	-	-	-
NEMATODA	-	-	-	-	-	0,03 / 0,5	0,03 / 0,1	-	-	-
PROTOZOA	-	0,27 / 70,7	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 2 - Indice di frequenza (f) e percentuale numerica (Cn%) dei principali taxa rinvenuti nei contenuti stomacali.

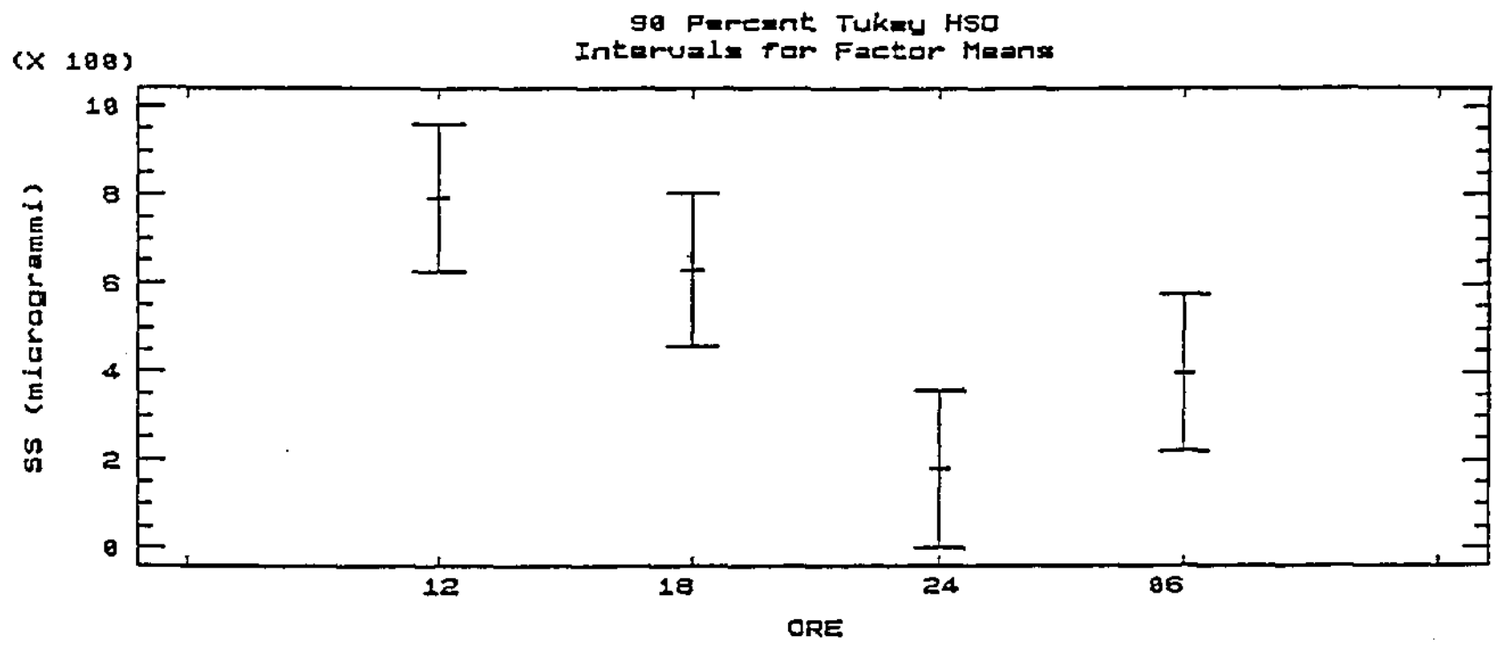


Fig. 1 - Distribuzione media oraria della quantità di alimento in sostanza secca (relativa a Copepodi ed Anfipodi) rinvenuta nei contenuti stomacali di individui di *S. aurata* catturati durante il ciclo nictemerale eseguito in Marzo. La variazione riportata intorno alla media è stata ottenuta mediante il test di Tukey (ANOVA) con P< 0,1.

La curva di crescita ottenuta secondo l'equazione di Querellou (1984) è:

$$W = 0{,}9*10^{-8}*((ET^{*})+a)^{b}$$

$$R2 = 0{,}864,\ g.l. = 367;$$

dove W = peso espresso in grammi; T* = T - 10 (T = temperatura media giornaliera in gradi centigradi); a = 322±9,3 ES (sommatoria delle T (° C -10) cumulate fino alla data del primo campionamento); b = 2,73±0,006 ES (Fig. 2).

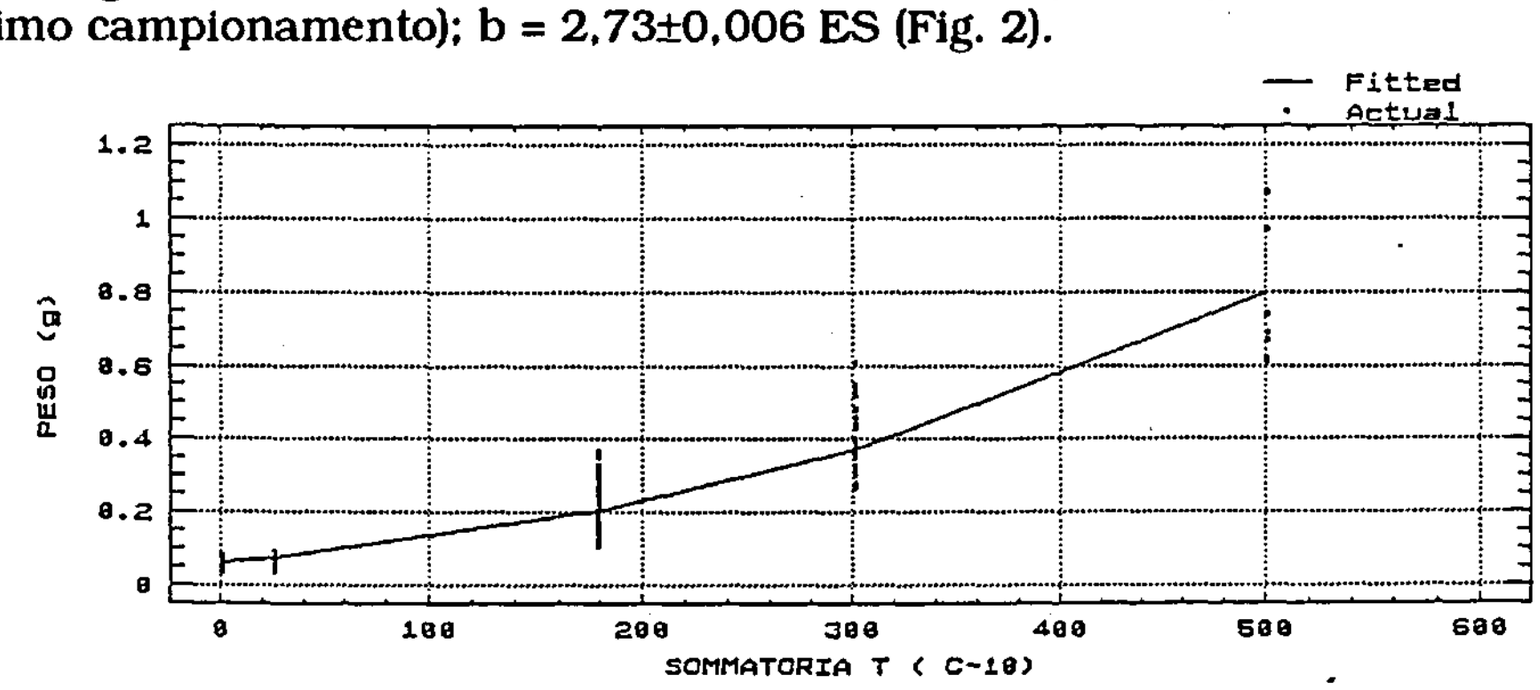


Fig. 2 - Curva di crescita di *S. aurata* in funzione della sommatoria delle temperature medie giornaliere.

È stato infine calcolato il tasso di accrescimento relativo giornaliero "G" utilizzando i pesi medi dei singoli campioni con i seguenti risultati:

Periodo	W1	W2	giorni	"G"
24/1..19/2	0,053	0,066	25	0,82 %
19/2..27/3	0,066	0,21	35	3,55 %
27/3..11/4	0,21	0,39	15	4,05 %
11/4..29/4	0,39	0,8	18	4,03 %

Conclusioni

Lo studio della dieta naturale di post-larve e stadi giovanili di *S. aurata* può fornire un contributo alla conoscenza delle reali esigenze alimentari della specie in oggetto. Si ritiene che gli individui di *S. aurata*

campionati possano essere considerati appartenenti ad un unica coorte in quanto, a partire dal mese di febbraio, un grosso accumulo di foglie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile nei lavorieri ha probabilmente impedito ulteriori rimonte di novellame. Inoltre, l'elevato valore di correlazione, riscontrato nell'applicazione della curva di crescita elaborata con l'equazione di Querellou, sostiene tale ipotesi.

Le buone condizioni ecologiche della laguna di Casaraccio fanno suporre che i risultati ottenuti consentono di tracciare un quadro sul naturale comportamento della specie. A partire dalle taglie minime di cattura è emerso che la dieta è basata quasi esclusivamente su organismi bentonici, con una netta dominanza iniziale di Copepodi Arpacticoidi sostituiti dagli Anfipodi con l'aumentare delle dimensioni e della capacità predatoria delle oratine. Le larve di Chironomidi, sebbene quasi sempre riscontrate nei contenuti stomacali, assumono una importanza rilevante negli individui con una LS superiore a 20 mm. L'attività di predazione avviene principalmente nelle ore diurne diminuendo in assenza di luce senza comunque sostanziali variazioni nella scelta delle specie predate.

Sono in fase di studio ulteriori approfondimenti atti a fornire informazioni più dettagliate sulla quantità e composizione chimica delle specie predate al fine di poter dare utili indicazioni sulla formulazione di diete bilanciate applicabili in acquacoltura.

Summary

Feeding behaviour of post-larvae and juveniles stage of Sparus aurata has been studied. Samples were collected in the Casaraccio lagoon (Sardinian North-Western) from january to april 1991. Harpacticoids Copepods and Amphipods were the dominant species founded in the gut contents. Insecta, Protozoa, Polycheta, Mollusca Gastropoda and Bivalvia (tab. 2), eggs of Mollusca and Ostracoda were occasional preys. During the night the predatory activity of fry seabream decreases. Minimum relative growth rate of *Sparus aurata* calculated was 0,82 % (11 ° C), the maximum value was 4,5 % (22 ° C).

Bibliografia

FERRARI I., CHIEREGATO A.R. (1981) - Feeding habits of juvenile stages of *Sparus aurata* L., *Dicentrarchus labrax* L. and Mugilidae in a brackish embayment of Po river delta. *Aquaculture*, **25**: 243-257.

HUREAU J.C. (1970) - Biologie comparée de quelques poisson antartiques (Notothenidae) *Bull. Inst. Oceanog.* Monaco, **68** (1391): 1-244.

JAMES A.G., CHIAPPA-CARRARA X. (1990) - A comparison of field based studies on the trofic ecology of *Engraulis capensis* and *E. mordax*. Trofic Relationship in the Marine Environment pp. 208-221. 24th *E.M.B.S.* Oban.

MENGESTOU S., FERNANDO C.H. (1991) - Biomass and production of the major dominant crustacean zooplankton in a tropical Rift Valley lake, Awasa, Ethiopia. *Journal* of *Plankton Research* Vol. 13 n. 4 pp. 831-851.

PAGLIARA T.M., CHESSA L.A. (1989) - Feeding behaviour of juvenile stage of *Sparus aurata* L. in two lagoons of Sardinia: prelyminary study. ABSTRACTS, 24th *E.M.B.S.* Oban.

QUERELLOU J. (1984) - Modèles de production en pisciculture intensive: application à l'élevage du loup *Dicentrarchus labrax* L.. *L'Aquaculture du Bar et des Sparidés*, INRA Publ., Paris, pp. 483-494.

RICKER W.E. (1979) - Growth Rates and Models. *Fish Physiology*, Vol. VIII, pp. 678-738.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg 173-176

P. FRANZOI°, R. MACCAGNANI°°, G. FOZZATI°°, V.U. CECCHERELLI°°

° Dip. di Sc. Amb. - Università della Tuscia, Viterbo, Italy.
°° Dip. di Biol. Evolut. - Università di Ferrara, Italy.

SEGREGAZIONE DI NICCHIA TROFICA FRA *SYNGNATHUS ABASTER* E *S. TAENIONOTUS* (OSTEICHTHYES: SYNGNATHIDAE) DELLA SACCA DI SCARDOVARI (DELTA DEL PO)

Food niche segregation in *Syngnathus*

Abstract

Feeding habits of two species of pipefish, Syngnathus abaster and S. taenionotus, was investigated. The pipefish avoid competition for food remaining segregated in two different foraging microhabitat during most of their life span.

Key-words: food niche segregation, *Syngnathus*, lagoon, Po River Delta.

Introduzione

Durante un ciclo di campionamenti sulla fauna ittica delle zone di riva della Sacca di Scardovari due specie congeneriche di Singnatidi sono risultate comuni ed abbondanti nei campioni: i pesci ago *Syngnathus abaster* e *S. taenionotus*. Vengono qui riportati i risultati dello studio del ciclo biologico e delle abitudini alimentari di queste due specie. I dati vengono analizzati allo scopo di valutare se una diversa utilizzazione delle risorse trofiche possa spiegare la coesistenza di *S. abaster* e *S. taenionotus* nello stesso tipo di habitat.

Materiali e metodi

Dal giugno 1981 al luglio 1982 furono effettuati 18 campionamenti, con frequenza almeno mensile, in Sacca di Scardovari, una laguna salmastra poco profonda del Delta del Po, utilizzando una sciabica da spiaggia lunga 60 m e con maglia di 2 mm nel sacco centrale. I campioni vennero prima trattati con acetoncloroformio (5 g in 10 l di acqua) e poi fissati in formalina neutralizzata al 10 ‰ In laboratorio il pescato veniva separato per specie e, quando troppo abbondante, subcampionato. Ogni esemplare veniva misurato (L.S. ± 1 mm) e pesato (± 1 mg). La lunghezza media e la proporzione di individui per classe di età sono state ottenute dalla disaggregazione delle distribuzioni polimodali di lunghezza. L'analisi della dieta delle due specie è stata eseguita su 12 subcampioni, estratti dalle raccolte originali tenendo conto sia della stagione di cattura (primavera: inizio giugno 1981 e inizio giugno 1982; estate: luglio ed agosto 1981; autunno: settembre e ottobre 1981) che della presenza di individui di età diversa (coorti 0+ e 1+). Ogni subcampione era costituito da 30 contenuti gastrici, con le sole eccezioni dei campioni autunnali di *S. taenionotus* quando soltanto 6 esemplari di età 0+ e 11 di età 1+ sono risultati utili per l'analisi (stomaco pieno). Le prede presenti in ogni contenuto gastrico sono state identificate, fino al livello di specie o genere, e contate. Maggiori informazioni sulle modalità di campionamento e di analisi dei dati sono riportate in FRANZOI (1992).

Per valutare l'entità della sovrapposizione di nicchia trofica tra specie e coorti nelle diverse stagioni, è stata utilizzata la misura di sovrappo sizione di nicchia (O_{ij}) (PIANKA, 1973).

Risultati

Ciclo biologico: Durante l'intero arco dell'indagine sono stati catturati complessivamente 13898 esemplari di *S. taenionotus* e 3924 di *S. abaster*. Entrambe le specie sono ben rappresentate nella comunità ittica delle zone di riva della sacca da aprile ad ottobre, con picchi di abbondanza nel periodo di maggio-lu-

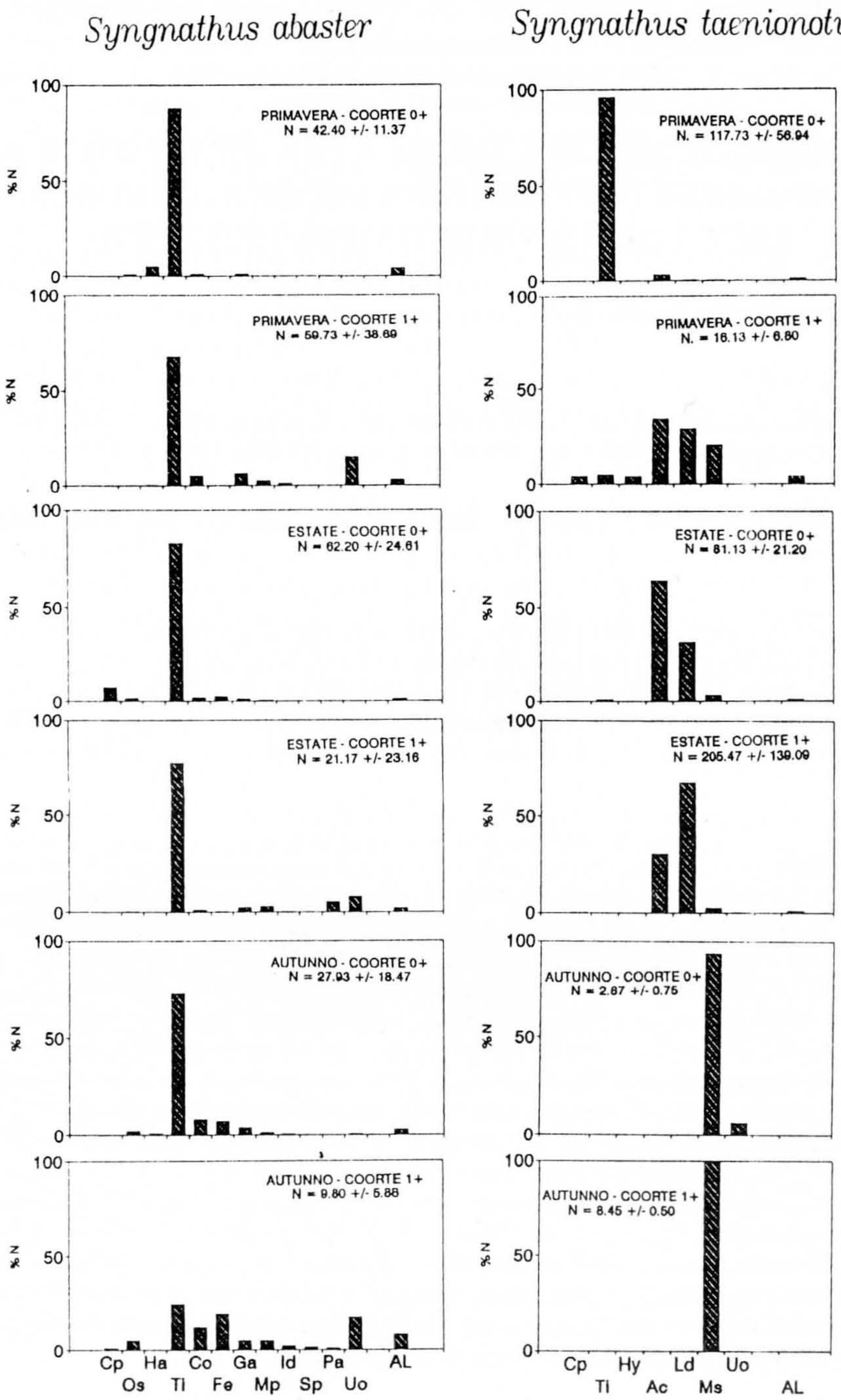


fig. 1 - Percentuali del numero medio per contenuto gastrico dei principali tipi di preda. Di ogni subcampione viene riportato il numero medio (± d.s.) del totale delle prede. (Cp = *Canuella perplexa*; Os = Ostracodi; Ha = *Harpacticus* spp.; Ti = *Tisbe* spp.; Co = *Corophium* spp.; Fe = *Ficopomatus enigmaticus*; Ga = *Gammarus* spp.; Mp = *Melita palmata*; Id = *Idotea* sp.; Sp = *Sphaeroma* sp.; Pa = *Palaemon* sp.; Hy = *Hydrobia* sp.; Ac = *Acartia* spp.; Ld = larve di Decapodi; Ms = *Mesopodopsis slabberi*; Uo = uova di invertebrati; AL = altro).

glio, in corrispondenza del reclutamento della coorte 0+. Dall'analisi degli istogrammi di frequenza per taglia e da osservazioni dirette è stato possibile individuare i valori di lunghezza discriminanti le due classi di età presenti nelle popolazioni di queste specie: gli esemplari di *S. abaster* di L.S. minore di 80 mm e quelli di *S. taenionotus* di L.S. minore di 105 mm si possono infatti considerare appartenere alla coorte 0+. Il periodo riproduttivo di *S. abaster* inizia in marzo e si protrae fino alla fine di luglio; quello di *S. taenionotus* probabilmente inizia già in febbraio, prolungandosi fino a settembre (FRANZOI, 1992). Il rapporto sessi è molto più spostato a favore dei maschi nella popolazione riproduttiva di *S. taenionotus* (5:1 in aprile; 7:1 in maggio) che in quella di *S. abaster* (1.6:1 in maggio; 1.2:1 in giugno). All'uscita dalla tasca incubatrice paterna i nuovi nati di *S. abaster* e di *S. taenionotus* sono lunghi in media rispettivamente 14 e 21 mm. L'accrescimento è estremamente rapido e alla fine dell' estate i nati hell'anno hanno già raggiunto in media una L.S. di 7-8 cm in *S. abaster* e di 10-11 cm in *S. taenionotus*; cioè circa il 75 % della taglia media degli adulti nella primavera successiva, al momento della riproduzione. Gli esemplari di maggiori dimensioni di *S. taenionotus* e *S. abaster* misuravano rispettivamente 189 e 146 mm di L.S.. La durata del ciclo vitale di *S. abaster* non supera i 17 mesi, mentre quella di *S. taenionotus* sembra essere almeno biennale (FRANZOI, 1992).

Confronto fra la dieta delle due specie: In figura 1 sono mostrati, per ogni subcampione stagione/età delle due specie, gli istogrammi di abbondanza percentuale delle prede nei contenuti gastrici. In tabella 1, invece, vengono riportati i valori di sovrapposizione di nicchia trofica dei possibili confronti tra specie/coorti, nelle tre stagioni considerate.

S. abaster e *S. taenionotus* mostrano abitudini alimentari nettamente distinte.

tab. 1 - Sovrapposizione di nicchia trofica fra *S. abaster* (AB) e *S. taenionotus* (TN).

	primavera	estate	autunno
AB 0+ vs AB 1+	**0.30**	**0.54**	**0 . 51**
TN 0+ vs TN 1+	**0.07**	**0.77**	**1 . 00**
AB 0+ vs TN 0+	**0.96**	**0.00**	**0 . 00**
AB 0+ vs TN 1+	**0.03**	**0.00**	**0 . 00**
AB 1+ vs TN 0+	**0.54**	**0.01**	**0 . 07**
AB 1+ vs TN 1+	**0.07**	**0.00**	**0 . 04**

S. abaster si ciba quasi esclusivamente di organismi che vivono associati alle macroalghe, abbondanti nelle zone di riva della sacca, e, in minor misura, di prede bentoniche o epibentoniche. Gli Arpacticoidi del genere *Tisbe*, che caratterizzano la meiofauna associata ai talli di *Ulva*, sono di gran lunga le prede maggiormente rappresentate nella dieta di *S. abaster* dalla primavera all'autunno (fig. 1). Gli Anfipodi fitali, prede di dimensioni maggiori, sono relativamente più importanti nella dieta degli individui più grandi (classe di età 1+). Prede la cui taglia "media" nell'ambiente è presumibilmente ancora più grande (come Isopodi, *Palaemon* e Misidacei), compaiono quasi esclusivamente nella dieta degli adulti.

A differenza di *S. abaster*, *S. taenionotus* mostra un habitus di pascolo prevalentemente orientato su organismi presenti nella colonna d'acqua. Infatti, questa specie preda soprattutto su organismi dello zooplancton: Calanoidi (*Acartia*) e larve di Decapodi in primavera ed in estate; il Misidaceo *Mesopodopsis slabberi* in autunno (fig. 1).

Dalla tab. 1 risulta evidente la pressocché totale segregazione di nicchia trofica fra le due specie di pesci ago, con una sola eccezione: in primavera la sovrapposizione fra le coorti di età 0+ di *S. abaster* e *S. taenionotus* è quasi completa ($O_{ij} = 0.96$).

Discussione e conclusioni

Per la maggior parte del loro ciclo vitale, *S. abaster* e *S. taenionotus* rimangono confinati in microhabitat di pascolo nettamente differenziati. Tale segregazione probabilmente viene raggiunta attraverso una di-

versa utilizzazione verticale dello spazio, con *S. abaster* che rimane in prossimità o al di sotto del substrato algale e *S. taenionotus* che pascola nella colonna d'acqua direttamente sovrastante.

Le differenze di nicchia trofica riscontrate possono spiegarsi, almeno in via di ipotesi, con la diversa morfologia dell'apparato boccale nelle due specie: il muso fortemente allungato e cilindrico di *S. taenionotus* sembra essere molto più adatto per la cattura di organismi dello zooplancton in ambiente pelagico (HYATT, 1979), mentre quello più corto e conico di *S. abaster* sembra essere più adatto per predare su superfici complesse come i talli algali (RYER, 1988).

Sovrapposizione di nicchia trofica tra *S. taenionotus* e *S. abaster* è stata osservata solo in primavera, quando i nuovi nati di entrambe le specie si cibano di organismi della meiofauna fitale. È probabile che tra la vegetazione acquatica i giovani delle due specie di pesci ago trovino rifugio dai predatori (KULCZYKI et al., 1981) in una fase in cui la loro vulnerabilità è maggiore (WERNER, 1986). I maschi di *S. taenionotus* che stanno incubando sembrano concentrarsi nelle zone di riva a densa copertura macroalgale (ciò spiegherebbe il rapporto sessi nettamente sbilanciato a favore di questo sesso), in modo da assicurare un rifugio alla loro progenie al momento dell'uscita dalla tasca incubatrice paterna. Le femmine continuerebbero invece a frequentare l'ambiente pelagico, dove le condizioni di pascolo per questa specie sono probabilmente ottimali.

Summary

An investigation was carried out regarding the feeding habits and niche overlap of two species of pipefish, *Syngnathus abaster* and *S. taenionotus*, in a brackish shallow lagoon of the Po River Delta (North Adriatic Sea). Individuals of the two species avoid competition for food remaining almost completely segregated in two different foraging microhabitat during most of their life span. Only the new-born spring specimens of both species inhabit the complex, phytal microhabitat where they escape from predation and feed almost exclusively on harpacticoids of the *Tisbe* genus. On growing up, *S. abaster* remains close to or under the substrate (*Ulva* thalli) and continues to prey on phytal organism. The bigger *S. taenionotus* becomes zooplanktivorous, feeding in the less complex habitat of the water column above the substrate.

Bibliografia

FRANZOI P. (1992) - Studio delle relazioni trofiche all'interno della comunità ittica riparia della Sacca di Scardovari (Delta del Po). Tesi di Dottorato di Ricerca (Scienza dell'Ambiente, IV ciclo), pp. 165.

HYATT R.K. (1979) - Feeding strategy. In: *Fish Phisiology, VIII-Bioenergetics and growth.* (eds. Hoar W.S., Randall D.J., Brett I.R.), Academic Press, New York, 71-119.

KULCZYCKI G.R., VIRNSTEIN R.W., NELSON W.G. (1981) - The relationship between fish abundance and algal biomass in a seagrass-drift algae community. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **12**, 341-347.

PIANKA E.R. (1973) - The structure of lizard communities. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **4**,53-74.

RYER C.H. (1988) - Pipefish foraging: effects of size, prey size and altered habitat complexity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **48**, 37-45.

WERNER E.E. (1986) - Species interactions in freshwater fish communities. In: *Community Ecology.* (eds. Diamond J. & Case T.J.), Harper & Row Publishers, New York, 344-357.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg 177-178

M. MARTINELLI, A. MOCCI, T.M. PAGLIARA
CO.RI.SA. - Cas.Post. -07040- S. Maria La Palma (SS)

DIFFERENTI ABITUDINI ALIMENTARI DI STADI GIOVANILI DI *DIPLODUS PUNTAZZO* (CETTI, 1777), *SPARUS AURATA* (L., 1758) E *DICENTRARCHUS LABRAX* (L., 1758) NELLA LAGUNA DI CASARACCIO (SARDEGNA NORD-OCCIDENTALE).

Fry feeding habits in lagoon.

Abstract

Stomach contents of S. aurata, D. puntazzo and D. labrax juveniles 0+ age have been examined.

Key words: fry, lagoon, *S. aurata, D. puntazzo, D. labrax.*

Si intende dare un contributo alla conoscenza delle abitudini alimentari di avannotti di *S. aurata* (L., 1758), *D. puntazzo* (Cetti, 1777) e *D. labrax* (L., 1758). Gli avannotti sono stati catturati nella laguna di Casaraccio (marzo 1991), nel medesimo sito di campionamento, mediante una trattina lunga 6 m. Sui campioni sono stati rilevati i principali parametri biometrici (LT, LS, PT) ed è stato esaminato il contenuto gastrico per il quale, in accordo con il metodo misto quantitativo proposto da Hureau (1970), sono stati calcolati i seguenti indici: Cn = percentuale numerica di ciascuna preda (Cn=Npx100/totale prede); f = indice di frequenza di una preda (f=n/numero degli stomaci esaminati). Dagli individui esaminati, 32 spigole (LS 17,8±0,6 DS (mm)), 31 orate (LS 22,98±1,78 DS (mm)) e 32 saraghi (LS 23±2,01 DS (mm)) si è rilevato che le prede sono rappresentate prevalentemente da Crostacei. In particolare, per quanto riguarda *D. puntazzo* il contributo dei Copepodi Arpacticoidi nella dieta è del 76,50% (f 0,97) e quello degli Anfipodi è del 20,80% (f 0,94); nella alimentazione di *S. aurata* i Copepodi Arpacticoidi e gli Anfipodi contribuiscono rispettivamente per il 76,23% (f 1) ed il 23,60% (f 0,70). In queste due specie taxa come Policheti, Nematodi e Chironomidi sono invece scarsamente rappresentati. Inoltre, nei contenuti gastrici di *D. puntazzo*, è stata rilevata la presenza di Idrozoi (CN% 0,10; f 0,06), Ostracodi (CN% 1,80; f 0,19), Tanaidacei (CN% 0,10; f 0,10), Misidacei (CN% 0,10; f 0,03) ed Alghe (f 0,3), già segnalate da altri Autori (Ceccarelli et al. 1983/84), appartenenti ai generi *Enteromorpha* e *Chaetomorpha*. In *D. labrax* sono stati riscontrati Misidacei (CN% 29,04; f 0,52), larve di Teleostei (CN% 25; f 0,32), Copepodi Arpacticoidi (CN% 17,74; f 0,36), Anfipodi (CN% 10,48; f 0,32), larve di Bivalvi (CN% 8,06; f 0,2), larve di Ascidie (CN% 5,65; f 0,2). Gli Anfipodi rinvenuti negli stomaci delle orate sono rappresentati per il 38,9% da *Microdeutopus gryllotalpa* (Costa, 1853) e per il 44,4% da *Gammarus* juv.; nel sarago si rileva oltre a questi due taxa anche l'abbondanza di *Corophium* spp. che rappresentano circa il 30% di questa classe. Nelle spigole, a causa di uno stato di digestione avanzato dei contenuti gastrici, non è stato possibile procedere alla determinazione specifica degli Anfipodi. Dai dati ottenuti si rileva, in generale, una certa analogia tra le abitudini alimentari del sarago e delle orate, mentre la determinazione tassonomica degli Anfipodi ha evidenziato una certa differenza tra i due sparidi nella scelta delle prede. Inoltre il rinvenimento dei taxa sopraelencati e delle Alghe indicherebbe una maggiore diversificazione della alimentazione di *D. puntazzo* rispetto a *S. aurata*, ed evidenzia che il sarago pizzuto assume, sin dalle fasi giovanili, l'alimentazione onnivora propria dell'adulto (FNAM, 1986). Per quanto riguarda *D. labrax* i valori percentuali e le frequenze delle prede catturate mostrano l'ampio spettro alimentare di questa specie ed indicano che la dieta di *D. labrax* è più eterogenea rispetto a quella delle orate e dei saraghi.

Bibliografia

CECCARELLI R., FRESI E., PLASTINA N., SCARDI M. (1983/84) - Comportamento alimentare degli stadi giovanili di *Diplodus puntazzo* (Gm.) dell'Isola d'Ischia *Nova Thalassia* **6** Suppl., 503-509.

HUREAU J.C. (1970) - Biologie comparée de quelques poissons antarctiques. *Bull. Inst. Oceanogr. (Monaco)*, **68** (1391), p. 1-244.

WHITEHEAD P.J.P., BAUCHOT M.L., HUREAU J.C., NIELSEN J., TORTONESE E. (1986) - Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. U.N.E.S.C.O.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 179-182

R. PERDICARO

Laboratorio Centrale di Idrobiologia Via del Caravaggio, 107 - 00147 ROMA (Italia)

CORRELAZIONI TRA PIOMBO, CADMIO, CROMO, FERRO, NICHELIO E RAME IN *TAPES DECUSSATUS* DEL LAGO DI FOGLIANO (LT)

Correlations between heavy metals in *Tapes decussatus*

Abstracts

The contents of Cd, Cr, Cu, Fe, Ni and Pb in samples of Tapes decussatus (soft parts) collected monthly (1991) in a coastal brackish lake (Fogliano - Italy) have been studied. Cross-correlations between Cr, Fe, Ni and Pb are highly significant.

Key-words: Lamellibranchiata mollusca, *Tapes decussatus*, Bioaccumulation, Heavy metals, Brackish waters.

Introduzione

In una precedente analoga ricerca (Perdicaro, 1989), attuata nel 1988 con cinque campionamenti di *Tapes decussatus* in un ambiente salmastro costiero (Lago di Fogliano), erano state evidenziate interessanti correlazioni tra i contenuti medi mensili di Cr, Fe, Ni e Pb. Al contrario Cd, Cu e Hg manifestavano andamenti non correlabili tra di loro e neanche con gli altri metalli citati. La presente ricerca si propone una verifica, con campionamenti più frequenti, di quanto già emerso nel 1988.

Materiali e metodi

Nel corso del 1991 sono stati effettuati, con raccolte a mano, 12 campionamenti (18/I, 27/II, 20/III, 17/IV, 15/V, 21/VI, 17/VII, 16/VIII, 13/IX, 15/X, 13/XI e 14/XII) sempre nello stesso punto sulle sponde della Foce del Duca che collega il Lago di Fogliano al Mar Tirreno. Subito dopo la raccolta i campioni sono stati congelati a circa -30°C.

Ciascun campione, costituito da un minimo di 25 ad un massimo di 68 esemplari, è stato suddiviso in sub-campioni secondo 5 classi di peso (g): 1 - 3; 3 - 5; 5 - 7; 7 - 9 e 9 - 12 . Poichè alcune classi erano assenti (1-3 del mese X, 5-7 del mese VI, 7-9 del mese VIII e 9-12 dei mesi VII, VIII, IX, XI e XII), si è ottenuto un totale di 52 sub-campioni.

Le parti molli dei molluschi sono state sottoposte a digestione umida con HCl e HNO_3 (2/1) in contenitori di teflon chiusi ermeticamente e riscaldati in stufa a circa 90°C per 4 ore. La soluzione, così ottenuta, è stata portata a volume in matracci tarati. I metalli sono stati dosati con AAS ETA Zeeman Perkin Elmer, operando sempre con il metodo dello standard interno. Ciascun sub-campione è stato analizzato più volte (fino a 7) così da esaurire, nella maggior parte dei casi, tutto il materiale disponibile. Ciascun dato di contenuto metallico (mg/Kg p.u.) è quindi, generalmente, la media di più determinazioni analitiche.

Risultati

I molluschi analizzati risultano idonei al consumo alimentare, anche per quanto riguarda i contenuti massimi rilevati, per la legislazione italiana (D.M. 5/10/78 e segg.) e le disposizioni FAO - OMS.

I contenuti di Pb e Fe presentano le massime variabilità con deviazioni standard relative superiori al 50% e con rapporti di variabilità superiori a 10:1 e quelli di nichelio la minima con rispettivamente 21% e 2.9:1.

Il confronto con i dati pregressi (Perdicaro, 1989) indica che tra il 1988 e il 1991 non si sono verificate, ad eccezione del ferro, differenze sostanziali (Tab. 1).

Tabella 1 - Contenuti medi (mg/Kg p.u.), deviazioni standard relative e ambiti di variabilità del 1991 (n=52) e contenuti medi del 1988 (n=14)

Metallo	Media 1991	St. D. %	Variabilità			Media 1988
Piombo	0.27	53	0.07	-	0.74	0.19
Cadmio	0.021	34	0.013	-	0.040	0.025
Ferro	179	54	39	-	444	87
Rame	1.43	23	0.62	-	2.33	1.33
Cromo	0.35	43	0.13	-	0.75	0.24
Nichelio	0.84	21	0.38	-	1.12	1.07

Discussione

Nessuna correlazione significativa è stata ottenuta tra taglia e contenuto metallico, anche i massimi e i minimi contenuti si distribuiscono casualmente nelle diverse classi di peso.

Le regressioni lineari incrociate, utilizzando tutti i dati disponibili (52 per ciascuno dei 6 metalli esaminati) (Tab. 2), risultano altamente significative per Cr, Fe, Ni e Pb. Il rame si correla solo parzialmente con i quattro metalli. Soltanto il cadmio non si correla in modo significativo.

Tabella 2 - Funzioni di regressione lineare incrociate (%>=95) con i dati del 1991

X	Y	ALFA	INTERCETTA	r	n	%
Pb	Fe	612.7	12.5	0.907	52	>99.9
Pb	Cu	0.822	1.21	0.361	52	99
Pb	Cr	0.891	0.112	0.838	52	>99.9
Pb	Ni	0.558	0.689	0.448	52	99.9
Fe	Cu	0.0010	1.25	0.307	52	95
Fe	Cr	0.0015	0.0948	0.922	52	>99.9
Fe	Ni	0.0009	0.679	0.492	52	>99.9
Cu	Cr	0.140	0.154	0.299	52	95
Cr	Ni	0.637	0.615	0.543	52	>99.9

L'andamento dei contenuti medi mensili (Grafico 1) è simile per i quattro metalli (Cr, Fe, Ni e Pb) con tre minimi principali a gennaio, settembre e dicembre ed un massimo ad agosto. Al contrario Cd e Cu (Grafico 2) non manifestano variazioni di rilievo.

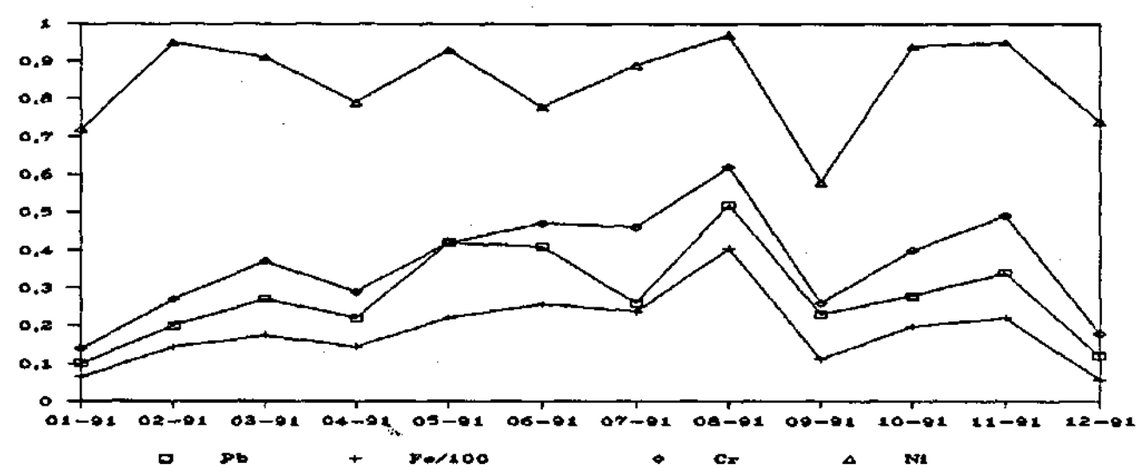


Grafico 1 - Andamento dei contenuti medi mensili (mg/Kg p.u.) equalizzati di Pb,Fe, Cr e Ni (1991)

Nel presente lavoro si confermano alcune delle conclusioni emerse nell'analoga ricerca condotta nello stesso ambiente nel 1988 (Perdicaro, 1989). In particolare si confermano le correlazioni lineari fortemente

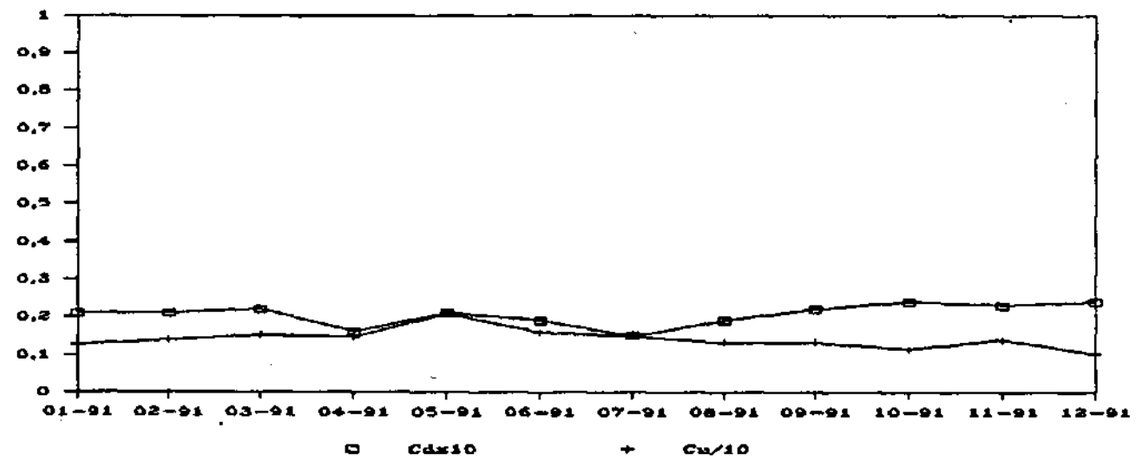


Grafico 2 - Andamento dei contenuti medi mensili (mg/Kg p.u.) equalizzati di Cu e Cd (1991)

significative (Tab. 2 bis) tra Cr, Fe, Ni e Pb e gli andamenti di Cd e Cu non correlabili con quelli degli altri metalli esaminati e infine anche la mancanza di correlazione tra taglia e contenuti metallici.

Tabella 2bis - Funzioni di regressione lineare incrociate (%>=95) con i dati del 1988

X	Y	ALFA	INTERCETTA	r	n	%
Pb	Fe	483.1	-3.10	0.965	14	>99.9
Pb	Cr	0.740	0.125	0.788	14	>99.9
Pb	Ni	2.817	0.566	0.905	14	>99.9
Fe	Cr	0.0016	0.127	0.830	14	>99.9
Fe	Ni	0.0057	0.600	0.911	14	>99.9
Cr	Ni	2.790	0.398	0.881	14	>99.9

Nella ricerca condotta nel 1988 (Grafici 3 e 4) i contenuti metallici manifestavano andamenti non confrontabili con quelli attuali. Si evidenzia che nella presente ricerca i contenuti metallici dipendono più da

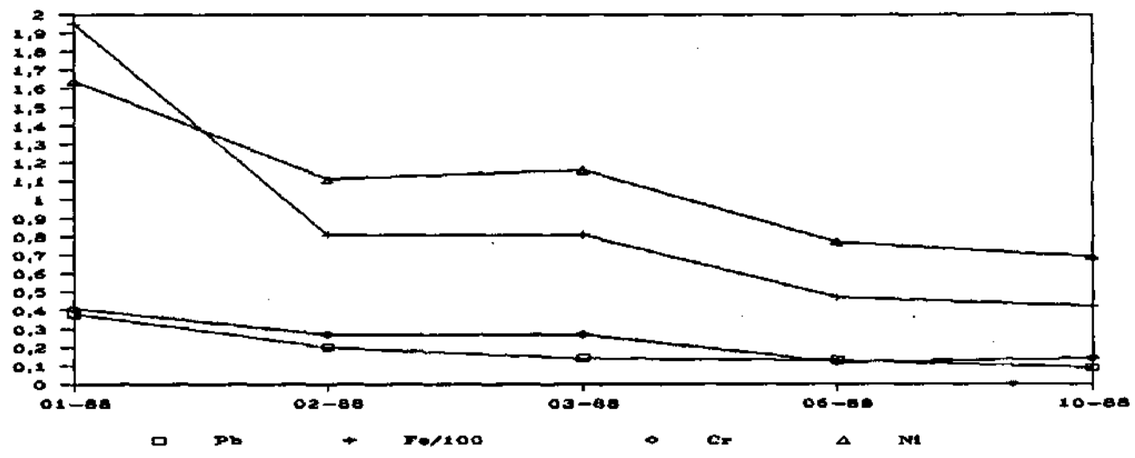


Grafico 3 - Andamento dei contenuti medi (mg/Kg p.u.) equalizzati di Pb, Fe, Cr e Ni (1988)

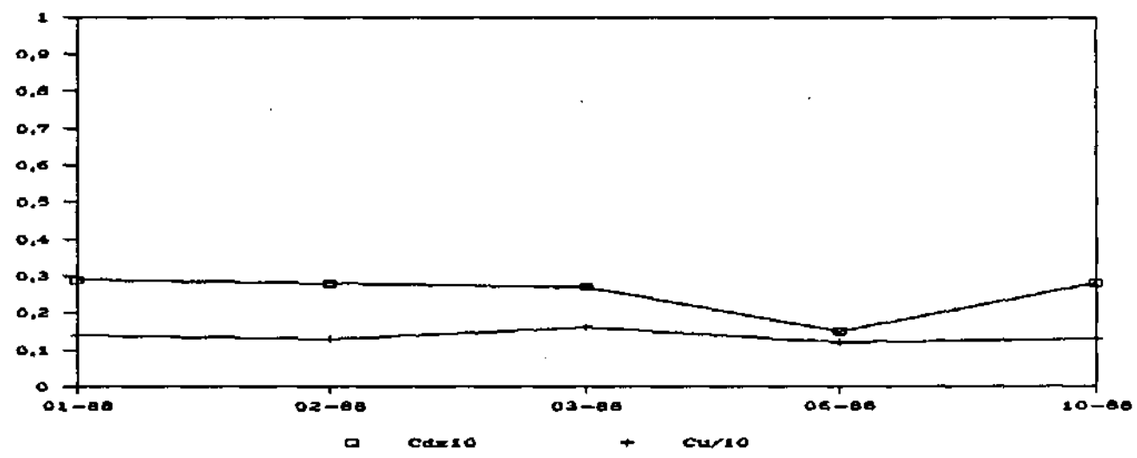


Grafico 4 - Andamento dei contenuti medi (mg/Kg p.u.) equalizzati di Cu e Cd (1988)

fattori legati alla distribuzione dei metalli nell'ambiente che non da fattori fisiologici e/o stagionali.

Ringraziamenti

L'autore ringrazia il sig. Biagio Fusco e il personale del Lago di Fogliano per la collaborazione prestata.

Summary

The contents of Cd, Cr, Cu, Fe, Ni and Pb in samples of *Tapes decussatus* (soft parts) collected monthly (1991) in the mouth of the coastal brackish Fogliano lake (Italy) have been studied. The samples, subdivided in sizes (g) (1-3, 3-5, 5-7, 7-9 e 9-12), are been analysed (AAS ETA Zeeman). The molluscs are suitable for feed use. No significant correlations between metal contents and size are been found. On the contrary, highly significant linear cross-correlations between monthly average contents of Cr, Fe, Ni and Pb are been found. These four metals have similar trends and show generally three minima in January, September and December and a maximum in August. The comparison with a similar research carried out in 1988 (Perdicaro, 1989) confirms the present one except the annual trend decreasing from January to October. The metal contents seem to be connected more with the environmental diffusion of metals than with physiologic and/or seasonal factors.

Bibliografia

PERDICARO R. (1989) - Bioaccumulo di alcuni metalli pesanti in *Tapes decussatus* del Lago di Fogliano (LT) - *Nova Thalassia*, vol. **10**, suppl. 1: 657-659.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 183-188

S. SEI°, R. AMBROGI°°, P. FONTANA°°

°Via G. Murat, 29 20159 Milano
°°ENEL-CRTN via Rubattino, 54 20134 Milano

LA BIOMASSA MACROBENTONICA COME INDICE DELLA QUALITÀ DELL'AMBIENTE MARINO ALLE FOCI DEL PO

Benthic biomass and coastal environmental quality

Abstract

The macrobenthic biomass and abundance in a coastal area off the Po river Delta were assessed and the ABC (Abundance-Biomass Comparison) method was used in order to evaluate the environmental quality of the area. The applications of this method for coastal zone management are discussed.

Key-words: macrobenthos, biomass, ABC method, northern Adriatic.

Introduzione

Nel valutare l'importanza della componente biologica di un sito costiero, si fa molto spesso riferimento ad un "valore naturalistico", che sottintende maggiormente la ricchezza specifica e la presenza di specie rare e meritevoli di protezione; ciò nell'ottica di una gestione della fascia costiera volta alla conservazione o alla creazione di parchi e riserve.

In una situazione quale quella in generale dell'Alto Adriatico, dove prevalgono gli interessi alieutici e la difesa dalle conseguenze dei fenomeni di eutrofizzazione, la valutazione dello stato dell'ambiente, utile ad orientare la gestione della fascia costiera, deve necessariamente tener conto di aspetti non solo qualitativi, ma anche quantitativi, delle biocenosi presenti.

L'attenzione verso le misure di biomassa è giustificata dal fatto che in molti casi è stato dimostrato un chiaro rapporto tra biomassa bentonica e inquinamento (inteso prevalentemente come arricchimento organico) (Pearson e Rosenberg, 1978; Josefson, 1990).

L'integrazione di dati di abbondanza numerica e di biomassa consente inoltre di utilizzare metodi sintetici di analisi specificamente proposti per la valutazione della qualità dell'ambiente marino: in particolare ci si riferisce al metodo cosiddetto ABC (Abundance-Biomass Comparison) (Warwick, 1986) e ad alcuni indici ad esso correlati, elaborati successivamente da McManus e Pauly (1990).

Questo lavoro si propone di aprire una discussione sull'impiego di tali metodiche, che possano, insieme ad una adeguata conoscenza dell'ambiente, fornire informazioni sufficientemente sintetiche e di facile interpretazione per tutte le categorie di operatori ambientali.

Materiali e metodi

Nella zona di mare antistante il Delta del fiume Po sono state realizzate due campagne di prelievi di macrobenthos: nel febbraio 1989 e nel luglio dello stesso anno. I campionamenti, eseguiti con benna Van Veen a 0, 1 m^2, sono stati effettuati, in duplicato, lungo tre transetti (Nord - Centro - Sud), alle profondità di 2, 5 - 5 e 8 metri, per un totale di 9 stazioni.

Il materiale prelevato è stato setacciato su un vaglio con maglie da 1 mm di lato; per ogni specie sono state stimate abbondanza e biomassa, quest'ultima valutata mediante peso secco decalcificato senza ceneri.

Con i dati ottenuti sono stati costruiti i grafici previsti dal metodo ABC (Warwick, 1986): per i popolamenti di ogni stazione sono state tracciate le curve di K-dominanza, riportando sullo stesso grafico le curve che rappresentano l'andamento delle percentuali cumulative rispettivamente della biomassa e dei nume-

ri, in funzione del logaritmo del rango d'importanza delle singole specie. Successivamente sono stati calcolati due indici derivati dal metodo ABC e proposti da McManus e Pauly (1990).

Risultati

In tab. 1 sono riportati i valori medi totali di densità e biomassa registrati alle tre diverse batimetrie dei tre transetti, rispettivamente alle due date di campionamento.

Tab. 1 - Valori totali di abbondanza numerica e di biomassa

ABBONDANZA TOTALE (ind.m-2)

Febbraio 1989				Luglio 1989			
	transetti				transetti		
profondità	N	C	S	profondità	N	C	S
2,5	4545	1265	2360	2,5	168950	33815	306395
5	3615	4030	2075	5	5285	2950	5260
8	11625	2440	5520	8	3300	3520	9270

BIOMASSA TOTALE (g m-2)

Febbraio 1989				Luglio 1989			
	transetti				transetti		
profondità	N	C	S	profondità	N	C	S
2,5	15,05	3,74	10,31	2,5	29,09	3,98	16,29
5	9,21	12,54	7,42	5	2,88	0,58	9,00
8	26,71	13,43	15,69	8	24,11	7,88	33,43

Sia nel campionamento invernale, che in quello estivo, il ruolo dominante spetta ai Molluschi e ai Policheti, con un contributo relativo differente alle diverse batimetrie. Alla profondità di 2, 5 m, in entrambe le date, si nota una netta dominanza dei Molluschi, con valori che vanno da un minimo di 76% ad un massimo di 97%.

Alla profondità di 5 m, sia in febbraio che in luglio, il contributo dei Policheti diventa più rilevante, con valori che vanno da un minimo di 15%, fino ad arrivare, nella stazione 5 C di luglio, ad una percentuale del 57%.

Nelle stazioni a 8 m di profondità si ha un ulteriore aumento del contributo dei Policheti alla biomassa totale, con un valore massimo pari ad 80% nella stazione 8 C in febbraio.

Nelle figg. 3 e 4 sono riportate le configurazioni delle curve di K-dominanza tracciate per i diversi punti di prelievo alle due date.

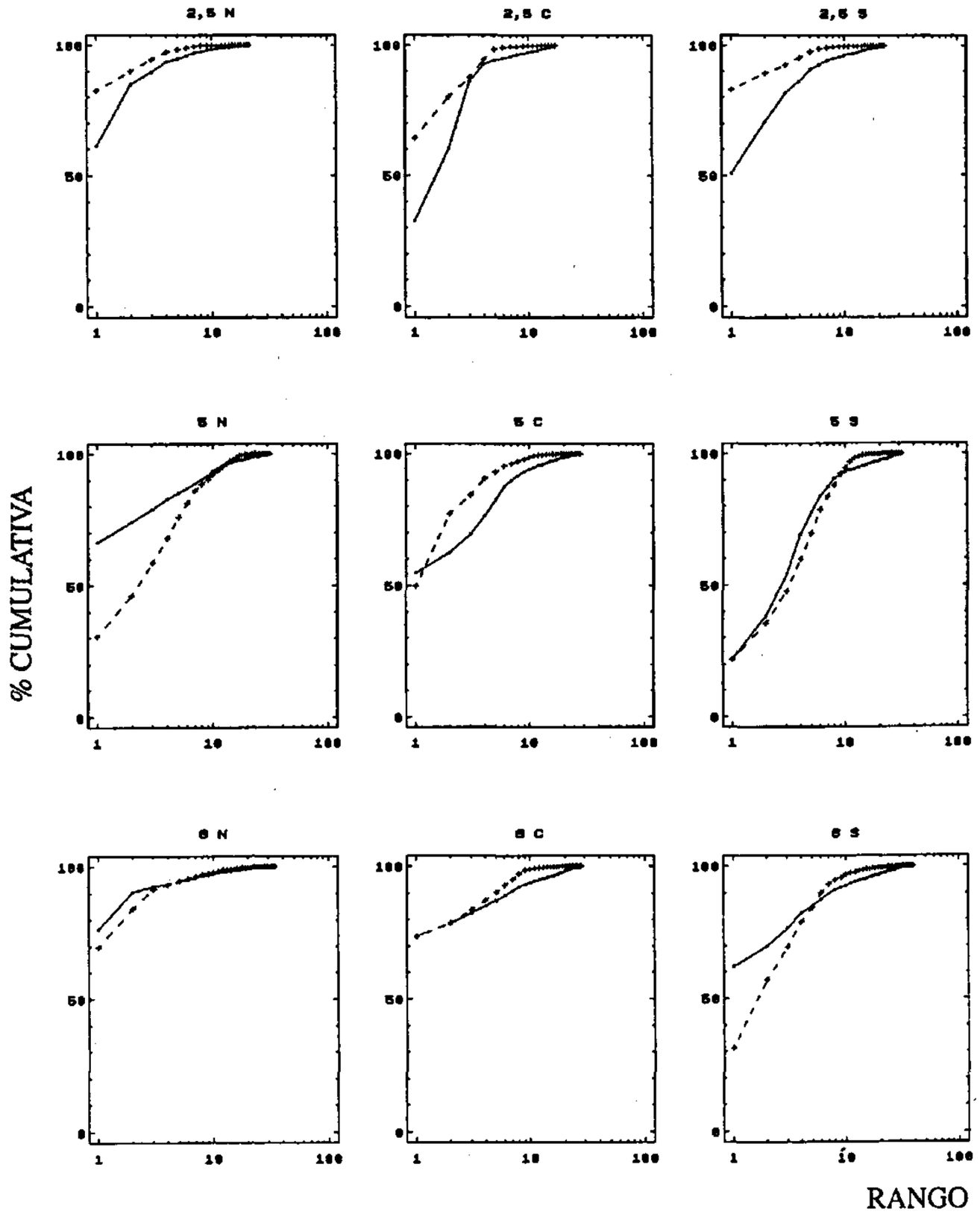


Fig. 1 - Andamento delle curve ABC in febbraio. (——— = abbondanza —— = biomassa

A -2, 5 m la situazione invernale è caratterizzata da una netta separazione delle due curve, con la curva della biomassa posta sopra quella dell'abbondanza. In luglio la situazione si inverte, grazie ad una dominanza numerica prossima al 100% del Bivalve *Lentidium mediterraneum.*

Alla batimetrica dei 5 m si presentano tutte le tre situazioni possibili per l'andamento delle curve: alternativamente nelle tre stazioni la curva della biomassa è sovrastante, sottostante o interseca la curva dei numeri. Ciò avviene sia in febbraio che in luglio, senza che si ripeta nella stagione estiva la stessa situazione incontrata in inverno. A questa profondità si riscontra una varietà, nel tempo e nello spazio, di specie dominanti, con conseguente variabilità del contributo dato da ciascuna di esse ora alla biomassa, ora all'abbondanza. Inoltre, la dominanza di singole specie, non appare mai così netta come alle altre batimetrie.

Alla profondità di 8 m si ha quasi costantemente intersezione tra le due curve (con eccezione della stazione 8 N in luglio). Questa situazione sembra legata ad una sostanziale coincidenza nell'andamento per-

centuale sia delle dominanze numeriche che di biomassa: non si presentano infatti casi estremi di specie che siano nettamente dominanti solo per abbondanza o solo per biomassa.

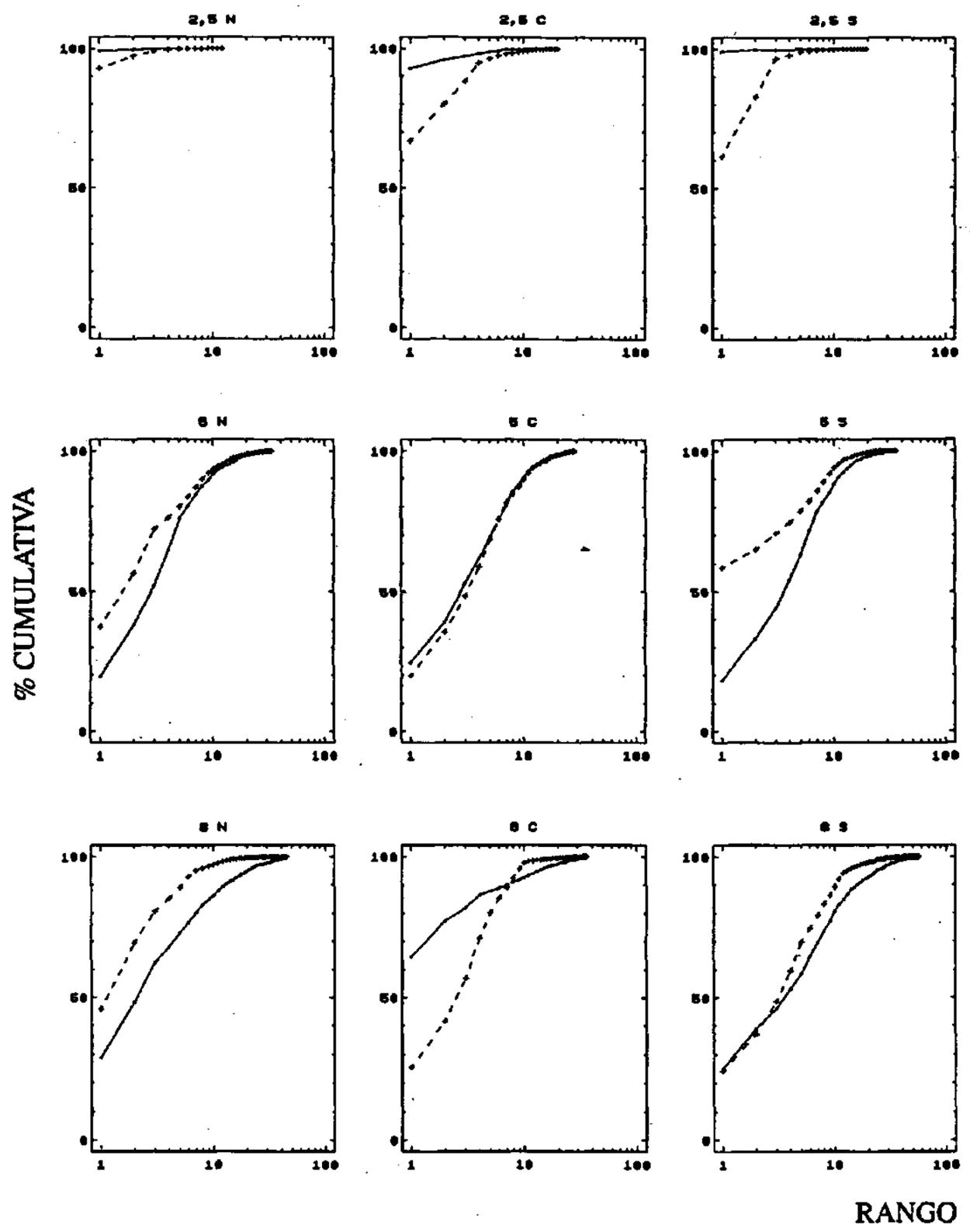


Fig. 2 - Andamento delle curve ABC in luglio. (——— = abbondanza —— = biomassa

In generale, soprattutto nelle stazioni a 5 e a 8 m , i bassi valori percentuali di biomassa delle prime specie in ordine di rango durante la stagione estiva, a differenza di quanto accade nella stagione invernale, concordano con quanto osservato in precedenti cicli annuali (Bedulli *et al.*, 1988) e cioè che il popolamento estivo è in gran parte costituito da individui di recente reclutamento.

I valori degli indici derivati dal metodo ABC (Tab. 2), mostrano, in generale, che l'indice DAP non si scosta mai marcatamente dallo 0, nè per valori positivi, nè per valori negativi, e che i valori assunti dall'indice SEP non sono quasi mai molto diversi da 1, il che significa un'equitabilità simile per abbondanza e per biomassa.

Le valutazioni che si possono trarre, in accordo con Warwick (1986) e McManus e Pauly (1990), porterebbero a considerare le comunità della zona da noi considerata come moderatamente perturbate.

Tab. 2 - Valori degli indici derivati dal metodo ABC

INDICE DAP

Febbraio 1989				Luglio 1989			
	transetti				transetti		
profondità	N	C	S	profondità	N	C	S
2,5	-0,05	-0,09	-0,11	2,5	0,02	0,08	0,08
5	0,12	-0,06	0,01	5	-0,08	0,02	-0,16
8	0,01	-0,02	0,00	8	-0,12	0,12	-0,04

INDICE SEP

Febbraio 1989				Luglio 1989			
	transetti				transetti		
profondità	N	C	S	profondità	N	C	S
2,5	1,15	1,15	1,30	2,5	0,94	0,81	0,78
5	0,77	1,10	1,00	5	1,15	0,98	1,40
8	0,95	1,04	0,91	8	1,35	0,79	1,17

Discussione e conclusioni

La predominanza in biomassa di alcune specie o gruppi, è alcune volte in contrasto con quanto osservabile considerando solo l'abbondanza, soprattutto in quest'area dove i processi di reclutamento avvengono in modo massiccio e ad intervalli generalmente annuali.

La biomassa media nell'area considerata è dell'ordine di 14 g/m^2 in estate, e 13 g/m^2 in inverno. Tali valori risultano tra i più alti tra quelli registrati per i fondi mobili del Mediterraneo, confermando che le condizioni trofiche dell'area costiera antistante il Delta del Po consentono lo sviluppo di una ricca fauna bentonica.

Oltre al dato bruto di biomassa è tuttavia interessante valutare le informazioni che derivano dagli indici che paragonano abbondanza e biomassa, ai fini della loro utilizzazione come descrittori sintetici della qualità dell'ambiente.

Il metodo ABC, qui utilizzato, è relativamente recente, ma è stato più volte applicato a diverse comunità, in situazioni ambientali differenti (Beukema, 1988; Corazza e Ceccherelli, 1990; Meire e Dereu, 1990; Weston, 1990; Craeymeersch, 1991); inizialmente fu proposto per la valutazione degli effetti dell'arricchi-

mento organico sulle comunità bentoniche (Warwick, 1986), ma in seguito (Warwick *et al.*, 1987) la sua applicazione fu estesa anche a situazioni di disturbo naturale, sia fisico che biologico. Nelle aree estuariali, come quella presa in esame, ci sono numerosi fattori di stress ambientale di tipo naturale, come fluttuazioni di salinità, torbidità ecc.; per questo motivo in queste zone può accadere che i grafici rivelino risposte delle comunità alle variazioni dei fattori ambientali e non tanto fattori di disturbo di origine antropica.

Per quanto riguarda gli indici derivati dal metodo ABC, si può affermare che l'indice DAP, rappresentando l'area compresa tra la curva dell'abbondanza e quella della biomassa, fornisce informazioni inequivocabili e sintetiche per le condizioni estreme, cioè assenza di perturbazione e, all'opposto, elevato disturbo; risulta tuttavia di difficile interpretazione nelle condizioni di perturbazione moderata e l'informazione che ne deriva in questo caso è limitata.

Più efficace sembra invece l'uso dell'indice SEP, che si può rivelare un valido strumento nella descrizione della struttura delle comunità, dando delle informazioni sull'andamento reciproco di abbondanza e biomassa.

In conclusione, si ritiene che in ambienti estuariali, l'utilità del metodo ABC e degli indici ad esso collegati, possa venire apprezzata qualora si disponga di ben fondate informazioni, accumulate nel tempo, sulle peculiari caratteristiche delle biocenosi di questi particolari ambienti.

Summary

Soft-bottom macrobenthic communities, in front of the Po river Delta, were studied during two sampling campaigns (winter and summer 1989) in nine stations, at three depths (2.5 - 5 - 8 m).

The biomass (AFDW) was estimated for each species of community. The data confirm the large variability described in the previous studies, based on abundance counts. Average biomass (13-14 g/m^2) is rather high for the Mediterranean.

The abundance/biomass comparison (ABC) method for detecting pollution effects was applied to the data. Two indices: DAP (Difference in Area by Percent) and SEP (Shannon-Wiener Eveness Proportion), were also applied. On the whole, the area should be considered as "moderately perturbed".

The method should be a sensitive descriptor of community stucture, but it has to be applied cautiously in estuarine areas as an indicator of pollution because of naturally occurring environmental stress typical for these areas.

Bibliografia

BEDULLI D., AMBROGI R., POLI P. (1988) - Structure des populations d'invertébrés benthiques devant le Delta du Pô. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **31:** 2-12

BEUKEMA J.J. (1988) - An evaluation of the ABC-method (abundance biomass comparison) as applied to macrozoobenthic communities living on a tidal flat in the Dutch Wadden Sea. *Mar. Biol.*, **99:** 425-433

CORAZZA C., CECCHERELLI V.U. (1990) - Un nuovo approccio alla valutazione degli effetti di disturbo sulle comunità macrobentoniche lagunari. *Atti Conv. AIRP-SITE "Fiume Po"*

CRAYEMEERSCH J.A. (1991) - Applicability of the abundance/biomass comparison method to detect pollution effects on intertidal macrobenthic communities. *Hydrobiol. Bull.*, **24 (2):** 133-140

JOSEFSON A.B. (1990) - Increase of benthic biomass in the Skagerrak- Kattegat during the 1970s-1980s: effects of organic enrichment? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **66:** 117-130 p73

MCMANUS J.W., PAULY D. (1990) - Measuring ecological stress: variation on a theme by R.M. Warwick. *Mar. Biol.*, **106:** 305-308

MEIRE P.M., DEREU J. (1990) - Use of the abundance/biomass comparison method for detecting environmental stress: some consideration on intertidal macrozoobenthos and bird communities. *J. Appl. Ecol.*, **27:** 210-223

PEARSON T.H., ROSENBERG R. (1978) - Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **16:** 229-311

WARWICK R.M. (1986) - A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Mar. Biol.*, **92:** 557-562

WARWICK R.M, PEARSON T.H., RUSWAHYUNI (1987) - Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species abundance/biomass method. *Mar. Biol.*, **95:** 193-200

WESTON D.P. (1990) - Quantitative examination of macrobenthic community changes along an enrichment gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **61:** 233-244

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 189-193

G. RELINI, A. PATRIGNANI

Istituto di Zoologia, Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale, Università di Genova. Via Balbi 5 16126 Genova

ACCUMULO DELLA BIOMASSA SU BLOCCHI A BASE DI CENERE DI CARBONE

Biomass settled on coal ash blocks

Abstract

Settlement in terms of biomass (wet, dry and ash weight) on coal ash blocks was studied through two years in an experimental plant with running sea water. Settlement was higher on ash blocks than on concrete ones.

Key-words: fouling biomass - artificial reef coal ash.

Introduzione

In collaborazione con l'ENEL è stata avviata una serie di studi con lo scopo di acquisire maggiori conoscenze sulla possibilità di impatto e sugli effetti biologico-ambientali derivanti dall'utilizzo di manufatti in cenere di carbone per la costruzione di opere marittime ed in particolare barriere artificiali, cioè habitats artificiali per pesci.

La ricerca viene svolta attraverso indagini multidisciplinari (Sampaolo e Relini 1991), di cui lo studio dell'insediamento bentonico rappresenta uno degli argomenti esaminati.

In una precedente nota (Relini e Zamboni 1991), è stato descritto l'insediamento del macrofouling su manufatti a base di cenere di carbone esposti, in un impianto sperimentale, per un primo ciclo annuale.

Scopo del presente contributo, è quello di descrivere l'accumulo del fouling su blocchi contenenti ceneri di carbone in confronto con blocchi di calcestruzzo nell'arco di due anni di osservazioni.

Materiale e metodi

L'impianto sperimentale CENMARE, realizzato dal Centro Ricerca Ceneri dell'ENEL di Brindisi e sito presso la centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Sud, è costituito da due grosse vasche (10 x 2 x 1, 5 m) in cui viene fatta circolare acqua di mare a flusso continuo (pari a 3-5 cm/sec). L'acqua di alimentazione è derivata in testa al pontile sud di presa dei sistemi di raffreddamento della Centrale, passa attraverso una vasca di decantazione e raggiunge le vasche sperimentali dopo un percorso di circa 600 m. All'inizio dell'esperienza (Aprile 90), in una vasca sono stati sistemati 225 blocchi (20 cm di spigolo) a base di cenere (52, 1 % cenere leggera, 26, 1 % cenere pesante, 5, 2 % calce idrata e 16, 6 % acqua) disposti in 3 piramidi (fig. 1) e nell'altra altrettanti blocchi in calcestruzzo (a base di cemento pozzolanico, sabbia e ghiaietto) con la stessa disposizione, al fine di comparare e valutare tempi, entità e differenze degli insediamenti macrobentonici sugli stessi.

Le osservazioni sui blocchi sono state effettuate a 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 mesi, prelevando per ogni piramide un cubetto in vicinanza della base e uno della sommità ed esattamente nella parte esterna del livello 2 e 4 a partire dal basso (fig. 1). Al momento dell'esame sono state fotografate le sei facce di ogni cubo denominate con differenti lettere dell'alfabeto (a, b, c, d, e, f) secondo la direzione e il verso del flusso dell'acqua, dopodichè si è proceduto immediatamente alle descrizioni al binoculare degli insediamenti macrobentonici per i quali sono stati assegnati indici di ricoprimento di abbondanza-dominanza, al fine di quantificare le associazioni presenti.

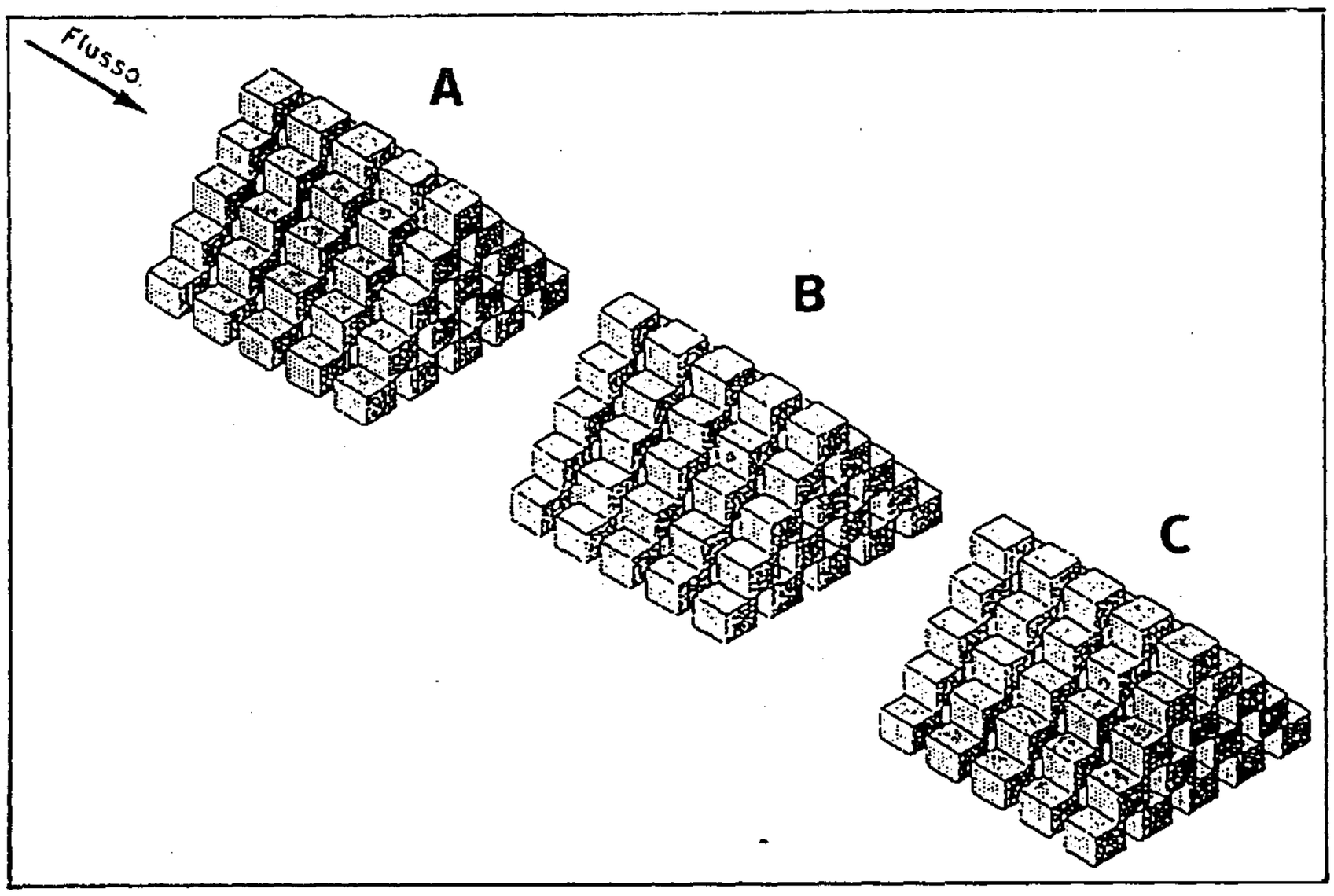


Fig. 1 - Disposizione delle tre piramidi di ogni vasca in relazione al flusso dell'acqua marina.

Nel secondo ciclo dell'esperienza (Aprile 91-Marzo 92), sono stati prelevati ed analizzati secondo le modalità precedenti e in ciascun trimestre, anche 4 blocchi di 12 mesi di immersione (2 in cenere e 2 in calcestruzzo) e a Settembre 91, 4 blocchi di 6 mesi, onde avere dati per i periodi intermedi.

Terminata la descrizione del fouling, la superficie di ogni faccia è stata raschiata e il materiale biologico ottenuto è stato pesato umido. Il materiale delle sei facce è stato quindi riunito in un unico campione per la misura del peso secco e delle ceneri.

Risultati

a) Serie a periodi di immersione crescente:

3 Mesi Giugno 90: é stato osservato un maggiore accumulo di biomassa (più del doppio), sui blocchi in cenere rispetto a quelli in calcestruzzo sia per quanto riguarda il peso umido sia per il peso secco sia per il peso delle ceneri, espressi in g/dm^2 (fig. 2).

Inoltre, i valori dei pesi sopra ricordati e quelli della sostanza organica, sono risultati maggiori per i blocchi posti in posizione di sommità (S) nella piramide rispetto a quelli posti alla base (B) (fig.3): questo è probabilmente è in relazione ad una maggiore presenza algale alla minore profondità.

6 Mesi Settembre 90: l'insediamento ha subito un incremento ponderale su tutti i blocchi: i blocchi in cenere mostrano ancora un insediamento maggiore di quelli in calcestruzzo.

9 Mesi Dicembre 90: l'accumulo del fouling è ulteriormente aumentato per i blocchi in cenere mentre per quelli in calcestruzzo ha subito un lieve decremento: in particolare, i valori del peso umido (in g/dm^2) dei blocchi in cenere, risultano più del doppio di quelli in calcestruzzo, e poco meno del doppio quelli del peso secco e delle ceneri (fig.2).

12 Mesi Marzo 91: su entrambi i tipi di materiale i valori annuali del peso umido, secco e delle ceneri dei blocchi mostrano un incremento notevole (anche più del doppio) rispetto al trimestre precedente; inoltre resta confermato il maggiore accumulo di fouling sui blocchi in cenere (fig. 2).

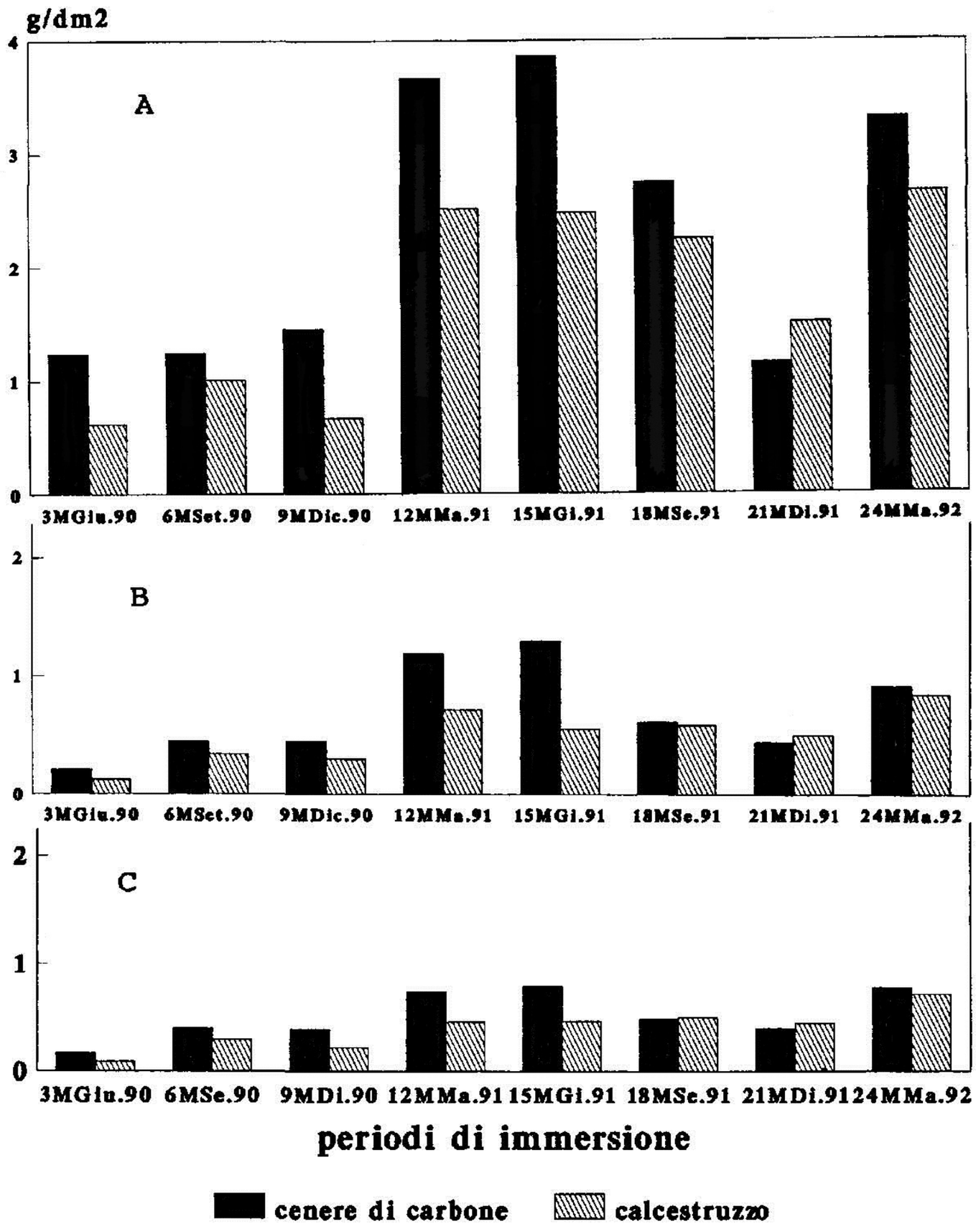


Fig. 2 Medie dei pesi (g/dm^2) del fouling sui blocchi in cenere e calcestruzzo. A) = pesi umidi B) = pesi secchi C) = pesi ceneri

15 Mesi Giugno 91: Vengono raggiunti i valori più alti di tutte le misure biennali di peso umido, secco, della sostanza organica e dei sali + detrito (fig. 2-3) per entrambi i tipi di materiale; i blocchi in cenere risultano sempre più insediati di quelli in calcestruzzo. Percentualmente poi i valori della sostanza organica dei blocchi in cenere è maggiore nella posizione della sommità che in quella della base, dove invece è maggiore la percentuale di acqua, mentre per i blocchi in calcestruzzo si verifica il contrario: alla sommità si ha una maggiore percentuale di acqua (probabilmente per una maggiore presenza algale) mentre alla base è maggiore la sostanza organica (fig.3).

18 Mesi Settembre 91: si evidenzia un lieve decremento della biomassa rispetto ai 2 trimestri precedenti; questo è da collegarsi probabilmente ad un eccessivo aumento della temperatura delle vasche nel trimestre Giugno- Settembre, e ad una conseguente moria degli organismi ed in particolare della componente algale.

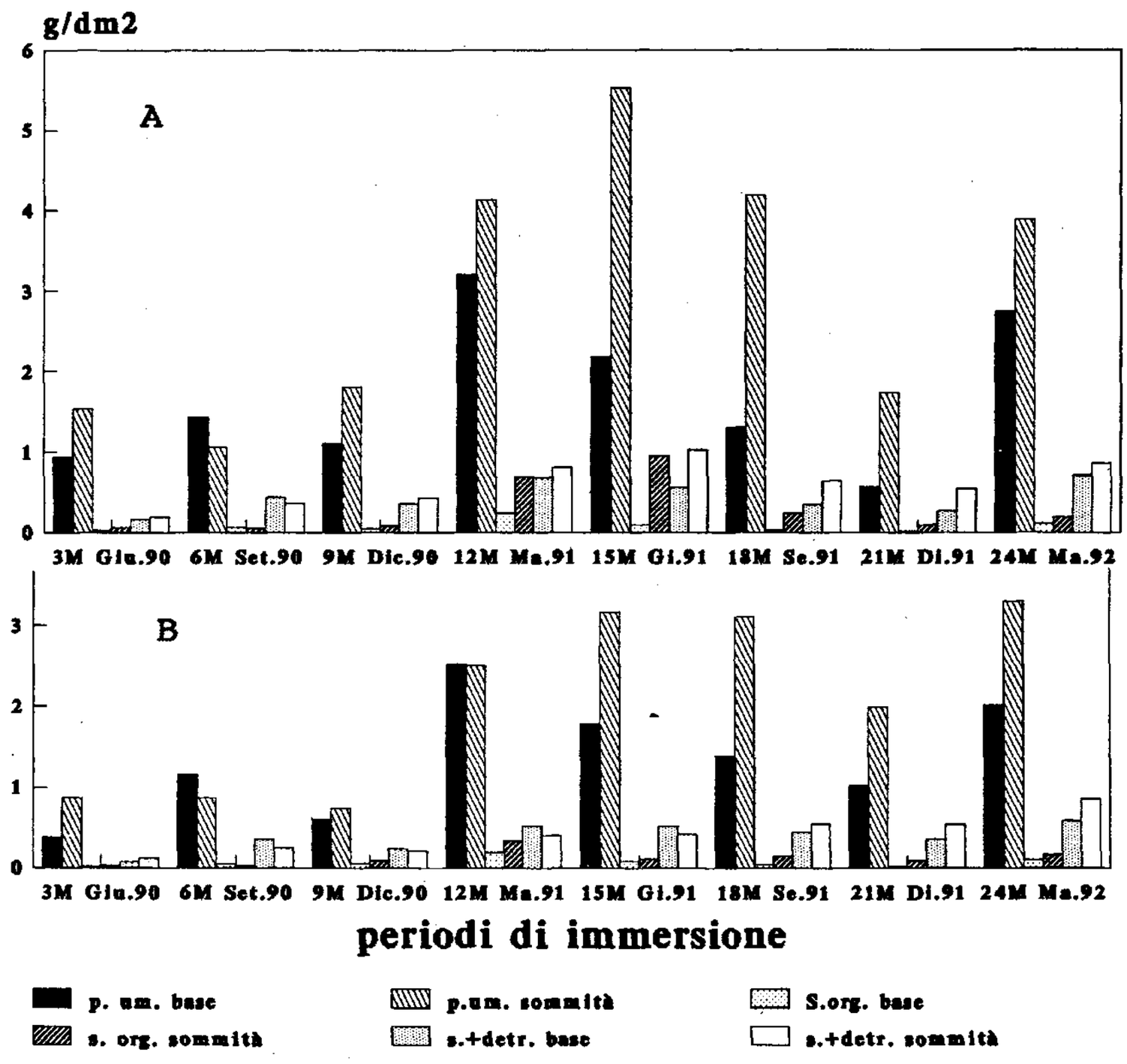


Fig. 3 Medie dei pesi (g/dm$^{2)}$ del fouling sui blocchi in cenere di carbone (A) e in calcestruzzo (B)

21 Mesi Dicembre 91: si assiste ad un ulteriore calo riscontrabile in entrambe le vasche, inoltre, unica eccezione dell'intera esperienza, i blocchi in calcestruzzo risultano avere un peso umido secco e delle ceneri maggiore in media di quello dei blocchi in cenere (fig.2)

24 Mesi Marzo 92: Le ultime osservazioni mostrano un netto incremento dei valori ponderali di tutti i blocchi (fig.2): inoltre i pesi umidi, secchi, delle ceneri, e della sostanza organica dei blocchi in cenere sono maggiori in media di quelli dei blocchi in calcestruzzo senza alcuna eccezione; i blocchi posti alla sommità risultano ancora avere maggiore biomassa di quelli alla base. Percentualmente, i blocchi in calcestruzzo hanno una frazione maggiore di sali + detrito di quelli in cenere e ciò è dovuto ad una maggiore presenza di fango. Sempre percentualmente la sostanza organica è maggiore sui blocchi in cenere della sommità e sui blocchi in calcestruzzo della base.

b) Serie intermedie a 6 e 12 mesi di immersione:

6 Mesi Settembre 91: I valori di questo semestre di esposizione possono essere comparati solo con quelli semestrali di Settembre 90: si è osservato che i pesi umidi, secchi e delle ceneri, sono mediamente simili.

12 Mesi (Giugno 91-Settembre-Dicembre-Marzo 92): Dal Marzo 91 al Marzo 92, sono disponibili substrati annuali prelevati ogni tre mesi (fig.4). I valori ponderali dell'insediamento confermano quanto det-

to a proposito della serie crescente di esposizione. In particolare i bassi valori raggiunti sui cubi annuali da Settembre 91 a Marzo 92, testimoniano il calo dell'insediamento in questo periodo.

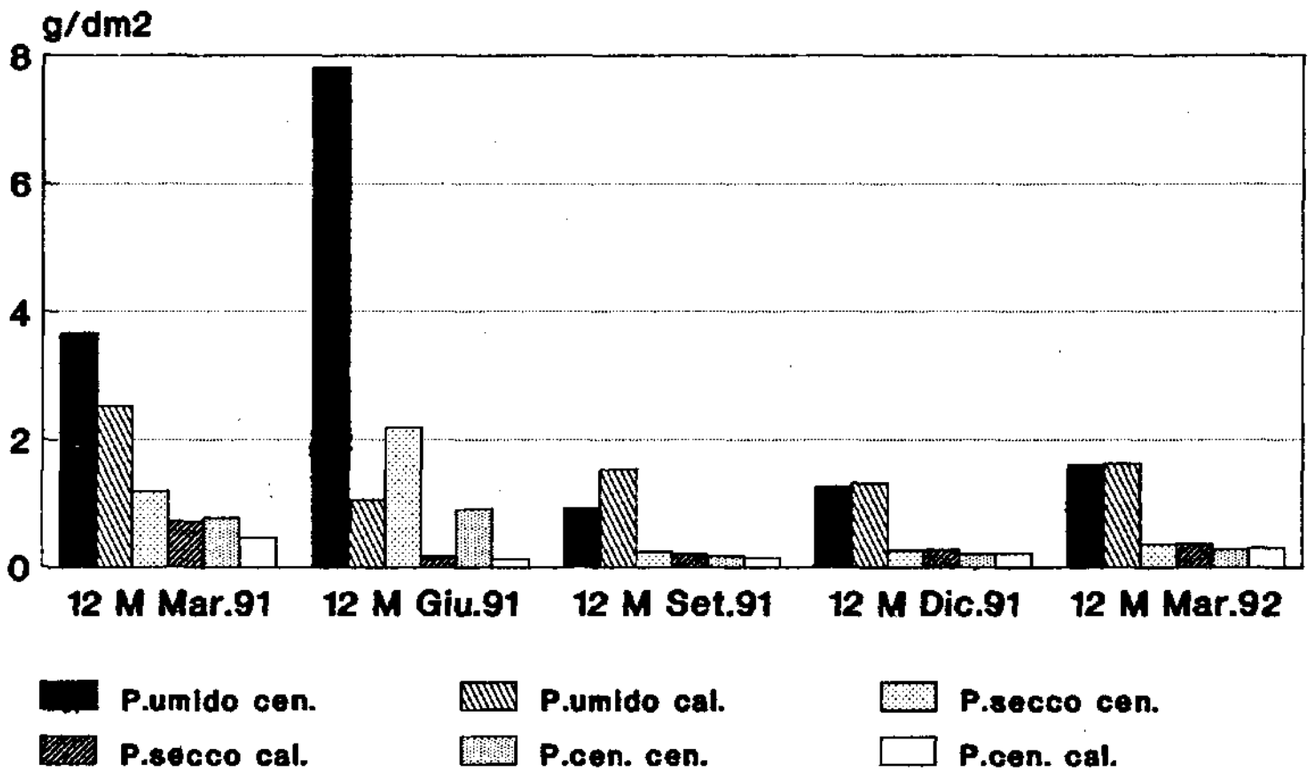


Fig. 4 Medie dei pesi umidi secchi delle ceneri (g/dm^2 del fouling formatosi sui blocchi in cenere di carbone e sui blocchi in calcestruzzo esposti per 12 mesi.

Conclusioni

L'accumulo di biomassa sui blocchi in cenere di carbone ha avuto un progressivo e costante aumento nel corso del biennio dell'esperienza, almeno entro i primi 15 mesi. I valori ponderali (g/dm^2) sono stati quasi sempre più elevati rispetto ai manufatti di calcestruzzo utilizzati come riferimento. Tali risultati, che non sono interamente riportati in questa nota, confermano quelli ottenuti sugli indici di ricoprimento dei principali taxa e sulla diversità specifica, sempre maggiore sui manufatti in cenere. Pertanto questi ultimi risultano più idonei dei corrispondenti a base di calcestruzzo per l'insediamento degli organismi macrobentonici e da tale punto di vista, possono essere utilizzati con successo per la costruzione di habitats artificiali per pesci.

Bibliografia

SAMPAOLO A., RELINI G. (1991) - Coal ash for artificial habitats in Italy. Fifth international conference. Aquatic Habitat Enhancement - Artificial Habitats for fisheries. Long Beach, California. *Bullettin of Marine Science*. (In press).

RELINI G., ZAMBONI N. (1991) - Macrofouling su manufatti a base di ceneri di carbone. *Atti del 22 °Congresso SIBM, Cagliari*. (In stampa)

WOODHEAD P.M.J., PARKER J.H., I.W. DUEDALL (1986) - The use of by- products from coal combustion for artificial reef construction. *Artificial Reefs. Marine and Freshwater Applications*. F.M. D'Itri, editor, Lewis Publications, Chelsea, Michegan, USA, pp. 265-292.

COLLINS K.J., JENSEN A.C., LOCKWOOD P.M. (1991) - Artificial reefs: using coal-fired power station wastes constructively for fishery enhancement. *Oceanologica Acta* - vol. sp.- N° **11** pp. 225-229.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 195-200

M. RELINI, G. TORCHIA

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale Istituto di Zoologia, Università di Genova via Balbi 5, Genova.

DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI PESCI SULLA BARRIERA ARTIFICIALE DI LOANO (SV).

Fish behaviour on artificial reef

Abstract

Visual censuses of fish associated to an artificial reef have been carried out for three years. A total of 43 taxa (fish + 5 large crustaceans and cephalopods) have been assessed. Their behaviour in sharing spaces of the reef is described. Fish population has been divided in four frequency classes. The group most linked to the reef both in terms of diurnal activity and or nocturnal rest, was formed by 11 taxa.

Key-words: artificial reef, fish censuses, fish behaviour.

Introduzione

Il nucleo centrale dela barriera artificiale di Loano è stato immerso su fondali sabbioso-fangosi (17-24 m) nel 1986, a circa 2 miglia dalla costa. La barriera confina in parte con chiazze di Posidonia, residui di una formazione quasi totalmente distrutta dallo strascico.

I censimenti fanno parte dello studio sistematico della fauna associata che si avvale di tecniche diverse. In particolare per i pesci uno studio preliminare ha messo a confronto osservazioni in immersione e catture con tremagli e palamiti (RELINI *et al.*, 1989). Si riferirà qui sul più recente periodo triennale di osservazioni dirette.

Metodi

Sono state impiegate le tecniche di censimento visivo di Harmelin (HARMELIN *et al.*, 1985): in ogni censimento due subacquei esploravano un'area di circa 288 m^2, comprendenti due piramidi (80 m^3 di barriera artificiale) ed il percorso che le separa. Dal febbraio 1989 fino al febbraio 1992 sono stati realizzati 46 censimenti, con una cadenza almeno mensile. Le specie censite in immersione sono state suddivise in 4 classi di frequenza espresse come percentuale di presenza nell'insieme dei rilievi (Harmelin 1987): classe 1°>75%, classe 2°=50-74.9%, classe 3°=49.9-25%, classe 4°<25% (tabella 1). Altre immersioni diurne e notturne hanno contribuito ad aumentare i dati sul popolamento dal punto di vista qualitativo.

Risultati

1 - COMPOSIZIONE E STRUTTURA DEL POPOLAMENTO

Complessivamente sono state censite 43 specie di macrofauna associata alla barriera, 38 pesci, 3 crostacei decapodi e 2 cefalopodi (Tab. 1).

La classe di frequenza con indice 1 raggruppa 10 taxa, 3 dei quali, *Serranus cabrilla, Chromis chromis, e Diplodus vulgaris* erano presenti in tutti i 46 censimenti (frequenza di incontro 100%). La classe 2 comprende solo le specie del genere *Spicara* la cui presenza sulla barriera artificiale di Loano, è molto regolare, ma presenta una certa stagionalità con punte di abbondanza in primavera. Le specie del genere *Spicara* possono quindi essere considerate, insieme agli altri 10 taxa della 1° classe, facenti parte del popolamento di base della barriera artificiale. Questi 11 taxa costituiscono il 91% dell'abbondanza totale (numero di individui) del popolamento e sono da considerare come residenti. A questa categoria aggiungiamo inoltre *Octopus vulgaris*, anche se caratterizzato da basse frequenze perchè può facilmente sfuggire alle ispezioni per

Tabella 1 - Specie censite in immersione.
*Specie osservate in immersione ma non durante i censimenti

SPECIE	% pres.	classe
1 *Apogon imberbis*	36.4 %	3
2 *Blennius rouxi*	75.0 %	1
3 *Blennius* sp.	*	-
4 *Boops boops*	2.3 %	4
5 *Chromis chromis*	100.0 %	1
6 *Conger conger*	20.4 %	4
7 *Coris julis*	34.1 %	3
8 *Dentex dentex*	13.6 %	4
9 *Dicentrarchus labrax*	2.3 %	4
10 *Diplodus annularis*	95.4 %	1
11 *Diplodus puntazzo*	20.4 %	4
12 *Diplodus sargus*	93.2 %	1
13 *Diplodus vulgaris*	100.0 %	1
14 *Engraulis encrasicolus*	2.3 %	4
15 *Gobius cruentatus*	75.0 %	1
16 *Homarus gammarus*	4.5 %	4
17 *Labrus bimaculatus*	6.8 %	4
18 *Labrus merula*	*	-
19 *Lophius piscatorius*	*	-
20 *Mugil* sp.	4.5 %	4
21 *Mullus surmuletus*	45.4 %	3
22 *Mycteroperca rubra*	2.3 %	4
23 *Oblada melanura*	47.7 %	3
24 *Octopus vulgaris*	29.5 %	3
25 *Pagellus erythrinus*	*	-
26 *Palinurus elephas*	2.3 %	4
27 *Sciaena umbra*	6.6 %	4
28 *Scorpaena notata*	90.9	
29 *Scorpaena porcus*	90.9 %	1
30 *Scorpaena scrofa*	90.9	
31 *Scyllarus arctus*	*	-
32 *Sepia officinalis*	4.5 %	4
33 *Seriola dumerilii*	2.3 %	4
34 *Serranus cabrilla*	100.0 %	1
35 *Serranus hepatus*	*	-
36 *Spicara maena*	52.3	
37 *Spicara flexuosa*	52.3 %	2
38 *Spicara smaris*	52.3	
39 *Spondyliosoma cantharus*	84.1 %	1
40 *Symphodus cinereus*	86.4	
41 *Symphodus mediterranus*	86.4 %	1
42 *Symphodus tinca*	86.4	
43 *Umbrina cirrosa*	*	-

il noto mimetismo, e *Conger conger*, la cui bassa percentuale di presenza può essere ascritta alle abitudini notturne.

La fisionomia del popolamento associato come percentuali di presenza rispetto al totale della macrofauna censita (N = 10963) è illustrata in figura 1.

2 - DISTRIBUZIONE DELLE SPECIE NELLO SPAZIO

La distribuzione nello spazio delle diverse specie, che si è dimostrata costante nel ciclo delle osservazioni, suggerisce una suddivisione ideale del volume d'acqua attorno alle piramidi e delle cavità offerte dai blocchi della barriera (fig. 2):

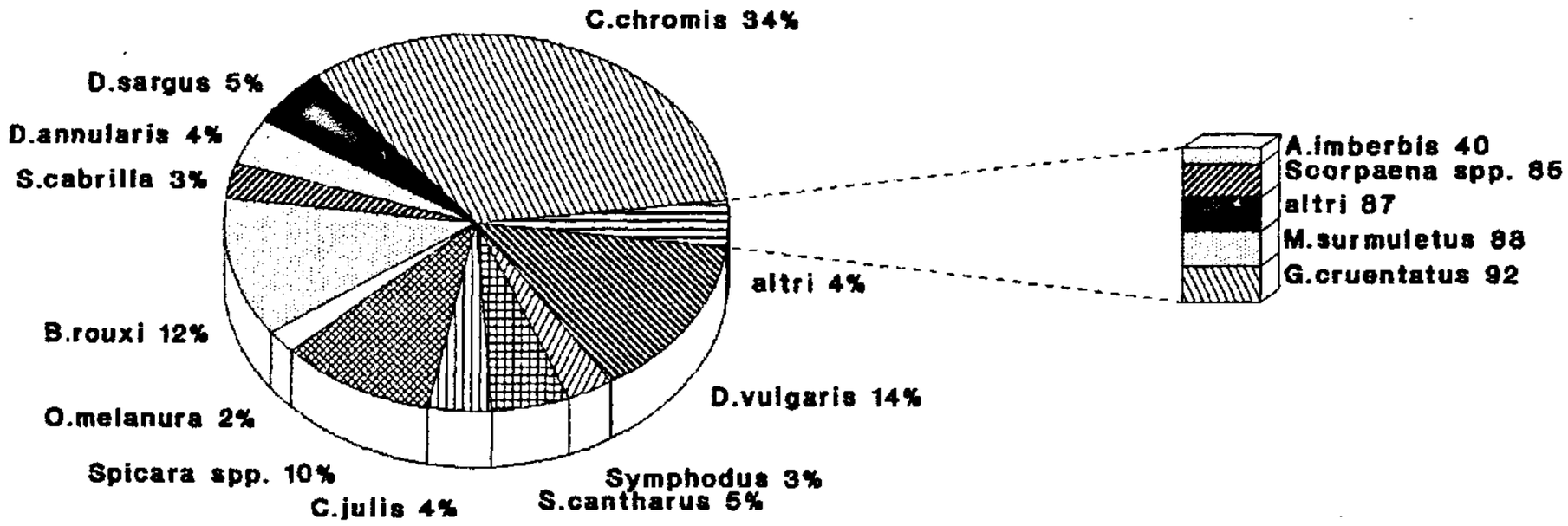


Fig. 1 - composizione del popolamento associato alla barriera artificiale di Loano

Zona A) Colonna d'acqua al di sopra dell'apice della piramide.
Zona B) Zona intermedia che comprende i corridoi interni tra i massi della piramide e il volume d'acqua strettamente adiacente ai cinque blocchi della struttura.
Zona C) Il fondale sabbioso tra le piramidi
Zona D) L'intero volume d'acqua che separa tra loro le strutture artificiali.

Lo studio della zona B e delle sue articolazioni è naturalmente il più interessante per capire i rapporti tra il substrato artificiale e gli ospiti. Infatti possono essere distinte cinque sottozone:
B1) le superfici orizzontali dei cubi, spesso ricoperte di alghe;
B2) le aree di contatto tra il blocco apicale e i quattro blocchi basali;
B3) le cavità basali, a contatto con il fondale;
B4) le cavità verticali sui piani orizzontali;
B5) le rimanenti cavità dei blocchi (fig. 2).

Chromis chromis: gli adulti (1) sono spesso presenti in banchi numerosi sospesi a mezz'acqua a varie altezze, al di sopra dei blocchi delle piramidi (zona A e B). I giovani (2) sono frequenti all'ingresso delle cavità basali, (sottozone B3, B5). Durante le ore notturne gli adulti della specie *Chromis chromis* si rifugiano all'interno delle cavità (sottozone B3, B5).

Diplodus vulgaris (3) e *Diplodus sargus* (5) nuotano nell'intera massa d'acqua ma si mantenengono sempre nelle immediate vicinanze delle piramidi (zona B). Come già osservato da BREGLIANO e ODY (1985) queste due specie costituiscono banchi misti. Gli esemplari di taglia maggiore sembrano prediligere la zona basale delle strutture, al confine con il fondo sabbioso. Mantenendosi in stretta vicinanza del fondale, si allontanano anche di 5-6 metri dalle piramidi, passando così dalla zona B alla zona C.

Diplodus annularis (4) e *Diplodus puntazzo* sono i due saraghi più dipendenti dai blocchi. Sono stati sempre osservati nelle strette vicinanze delle strutture artificiali (zona B). *Diplodus annularis* mostra una netta predilezione per le cavità passanti dei cubi (sottozona B5).

Durante le ore notturne le quattro specie del genere *Diplodus* si rifugiano all'interno delle cavità (sottozone B2, B3, B5).

Serranus cabrilla: gli adulti (6) non si allontanano mai dalle strutture artificiali (zona B, e sottozona B5). I giovani di questa specie (7) possono occupare due differenti ambienti: tra le alghe sui piani orizzontali dei

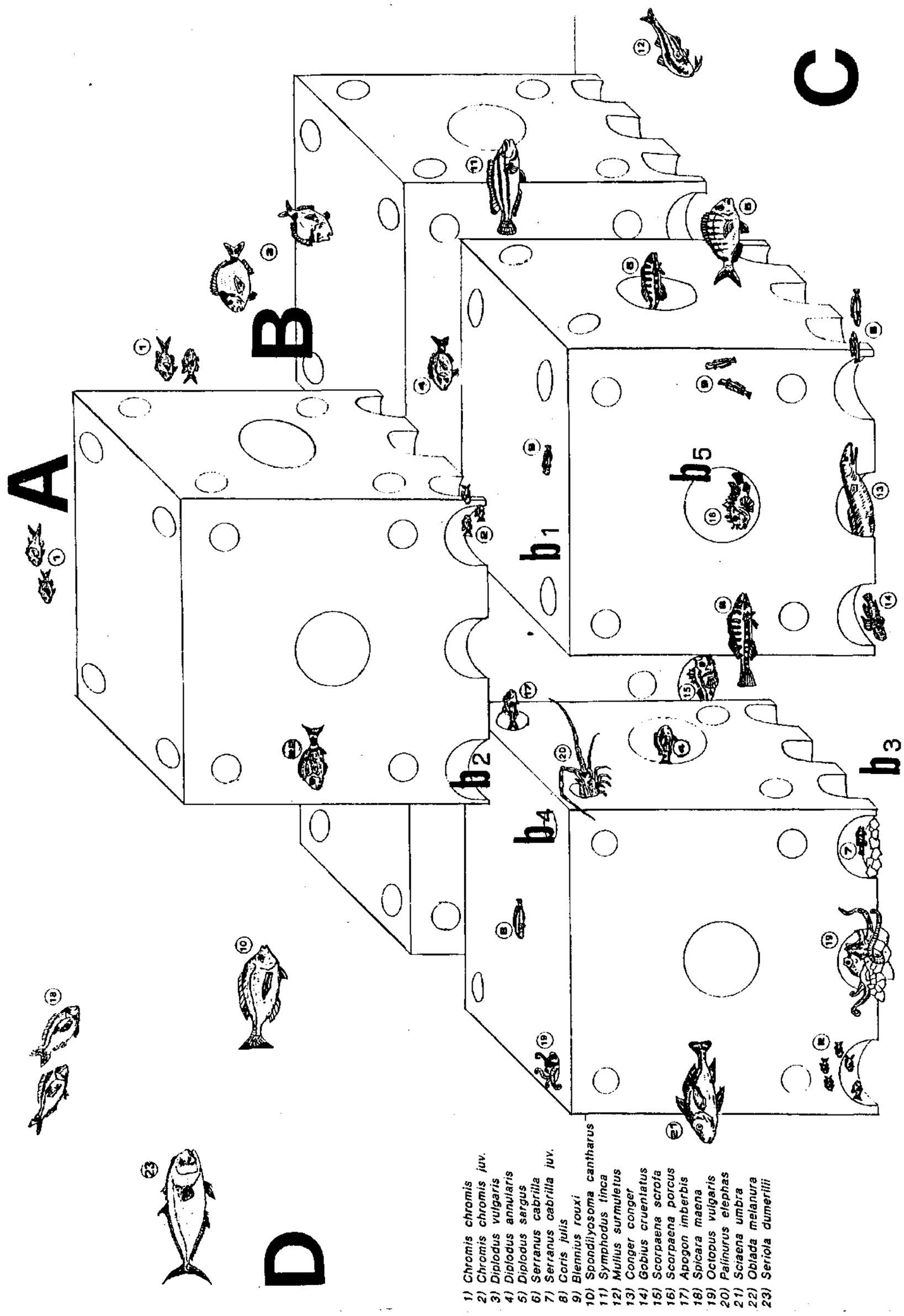


Fig.2 - Distribuzione spaziale delle specie associate ai blocchi

blocchi (sottozona B1); davanti ad una nicchia basale, al confine con il fondale (sottozona B3). Durante la notte gli individui di questa specie si rifugiano a riposare all'interno delle cavità (sottozone B3, B5).

I giovani di *Coris julis* (8) presenti durante l'estate frequentano sia le cavità di base (sottozona B3), sia i piani orizzontali dei blocchi ricoperti da alghe (sottozona B1). *Symphodus tinca* (11) predilige stazionare attorno ai massi basali (zona B). Durante le ore notturne, dormono appoggiati sul fondale sabbioso vicino alle strutture artificiali (zona B). *Symphodus cinereus* nella stagione riproduttiva costruisce i nidi ai piedi delle piramidi, sfruttando materiale raccolto sui massi e sul fondo. Nell'estate del 90, durante la quale c'è stato un notevole sviluppo di copertura algale sulle faccie superiori dei massi (sottozona B1), la presenza di forme giovanili di Labridi è stata così pronunciata (40 individui per piramide) da considerare questa zona una vera nursery-area.

Conger conger (13), è sempre stato censito a livello delle cavità basali (sottozona B3) che spesso sono in contatto tra loro attraverso una rete di corridoi scavati nel fango al di sotto delle piramidi.

Gobius cruentatus (14), abita prevalemtemente l'area nei pressi delle cavità basali (B3, B2).

Apogon imberbis (17) predilige le cavità delle sottozone B2 e B5.

Blennius rouxi (9) vive a stretto contatto con il substrato appoggiato indifferentemente sia sulle pareti orizzontali che su quelle verticali dei cubi.

Mullus surmuletus (12) occupa prevalentemente la zona C.

Spondyliosoma cantharus (10) compie ampi giri intorno alla piramide, occupando le zone "A", "D". Talvolta si avvicina alle piramidi fino ad arrivare ai confini della zona "B".

Spicara maena e *Spicara smaris* (18), sono pesci a vasto areale, esse occupano infatti le zone "A", "B", "D". In condizioni di forte corrente queste specie stazionano a ridosso delle piramidi (zona B) e sfruttano la turbolenza attorno ai massi che apporta particelle alimentari. Durante la notte si avvicinano alle piramidi e riposano sospese a pochi centimetri dal fondale o dai piani orizzontali dei cubi (zona B).

Dicentrarchus labrax, e *Seriola dumerilii* (23) essendo dotati di notevole mobilità si spostano tra le piramidi occupando le zone "A", "B", "D".

Oblada melanura (22) durante il dì occupa indifferentemente le zone "A", "B", "D"; mentre nelle ore notturne si avvicina a riposare nelle immediate vicinanze delle strutture artificiali (zona B).

Sciaena umbra (21) è stata osservata nuotare nella parte bassa della zona B, in particolare si addentra spesso tra i corridoi della piramide compiendo stretti giri intorno alla struttura artificiale. Le specie del genere *Scorpaena* (15, 16) durante il dì sono censite sui bordi delle cavità passanti e all'interno o nelle immediate vicinanze delle nicchie (sottozone B2, B3, B5). Nelle ore notturne sono state osservate numerose sui piani orizzontali (sottozona B1) e anche sul fondale sabbioso nelle immediate vicinanze delle piramidi (massimo 2 metri di distanza).

L'astice, *Homarus gammarus*, è stato censito nelle nicchie di base a contatto con il fondale (B3); l'aragosta *Palinurus elephas* (20) nelle cavità passanti dei blocchi (B5).

Octopus vulgaris (19): Gli esemplari di maggiori dimensioni occupano le nicchie basali (B3) e usano ammassare dinnanzi alla propria tana cumuli di ciottoli che ricavano dal basamento a suo tempo posizionato per l'impianto delle piramidi. I giovani prediligono le piccole cavità verticali presenti sui piani orizzontali (B4).

Conclusioni

Il popolamento è complessivamente paragonabile a quello di un fondale roccioso (BELL, 1983; BREGLIANO *et al.*, 1985; HARMELIN, 1987).

L'elevata ricchezza specifica della fauna associata è verosimilmente riferibile all'aspetto strutturale della barriera dove le cavità basali ed i fori passanti costituiscono un numero elevato di nicchie differentemente colonizzate da parte degli organismi bentonici. Inoltre le piramidi assolvono un'importante funzione protettiva più generale: anche specie come *Spicara* spp., pelagiche durante le ore diurne, scelgono i blocchi per le ore del riposo notturno. Inoltre stadi giovanili di numerose specie, soprattutto durante la stagione estiva, popolano le superfici e le cavità delle piramidi, come è stato osservato anche in altre aree geografiche (ANDERSON *et al.*, 1989).

L'osservazione diretta permette di cogliere i dettagli del comportamento di un consistente insieme di specie e quindi di comprendèrne le esigenze: queste osservazioni possono orientare la progettazione di mo-

duli indirizzati in modo specifico alle specie che si vogliono far affermare sulla barriera. Questi studi, da tempo praticati in Giappone, sono appena agli inizi per le specie mediterranee (D'ITRI, 1985).

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.

BREGLIANO P., ODY D. (1985) - Structure du peuplement icthyologique de substrat dur à travers le suivi des rècifs artificiels et d'une zone naturelle témoin. *Coll. fr.-japon. Océanogr.*, Marseille 16-21 sept. **85**, 6:101-112.

D'ITRI M. (1985) - Artificial reefs. Marine and freshwater applications. Lewis Publ. Inc., Chelsea, Michigan.

HARMELIN J.G. (1987) - Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de Port-Cros, France). *Mar. Ecol.* **8** (3): 263-284.

HARMELIN-VIVIEN M., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE G., BLANC F., CHEVALIER F., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985) - Evalutation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-539.

RELINI G., RELINI M., TORCHIA G. (1989) - Fishes of the Loano artificial reef (Western Ligurian Sea). *FAO Fish Rep.* **428**: 120 - 127.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 201-204

M. RELINI

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale Istituto di Zoologia, Università di Genova, via Balbi 5, Genova.

PESCI ASSOCIATI AD UN HABITAT ARTIFICIALE DEL LARGO

A Mediterranean offshore FAD

Abstract

The role of a large offshore buoy in attracting and maintaining fish assemblages was investigated. Twenty underwater observations carried out in different seasons in a range 0 - 40 m showed the presence of at least 10 fish species: Naucrates ductor, Seriola dumerili, Polyprion americanus, Thunnus thynnus, Trachurus sp., Balistes carolinensis, Schedophilus ovalis, Centrolophus niger, Parablennius sp.p., with a maximum presence during summer.

Key-words: FAD, pelagic fish, offshore waters.

Introduzione

Nel gennaio 1987 la boa ODAS 1 (Oceanographic Data Acquisition System), dell'Istituto per l'Automazione Navale del CNR di Genova, fu posizionata a circa 35 miglia al largo di Genova (43° 50' 19" N, 009° 06' 24" E) ed ancorata su un fondale di 1100 m.

La presenza di un substrato duro, un cilindro immerso per 42 m ed emerso per 4, in acque del largo spesso interessate da forti correnti ha offerto un punto di riferimento per alcune specie pelagiche ed un sito di insediamento per numerosi organismi, di cui molti strettamente costieri (Relini G. *et al.*, 1990).

Metodi

Nel periodo luglio 1988 - aprile 1991 sono state effettuate venti immersioni, di cui 12 ad intervalli mensili. Generalmente una squadra di due o tre subacquei per un periodo di circa quaranta minuti nelle ore centrali della giornata, ispezionava le acque attorno alla struttura sino al disco stabilizzatore a - 40 m, effettuando un censimento visivo delle specie e degli individui presenti.

Riguardo alle stime di abbondanza (che saranno fornite in seguito) bisogna ricordare che sono influenzate da almeno tre fattori:

1) Il grado di accuratezza del censimento visivo dipende dalla specie e dalla sua abbondanza relativa: pochi individui, di indole tranquilla possono essere rilevati con precisione, mentre per altri come i tonni, i numeri forniti possono essere solo una frazione degli sciami presenti nelle acque attorno alla boa.
2) La condotta dell'immersione non è stata identica in ogni ispezione, soprattutto a causa dell'intensità variabile della corrente: in alcuni casi la corrente era così forte da costringere i subacquei ed anche alcuni dei pesci a stazionare strettamente a ridosso della struttura.
3) Numerosi pescatori sportivi impararono presto l'effetto attrattivo sui pesci della struttura e praticarono varie forme di prelievo che alteravano la composizione naturale del popolamento; anche il fouling è stato compromesso con la raccolta a varie riprese di mitili sino alla profondità di - 6 m.

Risultati

Sono state rilevate 10 specie appartenenti a sei famiglie: Carangidae, Centrolophidae, Balistidae, Serranidae, Scombridae, Blennidae.

Dal momento che i Blennidae appartengono alla comunità bentonica, sono stati considerati a parte. Sono stati identificati *Parablennius incognitus* e *P. rouxi*, osservati per la prima volta dopo due anni dall'immersione della boa, probabilmente in seguito ad un certo grado di maturità del fouling.

L'effetto FAD della boa si è dunque esplicato sui rimanenti 8 taxa olo o meropelagici. Di questi, il numero totale di pesci conteggiati assomma ad oltre 2200 (stima) con una media di circa 110 per ispezione. I minimi si sono registrati a primavera ed i massimi tra agosto ed ottobre.

La composizione media dell'associazione, in numeri di individui censiti, vede al primo posto il pesce pilota, *Naucrates ductor*, seguito dal tonno rosso (*Thunnus thynnus*) e ancora da Carangidae del genere *Trachurus* (Fig. 1). Se l'associazione fosse descritta in termini di biomassa, il tonno passerebbe al primo posto, trattandosi di individui di almeno 3 kg circa; tra i Carangidae *N. ductor* precederebbe *Trachurus* sp., rappresentato da individui giovani; i Centrolophidae e *Polyprion americanus* acquisirebbero importanza trattandosi di individui di 25-45 cm.

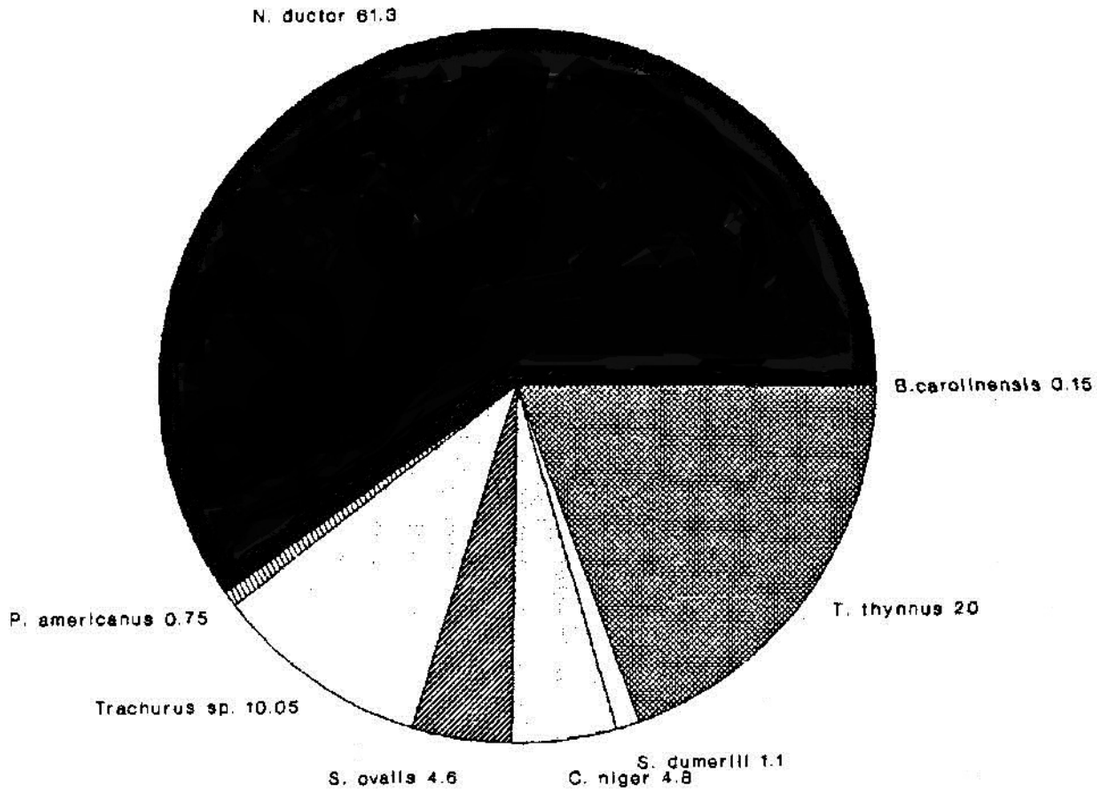


Fig 1 Composizione media dell'ittiofauna associata alla boa ODAS 1.

La variazione stagionale è importante (Fig. 2): infatti i *Trachurus* sono quasi esclusivamente osservati in estate; il tonno da luglio ad ottobre; *Balistes carolinensis* con pochi individui a gennaio - febbraio ed agosto. Solo *N. ductor* è stato censito ogni mese.

Discussione

La boa ODAS1 ha funzionato come un FAD (Fish Attracting Device) su una colonna d'acqua di oltre 1000 m. Si possono fare pochi confronti con gli attrattori usati da alcune pesche artigianali in Mediterraneo ("Kanizzati" e "capcers"), impiegati in genere in acque più costiere (Galea, 1961; Di Natale, 1988; Massuti e Morales-Nin, 1991). Infatti la principale specie bersaglio di questi sistemi di pesca, *Coriphaena hippurus*, non è stata osservata presso la boa, probabilmente perchè si tratta di una forma meroepipelagica (Parin, 1970), che da giovane si trova in corrispondenza della piattaforma.

Esistono invece numerose analogie con un FAD posizionato in acque oceaniche (Kona, Hawaii) su un fondale assai profondo (2286 m): la fauna associata era formata da tonni, *N. ductor* ed altri Carangidae, Balistidae e dallo stromateide *Psenes cyanophris* (Matsumoto *et al.*, 1981).

Sembra emergere pertanto una fisionomia comune della frazione della comunità pelagica che risente degli attrattori artificiali: le specie coinvolte sembrano molto meno numerose di quelle che rispondono a substrati artificiali in seno ad una comunità bentonica. In quest'ultimo caso infatti il richiamo esercitato dalla presenza di oggetti solidi sembra recepito dalla totalità o almeno dalla maggioranza delle specie presenti.

La comunità associata alla boa è formata da pochi olopelagici (il tonno ed i tre Carangidae) e tre meropelagici *Centrolophus niger*, *Schedophilus ovalis*, *P. americanus*. *B. carolinensis*, presente molto saltuaria-

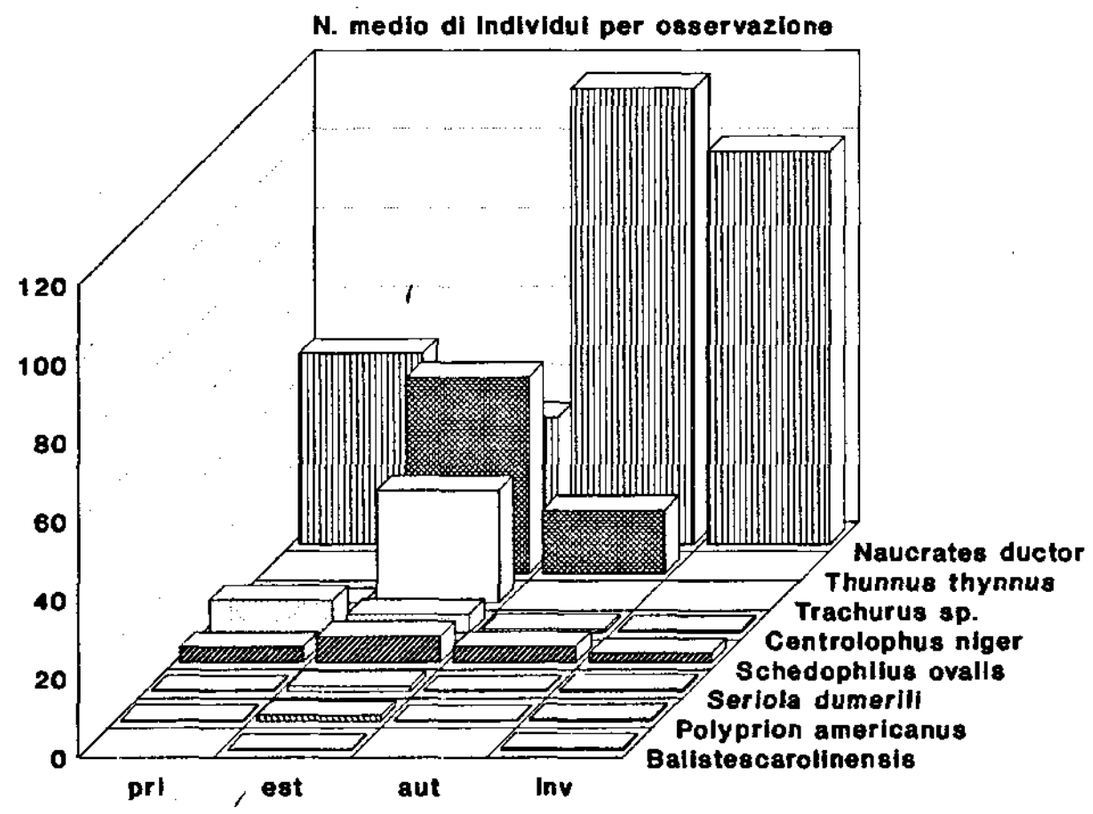


Fig. 2 Andamento stagionale dell'associazione.

mente, sfugge per ora ad una classificazione. I Carangidae *Trachurus* sp. e *Seriola dumerili* sembrano trovare protezione presso la boa in fase giovanile. *N. ductor* sembra invece stabilire un'associazione alquanto più duratura, come avviene per le rimanenti tre specie meroepipelagiche. L'associazione del tonno (*T. thynnus*) sembra diversa da quella delle altre specie, nel senso che gli spazi occupati intorno alla boa sono cospicui, come se questa fosse solo un punto di riferimento. In ogni caso, la presenza del tonno è risultata particolarmente rilevante; infatti la boa era posizionata sul percorso migratrorio di questa specie (Allain, 1964). La pratica di pescare forme giovanili, che dovrebbero essere vietate (meno di 70 cm t.l.), è ampliamente diffusa in Mediterraneo (Liorzou, 1991) e perciò la risposta ad attrattori del largo potrebbe portare a nuove forme distruttive di pesca .

La presenza degli stromateidi *C. niger* e *S. ovalis* è stata un altro elemento di grande interesse delle osservazioni condotte presso la boa. Questi pesci spesso hanno una forma giovanile associata a cnidari (Bauchot, 1987). Esemplari di *C. niger* di 3 - 4 cm sono stati trovati sotto *Rhizostoma pulmo* (Collect, 1896); *S. ovalis* delle stesse dimensioni sono stati osservati associati con una medusa non identificata nelle acque meridionali dell'Australia (Munro, 1958, che ha citato il pesce come *Mupus imperialis*). A Madera, Maul (1964) ha rinvenuto alcuni *S. (Mupus) ovalis* e *S. maculatus* a stretto contatto con i tentacoli di *Physalia.* Egli trasferì due di essi in acquario ed osservò una crescita estremamente rapida: in soli 60 gg. *S. ovalis* di 10 cm l. st. divenne 19.8 cm e *S. maculatus* di 5.5 divenne 14.1. Lo Bianco condusse un esperienza analoga: un individuo di 20 mm di *C. niger* raccolto in dicembre, in cattività raggiunse 170 mm il maggio successivo (Padoa, 1956).

Come la cernia di fondale *P. americanus* questi Centrolophidae hanno una fase adulta a contatto con il fondo in acque profonde ed in particolare *S. ovalis* sembra essere associato ai picchi sottomarini: infatti, in Mar Ligure le sole catture a noi note avvengono in prossimità di una secca del largo (450 m), situata ad una decina di miglia ad ovest della boa, con "filaccioni" (Relini Orsi *et al.*, 1990). L'associazione con cnidari è probabilmente temporanea e breve, poichè la durata è determinata dalle dimensioni relative dei due partners (Mansueti, 1963).

Cosa accada in seguito non è noto; forse questo pesce sceglie un secondo partner. Infatti un gruppo di sette *C. niger* sono stati di recente fotografati come "pesci pilota" che accompagnavano uno squalo elefante *Cetorhinus maximus*, in Sardegna (Dore, 1990). Come dimensioni e colorazione questi erano del tutto simili agli esemplari osservati presso la boa.

Il substrato artificiale del largo avrebbe assunto il ruolo di un'associazione intermedia prima della discesa verso il fondo. Per la forte corrente, spesso presente attorno alla boa, il nuoto dei pesci associati era forse simile a quello di esemplari associati a grandi animali pelagici. Questo fatto forse ha protratto la presenza di alcune specie in acque superficiali. Anche *P. americanus*, la cui associazione estiva di forme giovanili con oggetti alla deriva è ben nota, è stato censito saltuariamente anche in altri periodi.

Da queste osservazioni preliminari si deduce che strutture artificiali offshore possono permettere lo sviluppo di nuove forme di maricultura. Alcune specie pelagiche potrebbero essere aggregate e cresciute sotto controllo. Parimenti un uso poco oculato dei FADs potrebbe sfruttare anzitempo forme giovanili di specie di grande interesse economico come il tonno rosso.

Ringraziamenti

Sono grato ai miei colleghi dottori F. Fiorentino, G. Torchia, M. Bellingeri, compagni di numerose immersioni.

Bibliografia

ALLAIN C. (1964) - Les poissons et les courants. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.* **28 (4):** 401-426.

BAUCHOT M.L. (1987) - Poissons osseux in Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. 2.(Vertebrés). CEE,FAO.

COLLECT R. (1896) - Poissons provenant des Campagnes du yacht l'Hirondelle (1855-1888). *Result. Camp. scient. Prince Albert I.* **10:** VIII+198.

DI NATALE A. (1988) - La piccola pesca artigianale mediterranea. Un esempio tipico: La Sicilia (Italia). Semana das pescas dos Açores. Relatorio.

DORE G. (1990). Incontro a Capo Caccia con lo squalo buono. *Aqua* **49:** 24-35.

GALEA J.A. (1961). The "Kannizzati" Fishery. *Proc.Gen. Fish. Counc. Med.* **6:** 85-91.

LIORZOU B. e J.L. BIGOT (1991) - L'exploitation du Thon Rouge au large des côtes françaises de Méditerranée. *Bull. Soc. Zool. France.* **114 (4):** 91-100.

MANSUETI R. (1963). Symbiotic behavior between small fishes and jellyfishes, with new data on that between the stromateid, *Peprilus alepidotus*, and the scyphomedusa, *Chrysaora quinquecirrha*. *Copeia* **1963:** 40-80.

MASSUTI E., MORALES-NIN B. (1991) - La pesca de la llampuga (*Coriphaena hippurus*) en Mallorca. *Inf. Tec. Inst. Esp. Oceanogr.* N. 96.

MATSUMOTO W.M., T.K. KAZAMA e D.C. AASTED (1981) - Anchored fish aggregating devices in Hawaiian waters. *Mar. Fish. Rev.* **43:** 1-13.

MAUL G.E. (1964) - Observations on young live *Mupus maculatus* (Gunther) and *Mupus ovalis* (Valenciennes). *Copeia* **1964:** 93-97.

MUNRO I.S.R. (1958) - Handbook of Australian fishes. *Austral. Fish Newsletter* **17(12):** 124 ill.

PADOA E. (1956) - Centrolophidae in Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei. *Fauna e Flora del Golfo di Napoli.* **38:** 538-543 p73

PARIN N.V. (1970) - Ichthyofauna of the epipelagic zone. *Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations.* 206 pp.

RELINI G., RELINI M., MONTANARI M., (1990) - Offshore buoy fouling in the Ligurian Sea. *Rapp. Comm. int Mer Médit,* **32(1):** 26.

RELINI ORSI L., FIDA B., RELINI M., (1990) - Notes about *Schedophilus ovalis* (Osteichthyes, Centrolophidae) in the Ligurian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.,* **32(1):** 272.

Ricerca finanziata dal MURST (40%) P.N. "Ecosistemi marini e delle acque interne"

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 205-208

F. PONCINI°, D. BURNS°°, D. PESSANI°°°

°Subtronic S.r.l. - Via Piffetti 36, Torino
°°Marine Microsystems Ltd - Cork (Ireland)
°°°Dip. Biologia Animale - Università di Torino

L'IMPIEGO DI ULTRASONIC SIGNAL PROCESSOR NELLA CARATTERIZZAZIONE DEI FONDALI: L'APPLICAZIONE ALLA MAPPATURA DI *POSIDONIA OCEANICA*.

Seabed identification by Ultrasonic Signal Processor.

Abstract

L'analisi ed elaborazione degli impulsi ultrasonici degli ecoscandagli idrografici consente, previa adeguata taratura, di discriminare ed identificare differenti tipi di fondale. Questa tecnica è stata applicata sperimentalmente con successo nella mappatura di Posidonia oceanica.

Key-words: echosounder, roughness, hardness, acoustic impedance.

Introduzione

La conoscenza estesa della natura e delle caratteristiche fisiche e biologiche dei fondali costituisce un aspetto estremamente importantenell'ambito di un corretto approccio gestionale della fascia costiera.

L'acquisizione di tale conoscenza, qualora ci si riferisca ad aree di fondale molto estese, richiedel'adozione di moderne tecniche di survey, che mettono oggi a disposizione degli operatori una notevole varietà di mezzi, mediati dall'industria offshore, atti ad investigazioni a largo raggio.

Un tipico esempio è dato dalla mappatura di fondalia *Posidonia oceanica*, che nel metodo classico viene condotta a mezzo di Side Scan Sonars, veicoli filo guidati e sommozzatori.

Un'applicazione promettente in questo campo vienedall'impiego di un sistema di elaborazione di segnali ultrasonici (USP), in grado di attuare una discriminazione ed una classificazione dei fondali esaminati, per mezzo dell'elaborazione degli impulsi inviati da un ecoscandaglio idrografico e riflessi dal fondo come eco principale, causata dal riflesso diretto dell'impulso dal fondo (fig.1), ed eco secondaria, determinata dal riflesso dell'impulso dal fondo alla superficie dell'acqua (fig. 2) e quindi nuovamente al fondo e al trasduttore.

A tale scopo, si è ricorso, nel quadro di un'analisi degli impulsi riflessi dal fondo, al riassunto di tutti i potenziali parametri descrittivi, sia acustici che topografici, in due indici, E1 ed E2, rispettivamente riferiti all'eco primaria e secondaria. Nel fare ciò, si è dovuto tener conto dei meccanismi di produzione di tali echi.

La prima eco a ritornare al trasduttore, infatti, èquella riflessa con incidenza normale al fondo. Poichè il trasduttore emette impulsi con un ampia varietà di angolazioni, per una superficie del fondo teorica perfettamente piatta gli impulsi verrebbero riflessi specularmente, continuando a diffondersi lontano dal trasduttore, sino alla loro completo assorbimento ed estinzione.

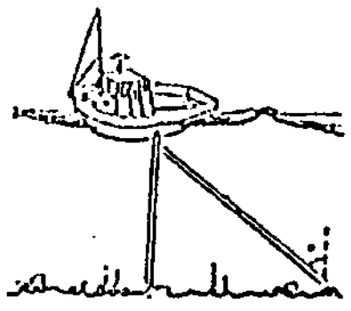


Fig. 1 - Eco primaria

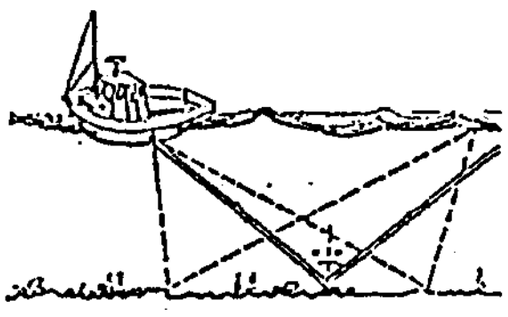


Fig. 2 - eco secondaria

Ciò tuttavia non avviene nella realtà, in quanto la naturale scabrosità del fondo, causando una riflessione non speculare degli impulsi, fa sì che una quantità significativa di energia ritorni al trasduttore. L'ammontare di tale energia può quindi essere considerato un indice del grado di scabrosità del fondale.

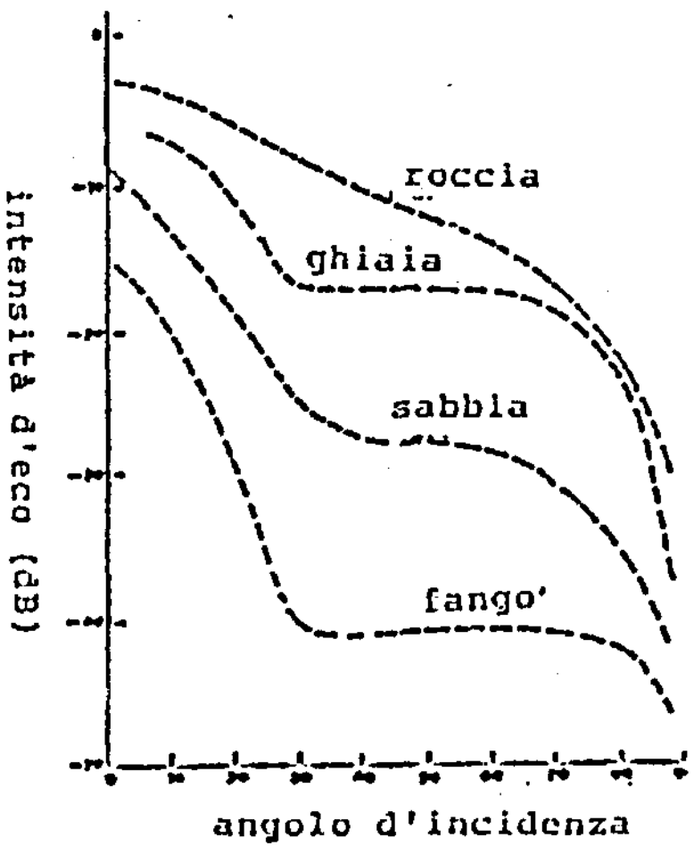


Fig. 3 - Intensità d'eco in funzione dell'angolo di incidenza per differenti materiali

D'altra parte, l'eco secondaria si forma per riflessione speculare dell'impulso dal fondo e riflessione obliqua dalla superficie dell'acqua. La riflessione speculare sul fondo fornisce una misura diretta della impedenza acustica del fondale, la quale è funzione della densità del materiale e della velocità longitudinale del suono attraverso di esso. L'intensità di questa eco è quindi considerabile una misura della durezza del materiale che costituisce il fondo.

Le caratteristiche di scabrosità del fondo forniscono, quindi, un contributo essenziale all'eco primaria, tendendo a diffondere la riflessione acustica, e diminuendone la componente puramente speculare. Esiste una forte evidenza sperimentale di ciò: la fig. 3, infatti, mostra come esistano notevoli differenze, per diversi tipi di fondo, nell'intensità dell'eco riflessa per diversi angoli di incidenza. L'elaborazione dei segnali di ritorno dovrà quindi condurre all'ottenimento di un indice E1, che rifletta le differenze di fig. 3, unitamente ad un indice E2, relativo alle caratteristiche di compattezza del materiale di fondo.

Per ogni tipologia di fondale esisterà quindi una coppia di valori E1/E2, in funzione della natura del materiale. L'apparecchiatura in grado di eseguire l'analisi del segnale ed estrapolare i suddetti valori è un Ultrasonic Signal Processor (noto con il nome commerciale di RoxAnn), fondalmente costituito da un amplificatore di segnale, connesso al trasduttore dell'ecoscandaglio, da un ricevitore parallelo, in cui viene eseguita l'integrazione del primo e del secondo eco, e un PC IBM compatibile integrato con un'ALPHA card, che funge da elemento di controllo per gli impulsi in arrivo, convertendo il voltaggio analogico di E1 ed E2 in formato digitale, per l'elaborazione e la memorizzazione. Il software è in grado di mostrare sul display, in tempo reale, le rotte seguite dal mezzo navale, in colori diversi assegnati dall'operatore, a seconda del tipo di fondo rilevato. Unitamente a questo, vengono mostrati sia un profilo batimetrico sia un diagramma a blocchi in cui un cursore, spostandosi in tempo reale, mostra i valori associati di E1 ed E2.

Le capacità dell'USP sono state testate nel quadro di ricerche commissionate dal Ministero della Pesca spagnolo alla società Tecnologia Ambiental di Madrid. I test sono consistiti nell'identificazione di fondali a *Posidonia* in due località, situate rispettivamente alle isole Baleari e lungo la costa spagnola, presso Barcellona.

Materiali e metodi.

I test sono stati effettuati da apposita imbarcazione, attrezzata con ecoscandaglio tipo SIMRAD EA 500, operante a 200 kHz.

Grazie al software idrografico tipo Hydro installato sul computer di bordo, è stata pianificata una serie di rotte parallele, seguite grazie ad un sistema di posizionamento tipo GPS della Trimble, lungo le quali sono stati effettuati i rilievi batimetrici.

In contemporanea a questi, l'USP analizzava gli impulsi dell'ecoscandaglio, fornendo una prima discriminazione dei fondali rilevati.

La verifica dei risultati veniva effettuata per mezzo di campionamenti con benna tipo Venn e immersioni in aria compressa, in punti prescelti e localizzati a mezzo GPS.

Il software integrato all'USP ha consentito la stesura di carte batimetriche e tematiche delle aree monitorate (vedi es. in fig. 4), al fine di differenziare graficamente i fondali identificati.

Risultati

I survey hanno portato all'identificazione dei seguenti tipi di fondale:

MATERIALE	E1	E2
fango	20,0	16,0
sabbia fine	27,9	26,9
sabbia media	27,9	29,4
sabbia grossolana	31,6	32,0
detrito organogeno	31,6	29,4
matte morta	30,3	27,4
Posidonia su matte	34,5	27,8

Ricordando che E1 è riferito alle caratteristiche di irregolarità del fondale, mentre E2 alla sua compattezza, si noti come entrambi gli indici aumentino, coerentemente, passando da fango a sabbia grossolana, mentre il detrito organogeno, pur mantenendo il grado di irregolarità della sabbia grossolana, mostra una notevole diminuzione di compattezza.

La *Posidonia* è stata agevolmente identificata dall'USP in entrambe le zone oggetto dei test.

Nel test preliminare di Maiorca, risulta impiantata su fondo sabbioso, in una fascia compresa fra 0 e 22m.

Sulla costa spagnola, presso Barcellona, la prateria occupa una fascia compresa fra -3 e -23 m diprofondità, ed è per la maggior parte impiantata su matte, con un limite profondo di tipo eroso.

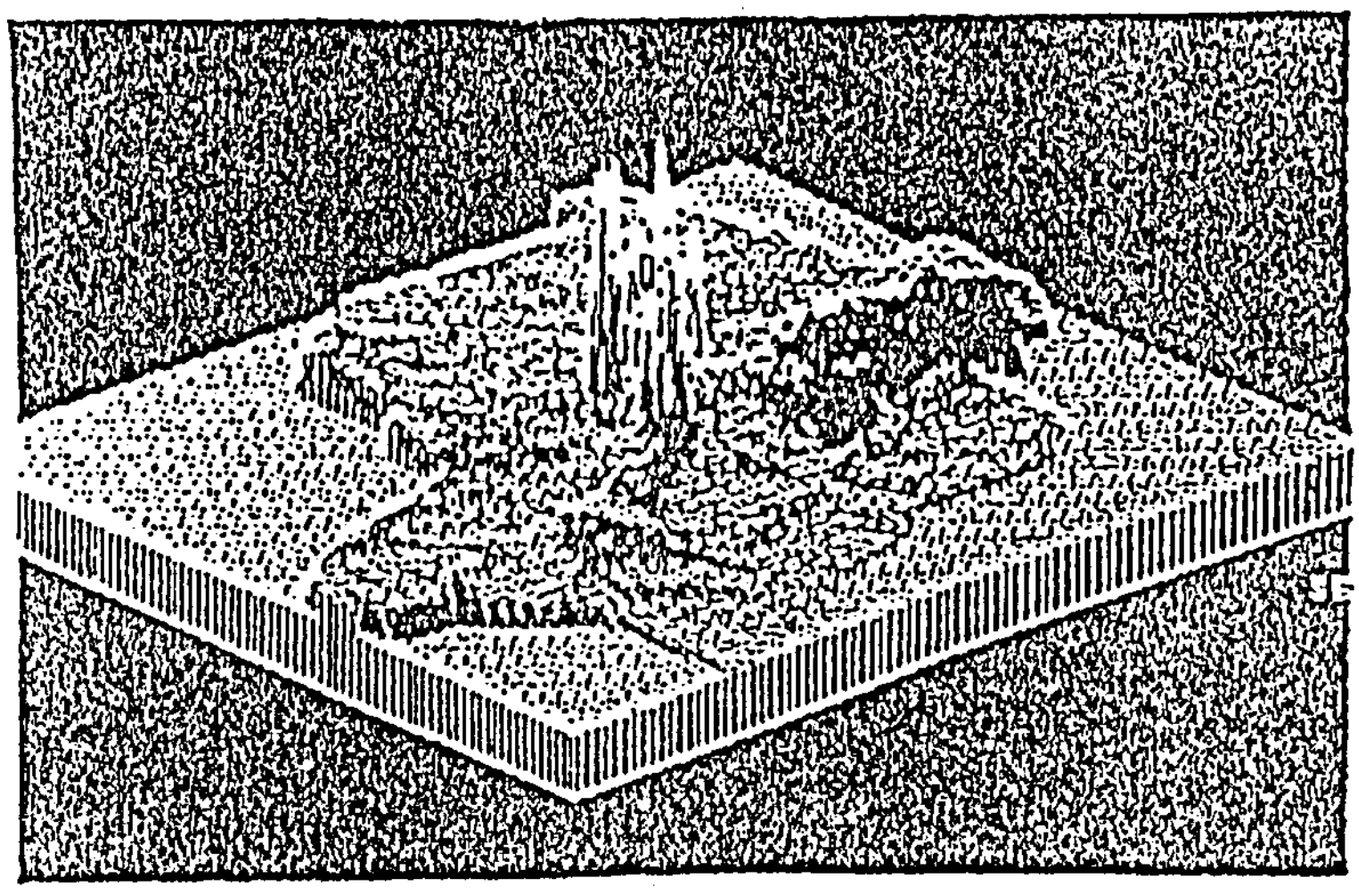


Fig. 4

La prateria è piuttosto degradata, con ampie estensioni di matte morta, con i resti dei rizomi esposti e scarsamente ricoperti da sedimento. Ciò è coerente con il valore di E1 riscontrato, relativamente elevato rispetto ai valori presentati da altri fondi sedimentari, e legato all'irregolarità morfologica data dalla massa di rizomi morti ed esposti.

Proprio il valore di E1 è il parametro discriminante non solo fra *Posidonia* viva e matte morta, ma si è potuto riscontrare come, nelle aree in maggior salute della prateria, con più elevata densità fogliare, l'indice E1 tenda ad aumentare. Evidentemente la volta fogliare fornisce una cospicua componente di irregolarità morfologica, che si riflette sull'indice E1, mentre non sembra influire sulla componente di compattezza, che evidenzia un valore di E2 simile a quello relativo alla matte morta.

Conclusioni.

L'analisi ed elaborazione degli impulsi ultrasonici riflessi dai differenti tipi di fondale monitorati ha fornito risultati coerenti con le caratteristiche dei materiali identificati.

Ciò è valso anche per un target biologico quale la *Posidonia*, che da questo punto di vista può presentare notevoli difficoltà legate alle sfumature e varietà strutturali connesse al ciclo vitale ed all'ecologia della pianta.

Soprattutto si è dimostrata reale la possibilità di discriminare, all'interno del range di valori degli indici relativo alla *Posidonia*, valori a loro volta riferentisi a caratteristiche della prateria, quali la vitalità, la densità, il substrato di impianto.

Sistemi di questo genere possono essere considerati sia come apparati "stand alone", sia parimenti ad integrazione dei sistemi classici, per i quali possono rappresentare un potenziamento nell'ambito dell'identificazione dei fondali monitorati.

È quindi auspicabile un affinamento delle tecniche presentate, al fine di ottenere uno strumento di indagine di notevoli capacità nel campo della conoscenza e sorveglianza dei fondali costieri, e delle loro biocenosi.

Ringraziamenti

Si ringrazia la società Tecnologia Ambiental di Madrid per la disponibilità e il supporto nella stesura del lavoro.

Summary

Ultrasonic Signal Processors are capable to process the echoes from hydrographic echosounders, in order to obtain seabed discrimination.

Capabilities of USP have been tested in *Posidonia oceanica* survey along the Spanish coasts.

Bibilografia

ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A. (1991) - Le praterie di *Posidonia* del Lazio. Presentato al 22° Congresso S.I.B.M., Cagliari 20-24 maggio 1991 (in stampa).

CHIVERS R.C., EMERSON N., BURNS D.R. (1990) - New acoustic processing in underway survey. *Hydrographic-journal*, **56:** 9-17.

FISH J.P., CARR H.A. (1990) - Sound underwater images. *Auss Ltd. editors*, 1-187.

GLOUX B. (1984) - Méthodes acoustiques et informatiques appliquées à la cartographie rapide et detaillée des herbiers. *International Workshop Posidonia oceanica Beds*, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A. e Olivier J. edit., GIS Posidonie publ., 1, 45-48.on Posidonia oceanica beds.

FISH J.P., CARR H.A. (1990) - Sound underwater images. *Auss Ltd Editors*, 1-187

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 209-212

G. TRIPALDI°, C. MORUCCI°, E. AMATO°°

°CASTALIA spa - Via Vitorchiano 151, 00189 ROMA

°°ICRAM - Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare

INCIDENTE M/C HAVEN: IL MONITORAGGIO PER LA VALUTAZIONE DEL DANNO AMBIENTALE

VLCC Haven accident: monitoring for e.i.a.

Abstract

On april the 11th, 1991 the VLCC Haven with 144,000 tons of "iranian heavy" crude oil has been burning for 3 days off the Genoàs harbour. In this paper a description of the monitoring operations aimed to the evaluation of impact assessment is given.

Key-words: Haven, oil pollution, monitoring

Descrizione delle attività

L'undici aprile 1991 la moto cisterna Haven che trasportava 144.000 tonnellate di greggio tipo "iranian heavy" a seguito di un incidente ha bruciato per 3 giorni fuori del porto di Genova. In relazione all'incidente sono state predisposte una serie di operazioni di monitoraggio, di seguito descritte, finalizzate alla valutazione del danno ambientale.

Il monitoraggio della fascia costiera ha avuto inizio il giorno dopo l'incidente. Durante i primi giorni sono state svolte indagini per rilevare le concentrazioni di idrocarburi in acqua e nei sedimenti, oltre ad effettuare misure e ad analizzare immagini riprese da satellite ed aereo al fine di seguire gli spostamenti del petrolio sversato. Successivamente, a partire dal 22 maggio, è stato messo in atto un piano di monitoraggio, poi descritto in dettaglio, volto, attraverso indagini multidisciplinari complesse ed articolate, ad acquisire gli elementi necessari a valutare gli effetti dell'incidente sull'ambiente.

I comparti interessati dalle indagini sono stati le acque, i sedimenti e gli organismi marini: plancton, benthos, fauna demersale e la fascia costiera. Sono stati inoltre utilizzati i mitili quali indicatori biologici.

Acqua

pH, salinità, ossigeno disciolto, temperatura

Le misure sono state effettuate inizialmente su un reticolo di 250 punti e poi di 61 secondo diversi piani operativi che si sono succeduti nel tempo per adattare il campionamento all'evolversi del fenomeno; le stazioni sono state distribuite nella zona di costa compreso tra Genova e Ventimiglia; è stata usata una sonda multiparametrica lungo tutta la colonna d'acqua sino ad una profondità di 100 m per un periodo di 5 mesi.

Clorofilla a, feopigmenti e seston

I prelievi sono stati effettuati negli stessi punti della sonda multiparametrica, utilizzando una bottiglia Niskin in superficie, sotto il termoclino (determinato con la sonda) ed in prossimità del fondale sino a -100 m; il monitoraggio è stato effettuato con frequenza settimanale per 5 mesi.

Concentrazione di Idrocarburi totali

Sono stati effettuati prelievi inizialmente su un reticolo di 22 stazioni, poi di 232 ed infine di 43, con bottiglia Shoemaker in superficie e tramite Niskin sotto il termoclino e sino alla profondità di 100 m. Sono stati raccolti campioni in superficie anche in altre 18 stazioni situate nelle immediate vicinanze del relitto. Il monitoraggio ha avuto frequenza settimanale per 5 mesi.

Concentrazione di I.P.A.

Stesse modalità di raccolta degli idrocarburi totali. Il campionamento è stato effettuato con frequenza quindicinale per 5 mesi. Nelle 18 stazioni nei pressi del relitto la frequenza di raccolta è stata settimanale.

Correntometria e mareografia

Due catene correntometriche, una in prossimità del relitto ed una davanti Capo Noli per circa 1 anno. Ciascuna catena era composta da tre correntometri situati a -10, -35 e -65 m. Era inoltre presente 1 mareografo nel porto di Arenzano.

Plancton

Fitoplancton

Sono stati effettuati prelievi mediante bottiglia Niskin in 11 stazioni posizionate tra Arenzano e Capo Noli ed in una, di bianco, in prossimità di S. Margherita Ligure. Sui campioni prelevati sono state individuate le specie appartenenti ai taxa maggiormente significativi e le abbondanze di Diatomee, Peridinee, Coccolitoforidi e Dinoflagellati. La frequenza dei campionamenti è stata settimanale per un anno.

Zooplancton

Sono stati effettuati prelievi in sette stazioni tra Arenzano e Capo Noli ed in una, di bianco, nei pressi di S. Margherita L., con retino WP2 con vuoto di maglia 236 micron mediante pescate verticali. Sui campioni prelevati sono state individuate le specie appartenenti ai taxa maggiormente significativi e le abbondanze di Copepodi, veliger di Bivalvi ed altri taxa. La frequenza di campionamento è stata quindicinale per un anno.

Macrobenthos

Mappatura delle associazioni bentoniche

Un'area di 20 km^2 compresa tra Arenzano e Capo Noli sino alla batimetrica di 40 m è stata esplorata lungo transetti ortogonali alla costa con R.O.V. (Remoted Operating Vehicle) su slitta stabilizzata ed è stata restituita producendo la carta delle associazioni bentoniche, scala 1:10.000.

Substrato mobile

Sono stati effettuati campionamenti in 100 stazioni ubicate all'interno dell'area esplorata con R.O.V.. I prelievi sono stati effettuati con benna Van Veen o con draga Charcot. Dei campioni prelevati sono state prodotte liste e densità delle specie per il macrozoobenthos.

Substrato duro

Sono state campionate 50 stazioni ubicate nei piani infralitorale superiore e mediolitorale (400 cm^2). Sono state prodotte liste floristiche e calcolata la copertura per il macrophytobenthos e liste e densità delle specie per il macrozoobenthos.

Fanerogame marine

Sono state effettuate due campagne di mappatura eseguite con Side Scan Sonar e verifiche R.O.V. con intervallo di un anno su una superficie di 50 km^2, tra Genova e Ventimiglia per *Posidonia oceanica* e tra Genova e Capo Noli anche per *Cymodocea nodosa*. Per *P. oceanica* sono stati inoltre effettuati lungo l'area ispezionata ed in un'area di bianco quattro transetti mediante immersione con ARA per rilevare gli indici di qualità (fenologia, densità, copertura) e di epifitismo.

Meiobenthos

Sono stati effettuati campionamenti su 4 spiagge tra Arenzano e Capo Noli sulla battigia, a -2 m, e -5 m con benna Van Veen e carotatore a mano e identificati Copepodi e Nematodi per l'elaborazione di indici di descrizione della qualità ambientale. La frequenza è stata stagionale.

Fauna demersale

Sono state effettuate, tra Arenzano e C. Noli, secondo le specifiche del Piano Triennale per la Valutazione delle Risorse Demersali del Min. della Marina Mercantile, 36 cale di pesca per la valutazione dei rendimenti; per ogni cala sono state elaborate: lista di specie, struttura di taglia per specie e per cala, eventuali depositi catramosi riscontrati. Sono stati inoltre prelevati fegati per gruppi di specie ittiche pescate ed epatopancreas per molluschi e crostacei per determinarne il contenuto di idrocarburi totali e I.P.A. (Idrocarburi Policiclici Aromatici).

Fondali e coste

Sedimenti

Sono stati raccolti, mediante benna Van Veen, campioni di sedimento con cadenza quindicinale nell'arco di 5 mesi inizialmente su 18 stazioni intorno al relitto e successivamente su 45 stazioni posizionate sul-

le batimetriche dei -40 e -100 m tra Genova e Ventimiglia per la determinazione di idrocarburi totali I.P.A. e granulometria.

Mappatura delle deposizioni con R.O.V. sino a -20 m

Col R.O.V. e con operatori subacquei è stata fatta all'inizio delle operazioni di bonifica dei fondali una mappa delle deposizioni di idrocarburi sino alla batimetrica dei -20 m tra Arenzano e C. Noli e un survey sino a Ventimiglia.

Spiagge

437 campioni sono stati prelevati ad inizio operazioni di bonifica per determinare idrocarburi totali ed I.P.A. sulle spiagge comprese tra Genova e Ventimiglia; sui punti di maggiore concentrazione sono stati raccolti ulteriori 63 campioni. Inoltre su 4 spiagge corrispondenti a quelle del meiobenthos sono stati raccolti campioni per il dosaggio di idrocarburi alifatici e I.P.A. con frequenza stagionale.

Bivalvi

Mitili "stanziali"

All'inizio delle operazioni di monitoraggio in 100 punti tra Genova e Ventimiglia sono stati prelevati 100 campioni costituiti da più individui di taglia omogenea. Sui campioni prelevati sono state effettuate analisi di idrocarburi totali, I.P.A. e metalli pesanti (Cr, Va, Pb, Cd) nelle parti molli. Analoga operazione è stata ripetuta a distanza di un anno.

Mitili coltivati

Sono stati prelevati da uno stabulario un lotto di individui con lunghezza valvare omogenea e dopo aver separato un sub-lotto di 110 individui su cui sono state fatte le analisi di controllo, sono stati posizionati su otto boe appositamente posizionate tra Arenzano e C. Noli. Su queste boe sono stati fatti prelievi mensili dalle reste di mitili. per ogni gruppo di individui prelevato sono state fatte misure biometriche e di contenuto di idrocarburi totali, I.P.A. e metalli pesanti (Cr, Va, Pb, Cd) nelle parti molli. In un punto dèlla colonna d'acqua in prossimità delle reste è stato inoltre effettuato contemporaneamente un prelievo d'acqua per effettuare analisi analoghe.

Nell'ambito del programma di monitoraggio è stata inoltre effettuata un'indagine di tipo socioeconomico per stabilire il danno arrecato dall'incidente al turismo ed alla pesca.

Il programma di monitoraggio è stato realizzato sia come coordinamento che come esecuzione dalla Castalia spa (Gruppo IRI) con la collaborazione di Telespazio e di ENEA. Il Ministero della Marina Mercantile (ICRAM), il Ministero dell'Ambiente e la Regione Liguria hanno effettuato il controllo tecnico.

Risultati significativi

Tutti i dati finora raccolti dimostrano che la zona maggiormente interessata dall'incidente è quella compresa tra la linea percorsa dalla nave durante la deriva e il traino e Capo Noli (per uno sviluppo costiero di circa 30 km ad Ovest di Arenzano) fino alla batimetrica dei 450/500 m .

Acqua

Nella zona indicata il tasso di idrocarburi in acqua ha raggiunto nel primo periodo valori massimi superficiali, fino a oltre 5000 $mg \cdot l^{-1}$, molto al di sopra dei limiti di legge (0, 5 $mg \cdot l^{-1}$ per la balneabilità); gli stessi sono andati poi diminuendo nel corso del tempo e spazialmente proseguendo verso corrente, andando cioè verso Ventimiglia. A partire da fine giugno, nei punti campionati, non si è quasi mai superato il limite di legge e i valori hanno oscillato, con poche eccezioni, tra 0, 1 e 0, 5 $mg \cdot l^{-1}$.

Sedimenti

Il fondale marino è stato la componente ambientale maggiormente colpita dagli effetti dello sversamento. Le attività di monitoraggio svolte - raccolta ed analisi campioni di sedimento; cale di pesca a strascico mirate; osservazioni subacquee dirette e mediante R.O.V. - hanno permesso di ricostruire la distribuzione di massima delle deposizioni di idrocarburi sul fondo. Si può affermare infatti, che non ci sono evidenze di deposizioni cospicue oltre Capo Noli. Le deposizioni hanno una tendenza in diminuzione verso Ovest ed una in aumento tra la batimetrica dei 50 m e quella dei 500 m.

L'andamento dell'incidente ed in particolare l'indeterminatezza del quantitativo bruciato e/o evaporato non permettono di valutare, allo stato attuale, con precisione il quantitativo depositatosi sul fondo tra Genova e Capo Noli. Le deposizioni sul fondo si presentano con andamento e ricopertura molto diversificata.

Solo in alcune piccole aree si ha una copertura uniforme ed uno spessore di 10-20 cm ed in rari casi anche maggiore. Più spesso le deposizioni si presentano la "macchia di leopardo", a strisce, come sabbia impregnata o come macchioline sparse. In alcune parti le deposizioni sono state ricoperte da sedimenti sabbiosi.

Coste

La pulizia delle coste ha interessato circa 92.000 m^2 di spiagge, 73.000 ml di pennelli e 5.700 ml di costa rocciosa. L'inquinamento delle coste non è stato uniforme ed anche qui la zona maggiormente interessata è stata quella fino a Capo Noli.

Analisi biologiche

Le analisi di tipo biologico necessitano di tempi maggiori per ottenere risultati. Per alcuni settori inoltre, in mancanza di esperienze specifiche, si è dovuto applicare un approccio di tipo sperimentale. Alcune di queste attività sono ancora in corso. Per quanto riguarda la fauna demersale, che è quella maggiormente soggetta alla pesca commerciale, i danni sono riconducibili in particolare all'inquinamento dei fondi mobili con conseguente riduzione degli spazi disponibili. Va sottolineato, d'altra parte, che a causa delle deposizioni l'area tra Arenzano e Capo Noli è stata praticamente abbandonata dai pescatori, soprattutto per quanto attiene la pesca a strascico, che abitualmente la frequentavano, provocando così una sorta di fermo di pesca spontaneo. I rilievi sulla posidonia e sul benthos sono mirati a distinguere i fenomeni riconducibili all'incidente da quelli conseguenti al notevole inquinamento di origine antropica ed industriale. In alcuni punti sono state rilevate, comunque, tracce di velo oleoso su fasci di posidonia.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 213

G.D. ARDIZZONE, A. BELLUSCIO, F. CORSI, M. F. GRAVINA, A. SOMASCHINI
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

NOTA PRELIMINARE SULLE CARATTERISTICHE BIONOMICHE DEI FONDALI INTERESSATI DAL DISASTRO "HAVEN"

Benthic communities of the "Haven" area

Abstract

Benthic communities of the Ligurian Sea (Genova) were studied and mapped in september 1991 after the sinking of the ship "Haven".

Key-words: Benthic communities; cartography; soft bottom; seagrass bed; Mediterranean.

In seguito all'incidente dell'affondamento della motonave "HAVEN" è stata avviata una serie di indagini finalizzata alla valutazione delle conseguenze dello sversamento di greggio sull'ambiente marino. Una di queste ha avuto come scopo la cartografia bionomica dei fondali liguri interessati dall'incidente.

L'area investigata è stata suddivisa in due zone: la prima, compresa tra Albisola e Arenzano, direttamente interessata dall'incidente; la seconda, tra Capo Noli e l'isola di Bergeggi, più distante e pertanto considerata area di controllo.

L'impiego di un veicolo munito di videocamera subacquea trainato su slitta stabilizzata (Ardizzone, in stampa), lungo 141 transetti perpendicolari alla costa (da 5 a 40m di profondità), ha permesso di ottenere circa 450 ore di registrazione dei fondali. Contemporaneamente, lungo alcuni dei transetti video, sono stati raccolti mediante draga e benna, un centinaio di campioni, al fine di meglio definire le biocenosi bentoniche di fondo mobile. Per il posizionamento dei transetti e delle stazioni di campionamento è stato utilizzato il sistema satellitare G.P.S. Per l'interpolazione dei dati e l'elaborazione grafica è stato utilizzato il pacchetto software di gestione territoriale ARC-INFO, sistema che impiega un metodo di acquisizione vettoriale, basato cioè sulle coordinate relative agli elementi da descrivere (la linea di costa, le batimetriche, ecc.). Lo stesso programma è stato utilizzato per elaborare, a partire dai dati batimetrici in scala 1:30.000 dell'I.I.M., la base cartografica impiegata per il presente lavoro.

L'analisi e l'interpretazione delle immagini subacquee e i risultati dello studio dei campioni biologici hanno permesso di realizzare una cartografia delle biocenosi bentoniche in scala 1:10.000. La cartografia illustra una situazione ambientale piuttosto eterogenea. Nelle zone più costiere, tra 5- 15m di profondità, sono spesso presenti estesi prati di *Cymodocea nodosa*. Praterie di *Posidonia oceanica* sono state osservate in diverse località tra 5 e 20m circa; le praterie appaiono in buone condizioni anche se spesso, oltre il margine inferiore, sono presenti zone di matte morta più o meno insabbiata. Ampie chiazze di matte morta sono state comunque osservate in tutta l'area investigata. Le altre biocenosi ritrovate sono quella delle Sabbie Fini Ben Calibrate e delle Sabbie Grossolane influenzate dalle Correnti di Fondo. Più al largo i fondali sono caratterizzati da sedimenti fini o eterogenei, con biocenosi ascrivibili al Detritico Infangato, ai Fondi Mobili Instabili e ai Fanghi Terrigeni Costieri. Condizioni di alterazione imputabili a presenza di greggio sono state evidenziate solo in punti isolati, in particolare di fronte al porto di Arenzano, mentre le condizioni generali delle due aree sembrano indicare la presenza di alterazioni di tipo idrodinamico e sedimentario.

Bibliografia

ARDIZZONE G.D. (in stampa) - Cartografia bentonica con sistemi video controllati a distanza. Atti del XXII Congresso SIBM, Cagliari, 20-24 maggio 1991.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 215-216

D. OTA°°, R. ODORICO°

°WWF ITALIA - Riserva marina di Miramare, Viale Miramare, 349 - 34014 TRIESTE
°°Istituto di Biologia, Università di Ljubljana, SLOVENIA

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULL'ATTIVITÀ DEI PESCI DI SCOGLIERA NELLA RISERVA MARINA DI MIRAMARE

Fish behaviour in marine reserve of Miramare

Introduzione

Nell'ambito dell'attività scientifica svolta presso la Riserva marina di Miramare è stato impostato uno studio sulla popolazione ittica della scogliera presso il castello di Miramare. La situazione sperimentale risulta favorita dalla tutela che vieta ogni tipo di disturbo quale la pesca, balneazione, passaggio di imbarcazioni a motore ecc.

Materiali e metodi

Le osservazioni subacquee sono state eseguite mediante l'impiego di una telecamera subacquea a colori posizionata a 7m di profondità in un punto fisso situato alla base della scogliera del Castello di Miramare. La telecamera (Panasonic mod.FM 6353), è collegata via radio ad una centralina dotata di videoregistratori e comandi a distanza (Sistema FULGORMARE) in grado di muoverla orizzontalmente (360°) e verticalmente (180°) di regolarne il fuoco ed eventualmente la luce ambiente mediante illuminatori da 150 Watt.

Risultati

Sono state effettuate 20 osservazioni ad intervalli irregolari e in periodi diversi della giornata nel periodo da ottobre a giugno. Sono state identificate 21 specie di pesci appartenenti alla famiglia dei Serranidae (2 specie), Sciaenidae. (*Johnius umbra*), Sparidae (8 specie), Pomacentridae (*Chromis chromis*), Labridae (6 specie), dei Blenniidae (*Blennius gattorugine*), Gobiidae (2 specie) e Mugilidae (*Mugil cephalus*).

L'attività registrata sulla scogliera è strettamente correlata col ritmo giorno/notte. Registrazioni effettuate ad intervalli regolari nelle ore notturne hanno infatti segnalato soltanto la presenza di latterini (*Atherina* sp.) in banchi. Con l'aumento della luce si verifica anche l'aumento della attività e della varietà di specie. Durante la giornata l'attività dei pesci subisce delle oscillazioni che però non sono a carattere ciclico regolare. È stata inoltre osservata una stretta correlazione tra temperatura ed attività. Il passaggio da una temperatura tipicamente invernale (8°C)(febbraio) ad una temperatura più alta che si verifica in aprile (13°C), segna anche un aumento dell'attività e della varietà di specie. Da pochi individui, appartenenti alla famiglia dei Labridi, che sporadicamente popolano la scogliera d'inverno, si passa ad un progressivo aumento nel numero delle specie e si registrano delle modificazioni nel comportamento. Da metà aprile in poi sono state osservate le prime minacce aggressive intraspecifiche (*Crenilabrus pavo, Gobius cruentatus*) ed interspecifiche (*Labrus turdus* contro tutte le altre specie) ed i primi comportamenti riproduttivi (corteggiamento e/o deposizione) di *Serranellus scriba*, di *Labrus turdus*, *Crenilabrus pavo* e *Crenilabrus mediterraneus*.

Conclusioni

La comunità ittica osservata presso la scogliera della Riserva marina di Miramare corrisponde alle comunità osservate in altre aree protette costiere del Mediterraneo. In tutti i casi sono i labridi e gli sparidi le famiglie dominanti nei fondi rocciosi (Harmelin, 1987). L'incremento di attività dei pesci aumenta con l'aumento della temperatura è stato riscontrato anche in altre zone del Nord Adriatico (Kotrschal e Reynolds, 1982). L'impiego della tele-camera subacquea fissa risulta un ottimo sistema per l'osservazione continua o

periodica, del comportamento e dell'attività dei pesci senza arrecare loro alcun disturbo, come avviene invece regolarmente durante le osservazioni in immersione.

Bibliografia

HARMELIN, J.-G., (1987) - Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Meditérranée (Parc National de Port-Cros, France). *Mar.Ecol.*, **8:** 263-284.

KOTRSCHAL, K., W.W.REYNOLDS, (1982) - Behavioral ecology of northern Adriatic reef fishes in relation to seasonal temperature regimes. *Contrib.Mar.Sci.*, **25:** 99-106.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 217-218

D. PELLEGRINI, P. COPPOLELLI, M.G. NATALE, A.M. CICERO
ICRAM Settore Ambiente, Via L.Respighi 5, 00197 ROMA

RISULTATI PRELIMINARI SUL CONTENUTO DI MERCURIO, PIOMBO E CROMO IN ORGANISMI MARINI IN RELAZIONE AL DRAGAGGIO DEL PORTO DI RAVENNA

Heavy metals in marine organisms from the Northern Adriatic

Abstract

Samples of marine organisms were collected in March 1990 from Ravenna harbour and dumping area. Hg, Pb and Cr concentrations in the soft tissues of the analized organisms are generally low. Scapharca cf. inaequivalvis seems a good biomarker.

Key-words: heavy metals, Northern Adriatic Sea, *Scapharca* cf. *inaequivalvis*, environmental impact.

Nell'ambito dello studio sull'impatto ambientale causato dallo scarico dei fanghi dragati nel porto di Ravenna, nella primavera'91 è stàta condotta una campagna di prelievi di sedimenti (Giani *et al.*, 1992) ed organismi marini per la ricerca di alcuni metalli in tracce (Hg, Pb e Cr), al fine di evidenziare i livelli di concentrazione presenti in questa fase iniziale delle attività di dragaggio (sono stati dragati circa 49000 metri cubi dei 470000 autorizzati).

La cattura degli organismi marini è stata effettuata utilizzando diversi attrezzi di campionamento, in tre zone: nell'area portuale sottoposta ad escavo (zona "P"); nell'area antistante la costa (zona "A") utilizzata come discarica (circa 90000 metri cubi al momento del campionamento, di cui 41000 da zone più interne al porto); in una zona di riferimento (zona "B"), posta alcune miglia a nord della zona "A".

È stata avviata la determinazione analitica di Hg, Pb e Cr (Fig. 1) nel tessuto muscolare di alcuni individui di *Gobius niger jozo* (n=10; LT: 8.5-14 cm) e *Squilla mantis* (n=7; LT: 16-19.5cm), e nel tessuto molle (1-8 pools) di *Ostrea edulis* (n=17), *Crassostrea gigas* (n=5), *Scapharca* cf. *inaequivalvis* (n=45), *Naticarius stercus-muscarum* (negli istogrammi:"N.millep."; n=8). I campioni sono stati digeriti con acido nitrico in contenitori di teflon posti in un mineralizzatore a microonde. Il Hg è stato determinato con CVAAS; per Pb ed Cr è stata impiegata la GFAAS; la percentuale di recupero rispetto al materiale di riferimento MA-A-2(TM) è stata del 100% per il Hg, del 93% per il Pb e dell'88% per il Cr.

Hg: i valori trovati per *G. niger jozo*, *S. mantis* e *N. stercus-muscarum* sono più bassi di quelli riportati da altri autori per la stessa area (Ciusa e Giaccio, 1984); in *C. gigas* le concentrazioni del metallo sono superiori a quelle riportate da Perdicaro (1989) per la Laguna di Venezia, ma nettamente inferiori a quelle riportate dallo stesso autore per la Laguna di Marano- Grado. Non esistono apprezzabili differenze tra le concentrazioni ritrovate nella stessa specie, nelle diverse zone.

Pb: i valori riportati in letteratura per la stessa area o per zone vicine (Perdicaro, 1989; Ciusa e Giaccio, 1984) sono tutti nettamente superiori a quelli ritrovati nel presente studio. Il contenuto più alto è presente in *S. inaequivalvis*.

Cr: i dati a disposizione per effettuare dei confronti sono scarsi; le concentrazioni ritrovate per *O. edulis*, *C. gigas* e *S. inaequivalvis* sono comunque circa il doppio di quelle ritrovate da Perdicaro (1989).

Da questi primi risultati si può concludere che:

al momento del campionamento il quantitativo del materiale scaricato ed i tempi intercorsi dallo scarico sono stati tali da rendere poco probabile una evidente contaminazione del comparto biotico;

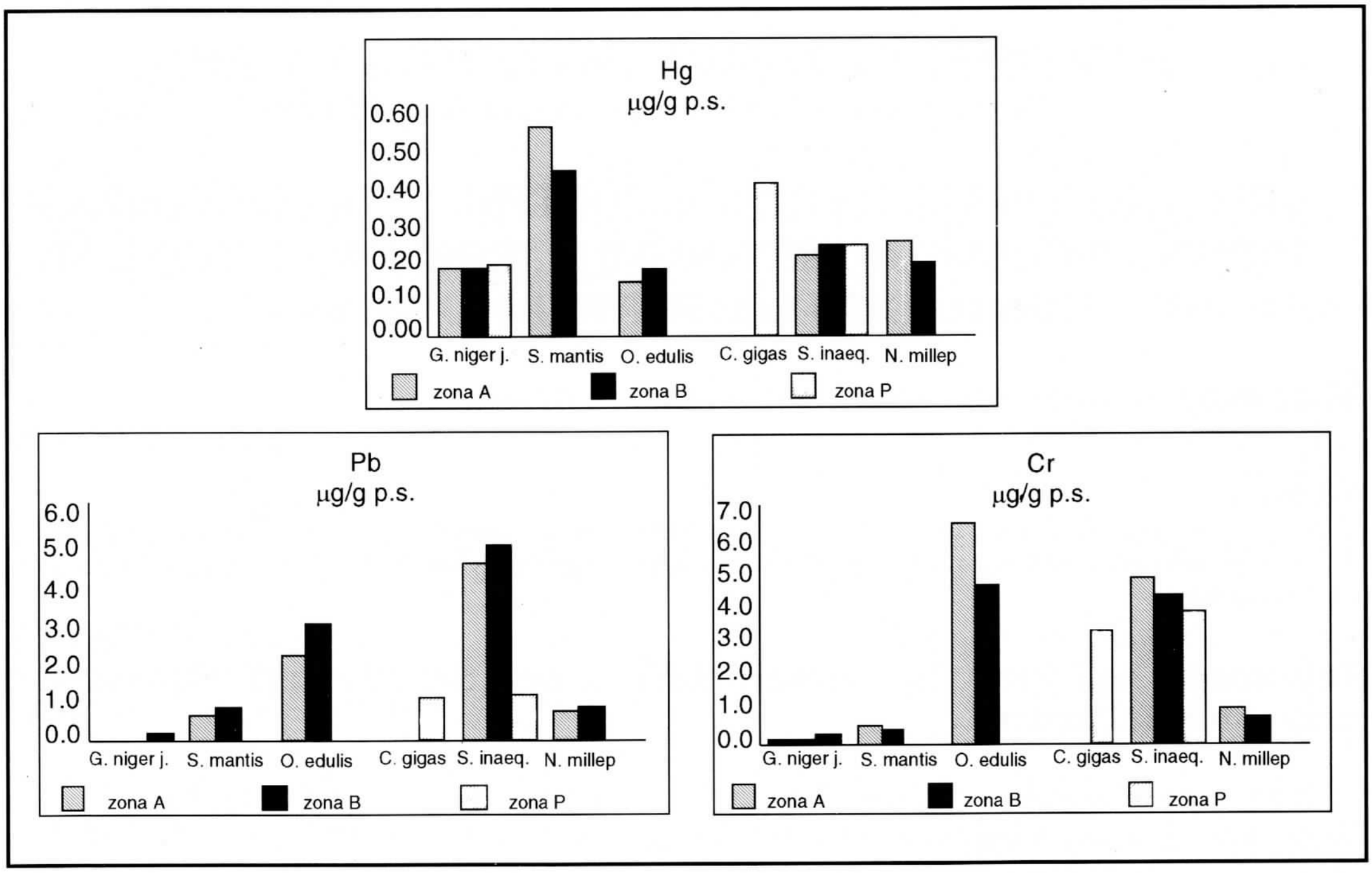


Fig. 1 - Concentrazione media dei metalli nelle specie campionate nelle zone indagate.

- *Scapharca inaequivalvis*, presente abbondantemente in tutte le zone con livelli apprezzabili dei metalli in studio, e secondariamente anche *Ostrea edulis* e *Squilla mantis* potrebbero essere le specie più indicate per i futuri controlli.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Dr. Corrado Barghigiani dell'Istituto di Biofisica del CNR di Pisa e la Dr. Gabriella Natale dell'ICRAM per la collaborazione prestata per lo svolgimento delle analisi.

Lo studio è stato finanziato dal Ministero dell'Ambiente.

Bibliografia

CIUSA W., GIACCIO M. (1984) - Il problema degli oligoelementi nelle specie ittiche italiane. Ed. Cacucci, Bari: 253pp.

GIANI M., GABELLINI M., PELLEGRINI D., BECCALONI E., GIORDANO R. (1992) - Trace metals in sediments of a dumping site in an italian coastal area of the Northern Adriatic. *Atti del 12th international symposium "Chemistry of the Mediterranean"*: 36-42.

PERDICARO R. (1989) - Studio del bioaccumulo di alcuni metalli pesanti nelle ostriche (*Ostrea edulis* e *Crassostrea gigas*) della laguna di Marano-Grado. *Oebalia*, **XV-1:** 203-212.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M, 1: pagg.. 219-220

R. SANDULLI
CASTALIA Centro Ricerche, Via Borzoli, 79/A GENOVA.

COMUNITÀ MEIOBENTONICHE DI ALCUNE SPIAGGE DELLA LIGURIA INTERESSATE DALL'INCIDENTE DELLA M/C "HAVEN"

Effects of the "Haven" oil spill on meiobenthos.

Abstract

The effects of the "Haven" oil spill on meiobenthos were studied applying the nematode/copepod ratio. Results show higher values of this index in the stations closer to the "Haven" sinking site.

Key-words: Oil spill, Meiobenthos, Nematode/Copepod ratio.

Nell'ambito del progetto di monitoraggio dell'ambiente marino a seguito dell'incidente dell'Aprile 1991 alla M/C "Haven", si è indagato sugli effetti dello sversamento di petrolio sul meiobenthos di 4 siti del Ponente ligure (Arenzano, Cogoleto, Varazze e Celle Ligure). Sono stati effettuati 4 campionamenti nell'arco di un anno prelevando carote di sedimento sulla linea di battigia (0 m), a 2 ed a 5 m di profondità.

Vengono qui riportati alcuni risultati preliminari relativi alle prime tre campagne di campionamento. Dai dati del 1° e del 2° campionamento (Luglio e Novembre'91) si evidenzia una scarsa abbondanza della meiofauna totale (FIG. 1A) in generale, ed in particolare dei nematodi (in media circa l'83 % degli organismi presenti). I copepodi mesobentici (interstiziali *s.str.*) sono poco abbondanti soprattutto ad Arenzano e Cogoleto.

In tale studio si è applicato un semplice indice biologico basato sul rapporto quantitativo tra i nematodi, che annoverano numerose specie tolleranti, ed i copepodi mesobentici, composti da specie, al contrario, molto sensibili a stress. Tale rapporto Nematodi/Copepodi mesobentici (Shiells e Anderson, 1985) mostra valori sensibilmente più elevati soprattutto a 2 e 5 m di profondità ad Arenzano e a Cogoleto rispetto agli altri due siti (FIG. 1B).

I risultati del 3° campionamento (Febbraio'92) sembrano mostrare un certo recupero della meiofauna in generale, che però potrebbe anche essere imputabile non tanto ad un ripristino delle qualità ambientali quanto al periodo riproduttivo di molte specie meiobentiche, con una netta ripresa dei nematodi, ma anche di taxa più sensibili (copepodi interstiziali, gastrotrichi..). I risultati biologici delle prime tre campagne di campionamento non sono di facile interpretazione poichè, purtroppo, mancano dati faunistici di confronto anteriori all'incidente della "Haven", tuttavia è possibile evidenziare una certa maggiore sofferenza della meiofauna dei siti di Arenzano e Cogoleto rispetto alla meiofauna di Varazze e Celle Ligure.

Bibliografia

RAFFAELLI D., (1982) - *Mar.Environ.Res.*, **7:** 151-164.
SHIELLS G.M., ANDERSON K.J., (1985) - *Mar.Poll.Bull.*, **16:** 62-68.

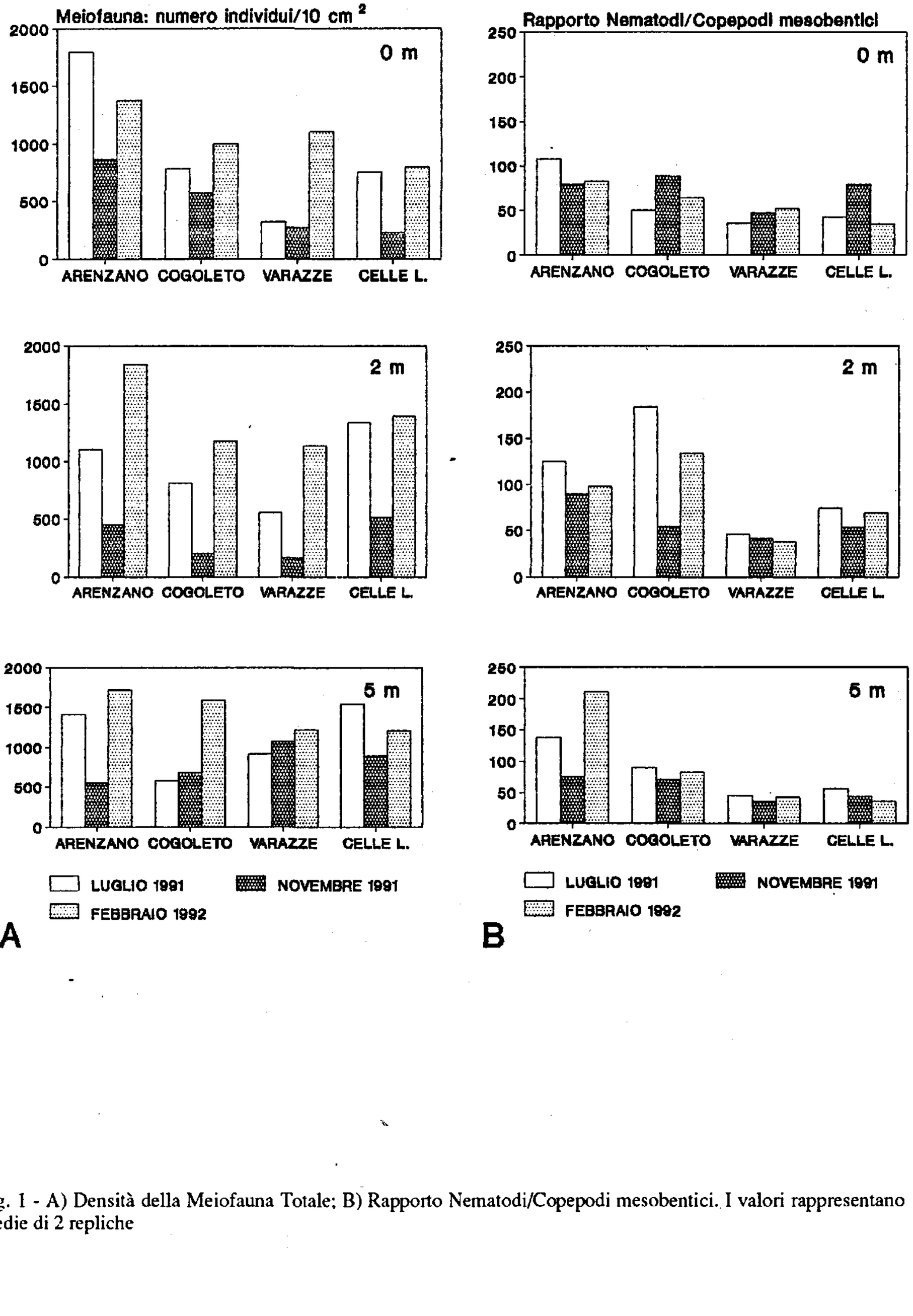


Fig. 1 - A) Densità della Meiofauna Totale; B) Rapporto Nematodi/Copepodi mesobentici. I valori rappresentano medie di 2 repliche

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg.. 221-222

G. SARÀ°, L. LOPIANO°°, D. SCILIPOTI°°, S. MIRTO°°, M. CAMPOLMI°°, A. MAZZOLA°°

°Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina dell'Università, Salita Sperone 31, 98166 Messina (Italia)

°°Istituto di Zoologia dell'Università, Via Archirafi 18, 90123 Palermo (Italia)

INDAGINE SUL PESCE NOVELLO NELLO STAGNONE DI MARSALA (SICILIA)

Juvenile fish in the Stagnone lagoon (Sicily)

Abstract

This note deals with the first year of investigation on juvenile fish collected in the Stagnone Lagoon (Sicily). We found 46 species distribute along a south-north gradient that subdivide the lagoon in two basins with different characteristics.

Key-words: Fish nursery; Lagoon; Sicily.

Introduzione

Lo Stagnone di Marsala è classificabile come "mare interno", con alte salinità estive e particolare idrodinamismo (Genovese, 1969), e presenta delle peculiarità che lo evidenziano come area di nursery naturale per molte specie ittiche.

Questa ricerca ha avuto lo scopo di censire per un anno gli stadi giovanili delle specie ittiche presenti all'interno dell'area, redigere una carta ittica del novellame e valutarne la distribuzione stagionale.

Materiali e metodi

Sono state scelte 10 stazioni in modo da coprire tutte le zone strategiche dello Stagnone, ed in ognuna di esse sono stati effettuati dei prelievi mensili utilizzando una tratta di 8 m. I campioni sono stati processati secondo metodi già decritti precedentemente (Mazzola, 1988).

Le catture raggruppate per stagioni sono state analizzate secondo metodi statistici quali l'analisi fattoriale delle corrispondenze (Benzecri , 1973; Legendre e Legendre, 1979). La diversità specifica annuale è stata analizzata secondo Shannon- Weaver (1949).

Risultati Le specie rinvenute sono risultate 46, con picchi di presenza specifica concentrati in primavera. In termini di biomassa, le maggiori catture si sono avute tra gennaio e marzo e sono state determinate dalla massiccia presenza di *Atherina boyeri*, *Boops salpa* e *Liza aurata*. Le specie più frequenti sono risultate: *A. boyeri*, *Aphanius fasciatus*, *L. aurata*, *L. ramada*, *Pomatoschistus microps* e il genere *Signatus*. Tra gli Sparidi, *Diplodus puntazzo*, *D. vulgaris* e *B. salpa* sono stati pescati da gennaio a giugno, *Sparus aurata* da gennaio ad aprile.

Discussione e conclusioni

Da un'analisi della diversità specifica su base annua riscontrata nelle 10 stazioni, si conferma l'esistenza di un gradiente decrescente con direzione sud-nord, che determina la divisione dello Stagnone in un bacino meridionale ed uno settentrionale con caratteristiche chimico-fisiche e biologiche differenti (Riggio e Di Pisa, 1983).

Analizzando la similarità delle stazioni si è visto che all'interno dello Stagnone si separano 2 clusters: nel primo si concentrano le due stazioni poste alle bocche, indipendentemente dalla stagionalità del campionamento; nel secondo troviamo concentrate le stazioni interne. L'analisi dei popolamenti delle specie ittiche rinvenute, conferma lo Stagnone come area di nurseries naturale con specie presenti in tutti i campio-

namenti e specie che si succedono secondo la stagionalità. È stato possibile evidenziare anche una distribuzione interna dei popolamenti che tiene conto delle peculiarità delle stazioni in termini di localizzazione e di successione stagionale.

Lavoro effettuato con finanziamento M.U.R.S.T 60%-90

Bibliografia

BENZECRI S.P. (1973) - L'analyse des données, 2 vols. *Dunod*, Paris.

GENOVESE S., (1969) Données écologiques sur le "Stagnone" de Marsala (Sicilie Occ.), *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.*, **19:** 823-826.

LEGENDRE L., LEGENDRE P., (1979) - Ecologie numérique. 2 vols. *Masson*, Paris.

MAZZOLA A., (1988) - Primi dati sulla montata del pesce novello alla foce del fiume Jato (Golfo di Castellammare, Sicilia). *Atti Seminari del U.O., Piano per la pesca e acquacoltura. C.N.R., Roma*, Vol.**II:** 757-772.

RIGGIO S., DI PISA G., (1983) - La teoria ecologica e la formulazione dei suoi modelli: uno studio sulla circolazione lagunare nello Stagnone di Marsala. *Libera università di Trapani.* Anno II **5:** 61-72.

SHANNON-WEAWER, (1949) - The matematical theory of comunication. *Urbana Univ. of Illinois Press* 117 pp.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 223-227

G.A.DE LEO°, M.GATTO°°

°Dipartimento di Biologia Evolutiva, Università di Ferrara, Via Luigi Borsari 16, 44100 Ferrara (Italia)
°°Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano

IL CICLO VITALE DELLE ANGUILLE (*ANGUILLA ANGUILLA* L.) NELLE VALLI DI COMACCHIO: UN MODELLO PER CLASSI D'ETÀ E LUNGHEZZA.

A Size-Structured Model of Eel Population Dynamics

Abstract

We derive a stochastic model for the dynamics of age and size classes of the eel population in the Comacchio lagoons. Identification of this model from data allows the estimation of metamorphosis and mortality rates, recruitment and abundances per hectare of yellow and silver eels.

Key-words: Eel population dynamics, Stochastic growth models, Size-dependent demography.

Introduzione

La teoria demografica classica é basata sulla premessa che il ciclo di vita di un individuo risulti completamente caratterizzato dalla sua età. Nonostante che modelli demografici di questo tipo siano stati applicati con successo in un buon numero di casi reali, esiste tuttavia un gran numero di animali e piante per cui l'ipotesi di stretta dipendenza dall'età risulta inappropriata. È stato infatti osservato che la lunghezza o il peso di un individuo hanno spesso un impatto sui tassi vitali di sopravvivenza e fecondità più rilevante di quello dell'età. L'influenza della taglia sulla dinamica di una popolazione risulta tanto più forte quanto più é variabile il tasso di crescita, cosa particolarmente vera per l'anguilla europea, *Anguilla anguilla* L.. D'altra parte l'inclusione di elementi stocastici nell'accrescimento complica drasticamente i modelli che descrivono la dinamica dell'età e della taglia di una popolazione (Schnute 1987). Per questo motivo, nella pratica, l'aspetto "stocastico" nello studio della dinamica di una popolazione viene completamente ignorato. In questo articolo viene derivato un modello stocastico per la distribuzione di taglia e d'età della popolazione di anguille delle Valli di Comacchio. Esso considera esplicitamente la variabilità individuale della crescita delle anguille e assume che la sola lunghezza sia sufficiente per determinare la proobabilità di argentinizzazione . La mortalità naturale risulta invece funzione della sola età.

Materiali e metodi

Sono stati utilizzati i dati riportati dettagliatamente nel lavoro di Rossi (1979) e consistenti in un campione casuale di 511 argentine estratto dalla pesca autunnale 1974-75 ai lavorieri e in un campione di 276 gialle estratto da una pesca effettuata appositamente con rete a strascico all'inizio dell'autunno 1976. Tali animali furono divisi in classi d'età e sesso e per ogni classe fu misurata lunghezza e peso. Da questi dati abbiamo stimato la relazione lunghezza-peso rispettivamente per i maschi e per le femmine nonchè i parametri del modello di crescita di Von Bertalanffy in cui si é assunto che la lunghezza dei ragani di età 0 é di 75 mm (Tab.1, D'Ancona 1960, Vøllestad, 1986). Per tener conto della selettività della rete si é utilizzata una procedura descritta nel lavoro di Gatto e Rossi (1979). Viene osservato che individui con tasso di crescita basso impiegano più tempo per raggiungere la maturità sessuale, segno che la probabilità di un individuo giallo di diventare argentino é legata non tanto all'età quanto piuttosto alla sua dimensione.

Tab. 1 - Parametri della relazione Lunghezza-Peso e della curva di crescita di Von Bertalaffy stimati dai dati del 1974-76. W è misurato in g, L in mm, x in anni. $\sigma 2(\varepsilon)$ è la stima della varianza dell'errore moltiplicativo sotto l'ipotesi di log-normalità; $R2$ il coefficiente di determinazione.

	$W(L) = \alpha L^{\beta}$				$L(x) = L_{\infty}(1 - e^{-kx}) + 75e^{-kx}$			
	α	β	$\sigma^2(\varepsilon)$	R^2	L_{∞}	k	$\sigma^2(\varepsilon)$	R^2
Maschi	3.9E-6	3.11	3.8E-3	0.981	441.1	0.485	5.8E-3	0.921
Femm.	8.1E-7	3.12	4.1E-3	0.987	567.0	0.383	4.7E-3	0.938

Il modello

La struttura della popolazione viene descritta dalla variabile $G(x,l)$ che fornisce il numero di *gialle* di età x e lunghezza l. L'ingresso dei *ragani* (anguille di età *0*) in Valle avviene in primavera. Si assume che l'accrescimento e la mortalità naturale delle gialle siano concentrati nei mesi caldi estivi. All'inizio del periodo autunnale una frazione degli individui gialli, di età x^+ e lunghezza l^+, si trasforma in *argentina*. Si assume che le funzioni di crescita, sopravvivenza e argentinizzazione nonchè il reclutamento siano costanti nel tempo anche se il modello può essere facilmente generalizzato in modo tale da comprendere questa dipendenza. Con queste ipotesi si può modellare ciascuno dei tre processi di crescita, sopravvivenza e argentinizzazione.

Crescita. Il tasso medio di crescita degli individui di una popolazione varia in genere man mano che gli individui diventano maturi. In assenza di una variazione individuale nel tasso di crescita, tutti gli individui di età x avranno la stessa lunghezza teorica $L(x)$. L'anguilla presenta tuttavia una forte variabilità individuale nell'accrescimento e perciò si può definire la lunghezza $l(x)$ di un individuo all'età x come:

$$l(x) = L(x)g$$

dove g é un fattore casuale assegnato a ciascun animale. Si assume che la distribuzione di g sia lognormale con media 1 e varianza σg^2. $L(x)$ può seguire diversi modelli (Seber e Wild 1989) ma, come già detto (Tab.1b), la curva che si adatta meglio ai dati di Comacchio é quella di Von Bertalanffy:

$$L(x) = L\infty(1 - exp(-kx) + l_o\, exp(-kx)$$

dove $L\infty$ é la lughezza massima, k un tasso metabolico e L_o=*75 mm*.

Sopravvivenza. Si assume che la mortalità sia funzione della sola età dell'individuo. Avendo indicato con:

$$\Sigma_0^l \max G(x,1).$$

il numero di individui che all'inizio della primavera hanno età x e lunghezza compresa fra 0 e il valore massimo l_{max}, detta $\sigma(x)$ la sopravvivenza da età x a età x^+, avremo che alla fine del periodo estivo:

$$\Sigma_0^l \max G(x^+,1) = \sigma(x) \cdot \Sigma_0^l \max G(x,1)..$$

Se ipotizziamo che la probabilità di morire fra x e $x+dx$ abbia una distribuzione di tipo Weibull a due parametri, la funzione di sopravvivenza assume la forma:

$$\sigma(x) = exp((x/b)^c - ((x + 1)/b)^c)$$

con b e c da stimare.

Argentinizzazione. Si assume che la probabilità di diventare p73 p73 argentine sia funzione della sola lunghezza. Detta $\gamma(l)$ la percentuale di gialle di classe l che diventano argentine all'inizio del periodo autunnale si ha che:

$$A(l) = \Sigma_x \gamma(l) \cdot G(x^+,l)$$

dove $A(l)$ é il numero complessivo di argentine di lunghezza l pescate durante la stagione autunno-invernale. All'inizio della primavera successiva la popolazione di gialle sarà legata a quella dell'autunno precedente dalla seguente relazione:

$$G(x + 1,l) = (1 - \gamma(l)) \cdot G(x^+,l)$$

Per $\gamma(l)$ si assume una generica forma sigmoide del tipo:

$$\gamma(l) = \gamma^{max} \cdot (1 + exp((\lambda - l) / \eta))^{-1}$$

Pertanto $\gamma(l)$ cresce con l fino a raggiungere γ^{max}. λ é una costante di semisaturazione, mentre η é inver-

samente legato alla pendenza della curva di argentinizzazione

Stima dei parametri del modello

In conseguenza del marcato dimorfismo sessuale é necessario descrivere separatamente la dinamica delle femmine e quella dei maschi. Questi condividono con le femmine la stessa curva di sopravvivenza, mentre accrescimento e argentinizzazione sono differenti. Per la curva di metamorfosi delle femmine bisogna stimare i tre parametri γ^{max}_F, λ_F e η_F, mentre per i maschi si assume che γ^{max}_M sia pari a 1 e λ_M e η_M incogniti. La curva di sopravvivenza ha due parametri incogniti *b* e *c*. In totale quindi, bisogna stimare questi 7 parametri più un ottavo, l'entità *R* del reclutamento. Oltre a γ^{max}_M si suppone che siano noti anche i parametri della curva di crescita L_∞, k e σ_{g2} stimati sui dati di lunghezza-età del 1974-76 separatamente per i maschi e le femmine. Poiché le stime di abbondanza della classe d'età *0* sono irrealistiche a causa della selettività della rete (Gatto e Rossi, 1979), viene considerato il reclutamento all'età 1. Esso viene distribuito nelle varie classi di lunghezza consistentemente con l'ipotesi di lognormalità per *l(1)*. Gli individui possono assumere una lunghezza compresa fra 45 e 1200 mm con classi di ampiezza di 30 mm. Il rapporto sessi delle femmine sui maschi viene fissato a 4:1 per le gialle e a 2.6:1 per le argentine.

I parametri incogniti sono stati stimati in due tempi. In primo luogo, nota la *distribuzione percentuale* iniziale del reclutamento, sono state calcolate le *distribuzioni percentuali* $\hat{\pi}(l)$ per classi di lunghezza di gialle e argentine. Tali distribuzioni dipendono da tutti i parametri escluso il reclutamento. Minimizzando lo scarto quadratico dalle distribuzioni vere $\pi(l)$, abbiamo stimato i 7 parametri di sopravvivenza e argentinizzazione, ottenendo l'adattamento di Fig.1.

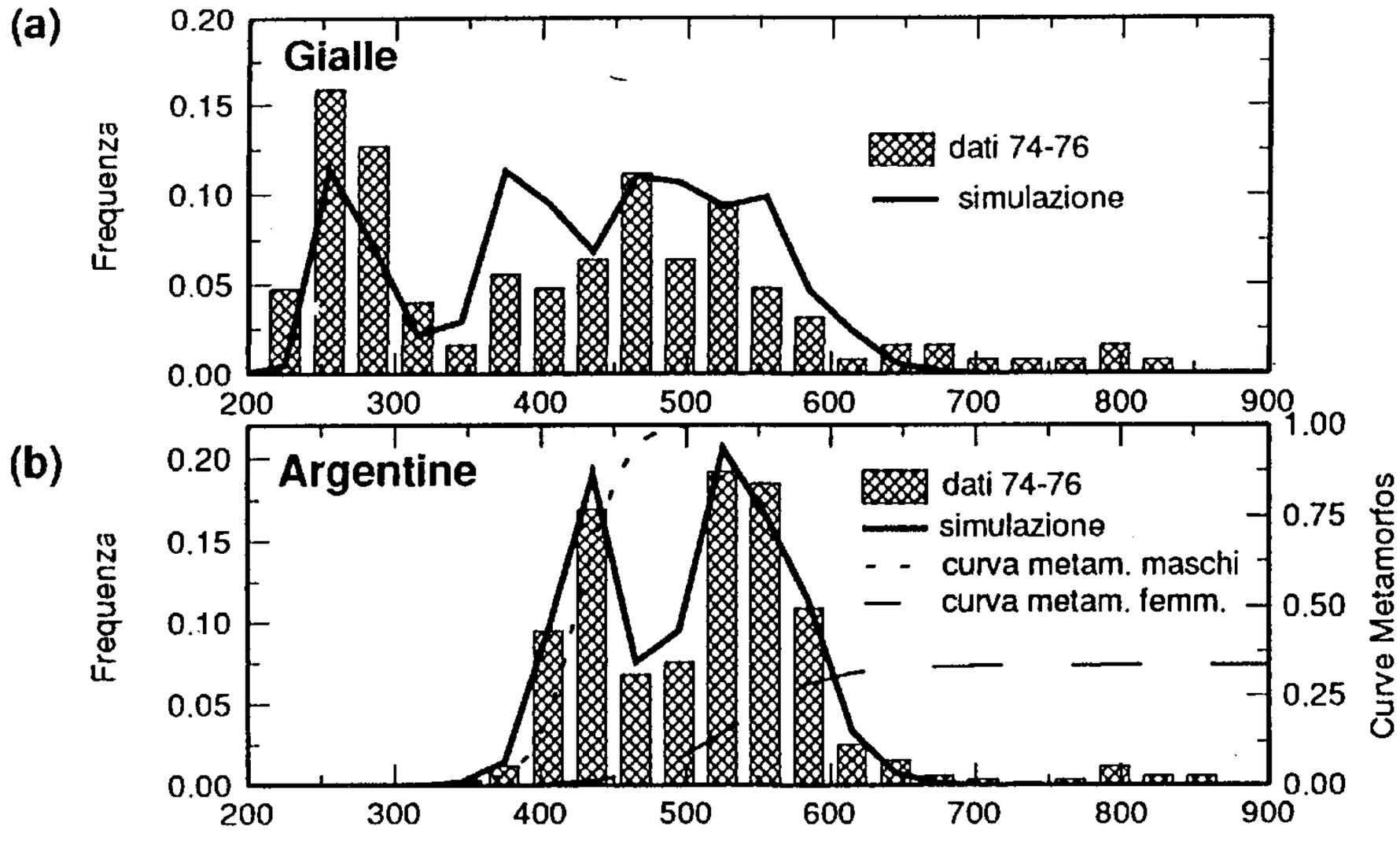


Fig. 1 - Distribuzioni per classi di lunghezza osservate e simulate per le anguille gialle (Fig. 1a) e per quelle argentine (Fig. 1b). In ascissa sono riportate le lunghezze in mm e in ordinata le frequenze relative a ciascuna classe (ampiezza 30 mm). In Fig. 1b sono state disegnate anche le curve di argentinizzazione dei maschi e delle femmine.

Si é poi stimato il reclutamento (come N.individui/ha e come kg/ha), cercando quel valore di *R* che minimizza lo scarto quadratico fra il totale effettivamente pescato in ciascuno degli anni 1974-1980 e quello previsto dal modello. Infatti, nota la relazione fra lunghezza e peso, si può calcolare il peso delle argentine

in ciascuna classe di lunghezza e conseguentemente il peso totale della cattura durante una stagione di pesca.

Risultati

I risultati sono riportati in Fig.1 e in Tab.2. I valori delle sopravvivenze (Tab.2b) sembrano accettabili da un punto di vista biologico (Rossi *et al.* 1987/1988), con una sopravvivenza giovanile sensibilmente inferiore a quella adulta. Le curve di argentinizzazione (Fig.1b) sono sostanzialmente in accordo col lavoro di Gatto e Rossi (1979). La frazione di maschi che diventano argentini é praticamente nulla fino a 370 mm e diventa massima a circa 480 mm. Le femmine cominciano ad argentinizzare solo dopo i 460 mm e la massima percentuale, raggiunta verso circa i 670 mm, é pari a circa il 34% e si assesta su questo valore per lunghezze maggiori. La stima del reclutamento per ettaro all'età 1 (Tab.2a) fornisce un valore di poco superiore ai 10 Kg/ha. Prima degli anni '70 alcune stime sull'entità del reclutamento sembravano indicare densità con punte fino a 20 Kg/ha e quindi il valore da noi stimato, sebbene sensibilmente inferiore a quello suggerito da Gatto e Rossi (1979) sembra sostanzialmente in accordo con la drastica diminuzione della resa iniziata negli anni settanta.

Conclusioni

Tab. 2 - In tabella *2(a)* sono riportati i valori dei parametri della curva di sopravvivenza Weibull, della curva di argentinizzazione per le femmine e per i maschi nonché l'entità del reclutamento e della produzione stimati dai dati del 74-76; in tabella *(2b)* viene riportata la stima delle sopravvivenze annuali per età.

(a)

Weibull	b	0.24
	c	0.35
Arg.Femm.	$\gamma^{Max}{}_F$	0.35
	λ_F	53.93
	η_F,	2.46
Arg.Maschi	λ_M	41.85
	η_M	1.25
Reclutamento	Ind./ha	670.00
	Kg/ha	11.88
	Tot. Kg	1188.47
Produzione	Tot. Kg	723.40
	Femm. Kg	599.30
	Maschi Kg	124.10

(b)

Età	Sopravv.
1	0.195
2	0.637
3	0.726
4	0.774
5	0.804
6	0.826
7	0.843
8	0.855
9	0.866
10	0.875
11	0.882
12	0.888

In questo articolo è stato sviluppato un modello a classi di età e lunghezza per la popolazione di anguille delle Valli di Comacchio. Sono state stimate le sopravvivenze in ciascuna classe di età e le curve di argentinizzazione in funzione della lunghezza dell'anguilla. La stima del reclutamento per ettaro risulta inferiore quella fornita da Gatto e Rossi (1979). Il modello a classi d'età e di lunghezza sviluppato in questo lavoro può diventare uno strumento utile e estremamente flessibile per esplorare diverse strategie di gestione della pesca nelle Valli di Comacchio.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. R. Rossi per aver messo a disposizione i dati raccolti negli ultimi vent'anni a Comacchio e il Dott. Alberto Carrieri per i preziosi suggerimenti.

Riassunto

È stato sviluppato un modello stocastico basato su una classificazione multipla degli individui per età e lunghezza. Questo modello considera esplicitamente la variabilità individuale della crescita delle anguille e assume che la sola lunghezza sia sufficiente per determinare la probabilità di argentinizzazione delle anguille gialle. È così possibile propagare nel tempo la funzione di densità di probabilità della lunghezza di una coorte di individui. L'identificazione di questo modello dai dati reali permette una stima delle mortalità, dei tassi di argentinizzazione e delle abbondanze per ettaro delle anguille gialle e argentine.

Bibliografia

D'ANCONA U. (1960)- The life-cycle of the Atlantic Eel. *Symposia of the Zool. Society of London* 1/61-77.

GATTO M. E ROSSI R. (1979)- A Method for Estimating Mortalities and Abundances of the Valli di Comacchio Eels. *Memorie dell'Istit. Ital. di Idrob.* Suppl. **37:** 107-114

ROSSI R. (1979). An estimate of the Production of the Eel Population in the Valli di Comacchio (Po Delta), during 1974-1976. *Boll. Zool.* **46:** 217-223.

ROSSI R., CARRIERI A., FRANZOI P., CAVALLINI G., GNES A. (1987/88)- Eel Population Dynamics in the Comacchio Lagoons. *Oebalia*, **15:** 87-106.

SCHNUTE J T. (1987)- A General Fishery Model for Size-Structured Fish Population. *Can J. Fish. Aquat. Sci.*, **44:** 924-940.

SEBER G.A.F. e WILD C.J. (1989)- Non-Linear Regression. John Wiley & Son., Inc., USA

VØLLESTAD L.A. E JONSSON B. (1986)- Life-History Characteristic of the European eel Anguilla anguilla in the Imsa River, Norway. *Tr. of the Am. Fish. Soc.*, **115:** 864-871.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 229-232

A. CARRIERI°, G. CAVALLINI°°, B.S. DEZFULI°, G. GRANDI°, R. ROSSI°°°
°Dipartimento Biologia Evolutiva dell'Università, Via L. Borsari 46, 44100 Ferrara (Italia)
°° S.I.VAL.C.O. S.p.A., Comacchio (FE)
°°°Dip. Scienze Ambientali dell'Università, Viterbo

CRESCITA DI MASCHI ARGENTINI DI ANGUILLA *(ANGUILLA ANGUILLA* L.) IN ALLEVAMENTO INTENSIVO

Growth of male silver eels

Abstract

Growth of male silver eels in intensive rearing ponds was assessed.

Key-words: Aquaculture, growth, gonads, *A. anguilla*

Introduzione

È noto che le anguille argentine mostrano accrescimenti non paragonabili a quelli di anguille gialle di pari taglia (TESCH, 1977); e che in allevamenti intensivi una certa quota argentinizza precocemente (RAVAGNAN, 1978). Nell'allevamento intensivo della S.I.VAL.CO di Comacchio, in particolare, esperienze condotte negli anni 1988-89 a partire da ragani svezzati in loco, mostrano che già dopo il primo anno una quota fra il 20 ed il 30% del peso totale ad una taglia di circa 150 g argentinizza in senso maschile ('vallino') e viene quindi commercializzata ad un prezzo inferiore a quello della più grande femmina argentina (CAVALLINI, 1991). Scopo della presente ricerca è la verifica delle residue potenzialità di accrescimento dei vallini sottoposti ad una ulteriore stagione di allevamento intensivo.

Tab. 1 - Risultati della prima prova.

	Camp. Iniziale	Camp Intermedio		Camp Finale	
	Dic.89	Dic.89	Mag.90	Dic.89	Nov.90
N.	467	41	41	163	163
L.t. cm	42.7	41.9	42.8	42.5	48.7
D.s.	4.7	3.9	3.5	4.5	3.4
P. med. g	162.9	161.2	146.5	161.6	208.9
D.s.	52.7	49.9	36.8	52.1	44.2
Incr. P. med. g			-14.7		47.3
Incr. P. med. %		-7.4			36.6
FM					1.3
Incr. g (da Mag.90)					62.4
Incr. % (da Mag.90)					42.6
FM (da Mag.90)					1.4

Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta presso gli impianti della S.I.VAL.C.O. S.p.A. di Comacchio (FE), in vasche di allevamento in terra di 2400 m^2 con prevasca in cemento. Nel dicembre 1989 un lotto omogeneo di 467 vallini provenienti dal primo anno di allevamento intensivo (Tab. 1), sono stati marcati individualmente con

marchio iperraffreddato in azoto liquido e riseminati in una vasca di allevamento con 1365 Kg di anguille gialle della stessa pezzatura (W= 148.8 ± 48.37 g). A novembre '90 tutta la vasca è stata pescata ed è stata ricontrollata la ricattura di individui marcati. Nel giugno 1991 è stata ripetuta la prova allestendo un'intera vasca di allevamento con un carico iniziale di 721 Kg di vallini; e parallelamente è stata predisposta una vasca con un carico iniziale di 2360 Kg di anguille gialle di taglia analoga, per consentire un confronto diretto a fine esperienza. Ad ottobre 1991 entrambe le vasche sono state pescate e subcampionate per il controllo degli accrescimenti. In entrambe le esperienze agli animali in allevamento è stato fornito mangime commerciale sotto forma di pastone umido in ragione del 1.5-3% del carico.

Al termine della seconda prova sono stati prelevati campioni di gonadi per l'indagine istologica. Frammenti di gonadi, fissati in Bouin ed inclusi in paraffina, sono stati colorati con Azan-Mallory.

Risultati

Accrescimento

Al termine della prima prova sono stati pescati 5219 Kg di anguille, vallini marcati e gialle. Per l'elevato quantitativo, il controllo delle ricatture è stato possibile solo su un sottocampione di circa 2000 Kg, che conteneva 163 vallini marcati. In proporzione al campione totale si può stimare una presenza di 427 individui, cioè una percentuale di ricattura, e quindi di sopravvivenza, del 91.4%. Nella Tab.1 sono riportati i dati del campione iniziale, di un campione intermedio e di quello finale, relativi ai soli vallini. L'incremento in peso medio, ottenuto dagli incrementi individuali, è risultato, a fine esperienza, di circa il 37% del peso medio iniziale. Nel periodo di allevamento sono inclusi anche i mesi invernali durante i quali gli animali, non alimentandosi, hanno perso di peso (Tab. 1). Se si confrontano, quindi, i dati finali con quelli del campione intermedio che descrive la situazione al momento della ripresa dell'alimentazione, ne risulta che l'incremento ponderale è di circa il 43%, con un fattore di moltiplicazione del peso (FM) di 1.4. Le anguille gialle di pari taglia iniziale, assieme alle quali i vallini erano stati seminati, hanno mostrato un accrescimento eccezionale (W= 566.2 ± 108.53), con un pescato finale di 5130 Kg: l'incremento di biomassa è stato di 3765 Kg, pari al 276% della biomassa iniziale (FM = 3.8).

Nella Tab. 2 sono riportati i risultati ottenuti nella seconda prova, separatamente per i vallini e le gialle. Per quanto riguarda i vallini, i dati finali sono del tutto paragonabili a quelli ottenuti nella prima prova, quando si consideri come momento di partenza di quest'ultima il campione di maggio; l'incremento in peso medio risulta essere del 40% (FM = 1.4), pari a quello della biomassa, con una sopravvivenza di circa il 99%. La conversione alimentare è stata di 6.7:1. Per le gialle gli incrementi sono assai superiori: l'aumento del peso medio è stato del 153% (FM = 2.5); e l'indice di conversione 2.7:1. Anche per le gialle si è avuta una sopravvivenza che sfiora il 100%, dal momento che l'incremento della biomassa (151%) è del tutto simile a quello del peso medio.

Indagine istologica

Tab. 2 - Risultati della seconda prova.

	VALLINI		GIALLE	
	Inizio	Fine	Inizio	Fine
N.	286	281	126	134
L.T. cm	40.3	45.6	43.3	61.6
D.s.	3.2	3.3	9.6	4.1
Peso medio g	127.2	178.6	183.8	465.3
D.s.	27.3	43.5	137.1	111.1
Biomassa Kg	721	1005	2360	5935
Incr. P. medio g		51.4		281.5
Incr. P. medio %		40.4		153.1
Incr. Biomassa Kg		284		3575
Incr. Biomassa %		39.4		151.5
FM		1.4		2.5
Indice Conversione		6.7		2.7

Sono state esaminate 55 gonadi di anguille, con lunghezza totale compresa tra 41.2 e 55.5 cm. Quarantotto individui (L.t.= 49.5 ± 3.49 cm; W= 226.7 ± 51.68 g) presentavano gonadi con caratteristiche istologiche tipiche di un testicolo, anche se non ancora completamente maturo, data l'assenza di una struttura tubulare ben definita e di spermatozoi. Le altre 7 anguille possedevano gonadi con struttura tipicamente maschile, ma con oociti entro i cordoni di cellule germinali; in 3 (L.t.= 49.9 ± 0.65 cm; W= 242.1 ± 39.14 g) gli oociti sono dell'ordine di poche unità per sezione istologica, mentre nelle restanti 4 (L.t.= 53.2 ± 2.08 cm; W= 285.3 ± 52.43 g) si notano numerosissime cellule germinali femminili in diversi stadi di sviluppo. Mentre la presenza di alcuni oociti in testicoli di anguille argentine, soprattutto se provenienti da allevamenti intensivi, è un fatto che rientra nella norma (COLOMBO e ROSSI, 1978), il quadro presentato da questi ultimi esemplari risulta del tutto anomalo e meritevole di ulteriori indagini.

Discussione e conclusione

I risultati ottenuti in entrambe le prove hanno dimostrato che i maschi argentini (vallini), provenienti dal primo anno di allevamento intensivo ed alimentati per una ulteriore stagione di crescita, mostrano un accrescimento ponderale mediamente del 40% (FM = 1.4) rispetto al peso medio all'inizio della stagione di crescita. L'elevato accrescimento fatto registrare da alcuni vallini potrebbe essere correlato con elevati livelli di ormoni estrogeni in circolo come conseguenza della massiccia presenza di cellule germinali femminili, visto il positivo effetto che questi ormoni hanno sulla crescita dell'anguilla quando somministrati ad esempio con la dieta (DEGANI, 1986). Il fattore di moltiplicazione di anguille gialle di pari taglia è di 2.5. Quello ottenuto durante la prima esperienza (FM = 3.8) è stato del tutto eccezionale, probabilmente dovuto alla qualità del seme (ragano già svezzato) ed alla bassa densità del carico iniziale. L' incremento in peso dei vallini, pur non essendo paragonabile a quello delle gialle di pari taglia iniziale, non va sottovalutato, se inquadrato in una visione globale dell'allevamento intensivo dell'anguilla. Nel nord Italia, infatti, il ciclo di allevamento intensivo, partendo dallo stadio di ragano svezzato, è biennale (RAVAGNAN, 1978) e la pesca avviene, generalmente, in autunno. Qualora l'impianto non preveda o non disponga di strutture per lo sverno delle anguille commercialmente immature (I° anno) può essere conveniente pescare nell'autunno le sole vasche di II° anno, contenenti anguille per lo più vendibili, e rimandare la pesca delle vasche di I° anno alla primavera successiva. Ciò comporta almeno 2 vantaggi:

1) minore impegno di personale per diminuita necessità di pesca sulle vasche del primo anno con conseguente possibilità di concentrare la pesca delle vasche di secondo anno nel più breve tempo possibile, sfruttando quindi al massimo la stagione di crescita;
2) pesca e selezione delle anguille di I° anno in un periodo dell'anno meteorologicamente più favorevole (primavera). Alla luce della residua potenzialità di crescita verificata con queste esperienze, potrebbe essere conveniente sottoporre ad ulteriore periodo di allevamento i vallini pescati nella primavera, per venderli durante il periodo estivo di maggiore richiesta.

Questa gestione consentirebbe di estendere il periodo di commercializzazione di questo prodotto approfittando delle migliori condizioni del mercato, soggetto a forte stagionalità. Si potrebbe anche disporre già nel primissimo autunno di vallini per la marinatura, avendo ottenuto, inoltre, un incremento, seppure modesto, di biomassa con evidenti vantaggi economici.

Summary

Possible growth of male silver eels (*A. anguilla* L.) coming from a first intensive rearing season was assessed by performing two tests in the 1989-91 period. After another breeding season the final average weight increased 1.4 times (40%, conversion index 6.7:1) of the initial one, without significant mortality. Such a result, even if lower than those of yellow eels of equal size, could justify a further intensive breeding season in order to extend the sale period and to avail better market conditions.

Bibliografia

CAVALLINI G. (1991) - Svezzamento dell'anguilla: l'esperienza di Comacchio. *Laguna*, **4**: 16-21.
COLOMBO G., ROSSI R. (1978) - Environmental influences on growth and sex ratio in different eels populations (*An-*

guilla anguilla L.) of Adriatic coasts. In *Physiology and behaviour of marine organisms*. Pergamon Press, Oxford: 313-320.

DEGANI G., (1986) - Effect of dietary 17-β-estradiol and 17-α-methyltestosterone on growth and body composition of slow-growing elvers (*Anguilla anguilla* L.). *Comp. Biochem. Physiol.*, **85A** (2): 243-247.

RAVAGAN G., (1978) - Vallicoltura moderna. Edagricole, Bologna, pp. 283.

TESCH F.W., (1977) - The eel. Chapman and Hall, London, pp. 434.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg 233-238.

L.MARINIELLO, D.DI CAVE
Istituto di Parassitologia Università di Roma "La Sapienza" Piazzale A. Moro 5, 00185 Roma

ISOPODI PARASSITI DI SPECIE ITTICHE DI INTERESSE COMMERCIALE PRESENTI NEL LAGO DI LESINA

Parasitic isopods of fish from Lesina lake (fg - Italia)

Abstract

A survey on parasitic Isopods of fish from Lesina lake is in progress. Morphological and taxonomic studies have permitted the identification of two different species belonging to the family Cymothoidae.

Key-words: Parasites, Isopods, fish, lagoons.

Introduzione

Nel corso di indagini sui metazoi parassiti di specie ittiche presenti nelle lagune salmastre italiane è in corso di studio la frazione costituita dagli Isopodi. Questi parassiti oltre a poter esercitare una notevole azione patogena sugli ospiti, possono essere utilizzati anche come indicatori biologici. Come altri ectoparassiti costituiscono infatti un utile strumento non solo per lo studio di vari aspetti della biologia delle specie ospiti ma anche per una valutazione indiretta delle caratteristiche ambientali.

Materiali e metodi

Lo studio è stato effettuato su un totale di 307 esemplari appartenenti a sette diverse specie ittiche: *Mugil cephalus* (41), *Liza ramada* (89), *Liza aurata* (11), *Liza saliens* (39), *Chelon labrosus* (18), *Atherina boyeri* (100) e *Dicentrarchus labrax* (9). Il materiale studiato proviene dal lago di Lesina, laguna costiera influenzata dalla confluenza di acque dolci e salate.

Gli isopodi parassiti, rimossi dall'ospite, sono stati conservati in alcol 70°. L'allestimento di preparati fissi delle appendici, tassonomicamente discriminanti, è stato effettuato in polivynil lattofenolo. I disegni sono stati eseguiti al microscopio binoculare con l'ausilio della camera lucida.

Risultati

Lo studio morfologico e tassonomico ha permesso la identificazione di due specie di Isopodi parassiti:
(Fig.1; Tab.1-a)

Ordine:	Isopoda Latreille, 1817
Sottordine:	Flabellifera Sars, 1882
Famiglia:	Cymothoidae Dana, 1852
Sottofamiglia:	Cymothoinae
Genere:	Mothocya Costa, 1851
Specie:	Mothocya epimerica Costa, 1851

Localizzazione: Cavità branchiale, sotto l'opercolo. Prevalenza: 100 esemplari di *Atherina boyeri*, 14 parassitati.
(Fig.2; Tab.1-b,c)

Sottofamiglia:	Anilocrinae
Genere:	*Nerocila* Leach, 1818
Specie:	*Nerocila orbignyi* (Guerin-Mèneville, 1829-1832)

Localizzazione: Pinne e superficie del corpo.
Prevalenza:

42 esemplari di *Mugil cephalus*	1 parassitato;
27 esemplari di *Liza aurata*	3 parassitati;
39 esemplari di *Liza saliens*	1 parassitato;
18 esemplari di *Chelon labrosus*	1 parassitato.

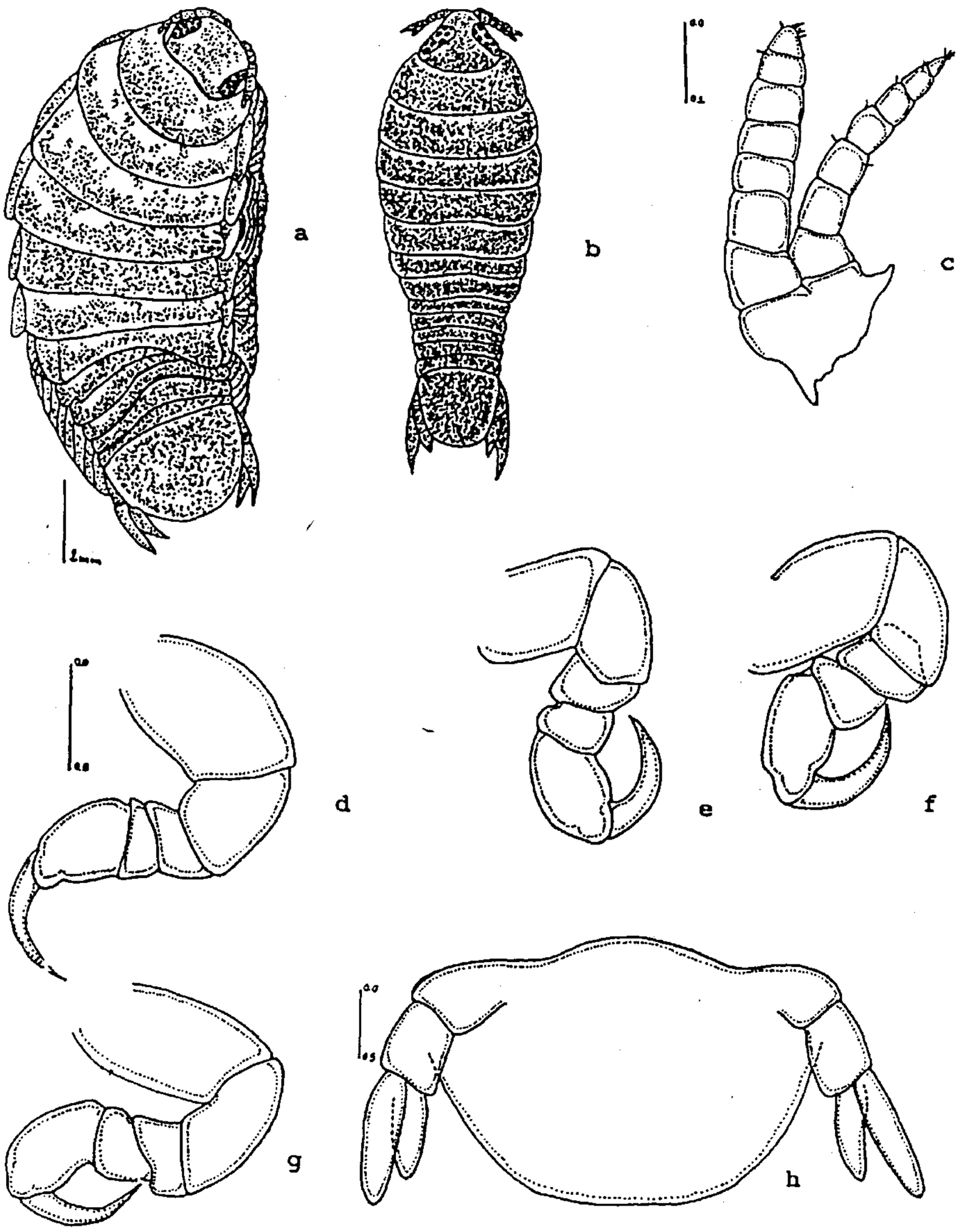
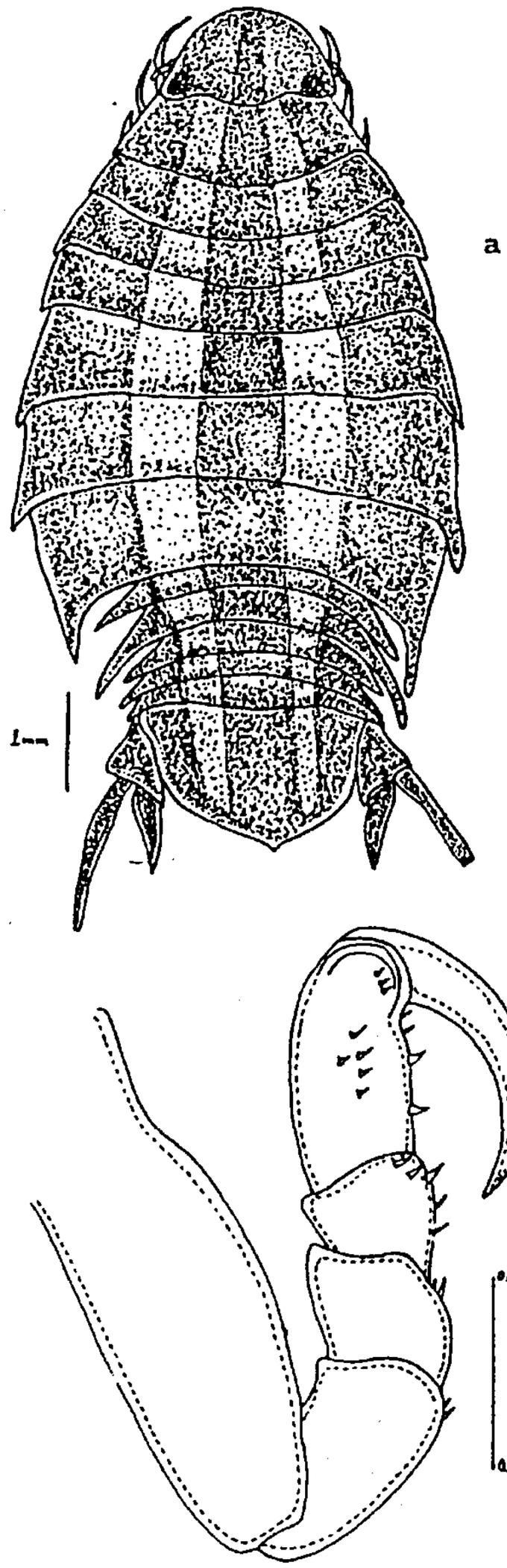


Fig.1 - Mothocya epimerica

a- individuo in fase femminile
b- individuo in fase maschile
c- antennule e antenne ♀
d- 1° pereiopode ♀
e- 5° pereiopode ♀
f- 6° pereiopode ♀
g- 7° pereiopode ♀
h- telson e uropodi



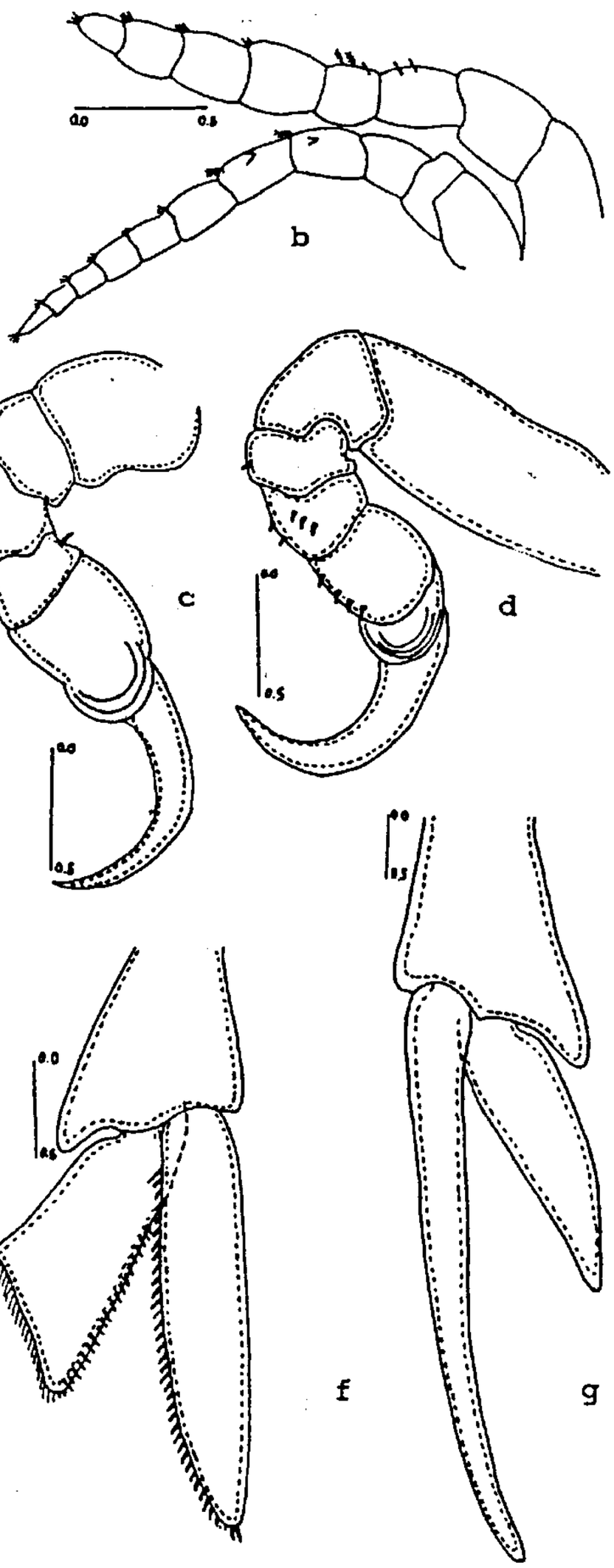
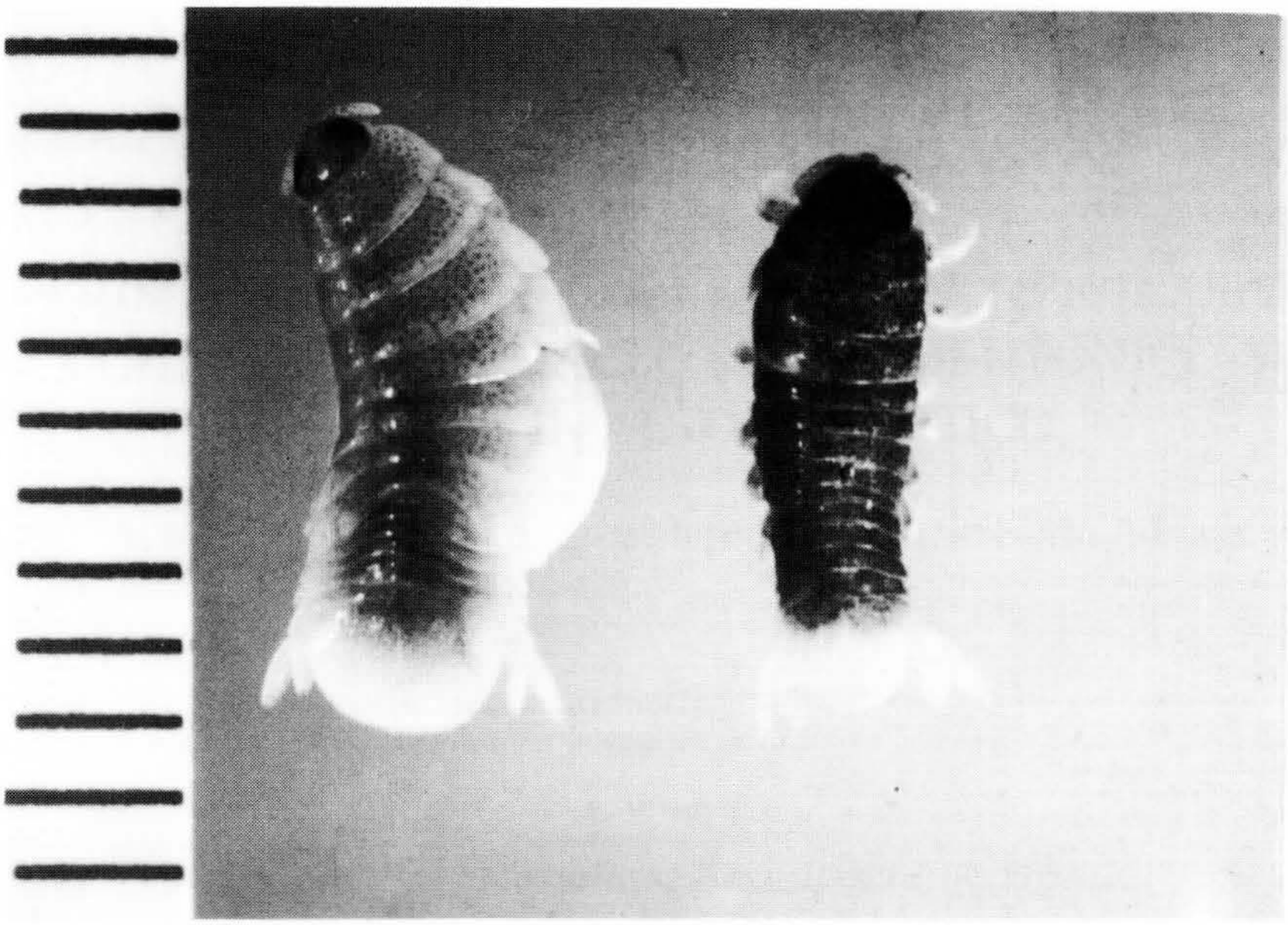


Fig.2 - Nerocila orbignyi
a- individuo in fase femminile
b- antennule e antenne ♀
c- 1° pereiopode ♂
d- 6° pereiopode ♂
e- 7° pereiopode ♂
f- uropodi ♂
g- uropodi ♀



a

b

c

Tab. 1 a - Mothocya epimerica (♀ e ♂). Vista dorsale.
b - Nerocila orbignyi. Individuo in fase sessuale femminile. Vista dorsale.
c - Nerocila orbignyi. Individuo in fase sessuale maschile. Vista dorsale.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 239-244

N. MATTEI°, M. PELLIZZATO°°

°Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Siena, Via delle Cerchia, 3 - 53100 SIENA
°° S.Croce, 1860/B - 30135 VENEZIA

SPERIMENTAZIONE DI COLLETTORI ARTIFICIALI PER LA RACCOLTA DI PETTINI, ALLO STADIO BENTONICO-SESSILE (SPAT), IN ALTO ADRIATICO

Experimentation of artificial structures to catch pectinid spat, in North Adriatic sea

Abstract

Il presente lavoro riporta i dati dei primi quindici mesi (gennaio 1991-marzo 1992) di ricerca relativi alla sperimentazione di tre tipi di collettori artificiali per il reclutamento dello stadio bentonico sessile di pettini, in tre stazioni del Nord-Adriatico.

Key-words: Scallop, *Pecten jacobaeus*, *Aequipecten opercularis*, artificial structures, Spat, North Adriatic

Introduzione

Nella famiglia dei Pectinidae italiani la specie di maggior valore commerciale è rappresentata dal *Pecten jacobaeus* (L., 1758). Altre specie di pettini, quali *Aequipecten opercularis* (L., 1758), *Flexopecten (Protopecten) glaber* (L., 1758) e *Chlamys varia* (L., 1758), sono spesso pescate durante la pesca bentonica con rapidi o draghe. Questa importante Famiglia di molluschi bivalvi ha costituito da più di 30 anni un'importante risorsa del settore della pesca dei molluschi. Negli ultimi 10 anni però, l'attenzione delle marinerie si è concentrata principalmente sulla specie maggiormente richiesta dal mercato rappresentata dal *P. jacobaeus* (cappasanta). La crescente richiesta per questa specie e la contemporanea diminuzione dei quantitativi pescati, ha provocato un sempre maggior interesse per le tecniche di allevamento di questo importante mollusco bivalve. Questa ricerca si pone come obiettivo la sperimentazione di collettori artificiali per la cattura dello stadio bentonico-sessile (spat), durante il quale i pettini sono dotati di un bissofiliforme, riportando i risultati di quindici mesi di sperimentazione (gennaio 1991 - marzo 1992) di tre differenti tipi di collettori artificiali in tre stazioni del Nord Adriatico.

Questa fase infatti, come la maggior parte degli allevamenti di molluschi bivalvi, si porrebbe come primo stadio di un allevamento di pettini in strutture controllate in ambienti marini.

La famiglia dei Pectinidae è presente in concentrazioni tali da essere sfruttate economicamente solo nel Nord-Adriatico (Piccinetti *et al.*, 1986 - Fao, Fisheries records 345/86:99-105). La pesca di queste specie è iniziata negli anni sessanta con l'introduzione della draga denominata "rapido" per la pesca di specie bentoniche viventi anche ad elevate profondità.

L'intensa attività di pesca perpretata negli ultimi 10 anni nel Nord-Adriatico con attrezzature sempre più sofisticate ed uno scarso controllo del rispetto della normativa vigente soprattutto in relazione alla salvaguardia della cattura di individui di piccole dimensioni (senza che abbiano svolto almeno un ciclo riproduttivo), hanno portato ad un progressivo depauperamento dei banchi italiani. Inoltre, una naturale tendenza in particolare della specie *P.jacobaeus* ad avere fluttuazioni di densità, hanno prodotto un forte calo di questo importante risorsa marina (Figura 1). In molti paesi dove sono presenti altre specie di pettini quali *Pecten maximus* (Atlantico nord- orientale), *Argopecten irradians, Placopecten magellanicus* (Atlantico nord-occidentale), *Mizupecten yessoensis* (Pacifico nord-occidentale), *Amusium sp.* (Indo Pacifico e Pacifico orientale), ad una attività di pesca non sempre redditizia, sono state affiancate fiorenti attività di allevamento in impianti di maricoltura.

Lo stadio larvale di questi organismi è caratterizzato da uno stadio bentonico della durata di circa un me-

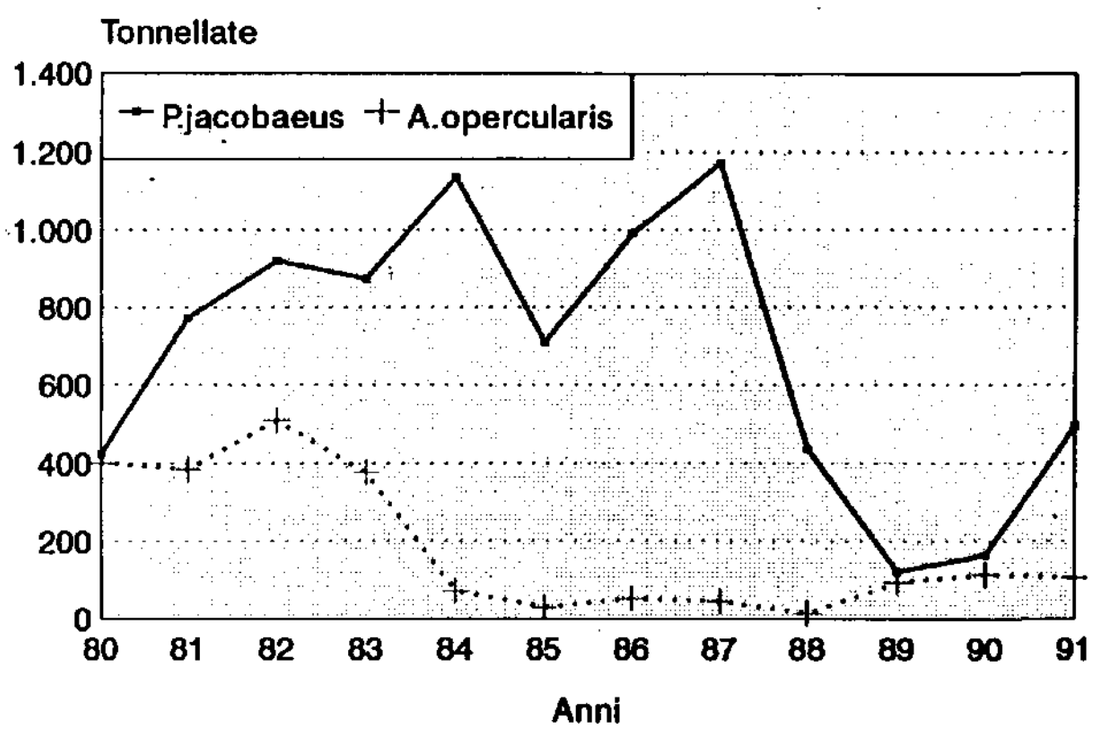


Figura 1 - Quantitativi totali annui di *Pecten jacobaeus* venduti nel porto di Chioggia negli ultimi 11 anni

se; dopo aver metamorfosato l'individuo giovanile si insedia, mediante un bisso filiforme, su un substrato su cui rimarrà sessile per un periodo di alcuni mesi (Shumway, 1991).

La sperimentazione di collettori artificiali per l'individuazione delle strutture ottimali per il reclutamento dello stadio bentonico-sessile di pettini, ed il buon esito di questo, permetterebbe di avere il "seme" con cui iniziare un allevamento in sospensione.

Descrizione dello studio

La ricerca è stata effettuata in tre stazioni situate nell'area adriatica antistante il porto di Chioggia (VE) ove sono stati individuati tre banchi di *Pecten jacobaeus, cappasante*. Le stazioni individuate erano della lunghezza di circa 1,5 miglia e costituite da banchi diversi sia per la dimensione che per le caratteristiche della popolazione (determinata per biometrie, lunghezza, altezza, spessore degli individui pescati di *P.jacobaeus*).

In ciascuna di queste tre stazioni è stato effettuato il lancio di tre tipi di collettori artificiali in materiale plastico per il reclutamento di individui di pettini durante lo stadio bentonico sessile in cui gli organismi dotati di bisso avrebbero dovuto attaccarsi. I tre tipi di collettori sperimentati erano costituiti da una parte esterna, con la funzione di contenitore, rappresentata da calze in rete per l'allevamento dei mitili (reste) con una dimenzione di maglia di 4 cm oppure in sacchi a maglia minore 0,2 cm, comunemente utilizzati per la commercializzazione delle vongole. La parte interna, su cui dovrà andare ad inserirsi il bisso del mollusco bivalve, era costituito o da materiale filamentoso del diametro di 1-2 cm oppure da materiale sempre filamentoso con un diametro inferiore 0,1-0,2 cm.

A seconda del tipo di contenitore e del tipo di materiale filamentoso di riempimento è stato possibile classificare i collettori in:

1) *fine-fine* in cui il contenitore era rappresentato da un sacchetto per vongole riempito con materiale filamentoso di piccolo diametro;
2) *Fine -grosso* in cui il contenitore era rappresentato da un sacchetto per vongole riempito con materiale filamentoso di grosso diametro;
3) *grosso-fine* in cui il contenitore era rappresentato da una resta a maglia piccola, riempita di materiale filamentoso di piccolo diametro.

Ogni collettore era appesantito da un corpo morto per permetterne l'affondamento e la permanenza sul fondale marino limitandone i movimenti. Ogni collettore era marcato in modo da poter individuare al momento del recupero, il perido di immissione.

Questi tre tipi di collettori sono stati lanciati in numero di 50 per tipo e per stazione, per le 7 missioni effettuate nell'arco di tempo fra gennaio 1991 e marzo 1992

La localizzazione della stazione avveniva mediante punto di rilevamento per mezzo di strumento LORAN. Quindi quando in posizione sulla stazione veniva effettuato un caratteristico strascico a 4 rapidi della lunghezza di 3,2 metri ciascuno per la lunghezza della stazione. In questo modo avveniva sia la pesca degli individui formanti il banco, normalmente sottoposto ad attività di pesca con rapidi per la cattura delle

cappesante, e contemporaneamente avveniva il recupero dei collettori precedentemente lanciati in sito. In questo modo, abbiamo volutamente simulato le attività svolte da un ipotetico operatore del settore nell'effettuare la pesca di seme per l'allevamento (mediante il recupero dei collettori) e di adulti per la vendita.

Parallelamente a questa sperimentazione di lancio di collettori bentonici è stata effettuata la sperimentazione di collettori verticali per l'individuazione delle vere e proprie concentrazioni di organismi di pettini insediatesi nei collettori, e avendo come obiettivo anche quello di individuare se vi fossero particolari differenze di insediamento in dipedenza della profondità. In questo modo sono stati collocati 3 collettori verticali costituiti ciascuno da un filare verticale, per la profondità della stazione, portante ogni tre metri, un collettore di tipo *fino-fino*, senza corpo morto e segnalati in superficie da un galleggiante per l'individuazione ed il recupero manuale. I collettori posti nelle tre stazioni sono stati metodicamente trafugati e mai è stato possibile il recupero di questo tipo di collettori.

Una volta recuperati i collettori venivano aperti singolarmente ed accuratamente analizzati per mezzo di un ingranditore ed eventualmente, quando necessario di uno stereo microscopio, per la determinazione delle specie insediatesi sul materiale filamentoso.

Risultati

Dall'analisi delle percentuali di recupero dei collettori è possibile individuare una buona resa grazie all'utilizzo del Loran per la determinazione della stazione e per il ritorno sul punto con una discreta approssimazione, tale da permettere il recupero di strutture liberamente lanciate in ambiente marino. Infatti l'analisi dei collettori recuperati mediante strascico con rapido ci ha permesso di individuare periodi ottimali per la cattura dei pettini allo stadio bentonico-sessile (*spat*) e soprattutto l'individuazione di quali fossero i periodi ottimali per le catture delle diverse specie di pettini. Infatti è stato ormai accertato che le due specie di pettini predominanti in Nord-Adriatico quali *Pecten jacobaeus* (cappasanta) e *Aequipecten opercularis* (canestrello) hanno un diferente comportamento riproduttivo. La cappasanta, da studi svolti mediante analisi istologiche (Castagnolo *et al.*, 1990), ha mostrato avere una maturità sessuale nel periodo autunno-inverno situazione che individuerebbe il periodo riproduttivo nei mesi di dicembre-gennaio e quindi la presenza di *spat* nel periodo gennaio-giugno. La seconda specie, il canestrello, invece, ha mostrato maturità sessuali (Castagnolo *et al.* 1990) prolungate per tutto l'anno.

Questi risultati ottenuti mediante analisi istologiche sono stati confermati dalla presente sperimentazione individuando, per il periodo di studio fin qui condotto, un ristretto periodo di tempo per l'insediamento di *P.jacobaeus* nel periodo gennaio-marzo, mentre per quanto riguarda *A. opercularis* le catture si sono prolungate per tutto l'arco dell'anno pur individuandosi periodi di maggior insediamento nel periodo primaverile-estivo (figura 2).

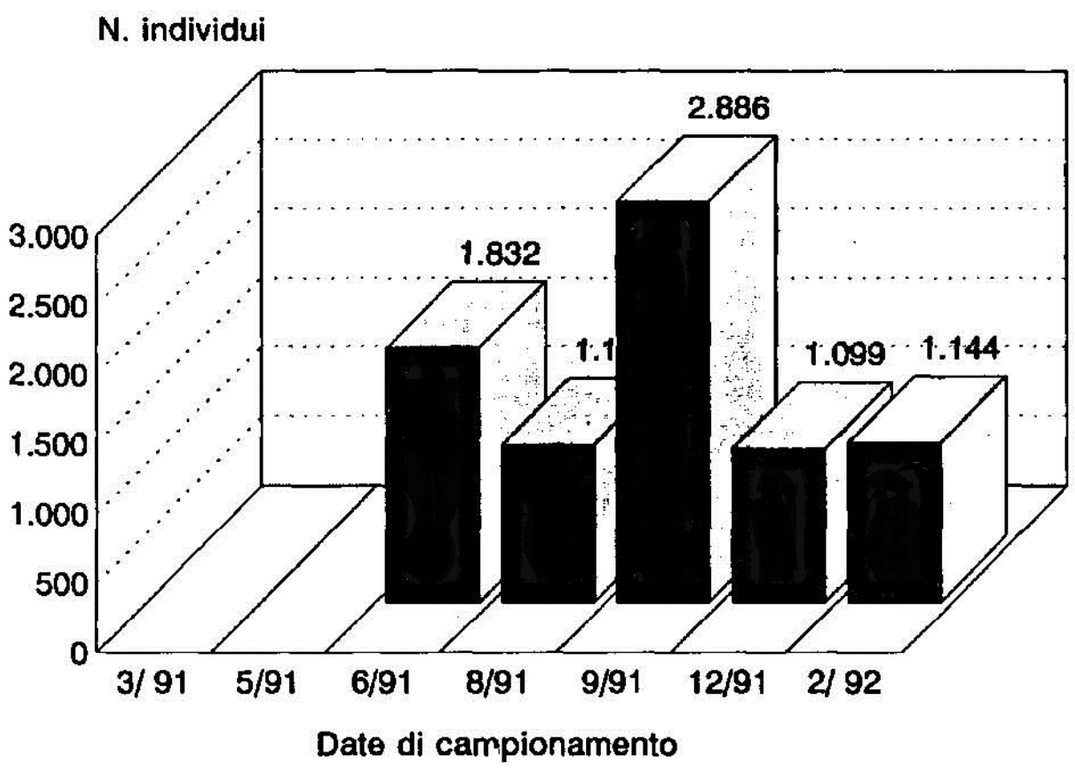


Figura 2 - Andamento delle concentrazioni di spat sui collettori artificiali durante il periodo di sperimentazione.

Dall'osservazione degli isediamenti sui collettori recuperati è stato osservato che i collettori necessitano di almeno uno-due mesi di permanenza in ambiente marino, prima che si riscontrino segni di insediamento di organismi bentonici. La causa di questo fatto probabilmente è da attribuire alla formazione di microfouling sulla superficie filamentosa dei collettori necessaria per il riconoscimento e l'attacco del bisso del petti-

ne.

L'impossibilità di recuperare, fino a questo momento, i collettori verticali per l'individuazione di eventuali differenze in dipendenza della profondità dello spat di pettini, oltre a deludere questo tipo di sperimentazione non ha permesso di verificare quale fosse l'insediamento vero e proprio dei collettori. È infatti ipotizzabile che il recupero dei collettori bentonici tramite strascico con rapido, nella simulazione di una normale attività di pesca, abbia come conseguenza una certa perdita degli individui presenti nel collettore. Originariamente era nostro obiettivo mediante un confronto del reclutamento avvenuto con il collettore verticale e quello con collettore di fondo, verificare quali fossero le percentuali di perdita durante il recupero per mezzo dello strascico, che però fino a questo momento, per le già citate ragioni, è andata delusa.

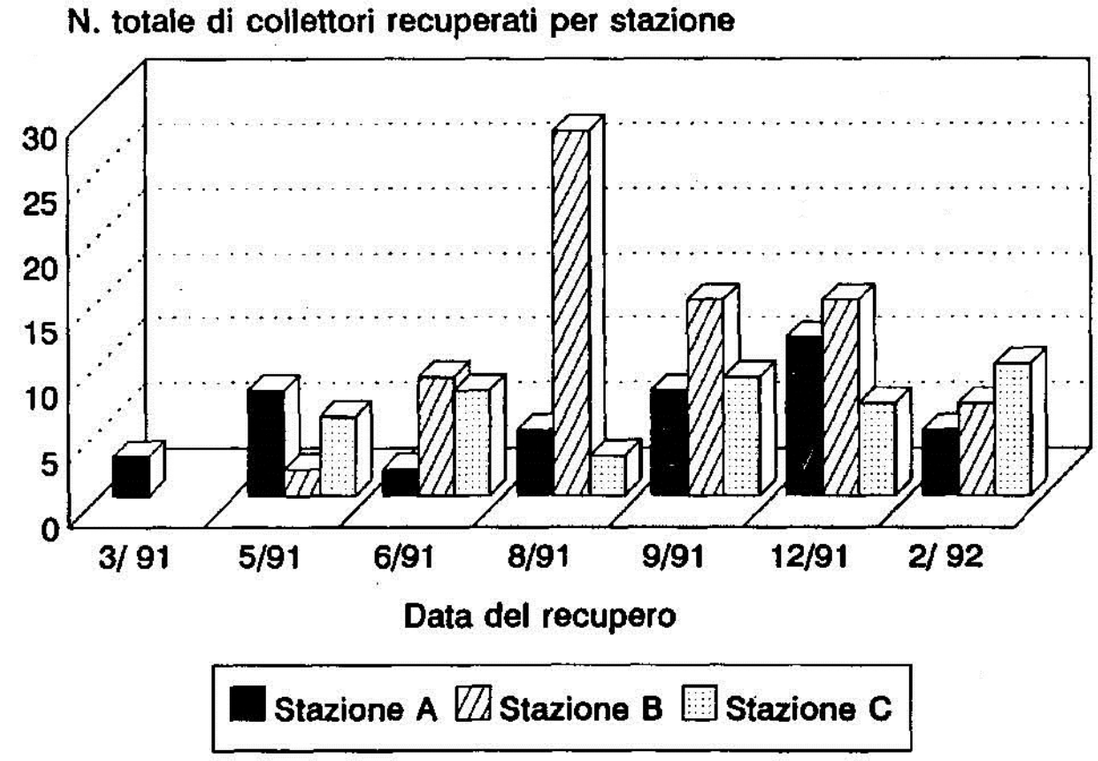


Figura 3 - Numero di collettori recuperati nelle periodiche fasi di recupero.

Il recupero dei collettori mediante strascico con rampone e determinazione del punto con strumentazione LORAN, hanno permesso di ricatturare un massimo di 30 collettori ed una media di ricattura di 10-15 collettori a stazione (figura 3).

Per quanto riguarda la valutazione delle rese per i tre tipi di collettori sperimentati, il collettore che ha dato migliori risultati è sicuramente rappresentato dal collettore tipo *grosso-fino* con un reclutamento totale di più di 5000 individui (dato cumulativo delle tre stazioni). I collettori *fino-grosso* e *fino-fino* hanno fatto registrare degli insediamenti inferiori e che comunque mostrano una cattura totale che supera il migliaio di individui.

Dall'analisi dei collettori recuperati è stato possibile individuare delle catture medie per collettore che raggiungono un massimo di 120 individui nella stazione A (figure 4) con il collettore di tipo *grosso-fino*. Dal confronto fra le diverse stazioni degli insediamenti registrati si può riscontrare una sensibile differenza fra le stazioni A-B e C. Infatti mentre le prime due fanno registrare rispettivamente delle catture di spat di un certo rilievo fino a superare un totale di 2000 individui per la prima e 1500 per la seconda relativi all'insediamento sul colletttore *grosso-fino*, nella stazione C si sono registrati sempre insediamenti di scarsa rilevanza (figura 5).

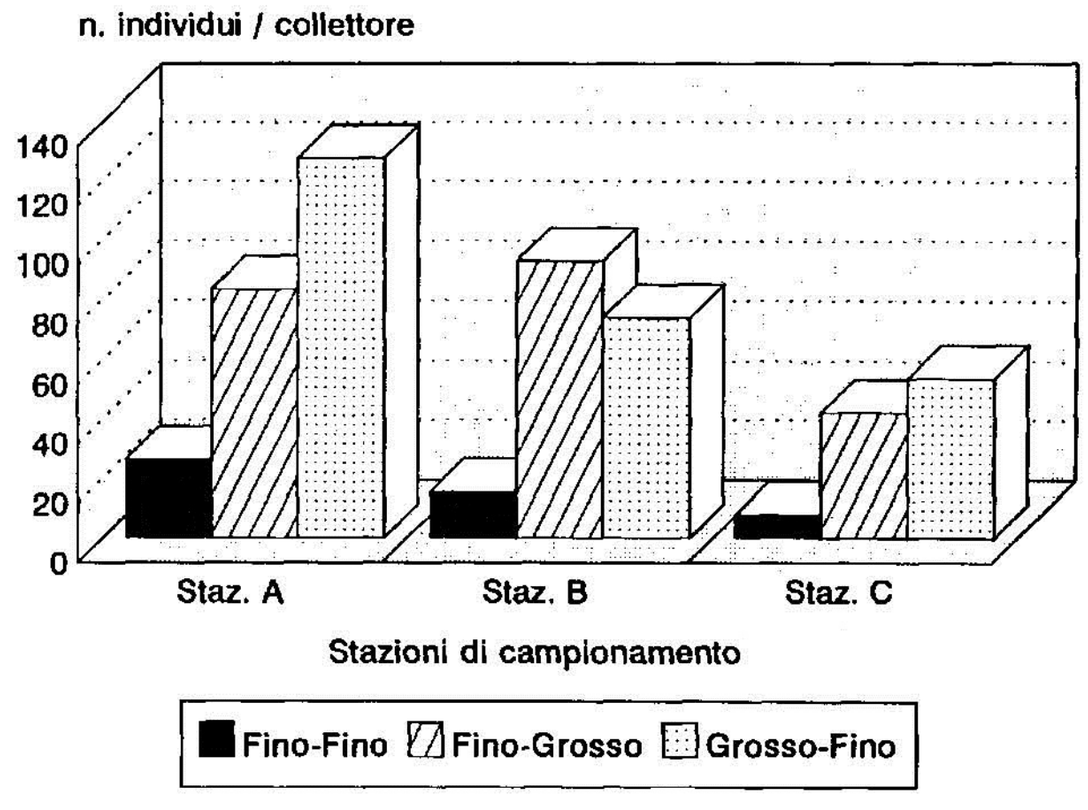


Figura 4 - Catture medie dei tre tipi di collettori artificiali sperimentati nelle tre stazioni del Nord-Adriatico.

Conclusioni e commenti

Dall'analisi dei risultati è possibile osservare come la sperimentazione abbia dato risultati soddisfacenti per quanto riguarda soprattutto l'insediamento di *spat*. Il tipo di collettore con le migliori rese è stato quello che presentava internamente filamenti di minor diametro. In alcuni casi nel periodo primaverile estivo sono stati recuperati collettori con elevate concentrazioni di individui sotto i 0,5 cm taglia ottimale per iniziare la fase di allevamento in sospensione (Dao *et al.*, 1992). Il periodo ottimale è stato individuato in primavera estate considerando che i collettori vanno lanciati in febbraio-marzo per permettere la "maturazione" del collettore al fine della formazione di microfouling sui filamenti che dovranno ricevere il bisso del bivalve. La sperimentazione ha messo in evidenza anche le inferiori capacità di reclutamento degli altri due tipi di collettori quali il *fino-fino* e *fino-grosso*. La giustificazione di queste evidenti differenze fra i tre tipi di collettori sono di difficile determinazione. Una prima ipotesi delle rese inferiori del collettore contenente filamenti di diametro maggiore potrebbe essere attribuita al fatto che in questo caso i filamenti svolgono un'attività di filtraggio inferiore a quella svolta da filamenti di diametro minore che essendo più compatti frenano in modo maggiore il flusso di corrente e quindi potrebbero facilitare l'insediamento del bivalve. Per quanto riguarda invece il collettore di tipo *fino-fino* in questo caso pur essendo il *contenuto* costituito dallo stesso materiale del collettore con le rese maggiori, le basse rese potrebbero essere attribuite ad una eccessiva compattezza del collettore che in questo modo si opporrebbe al flusso di corrente senza svolgere una appropriata funzione di filtraggio permettendo e facilitando l'insediamento dello spat di pettini.

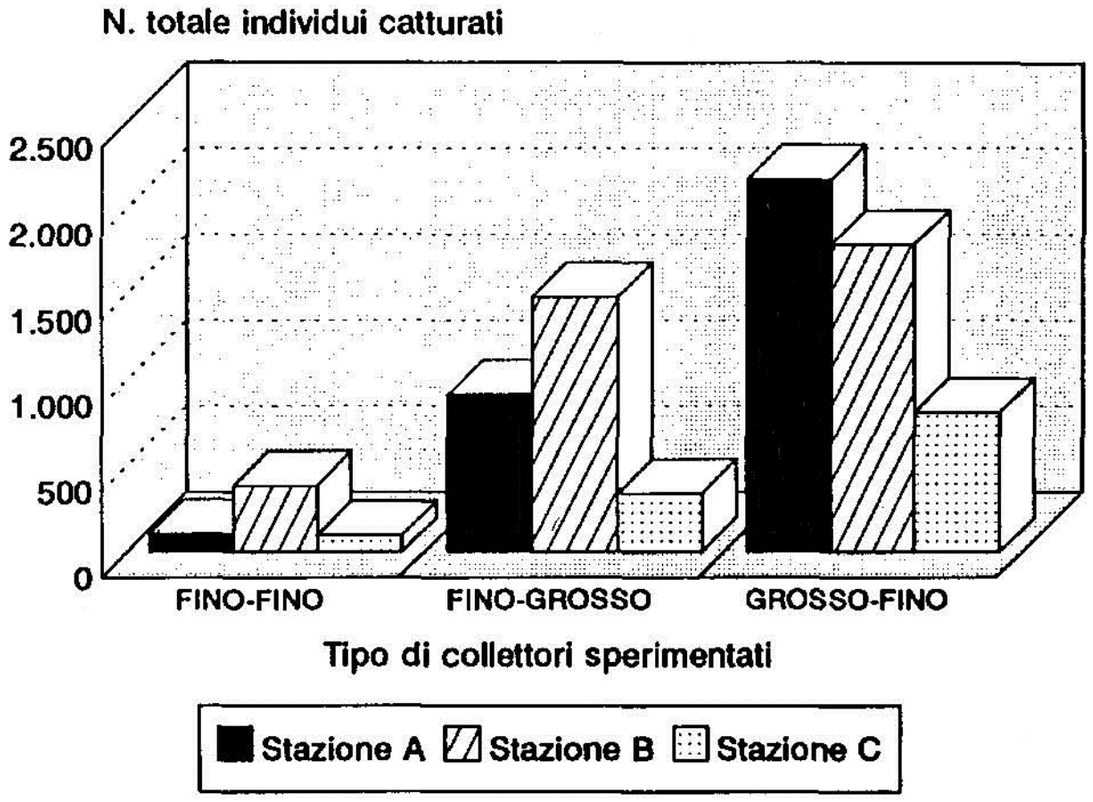


Figura 5 - Catture totali di spat per tipo di collettore sperimentato nelle tre stazioni del Nord-Adriatico.

Le tre stazioni oggetto della ricerca hanno presentato insediamenti nettamente differenti. Infatti mentre la stazione A ha fatto registrare un insediamento cumulativo di oltre tremila individui le stazioni B e C hanno mostrato insediamenti inferiori che raggiungono totali comulativi rispettivamente di 2500 e 1000 individui.

Uno dei fattori che ancora si presenta irrisolto è rappresentato dalle differenze mostrate per il tipo di pettini insediati. La presente ricerca ha infatti messo in evidenza l'elevata capacità di cattura di spat per mezzo di collettori artificiali, ma ha anche messo in evidenza la notevole differenza di insediamento fra l'*Aequipecten opercularis* e *Pecten jacobaeus*. Infatti dall'analisi degli insediamenti nell'arco di tempo di 15 mesi si riscontra un costante e netto maggior insediamento per la prima specie. L'insediamento di spat di cappasanta fa registrare dei massimi nel periodo gennaio-marzo che però raggiungono valori del 10% delle catture totali. Una possibile spiegazione di questo fatto potrebbe essere attribuito alle differenze di popolazione esistenti fra queste due specie. Infatti è ragionevole attribuire alle due popolazioni notevoli differenze di congentazione di queste specie in tutto il Mediterraneo. Infatti se si considera il *Pecten jacobaeus* questa specie ha una distribuzione per tutto il mediterraneo, ma è presente in banchi di una certa entità solo nel nord-adriatico, dove per altro si presenta in continua diminuzione sia per il forte sfruttamento tramite pesca sia probabilmente per il progressivo deteriorarsi delle condizioni ambientali. La specie *Aequipecten opercularis* oltre ad averè un areale di distruibuzione sovrapponibile a quello della cappasanta, si pre-

senta in banchi più vasti e ad elevate concentrazioni.

In conclusione quindi possiamo affermare che benchè i dati siano parziali poichè riferiti a parte della ricerca che si protrarrà fino al dicembre 1993, possiamo affermare che la sperimentazione di collettori artificiali costituiti da materiale filamentoso ha dato risultati positivi. Mediante l'impiego di questo tipo di collettori infatti è possibile effettuare il recupoero di soddisfacenti quantitativi di spat che permetterebbero l'avvio ed il rifornimento di un allevamento in sospensione di pettini. Le capacità di rclutamento dei collettori di tipo grosso-fino che hanno fatto registrare massimi di insediamento che possono raggiungere i 600 individui per collettore fanno ben sperare per una futura applicazione in strutture produttive per la produzione controllata di pettini.

Ringraziamenti

La realizzazione della presente ricerca è stata possibile grazie al finanziamento del Ministero Marina Mercantile nell'ambito del II Piano Triennale della pesca marittima e dell'acquacoltura in acque marine e salmastre.

Summary

By this research we have experimented three different artificial structures to recruit the scallop spat in three stations of the North Adriatic Sea. This research belong from January 1991 and present the results of the firts fifteenth months of study.

Bibliografia

BUSTEL D., GUENOLE A. ET MINGANT C. (1985) - Prégrossissement du naissain de coquille Saint-Jaques en structures de fond avec accès en plongée sous-marine: aspect technologique, *La peche marittime*, Decembre 1985, pp.800-804.

CASTAGNOLO L., ARATA G. E CASTELLI M. (1990) - *Pecten jacobaeus* (L.) e *Chlamys opercularis* (L.) nell'Alto Adriatico: un anno di osservazioni sul ciclo biologico, *Atti Congr. S.I.M. 1987*, pp.389-391.

CASTELLI M. E CASTAGNOLO L. (1986) - Variazioni di taglia in un banco commerciale di *Pecten jacobaeus* L. e *Chlamys opercularis* L. a largo di Chioggia. Un anno di studi, *Nova Thalassia* **8:** suppl.3, pp.635-640.

DAO J.C., FLEURY P.G. PAQUOTTE P., (1992) - La filiere d'elevage de la coquille Saint-jaques elements de reflexion pour l'evalutation economique. *Equinoxe*, **37:** 5-17.

DUPOUY H., (1978) - L'exploitation de la Coquille Saint-Jacques *Pecten maximus* L. en France. 1re partie: presentation de pecheries. *Science et Peche, Bull. Inst. Peche marit.* **276:** pp.1- 11.

DUPOUY H., DE KERGARIOU G. ET LATROUITE D. (1983) - L'exploitation de la Coquille Saint-Jacques *Pecten maximus* L. en France. 2eme partie: evaluation en gestion du stock de la baie de Saint-Brieuc. *Science et Peche Bull. Inst. Peche marit.* **331:** pp.3-11.

PAULET Y.M., LUCAS A. AND GERARD A. (1988) - Reproduction and larval development in two *Pecten maximus* (L.) populations from Brittany, *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.*, 1988, Vol. 119, pp.145-156.

SHUMWAY S.E. (1991) - Scallops:biology, ecology and aquaculture, Dèvelopments in aquaculture and fisheries science, vol. 21.

VALLI G. (1979) - Biometria e riproduzione di *Pecten jacobaus* (L.) del Golfo di Trieste (Mare Adriatico) - *Bollettino della Società Adriatica di Scienze*, **LXIII**: pp.121-139.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 245-249

A.MANGANARO°, G.BARBERA°°, S.CAMMAROTO°°°, S.GRECO°°°.

° Dip.Biologia Animale Ecologia Marina Università di Messina - C.da Papardo 30 - 98100 Messina.
°°Società Acquazzurra, Catania
°°°Istituto Talassografico CNR Messina.

CAMPAGNA DI CATTURA DI *SERIOLA DUMERILI* E TENTATIVI DI RIPRODUZIONE ARTIFICIALE

Fishing of amberjack, *Seriola dumerili* ,spawners

Abstract

During the summer 1991 a fishing survey was carried out in the Pelagic island in order to capture amberjack spawners. 400 fish (weight from 3 to 40 kg, lenght from 60 to 160 cm) were captured with a purse seine net. All male were in the spawning stage wherease female were not yet ready to spawn.

Key-words: Amberjack, *Seriola dumerili*, fishing, reproduction.

Introduzione

Seriola dumerili è una specie distribuita in tutto il mar Mediterraneo. Fra i pesci carnivori che possono essere oggetto di acquacoltura intensiva la seriola presenta ottime caratteristiche quali,il rapido tasso di crescita e un elevato valore commerciale in diversi mercati Italiani (Cavaliere *et al.*,1989). Malgrado ciò non è ancora entrata a far parte dei piani produttivi dell'acquacoltura, come la congenerica *Seriola quinqueradiata*. Nonostante sia un nuotatore velocissimo dalle abitudini pelagiche si adatta bene all'ambiente segregatodell'acquacoltura intensiva (Greco *et al.*,1992).

La specie possiede uno spiccato comportamento gregario sopratutto nei primi stadi giovanili e durante la stagione riproduttiva. È una specie gonocorica ma non presenta dimorfismo sessuale.

Sanzo nel 1933 fu il primo a studiare le uova e le larve di seriola che trovò nel plancton dello Stretto di Messina.Benovic (1980), pescò uova e larve nel mare Adriatico all'inizio di giugno, epoca della stagione riproduttiva di questa specie che va dalla fine della primavera all'inizio dell'estate.

Su *Seriola dumerili* sono stati condotti alcuni studi preliminari finalizzati ad aquisire dati sulla biologia e sulle tecniche di allevamento della specie, sull'identificazione di aree di nursery e sull'ottimizzazione dei metodi di cattura e trasporto degli avanotti (Greco *et al.*,1991/1992).Tuttavia per molti aspetti la biologia della seriola è ancora sconosciuta . Preliminare a tutto è la riproduzione artificiale che rappresenta il fattore limitante per lo sviluppo dell'acquacoltura di questa specie. Il presente studio è stato condotto sia con l'intento di fornire dati sulle tecniche di cattura di esemplari adulti quindi sugli areali riproduttivi, sia di effettuare dei tentativi di riproduzione artificiale.

Materiali e metodi

La campagna di pesca delle seriole è stata condotta a largo dell'isola di Lampedusa (Ag) nelle acque del Canale di Sicilia tra il 25.06.91 e il 04.07.91, periodo notoriamente conosciuto come genetico e di riproduzione della specie (Sanzo,1930).Sono state effettuate sette uscite in mare utilizzando un peschereccio commerciale. L'attrezzatura di pesca era costituita da una rete a circuizione denominata "cianciolo" in uso nella marineria locale.L'area di pesca era localizzata ad alcune miglia dalla costa dell'isola in direzione SUD-S.O. (Lat.35° 26'10"Long. 12° 49'03") (fig. 1). Le operazioni di pesca si svolgevano nel seguente modo: (fig.2)

1) Localizzazione del luogo di pesca che veniva contrassegnato con un "pedagno" (segnale visivo gallegiante ancorato sul fondo).

2) Messa in mare di un "gozzo" (piccola imbarcazione) del peschereccio con due membri dell'equipaggio che avevano il compito di richiamare (mediante l'uso di esche come sarde e alaccie) ed avvistare (mediante l'uso dello specchio) i branchi di seriole.
3) Avvistamento delle seriole, immediata messa in mare della rete a circuizione e cattura dei pesci.

Parallelamente alle operazioni di pesca, mediante l'uso di una sonda multiparametrica tipo IDROMAR ECO 011,venivano rilevati i principali parametri fisico-chimici dell'acqua (T°C,salinità,ossigeno,pH). Immediatamente sugli esemplari fluenti, veniva effettuata una spremitura manuale (esercitando una lieve pressione sull'addome sui soggetti di piccole dimensioni, operando un'incisione addominale prelevando le gonadi e spremendole sui soggetti di dimensioni maggiori). In

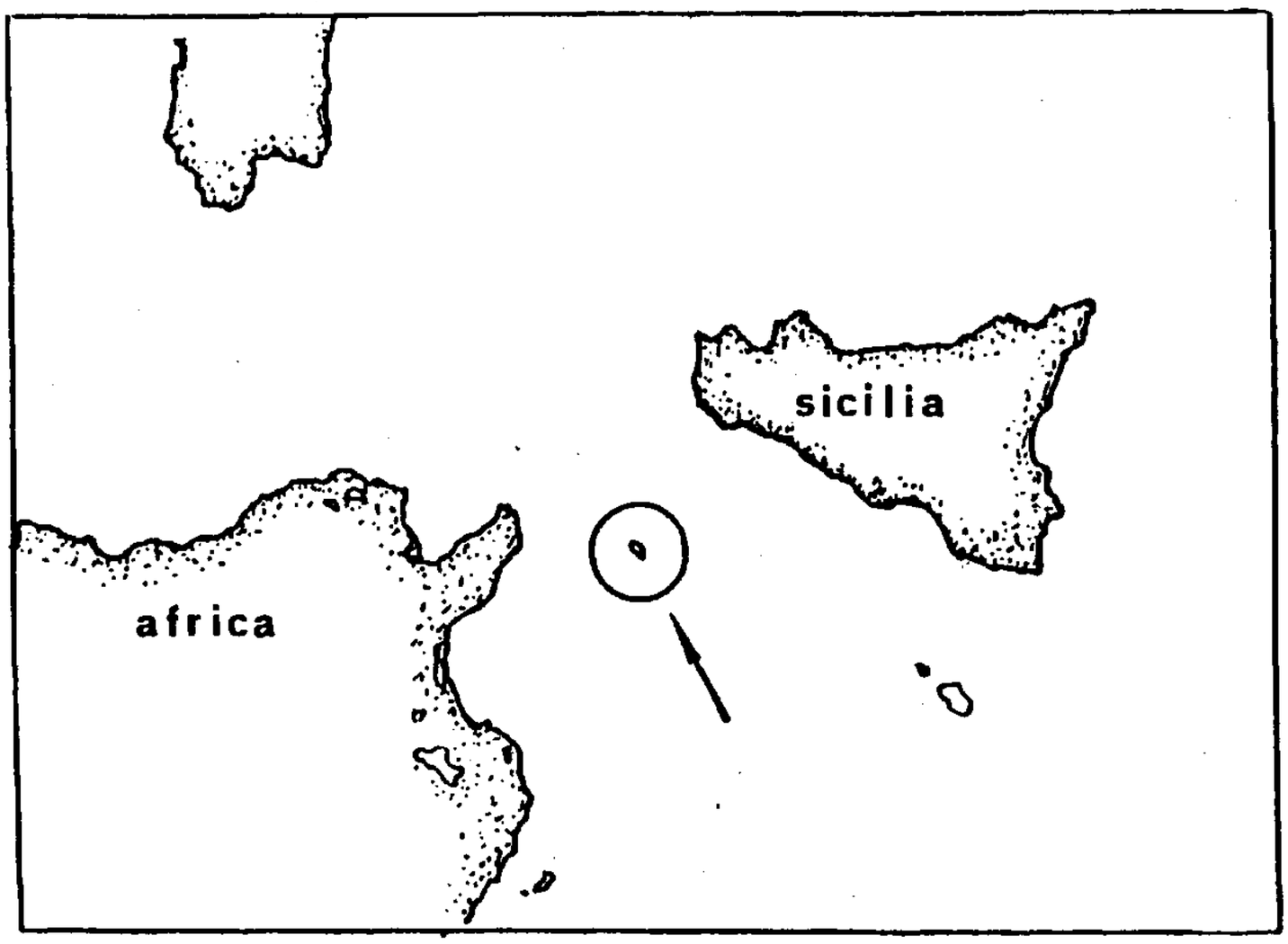


Fig. 1Area di pesca

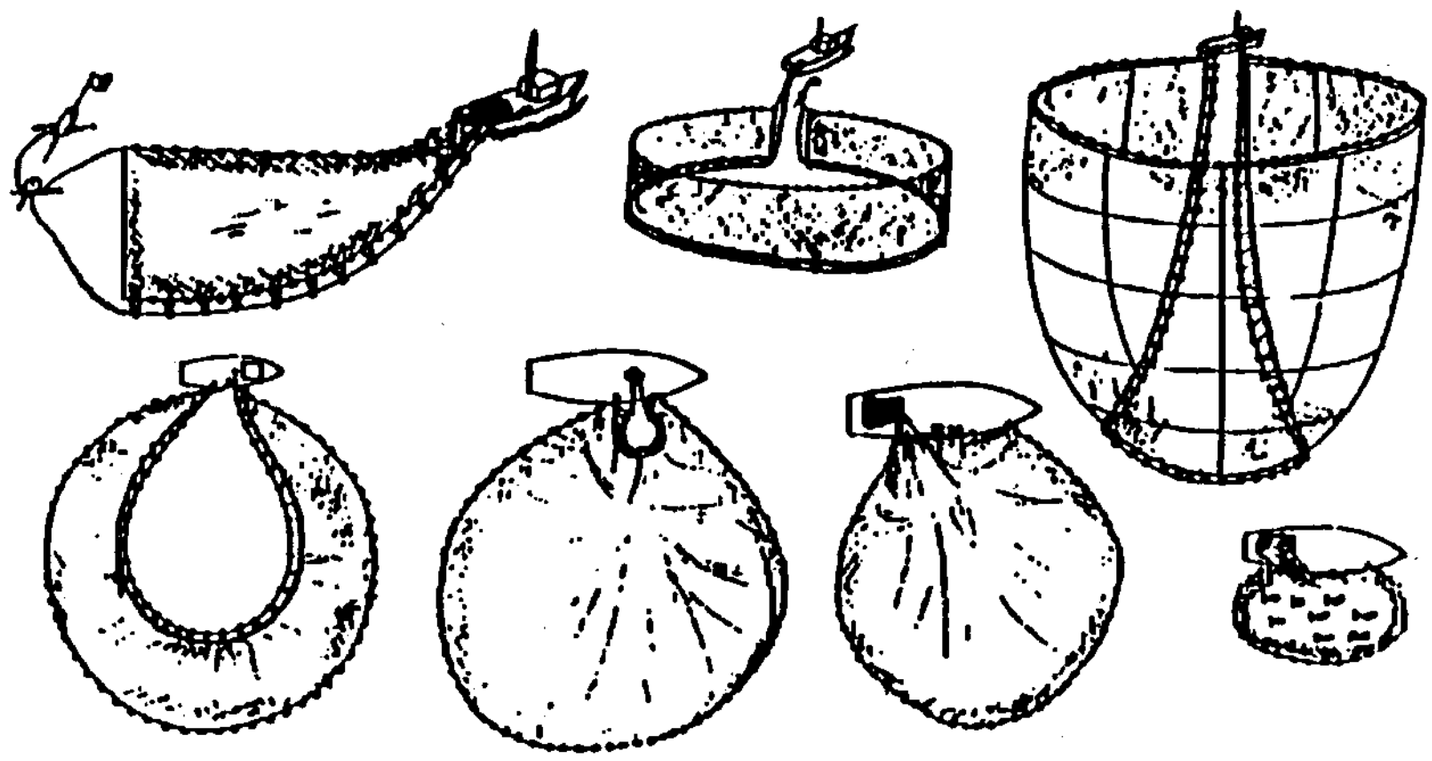


Fig. 2 Operazioni di pesca

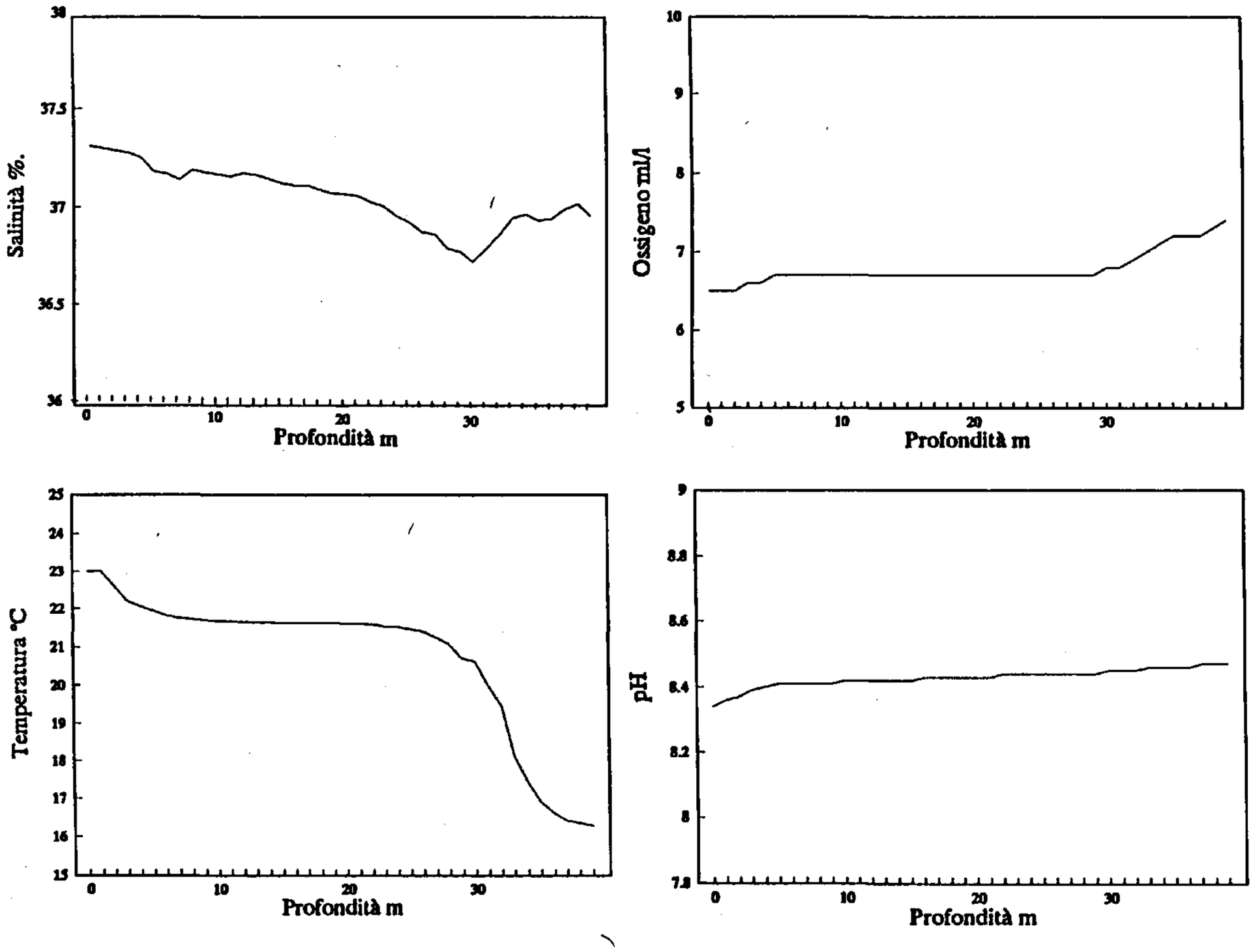


Fig. 3 Andamento dei parametri chimico-fisici nella zona di pesca (Secca di Levante-Lampedusa)

un contenitore in plastica prima venivano spremute le gonadi; alle uova veniva quindi aggiunto lo sperma precedentemente diluito con circa 100 ml di acqua di mare. Immediatamente uova e sperma venivano mescolati delicatamente con una piuma e lasciati a riposo per qualche minuto. Successivamente attraverso una serie di passaggi le uova venivano accuratamente lavate al fine di liberarle da eventuali tracce di muco, sperma e sangue quindi trasferite in un contenitore opportunamente aereato e termostatato a 18 ± 1 °C per consentire una adeguata ossigenazione e per evitare l'agglutinazione. Subito dopo veniva aggiunta acqua di mare fino a sommergerle completamente. Tentata così la fecondazione semi-umida il contenitore veniva sbarcato e velocemente trasportato al laboratorio ubicato sulla terraferma dove le uova venivano osservate allo stereoscopio per verificare l'avvenuta fecondazione e le successive fasi di sviluppo. Durante l'osservazione mediante l'uso dell'oculare micrometrico veniva rilevato il diametro dell'uovo. Contemporaneamente alle operazioni di spremitura sugli esemplari di maggiori dimensioni venivano prelevate le gonadi, pesate per il calcolo dell'indice gonado-somatico (I.G.S.) e una parte di esse veniva fissata in formalina per le analisi istologiche. Venivano effettuati anche prelievi dello stomaco per indagini sulla scelte trofiche della

specie e registrati i dati biometrici (l.totale,l.forca,peso in kg).

Risultati

In figura 3 è riportato l'andamento, con la profondità, dei principali parametri fisico chimici rilevati nell'area di pesca. L'analisi dei dati ci porta a considerare la presenza di due corpi di acqua come evidenziato dalle anomalie che si riscontrano al di sotto dei 30 metri di profondità.Il protrarsi della stagione fredda ha ritardato il periodo di fregola delle seriole, infatti solo una piccola percentuale degli animali veniva trovata pronta per l'emissione dei prodotti sessuali. Durante i dieci giorni della campagna di pesca sono stati catturati circa 400 esemplari di seriola (peso tra i 3 e i 40 kg - lunghezza alla forca tra i 60 e i 160 cm). Mentre i maschi superiori ai 10 kg di peso apparivano quasi tutti fluenti, con testicoli soffici color bianco crema lunghi da 2/3 al totale della cavità corporea, le femmine fluenti erano in numero piuttosto esiguo e sempre di taglia superiore ai 20 kg. Infatti la maggior parte di femmine catturate era ancora in via di maturazione con ovaie giallo-rosee di aspetto granuloso nelle quali non erano visibili uova nè traslucide nè trasparenti. A causa di ciò solamente in due occasioni è stato possibile effettuare una fecondazione artificiale che tuttavia ha avuto esito negativo; le uova sono state osservate allo stereoscopio e benchè fossero di forma e dimensioni regolari (1,06-1,08 mm), come quelle descritte da Sanzo nel 1933, non entravano in fase di segmentazione e degeneravano. Sugli esemplari catturati è stata calcolata la sex ratio che era di 1:1. In figura 4 sono indicati gli indici gonado-somatici degli animali catturati.

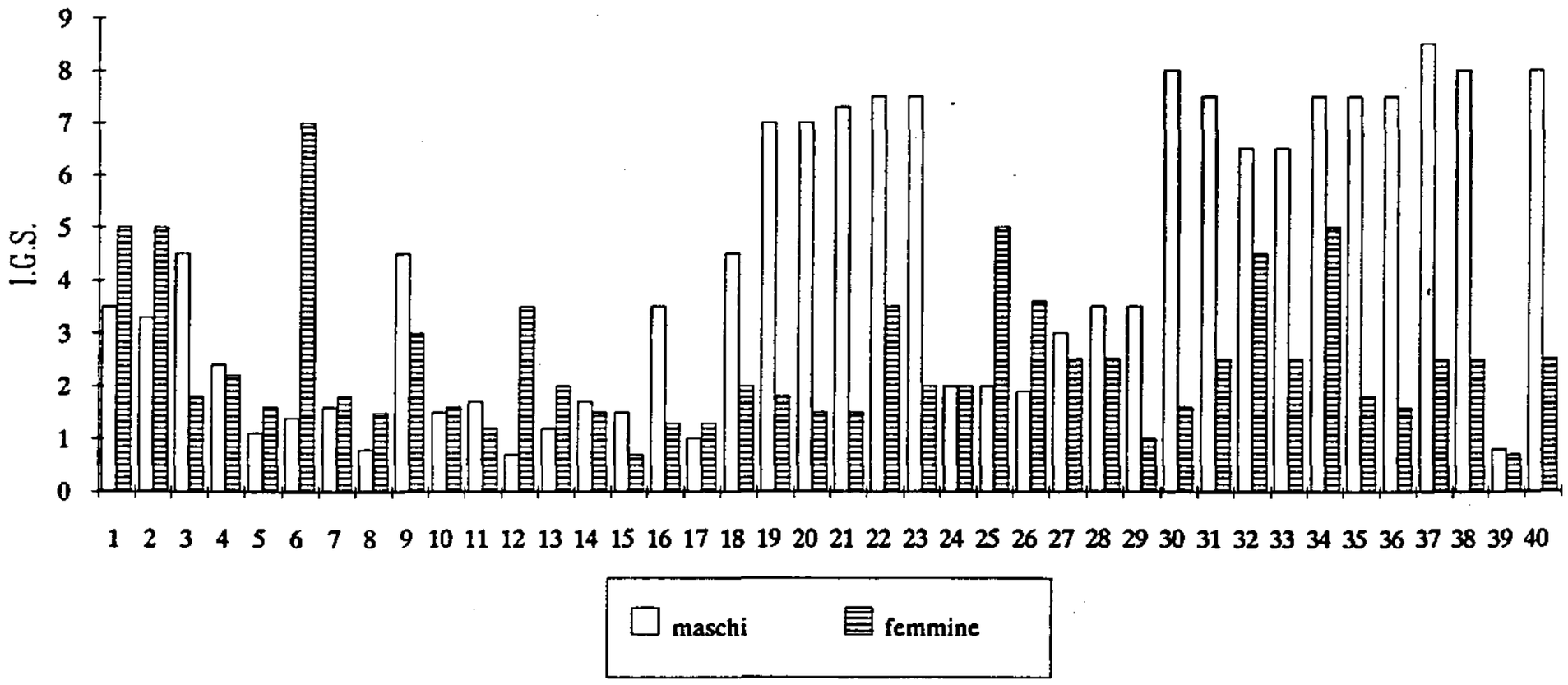


Fig. 4 Indici gonado somatici degli esemplari catturati

Conclusioni

La campagna di pesca ha fornito dati inediti sugli areali riproduttivi della seriola confermando la possibilità di poter disporre di un consistente quantitativo di esemplari della specie sul quale effettuare studi finalizzati ad approfondire le conoscenze sulla biologia ed ulteriori tentativi di riproduzione artificiale. La mancata individuazione dell'esatto periodo genetico della specie quindi il ritrovamento di soli due esemplari di sesso femminile fluenti e le oggettive difficoltà incontrate sul campo di lavoro (impossibilità di col-

locare attrezzature adeguate e spazi non idonei) hanno ridotto le possibilità di successo della riproduzione artificiale.

Riassunto

Si riportano i risultati di una campagna di pesca di esemplari di *Seriola dumerili* effettuata nelle acque dell'isola di Lampedusa tra la fine di giugno e l'inizio di luglio 1991. Nel corso della campagna sono stati catturati più di 400 pesci. Tra questi quasi tutti gli esemplari di sesso maschile al di sopra dei 10 kg di peso erano fluenti, al contrario solamente due esemplari di sesso femminile (con peso superiore ai 20 kg) avevano gonadi perfettamente mature pronte per l'emissione delle uova.

Bibliografia

BENOVIC' A. (1980) - The problems and the perspectives of maricolture in the Southern Adriatic region. *Nova Thalassia*, 4 suppl.

CAVALIERE A., E. CRISAFI, F. FARANDA, S. GRECO, G. LO PARO, A. MANGANARO, A. MAZZOLA. (1989) - Collection of fingerlings and rearing of *Seriola dumerili* in tanks. Aquaculture-A Biotechnology in progress. *European Aquaculture Society*, Belgium.

GRECO S., G.ARENA, D.CARIDI V.MICALE. (1991) - An improved method of capture and transport for juveniles of *Seriola dumerili*. Aquaculture and the Environment. *EAS Special Pubblication* N.14 1991 p.130

GRECO S., D. CARIDI, S. CAMMAROTO, C. MONDELLO L. GENOVESE. Preliminary studies on artificial feeding of Amberjack fingerlings. (in press) Production Environment and Quality. Bordeaux Aquaculture '92. G. Barnabè and K. Kestemont Eds. *European Aquaculture Society - Special Pubblication* N. 18 Ghent, Belgium (1993) -

SANZO L. (1933) - Uova, larve e stadi giovanili di *Seriola dumerili*. *Mem. Reg. Comit. Talass. Ital.* CCV **11:** 1-14.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 251-254

M. CABRINI, P. DEL NEGRO
Laboratorio di Biologia Marina, Str. Costiera 336 - 34010 S.Croce - TRIESTE

DETERMINAZIONE DI DSP PRODUTTRICI IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

Dinoflagellate dps producers in mussels

Abstract

A new method to determin toxic algae in mussel stomach contents is proposed.

Key-words Dinoflagellates, DSP, *Mytilus galloprovincialis*, Gulf of Trieste

Introduzione

Per valutare i requisiti biologici delle molluschicolture, la legislazione italiana (D.M. 1/8/90 e D.M. 1/9/90) prevede un periodico controllo delle acque per la ricerca delle alghe tossiche e dei mitili per la determinazione delle biotossine.

Il controllo della presenza in acqua delle specie potenzialmente tossiche viene effettuato secondo il metodo di Utermöhl (1958), utilizzato per determinare tutta la comunità fitoplanctonica, e non attraverso una metodica specifica. Poichè già la presenza di 200 cellule/l può indurre, come nel caso di *Dinophysis* (Marcaillou Le Baut and Lassus, 1985), tossicità nei mitili, sarebbe opportuno verificare la validità della metodica usata o quantomeno analizzare volumi d'acqua più consistenti di quelli (50-100 ml) ritenuti normalmente rappresentativi dell'intero popolamento fitoplanctonico.

La determinazione delle tossine nei molluschi viene effettuata secondo test biologici specifici per le tossine liposolubili (Diarrhetic Shellfish Poisoning-DSP) e per quelle idrosolubili (Paralytic Shellfish Poisoning-PSP e Neuroparalytic Shellfish Poisoning-NSP). La presenza di tossine DSP nei mitili ha causato notevoli problemi per le mitilicolture del Mar Adriatico. Il test biologico utilizzato per la determinazione di tali tossine (Yasumoto *et al.*, 1978) ha fornito risultati variabili e, a volte, contradditori e perciò risulta importante affiancarlo a metodiche più specifiche rappresentate attualmente da analisi immunoenzimatiche e cromatografiche. Entrambe le metodiche sono ancora in fase di approfondimento (Zonta *et al.*, 1991; Tubaro *et al.*, 1992).

I bivalvi filtratori e quindi accumulatori delle alghe tossiche non vengono, come tali, presi in considerazione dalla legislazione italiana nonostante le dinoficee DSP produttrici, appartenenti ai generi *Dinophysis* e *Prorocentrum*, siano provviste di una teca resistente che si mantiene pressochè inalterata all'interno della loro ghiandola digestiva (Cabrini *et al.*, 1991). A tal proposito in questo lavoro, il problema DSP è stato affrontato proprio studiando lo stomaco di *Mytilus galloprovincialis*, mollusco coltivato su larga scala nel Golfo di Trieste.

Materiali e metodi

Durante il 1991 in una stazione del Golfo di Trieste (Punta Sdobba) in prossimità di una mitilicoltura, sono stati prelevati stagionalmente campioni d'acqua per l'analisi del fitoplancton alle quote superficiale, 5m e a circa 8 m (fondo). Contemporaneamente sono stati raccolti mitili ed il contenuto stomacale di 5 esemplari, dopo apposite diluizioni, è stato analizzato usando una camera contaglobuli tipo Bürker per la determinazione di dinoficee DSP produttrici.

I dati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi della varianza.

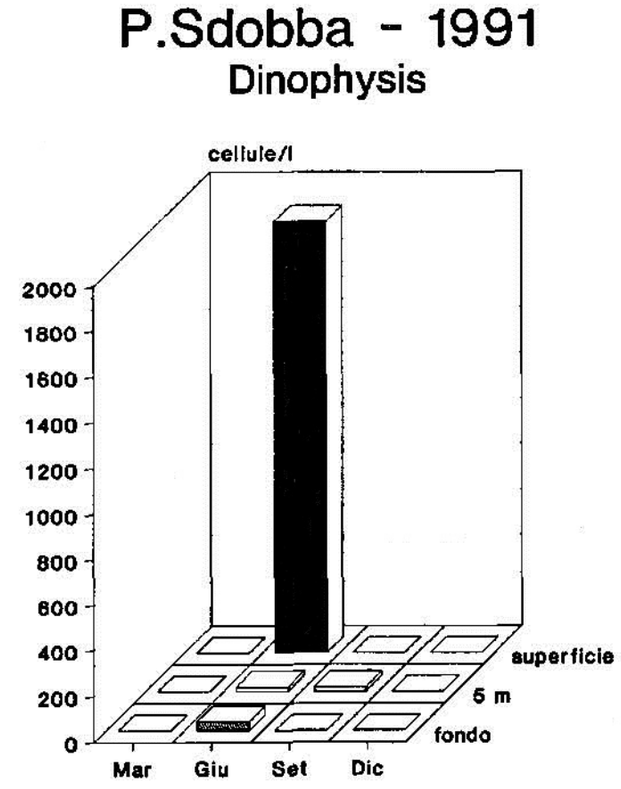


Fig. 1 - P. Sdobba - 1991, *Dynophysis*

Risultati

La ricerca delle specie DSP produttrici nelle acque evidenzia una netta stagionalità della presenza di *Dinophysis* che si riscontra in giugno e settembre mentre *Prorocentrum* si ritrova in tutti i campionamenti, tranne in quello primaverile (Fig. 1 e 2).

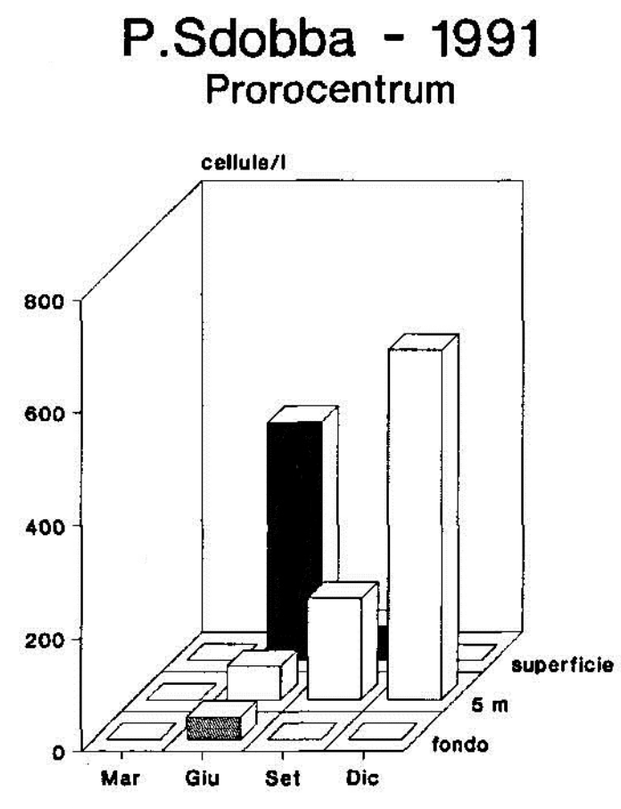


Fig. 2 - P. Sdobba - 1991, *Prorocentrum*

Dinophysis raggiunge il suo massimo in giugno con 1900 cell/l in superficie per lo più appartenenti alle specie *D.sacculus*, *D.* cf. *acuminata* e *D.fortii*. Le stesse specie si ritrovano, con valori compresi tra 20 e 40 cell/l, anche alle altre quote. In settembre, *D.rotundata* è l'unica specie presente con 20 cell/l a 5 m. *Prorocentrum* in giugno è presente a tutte le quote e raggiunge il massimo in superficie con 420 cell/l dovuto per lo più a *P.gracile* (400 cell/l), specie non considerata tossica. *P.micans* è scarsamente presente a tutte le altre quote. In settembre si ritrova soltanto *P.micans* a 5 m con 180 cell/l ed al fondo con 60 cell/l. Una presenza di *Prorocentrum* limitata alla quota di 5 m si evidenzia in dicembre dovuta a *P.micans* (420 cell/l) e

P.triestinum (200 cell/l), specie non ritenuta tossica.

L'analisi dei contenuti stomacali dei mitili ha evidenziato la presenza di *Dinophysis* e *Prorocentrum* nei campionamenti di giugno e settembre (Fig. 3).

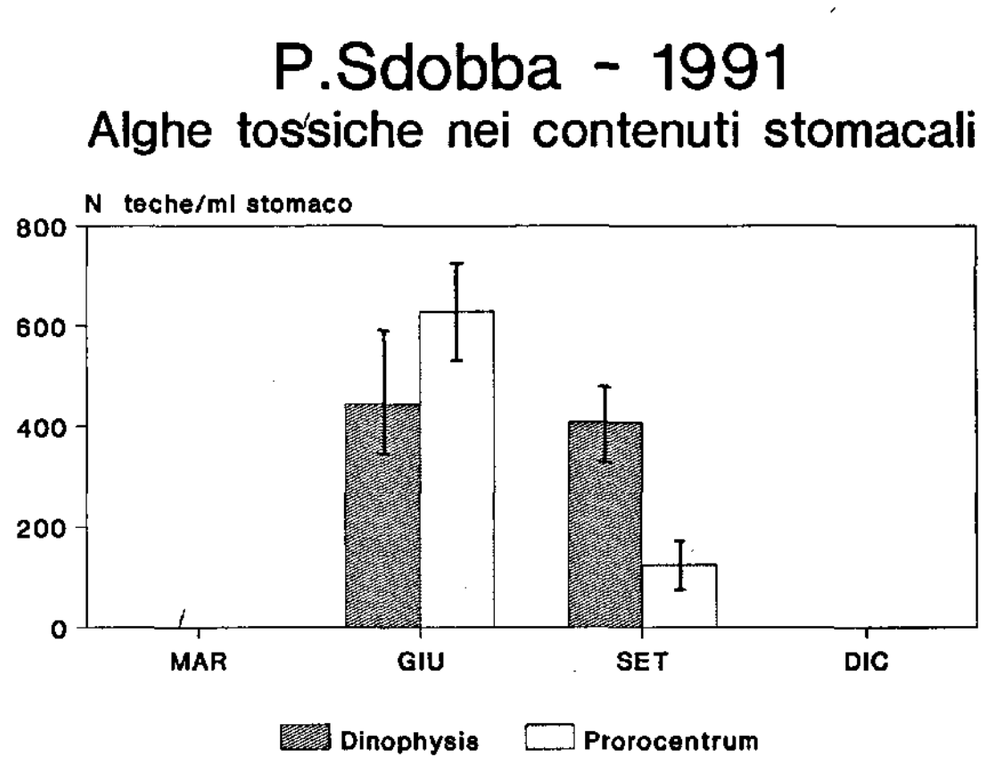


Fig. 3 - P. Sdobba - 1991, Alghe tossiche nei contenuti stomacali

In giugno, alla massima presenza di *Dinophysis* in acqua corrisponde il massimo ritrovamento nello stomaco mentre in settembre *Dinophysis* è presente nello stomaco anche se nell'acqua è scarsamente rappresentata. Negli stomaci si possono ritrovare, a causa di un fattore di accumulo e di resistenza delle teche, specie presenti nei periodi precedenti all'analisi. Questo fatto può spiegare anche il ritrovamento di *Prorocentrum* nello stomaco in giugno nonostante il numero di tali alghe nell'acqua fosse limitato. In dicembre, alla presenza in acqua di *Prorocentrum* non corrisponde il ritrovamento negli stomaci di tali alghe. Queste considerazioni ci hanno indotto ad analizzare più a fondo la metodica.

Vista la stagionalità delle alghe tossiche e la loro presenza generalmente limitata a poche cell/l risultava necessario cercare, nei contenuti stomacali, una componente fitoplanctonica abbondante e costante nel tempo. Questa componente poteva essere rappresentata dalle diatomee che, essendo dotate di resistenti frustuli, possono essere facilmente riconoscibili. Si sono pertanto conteggiate le diatomee presenti nei mitili provenienti dalla stazione di P. Sdobba e da altre 3 colture site nel Golfo di Trieste (Del Negro *et al.*, 1992). Per stabilire se la variabile considerata, ovvero le diatomee nello stomaco, si distribuiva omogeneamente nei campionamenti è stata utilizzata l'analisi della varianza e l'indice F. F è risultato maggiore del valore soglia di significatività in marzo e dicembre (Fig. 4) e pertanto la variabilità fra i diversi campioni di mitili non è dovuta a fattori casuali e quindi i valori non possono essere considerati omogenei. In giugno e settembre le diatomee si distribuivano omogeneamente e pertanto la variabilità è dovuta a fattori casuali. Poichè tale periodo coincide con la presenza delle alghe tossiche, i risultati ottenuti dalle analisi degli stomaci possono ritenersi validi.

Conclusioni

Da questi risultati preliminari appare evidente che la metodica suggerita si può prestare, almeno per il periodo di presenza delle alghe DSP produttrici, ad una ricerca di *Dinophysis* e *Prorocentrum* all'interno dei bivalvi ed in particolare nel loro stomaco. Questa analisi può essere valida per la determinazione della tossicità costituendo un primo screening da utilizzare soprattutto per i campioni di bivalvi dei quali non è nota la provenienza e mancano della determinazione del fitoplancton nelle acque di allevamento.

L'approfondimento di questo studio può inoltre contribuire alla comprensione dei meccanismi fisiologici del mitilo in relazione alla presenza di alghe tossiche ed alla fisiologia delle alghe in relazione al miti-

lo.

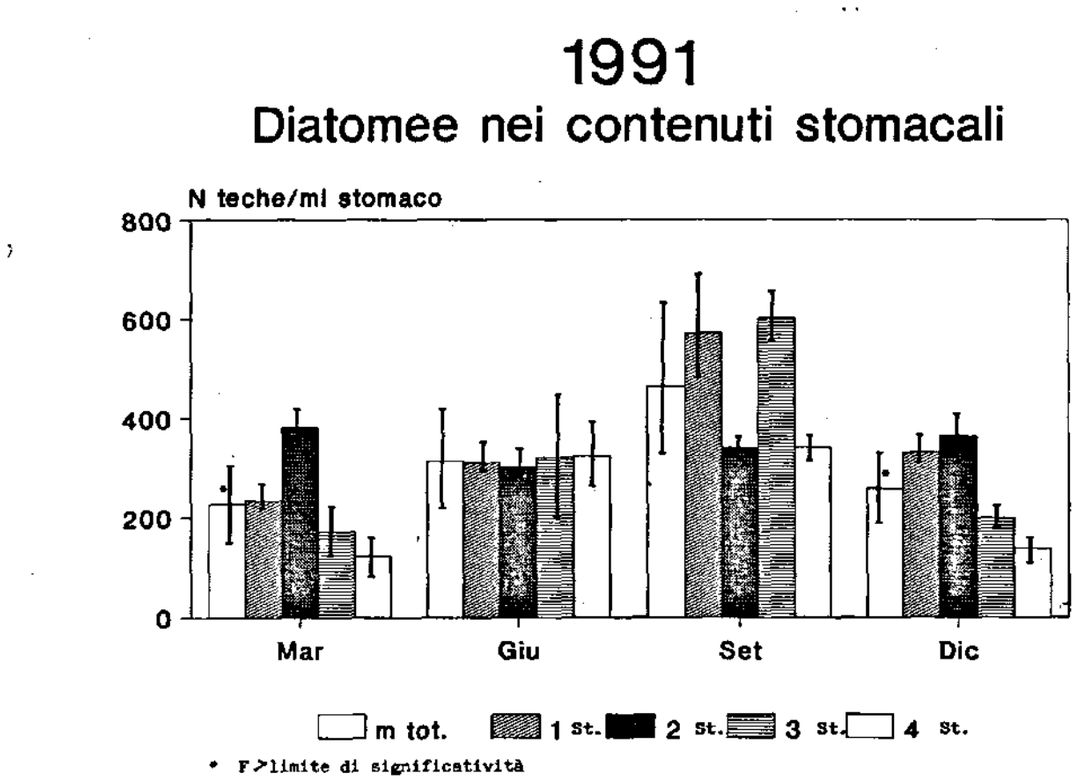


Fig. 4 - 1991, Diatomeee nei contenuti stomacali

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano la Prof. S.Fonda Umañi per la revisione critica del lavoro, il dott. G.Brizzi per i consigli pratici relativi alle analisi dei mitili ed il dott. V.Zuccarello per la consulenza statistica.

Summary

Dinoflagellate DSP producers were detected in water samples, collected in a mussel farm in the Gulf of Trieste, and simultaneously dinoflagellate thecae were observed in mussel stomach contents. A relation between toxic algae in sea water and thecae in stomach contents was evident.

Bibliografia

CABRINI M., DEL NEGRO P., TULLI F., TUBARO A., GODINI E., LANARI D., FONDA UMANI S. (1991) - *Mytilus galloprovincialis* Lmk. in lagoon and coastal environments: problems connected with *Dinophysis* presence. *Oebalia, in press.*

DEL NEGRO P., CABRINI M., TULLI F. (1992) - Toxic dinoflagellates in mussels and in seawater: a new assessment in shellfish farming water quality evaluation. *Aquaculture Europe* **16** (3): 34.

MARCAILLOU LE BAUT C., LASSUS P. (1985) - Synthese des connaissances sur les efflorescences estivales de *Dinophysis* et *Gyrodinium. Rev. Trav. Int. Peches Marit.* **47** (3 et 4): 119-121.

TUBARO A., SOSA S., BRUNO M., GUCCI P.M.B., VOLTERRA L., DELLA LOGGIA R. (1992) - Diarrhoeic shellfish toxins in Adriatic sea mussels evaluated by an ELISA method. *Toxicon* **30** (5/6): 673-676.

UTERMÖHL H. (1958) - Zur Vervolkommung der quantitativen Phytoplankton methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.* **9**: 1-38.

YASUMOTO T., OSHIMA Y., YAMAGUCHI M. (1978) - Occurence of a new type of shellfish poisoning in the Tohoku district. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish* **44** (11): 1249-1255.

ZONTA F., STANCHER B., BOGONI P., MASOTTI P. (1992) - High-performance liquid chromatography of okadaic acid and free fatty acids in mussels. *J. Chromatogr.* **594**: 137-144.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 255-256

F. PATTI, L. GENOVESE, V. MICALE.
Istituto Sperimentale Talassografico, C.N.R. - Spianata San Raineri 86, 98122 Messina.

EFFETTI DI VIBRIOSI SPERIMENTALE SUI CENTRI MELANO-MACROFAGI DI *PAGELLUS ACARNE*.

Vibriosis and melano-macrophages in *P.acarne*.

Abstract

The role of a pathogenic agent such as V. anguillarum in the formation of melano-macrophage centres was investigated in the Teleost fish P.acarne. The results show a mobilization of melanin from the centres as a possible defense mechanism against microbial attack.

Key-words: melano-macrophages, *Vibrio anguillarum*, *Pagellus acarne*.

Introduzione

Nei Teleostei superiori cellule pigmentate macrofago simili si rinvengono negli organi emolinfopoietici, dove formano degli aggregati noti come centri melano-macrofagi. Questi rimuovono dal circolo eritrociti invecchiati o deformati (Fulop & McMillan, 1984) e materiale particellato estraneo all'organismo (Roberts, 1975; Ferguson, 1976; Agius, 1979) e sono considerati inoltre una componente del sistema difensivo del pesce contro gli attachi microbici. La loro presenza nel tessuto emopoietico può variare in seguito a digiuno (Micale & Perdichizzi, 1990), come anche ad eventi patologici quali infezioni da batteri e da protozoi (Roberts, 1975, 1978).

La nostra esperienza è stata eseguita con l'intento di verificare l'effetto di un patogeno potenziale quale *Vibrio anguillarum* su tali centri in *Pagellus acarne*.

Materiali e metodi

Esemplari del peso medio di 45 g sono stati infettati mediante iniezione intraperitoneale con diluizioni scalari di una brodocoltura di *V. anguillarum*. Ai controlli è stato iniettato, secondo le stesse modalità, brodo sterile. A distanza di 1, 2, 6 e 10 giorni dall'infezione venivano prelevati campioni di rene e milza e sulle sezioni ottenute le reazioni di Perls e Schmorl e la conta dei melano-macrofagi.

Risultati

Nel rene non appaiono differenze quantitative o qualitative tra controlli ed infettati. Nella milza non vi sono variazioni significative del numero di melano-macrofagi tra controlli ed infettati. La reazione di Perls per l'emosiderina è negativa su tutti i campioni. La reazione di Schmorl per melanine e lipofuscine risulta positiva in tutti i controlli ed entro i primi due giorni dall'infezione. Al sesto giorno diminuisce l'intensità mentre al decimo giorno i campioni sono tutti negativi tranne due debolmente positivi.

Conclusioni

Se è vero che la distruzione degli eritrociti invecchiati e malformati avviene normalmente nell'organismo del pesce, ed è accentuata dall'effetto delle emolisine prodotte da vibrioni patogeni, i nostri risultati indicano che non sempre l'emosiderina derivante da tale processo si accumuli e venga evidenziata nei centri melano-macrofagi. Ciò è suggerito dalla negatività alla reazione di Perls osservata sia nei controlli che negli infettati come anche da risultati precedentemente ottenuti a seguito di una vibriosi acuta sperimentalmente indotta in *D. sargus* (Genovese *et al.*, dati non publicati). Il progressivo spostamento dalla positività

alla negatività della reazione di Schmorl dopo l'infezione può essere correlato alla funzione protettiva che la melanina esercita nell'organismo, ed in particolar modo al suo possibile ruolo battericida. Edelstein (1971) ha, infatti, ipotizzato l'esistenza di un sistema killer, basato sulla distruzione della parete cellulare batterica in presenza di melanina come generatore di perossido di idrogeno.

Bibliografia

AGIUS C. (1979) - The role of melano-macrophage centres in iron storage in normal and diseased fish. *J. Fish Dis.*, **2:** 337-343.

EDELSTEIN L.M. (1971) - Melanin: a unique biopolymer. In: *Pathobiology Annual*, H.L. Ioachim ed., London, Butterworth.

FERGUSON H.W. (1976) - The relationship between ellipsoids and melano-macrophage centres in the spleen of turbot (*Scophthalmus maximus*). *J. comp. Path.*, **86:** 377-388.

FULOP G.M.I., MCMILLAN D.B. (1984) - Phagocytosis in the spleen of the sunfish *Lepomis* spp. *J. Morphol.*, **179:** 175-195.

MICALE V., PERDICHIZZI F. (1990) - A quantitative and histochemical study on melano-macrophage centres in the spleen of the Teleost fish *Diplodus annularis* L. *J. Fish Biol.*, **37:** 191-197.

ROBERTS, R.J. (1975) - Melanin-containing cells of Teleost fish and their relation to disease. In: *The pathology of fishes* (W.E. Ribelin & G. Migaki, eds.), Madison: University of Wisconsin Press.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 257-258

G. CARUSO, L. GENOVESE

Istituto Sperimentale Talassografico, C.N.R. - Spianata S. Raineri, 98122 Messina.

ATTIVITÀ ENZIMATICA NELL'APPARATO DIGERENTE DI *SERIOLA DUMERILII*(RISSO 1810) IN ALLEVAMENTO INTENSIVO.

Enzymatic activity in *Seriola dumerilii*

Abstract

We reported the results of analyses carried out on the digestive enzymes (protease, leucine aminopeptidase, lipase, amylase and elastase) present in specimens of Seriola dumerilii intensively reared.

Key-words: enzymes, digestion, *Seriola dumerilii*, aquaculture.

Introduzione

Lo studio dell'attività enzimatica nell'apparato digerente di Teleostei può fornire utili indicazioni sulla fisiologia nutrizionale delle specie. Nell'ambito di una serie di prove alimentari mirate alla definizione di una dieta artificiale idonea per *Seriola dumerilii*, specie di Carangide in allevamento intensivo presso l'impianto sperimentale di acquacoltura dell'Istituto, sono state prese in esame la natura e la distribuzione degli enzimi presenti nel tratto digerente, su cui le conoscenze sono a tutt'oggi molto limitate.

Materiali e metodi

Porzioni del tratto digerente (stomaco, ciechipilorici ed intestino), di 5 esemplari di *Seriola*, nutriti con Trachurus trachurus integrato con vitamine e sali minerali, sono stati prelevati a tempi differenti dall'ingestione di cibo (a digiuno, a 2, a 4 e a 6 ore) e di esse è stato misurato il pH. Sui campioni, omogeneizzati e centrifugati, sono stati saggiati i seguenti enzimi: proteasi acide ed alcaline (secondo Maskel e Di Capua, 1988); leucin aminopeptidasi (secondo Berger and Broida, 1977); lipasi, secondo Tietz and Fiereck(1966); α-amilasi, con il metodo di Bernfield (1955); elastasi (Mandl, 1955). Sulle proteasi sono stati determinati anche l'effetto del pH e della temperatura di incubazione e di inattivazione termica.

Risultati

I valori del pH misurati in *Seriola* erano compresi fra 3,5 e 4,7 per lo stomaco; fra pH 6 e 6,8 per i ciechi pilorici e pH 6,8 e 8 per l'intestino. La massima espressione delle proteasi si ha con 30 µl di campione a pH 4, 9.5 e 10, rispettivamente per i tre organi. La temperatura di incubazione ottimale è 37°C, mentre la preincubazione del campione per 1 h da 55°C a temperature più elevate conduce all'inattivazione. Il contenuto medio in proteasi riscontrato nello stomaco è stato 0,47 mg., nei ciechi 2,9 mg. e nell'intestino 2,8 mg. La leucin aminopeptidasi è presente in media come 68 U/ml nello stomaco, 125 U/ml nei ciechi e 106,5 U/ml nell'intestino. Le unità medie di lipasi presenti nei ciechi sono 2,75, mentre 3,67 nell'intestino; di α-amilasi 0,19 U/ml nello stomaco, 0,33 nei ciechi e 0,26 nell'intestino. Il valore medio di elastasi nello stomaco è di 0,51 U/ml; 1,9 U/ml nei ciechi e 1,1 U/ml nell'intestino.

Discussione

A causa della varietà delle tecniche adottate di routine da vari AA. per lo studio dell'attività digestiva di differenti specie di Teleostei (Anson, 1938; Kunitz, 1947; Clark *et al.*, 1987) è stato difficile effettuare un confronto fra il contenuto in enzimi endogeni degli esemplari studiati ed altre specie di pesci carnivori. Tut-

tavia i risultati delle analisi dimostrano la presenza a livello degli organi di *Seriola* di una notevole quantità di enzimi in grado di degradare molecole complesse, soprattutto a livello dei ciechi pilorici. Fra gli enzimi saggiati, le proteasi risultano molto rappresentate, e ciò trova riscontro nella dieta di questo pesce carnivoro molto vorace. L'andamento riscontrato nelle fasi digestive mostra un aumento dell'attività enzimatica totale in relazione all'assunzione dell'alimento, con un valore massimo di attività in genere 4 ore dopo il pasto (come osservato da Uys *et al.*, 1987). *Seriola dumerilii* presenta quindi un lento processo digestivo e richiede di conseguenza modalità di somministrazione di cibo adeguate. Inoltre, anche se non è stato possibile, per le esigenze nutrizionali di questo Teleosteo, utilizzare nel corso della ricerca i pellettati commerciali al fine di escludere la frazione enzimatica di provenienza strettamente alimentare, l'avere riscontrato comunque discreti livelli di attività anche in esemplari nella fase di digiuno, usata come controllo, è in ogni caso indicativo di una buona capacità assimilativa.

Ringraziamenti

Gli AA. ringraziano il Sig. Maurizio Azzaro per la sua collaborazione tecnica.

Bibliografia

ANSON M. (1938) - *J.Gen.Physiol.*, **22**, 79-89.
BERNFIELD P. (1955) - In *"Methods in Enzymology"*, Vol.I, pp.149-150. Academic Press, New York.
BERGER L. BROIDA D. (1977) - Sigma Tech.Bull., No 251, Sigma Chemical Co.St.Louis, Missouri.
CLARK J., MACDONALD N.L. AND STARCK J.R. (1987) - *Aquaculture*, **61**, 231-239.
KUNITZ M. (1947) - *J. Biol. Chem.*,**30**, 291-310.
MANDL O.J. (1955) - In *"Methods in Enzymology"*, Vol. 92, pp.665-673. Academic Press, New York.
MASKEL S.M., DI CAPUA R.A. (1988) - *J. Invertebr. Pathol.*, **51**, 139-144.
TIETZ N.W., FIERECK E.A. (1966) - *Clin. Chim. Acta*. **13**, 352
UYS W, HECHT T., WALTERS M. (1987) - *Aquaculture*, **63**, 243-250.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 259-260

G. SARÀ, G. CORTESE, A. MANGANARO, G. PULICANÒ

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina dell'Universita' di Messina - Salita Sperone, 31 - 98166 Messina

ACCRESCIMENTO DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (Lamark, 1819) IN UN PARCO SPERIMENTALE OPEN-SEA NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (TP- SICILIA)

Mussel farming in the gulf of Castellammare (Sicily)

Abstract

This note deals with the first year of investigation on experimental Mytilus galloprovincialis (Lmk., 1819) open-sea culture immersed at 13 m depth in the Gulf of Castellammare (Tp-Sicily). The samples mussels after 12 month of growth from trasplantation, showed a means size comparable to other Mediterranean areas.

Key-words: Mussel culture; *Mytilus galloprovincialis*; Artificial reef; Thyrrhenian Sea.

Introduzione

La presenza nel Golfo di Castellammare (TP) di barriere artificiali, ha consentito di allocare, utilizzandole come supporto, un piccolo impianto sperimentale di mitili per provare l'adattabilità del sito "Golfo" a questo tipo di allevamento e per testare l'eventuale possibilità di sfruttamento a carattere industriale

Materiali e metodi

In tal senso, nel maggio del 1991 sono state immerse ed agganciate ad una catenaria posta tra due elementi di una barriera artificiale (- 12 m; 800 m dalla costa), reste di novellame di mitilo proveniente da due diverse località dell'Italia meridionale: un primo lotto (L.t. 14,15 mm; ± 3,74 mm; n= 40) da Cagnano (Puglia); un secondo lotto (L.t. 36,82 mm; ± 13,61 mm; n= 30) da Lago Faro (Sicilia).Sui campioni, raccolti mensilmente sono state eseguite, in laboratorio, le più classiche indagini biometriche, gravimetriche e volumetriche e calcolato l'indice di condizione secondo Medcof & Needler (1943).

In contemporanea, sono stati rilevati i più importanti parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

Risultati

I due lotti di mitilo, dopo 12 mesi di allevamento hanno raggiunto le dimensioni riportate nelle tabelle 1 e 2.

Sono state inoltre condotte delle regressioni taglie-pesi secchi della polpa (Tab. 3).

Discussione e Conclusioni

Questo primo anno di esperienza ha consentito di verificare le condizioni generali del sito e della struttura di allevamento e di definire l'impostazione metodologica.

Nonostante l'accertata situazione oligotrofica dell'area, i due lotti di novellame, messi a dimora con taglie iniziali differenti, hanno avuto, un accrescimento in dodici mesi, comparabile ai risultati ottenuti in altre località italiane (Genovese, 1960; Valli, 1980; Ceccherelli & Barboni, 1983; Fabi *et al.*, 1986).

Tab. 1: Lotto Puglia "P": parametri biometrici (mm), gravimetrici (gr) e volumetrici (ml) annuali. Si riporta il valore all'inizio (L_1; mm), dopo dodici mesi di allevamento (L_2; mm), la media (m) e la deviazione standard (± ds).

Parametri	L_1	L_2	m	± ds
Lunghezza totale	14.15	49.83	30.86	± 10.32
Spessore totale	5.23	18.05	11.28	± 3.74
Peso totale	0.31	10.04	3.74	± 2.84
Volume totale	0.24	7.94	2.93	± 2.22
Peso sgocciolato tot	0.21	4.65	1.96	± 1.31
Peso valve	0.11	2.92	1.20	± 0.81
Peso umido polpa	0.10	1.72	0.72	± 0.52
Volume valve	0.10	1.28	0.61	± 0.37
Peso secco polpa	0.02	0.24	0.11	± 0.06
Volume cavit	0.11	6.66	2.23	± 2.02
Indice di condizione	116	36.64	49.30	± 27.06

Tab. 2: Lotto Ganzirri "G": parametri biometrici (mm), gravimetrici (gr) e volumetrici (ml) annuali. Si riporta il valore all'inizio (L_1; mm), dopo dodici mesi di allevamento (L_2; mm), la media (m) e la deviazione standard (± ds).

Parametri	L_1	L_2	m	± ds
Lunghezza totale	38.11	61.96	54.59	± 6.22
Spessore totale	13.28	22.59	19.37	± 2.40
Peso totale	8.19	23.16	16.01	± 4
Volume totale	6.45	18.54	13.18	± 3.19
Peso sgocciolato tot	4.07	11.85	8.25	± 2.09
Peso valve	2.61	7.35	5	± 1.29
Peso umido polpa	1.41	4.49	3.24	± 0.83
Volume valve	1.55	3.04	2.29	± 0.47
Peso secco polpa	0.19	0.54	0.36	± 0.12
Volume cavità	4.89	15.49	10.89	± 2.80
Indice di condizione	26.95	42.39	35.31	± 5.55

Tab. 3 : Regressioni annuali peso secco della polpa (PSP; mg) (Bayne & Worral, 1980), lunghezza totale della conchiglia (LT; mm) delle due popolazioni: ($PSP = a\ LT^b$)

Puglia PSP	=	$-9.686 \mid LT^{2.13}$	(r = 0.98; n = 500)
Ganzirri PSP	=	$-9.332 \mid LT^{2.06}$	|(r = 0.75; n = 452)

r = coefficiente di correlazione; n = dimensione campionaria

Bibliografia

BAYNE B. L., WORRALL C. M., (1980) - Growth and production of mussels *Mytilus edulis* from two populations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **3**: 317-328.

CECCHERELLI V., U. BARBONI, (1983) - Growth, survival and yield of *Mytilus galloprovincialis* Lmk. on fixed suspended culture in a bay of the Po River Delta. *Aquaculture*, **34**: 101-114.

FABI G., FIORENTINI L., GIANNINI S., (1986) - Growth of *Mytilus galloprovincialis* LamK on suspended and immersed culture in the Bay of Portonovo (Central Adriatic Sea). *Conseil General des Peches pour la Mediterranee; Consultation Technique sur la Conchyliculture en Mer et les Recifs Artificiels*. Ancona 1986.

GENOVESE S., (1960) - Dati biometrici sulla popolazione di *Mytilus galloprovincialis* Lmk. della stagno di Ganzirri. *Extraits des Rapports et Proces-verbaux des Reunions de la C.I.E.S.M.M.*, **XV**, fasc.3.

MEDCOF J. C., NEEDLER A. W. H., (1941) - The influence of temperature and salinity on the condition of oysters (*Ostrea virginica*) . *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **5** (3).

VALLI G., (1980) - Riproduzione ed accrescimento di alcune specie di Molluschi eduli nelle Lagune di Grado e di Marano. *Nova Thalassia*, **4**: 45-48.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 261-262

O. GIOVANARDI °, F. PRANOVI°, F. SAVELLI°, M. VIDALI°°
°ICRAM, Via Stazione, 5 30015 CHIOGGIA (Ve)
°°Università di Padova

PRIME ESPERIENZE DI ALLEVAMENTO DELLA CAPPASANTA, *PECTEN JACOBAEUS* L.

Rearing of *Pecten jacobaeus* L.

Abstract

Growth and mortality of juveniles of Pecten jacobaeus collected in a nursery area in the Northern Adriatic Sea and placed in suspended "lantern" nets and oyster plastic trays, were recorded during the first year of the experiment in progress.

Key-words: *Pecten jacobaeus*, rearing, Adriatic

Introduzione

In Mediterraneo, con l'esclusione di alcuni tentativi sperimentali, ad es. condotti su *Pecten maximus* e *Patinopecten yessoensis* in Francia (Buestel *et al.*, 1989), non è stata verificata finora la fattibilità dell'ingrasso della cappasanta, o pellegrina, *Pecten jacobaeus* L. (Giovanardi e Ikenoue, 1987).

Materiali e metodi

Considerato che i maggiori banchi naturali di *P. jacobaeus* sono osservabili in alto Adriatico, nel marzo 1991, in collaborazione con una cooperativa di maricoltori di Cavallino (Ve) che dispone di un'area in concessione posta a 1,5 miglia dalla costa, si è effettuata una semina sperimentale di giovanili raccolti con un attrezzo da pesca professionale.

Il 13 marzo 1991 sono state seminate alcune centinaia di individui di taglia compresa fra 40 e 75 mm. Sono state utilizzate soprattutto strutture, sospese tra 5 e 10 m di profondità, tipo "lanterna giapponese" e "cestini" in plastica usati per l'allevamento delle ostriche.

Risultati e discussione

La mortalità dovuta al trasporto e alla manipolazione a terra può essere considerata trascurabile.

La struttura tipo "lanterna" presentava mortalità media di "prima immissione" (immediatamente successiva alla semina) del 17%, mentre nella struttura tipo "cestini" tale valore ammontava al 4,5%. Dall'osservazione effettuata nell'ottobre successivo, la mortalità è risultata entro limiti relativamente accettabili se si considerano il fenomeno delle "mucillagini" e la moria di bivalvi fossori che hanno caratterizzato pesantemente quest'area nel mese di agosto. La "lanterna" presentava mortalità media totale (dopo 204 giorni di allevamento) del 43,1% con un incremento della taglia maggiore compreso fra 3,1 ± 1,5 mm e 14,1 ± 3,8 mm, a seconda della taglia al momento della semina. La struttura tipo "cestini", invece, mostrava una mortalità totale media del 63,6% con incrementi dimensionali variabili fra 13,4 ± 3,9 mm e 28,4 ± 4,4 mm. In febbraio 1992 è stata effettuata una ulteriore osservazione e si sono valutati preliminarmente i parametri di crescita con il metodo di Ford-Walford per intervalli di tempo irregolari. L'accrescimento apparentemente risulta simile a quello descritto da Margus, 1990, ma sono necessarie maggiori osservazioni per definire i parametri della crescita e la sua stagionalità.

La densità di semina è risultata uno dei fattori che hanno influenzato l'accrescimento e la mortalità. In particolare nel periodo marzo-ottobre, si è notata una buona correlazione ($r = 0,83$, significativo con $p < 0,01$) fra mortalità e densità, fino a valori di quest'ultima corrispondenti ad una copertura massima supe-

riore al 60% circa dell'area dei piani della lanterna. Nel periodo marzo '91 - febbraio '92, è stato notato un maggiore accrescimento nella struttura tipo "cestini" rispetto alla "lanterna"; è necessario comunque considerare che potrebbe esistere anche un effetto densità differenziale che dovrà essere meglio verificato.

In conclusione sono necessarie ulteriori osservazioni per poter valutare con maggiore sicurezza la estendibilità su scala commerciale dell'allevamento della cappasanta. Le prove dovrebbero essere ripetute soprattutto per valutare l'effetto delle molteplici variabili, sia ambientali che strutturali.

Bibliografia

BUESTEL D., P. PAQUOTTE, I. DEFOSSEZ, (1989) - Scallop cultivation in Golfe du Lion in the Mediterranean Sea. Results of 1987 and 1988 ongrowing experiments with *P. maximus* and *P. yessoensis*. VII INTERN. PECTINID. WORKSHOP, Portland, April 1989

GIOVANARDI O., H. IKENOUE, (1987) - Allevamento di *P. yessoensis* (Jay) in Giappone e applicabilità su *P. jacobaeus* L. in Italia. *Ambiente e Risorse*, vol. **2** (1,2): 9-16

MARGUS D., (1990) - The scallop (*P.jacobaeus* L.) in the Krka river estuary. *Ichthyologia*, Vol **22**, No.1: 69-77

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 263-264

R.SORVILLO°, G.D'ANNA°°, F.BADALAMENTI°°, A.MAZZOLA°

°Istituto di Zoologia, via Archirafi n°18 90123 Palermo.
°°I.T.P.P. CNR, via L. Vaccara n°61 - 91026 Mazara del Vallo (TP).

PRIMI DATI SULL'ACCRESCIMENTO DI *CRASSOSTREA GIGAS* IN UN PARCO SPERIMENTALE MARINO NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA N/O).

Crassostrea gigas growth in Castellammare Gulf.

Abstracts

The results of a Crassostrea gigas rearing experience, inside the Gulf of Castellammare, are reported. Some small baskets, hung at -13 metres inside of an artificial reef area, have been used for the rearing. The oysters' growth has been slow during the starting stage. Afterwards size increase up to 60 mm in a year, have been noticed.

Key-words: Mariculture, *Crassostrea gigas*, Sicily.

Introduzione

Nell'ambito di un programma per lo sviluppo di sistemi di maricoltura nel Golfo di Castellammare, sono state effettuate delle ricerche sulla possibilità di allevare, in parchi sospesi, dei molluschi eduli. In particolare in questo contributo vengono riportati i risultati del primo anno di accrescimento di *Crassostrea gigas*.

Precedenti esperienze effettuate nel Tirreno meridionale avevano fornito risultati confortanti per quanto attiene l'adattibilità di questa specie alle diverse condizioni ambientali rispetto alle aree di origine (FARANDA et. al., 1983). Osservazioni sulla presenza di banchi naturali di *Ostrea edulis*, su substrati artificiali posti all'interno del Golfo di Castellammare (ARCULEO *et al.*, 1990), hanno incoraggiato l'iniziativa per una molluschicoltura in mare.

Materiali e metodi

La prova è stata effettuata in un'area del Golfo di Castellammare, a circa 800 m dalla costa, dove erano state collocate precedentemente delle barriere artificiali.

Nel mese di Aprile 1991 sono stati posti in allevamento, alla profondità di -13 m., 5000 esemplari (15.24 mm.± 2.78) di *C. gigas* provenienti da una avannotteria, adattando alla pecularietà del sito una metodica già sperimentata dall'I.R.Pe.M di Ancona (FABI et. al., 1989). I cestelli utilizzati contenevano all'interno 4 settori con maglia più piccola, per evitare la dispersione del seme. Mensilmente oltre al rilevamento dei principali parametri ambientali, sono state prelevate delle aliquote di circa 100 individui sui quali venivano rilevati: lunghezza totale (LT), spessore della conchiglia, peso sgocciolato del mollusco, peso delle valve, peso della polpa. Sono state calcolate le classi stagionali di frequenza in lunghezze, le relazioni taglia/peso totale sgocciolato (Pt), taglia/peso della polpa (Pp) e la curva di crescita.

Risultati e discussioni

Lo slittamento dei valori modali delle distribuzioni di frequenza è minimo nei primi sei mesi ed aumenta notevolmente a partire dall'autunno. Tale risultato è confortato sia dall'andamento della regressione taglia/peso totale sgocciolato e taglia/peso della polpa (Fig. 1) sia dall'andamento della curva di crescita riportata in Fig. 2.

La lenta crescita iniziale delle ostriche, con un incremento in lunghezza di 1 mm al mese, è stata provo-

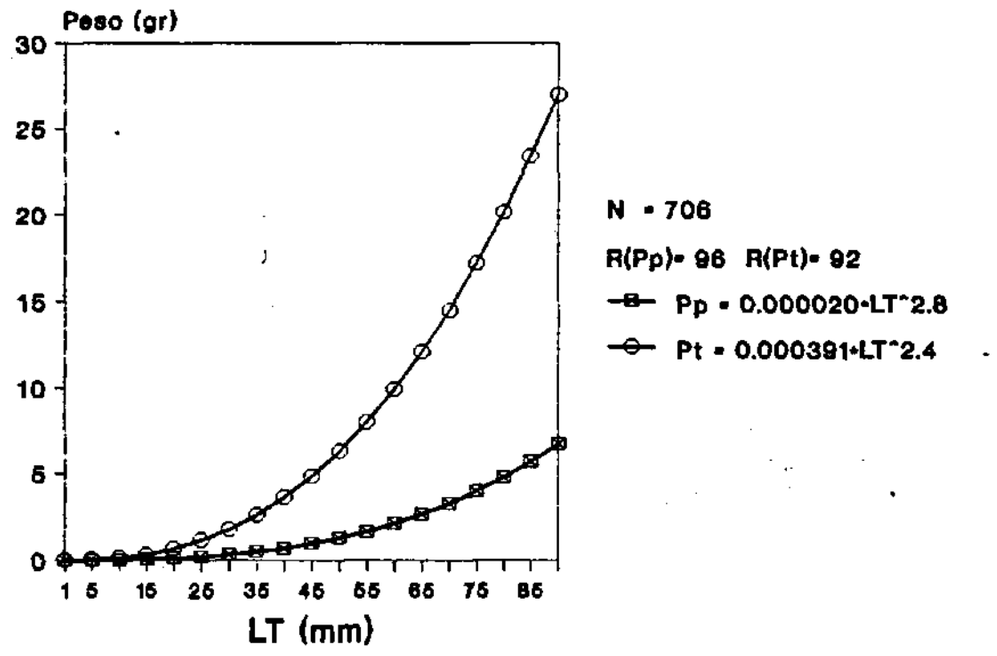


Fig. 1 - Relazioni tra la taglia e rispettivamente il peso polpa (Pp) e il pesoto totale sgocciolato (Pt).

hanno raggiunto una lunghezza totale media di oltre 60 mm, nonostante che fino al mese di agosto la taglia media non raggiungeva 20 mm.

I risultati conseguiti in questa prima fase dell'esperimento sono di difficile comparazione con quanto riportato dalle altre esperienze effettuate in precedenza nell'area trapanese e nel medio Adriatico, dove sono state utilizzate taglie di semina superiori.

La crescita raggiunta dalle ostriche dimostra comunque che l'area scelta consente buone prospettive per la coltivazione di questa specie.

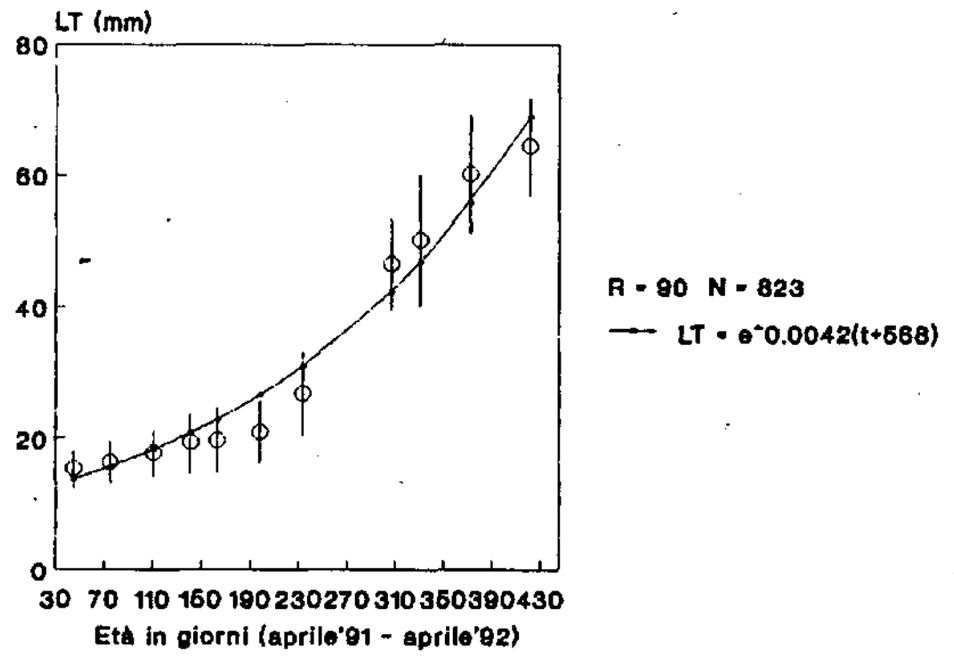


Fig. 2 - Curva di crescita di *Crassostrea gigas*

cata dalla presenza di mucillaggine e dalla enorme quantità di sedimento, che ha causato un continuo intasamento delle maglie dei cestelli e quindi un difficile ricambio idrico nelle intere pile. Occorreva frequentemente sostituire i settori interni ed i cestelli stessi, oltre che effettuare un'accurata pulizia degli esemplari in allevamento.

Questo fenomeno è andato diminuendo notevolmente già dal mese di agosto in poi, con evidente riscontro nel ritmo di crescita delle ostriche.

Tuttavia dopo un anno di allevamento si è potuto constatare che le ostriche

Ringraziamenti

Si ringraziano i Dottori G. Fabi e L. Fiorentini dell'IRPEM di Ancona per la collaborazione prestata nell'organizzazione del parco sperimentale.

Bibliografia

ARCULEO M., BOMBACE G., D'ANNA G., PIPITONE C., SPARLA M. P., RIGGIO S., (1990) - Note sull'efficenza della barriera artificiale di Alcamo Marina (Sicilia). *Oebalia*, suppl. **XVI(2): 563-566.**

FABI G., FIORENTINI L., GIANNINI S., (1989) - Experimental shellfish culture on an artificial reef in the Adriatic Sea. *Bullettin of Marine Science*. **44**(2):923-933.

FARANDA F., GIUFFRÈ G., LO PARO G. MANGANARO A., PULICANÒ G., (1983) - Accrescimento di Ostrea edulis e Cassostrea gigas in un parco sperimentale (Trapani, Sicilia). *Mem. Biol. Mar. Ocean.* **XIII**(1): 79-112.

Lavoro effettuato con finanziamento M.U.R.S.T. 60% - 90.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 265-266

A.CANNAS°, P.MASSIDDA°, G.SABA
° CONSARPE, via XX settembre 25 09070 Oristano.

PRIMI DATI SULLA RIMONTA DEL NOVELLAME NELLO STAGNO DI TORTOLÌ (SARDEGNA SUD-ORIENTALE)

Fry ascent in Tortolì lagoon

Abstract

Presentation of the risults attained after one year of studies about fry ascent in the lagoon of Tortolì and discussion about salinity influence on that phenomenon.

Key-words: fry, ascent, lagoon.

Introduzione

Le elevate rese degli stagni sardi dipendono esclusivamente dal reclutamento naturale. Si riportano i risultati relativi a un anno di rilevamenti (feb.1990-gen.91) sulla rimonta.

Materiali e metodi

I campionamenti, effettuati con l'uso di una trappola fissa situata esternamente ai lavorieri, hanno avuto frequenza mensile.

Discussione

Gli Sparidi sono presenti con 5 specie: *Boops salpa* (febbraio-giugno); *Diplodus sargus* (novembre); *Diplodus vulgaris* (febbraio-giugno); *Diplodus annularis* (giugno); *Oblada melanura* (luglio-settembre). Nel pescato dello stagno i saraghi e *Boops salpa* sono presenti in quantità significativi; l'*O. melanura* è catturata sporadicamente. Sono presenti le 5 specie di Mugilidi tipiche degli ambienti lagunari; oltre agli avannotti sono stati osservati di frequente giovanili e adulti di tutte le specie in rimonta. Inoltre sono stati particolarmente abbondanti i Mullidi, a partire da giugno; frequenti anche Gobidi, Atherinidi, Blennidi e *A. anguilla*. Il *D. labrax* è stato osservato in rimonta solo come giovanile.

Conclusioni

L'elevata salinità (33‰) ha certamente influenzato la rimonta. Mentre alcune specie tipiche di ambienti lagunari sono presenti solo per brevi periodi, altre, tipiche di acque più salate risultano presenti per diversi mesi consecutivi.

La presenza di giovanili e adulti in rimonta per tutta l'ampiezza della bocca giustifica l'usanza esistente in Sardegna di eliminare del tutto, in primavera, le griglie dei lavorieri per favorire l'accesso dei pesci allo stagno.

Bibliografia

CAU A. *et al.* (1987) - Osservazioni sulla rimonta del pesce novello nelle coste della Sardegna. *Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari*, **57:** 179-187.

GANDOLFI G. *et al.* (1981) - Osservazioni sulla montata del pesce novello lungo le coste italiane. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, **3 (suppl.):** 215-232.

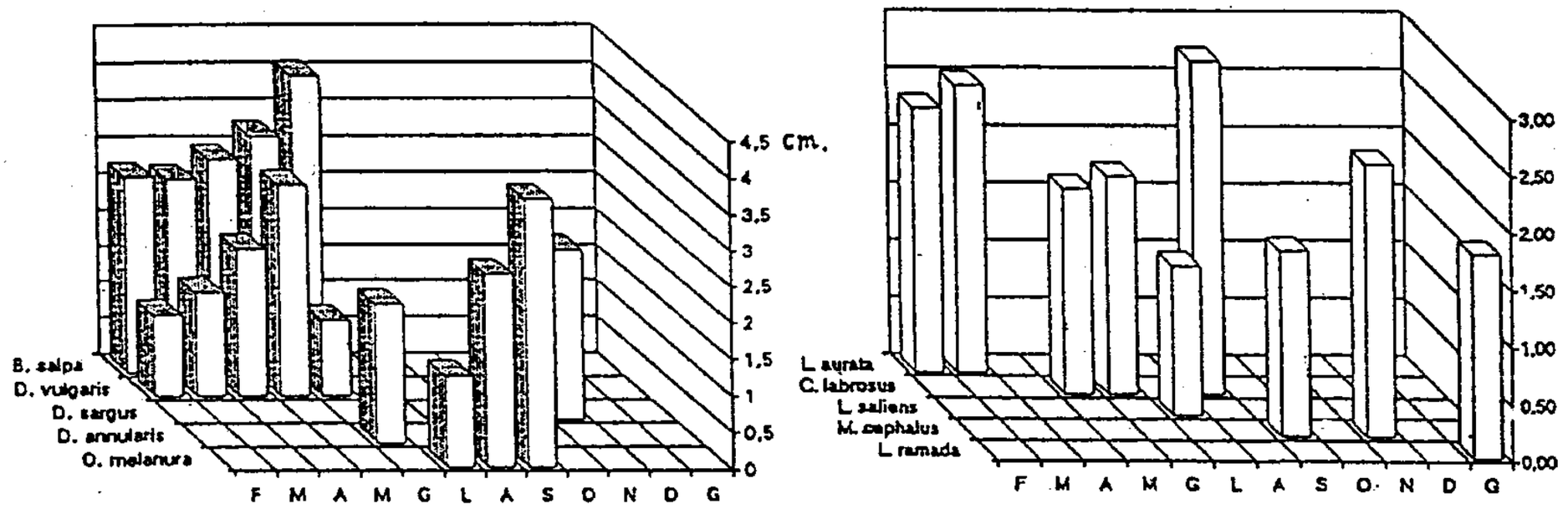


Fig 1 Sparidi e Mugilidi: taglie medie di rimonta.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 267-268

G. BOZZATO, F. MENEGHETTI, A. BARBARO, M. CERVELLI, A. FRANCESCON
Istituto di Biologia del Mare - CNR, Riva 7 Martiri 1364/A, Venezia

APPLICAZIONI DI UNA TECNICA ELETTRONICA DI MARCATURA INDIVIDUALE IN ORATA (*SPARUS AURATA* L.)

Electronic tagging in experimental sea-bream culture

Abstract

Electronic tagging allowed to recognize individually 117 breeders of Sparus aurata and to plan crossbreed experiments. Biological parameters (growth, sexual maturity, egg production etc.) were followed during a 12-month period for each fish.

Key-words: breeders, electronic tagging, *Sparus aurata*

Introduzione

In acquacoltura il controllo della riproduzione, l'allevamento e gli interventi a livello genetico vengono favoriti dalla possibilità di identificare il singolo organismo; tuttavia le tecniche (fisiche, chimiche e biologiche) finora utilizzate nelle specie ittiche non hanno permesso di raggiungere risultati ottimali. Recentemente è stato applicato su salmonidi un sistema elettronico di marcatura interna costituito da:

1) un PIT (Passive Integrated Transponder) cilindrico (dimensioni 2 x 10 mm), contenente un codice alfanumerico;
2) un lettore che emette un segnale radio e lo riceve riflesso dal PIT;
3) un'unità di memoria e gestione dati. Nel presente lavoro si è applicato questo sistema ad un lotto di orate (*S. aurata*).

Materiali e metodi

Sono stati impiegati 117 pesci, maschi e femmine (da 300 g a 1900) utilizzati come riproduttori in un impianto ittico, iniettando ciascun PIT sottocute alla base posteriore della pinna dorsale tramite un'apposita siringa. La permanenza dei PIT è stata verificata ogni volta che si sono eseguite misure di lunghezza e peso, biopsia ovarica nelle femmine e spremitura addominale nei maschi. Per alcuni lotti si è inoltre proceduto alla stima quantitativa e qualitativa delle uova raccolte e controllato lo stato di salute sulla base dell'aspetto esteriore degli animali.

Risultati e discussione

Il tasso di ritenzione dei PIT è stato, nell'arco di circa un anno, del 100%. Il marchio non ha provocato patologie evidenti nè ha influenzato la crescita e la fisiologia riproduttiva. Nel periodo di alimentazione in impianto il tasso relativo di crescita è stato del 73±10 % (variazione peso x 10^2/ peso iniziale); le femmine marcate hanno emesso 13.000 uova per chilogrammo di peso corporeo al giorno, quantità simili a quelle prodotte dai lotti non marcati (10.500). La mortalità totale è stata del 15%, però dovuta anche al mantenimento in cattività ed alle varie manipolazioni sperimentali fatte sui pesci.

Si è potuto così verificare quanto le caratteristiche utili ai fini della riproduzione e dell'allevamento dipendano dalle variabili sperimentali introdotte, dalle condizioni ambientali, oppure dalle caratteristiche del singolo animale. Durante il periodo di utilizzazione dei riproduttori si è creata una "cartella clinica" individuale in continuo aggiornamento.

Tale sistema di marcatura ha portato, inoltre, ad ottimizzare lo studio genetico della specie. Il riconoscimento individuale ha permesso di caratterizzare ogni riproduttore per alcuni alloenzimi tramite l'analisi elet-

troforetica; in tal modo si sono potuti programmare gli incroci ottenendo stock marcati geneticamente, utili per le successive sperimentazioni sulla progenie.

Lavoro eseguito con un contributo del C.N.R., nell'ambito del PF RAISA, sottoprogetto 3. Pubblicazione N. 731.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 269-270

D. DI CAVE°, M. DI PAOLO°, M.L. BIANCHINI°°°, M.ORTIS°, P. ORECCHIA°°, L. PAGGI.

° Istituto di Parassitologia Università di Roma "La Sapienza" Piazzale A. Moro 5, 00185 Roma, Italy.
°° Dipartimento di Sanità Pubblica e Biologia Cellulare Università di Roma "Tor Vergata"
°°° C.N.R. - RAISA

ELMINTI PARASSITI DI SPECIE ITTICHE DI INTERESSE COMMERCIALE PRESENTI IN ALCUNE LAGUNE ITALIANE

Helminthfauna of fish from wet areas

Abstract

A survey on the helminth parasites of fish from some italian wet areas is in progress. Morphological and taxonomic studies have permitted the identification of numerous species of Monogenea, Digenea, Nematoda and Acantocephala. Table I summarizes the species of parasites from each fish species and from each locality.

Key-words: Parasites, helminths, fish, wet areas.

È in corso una ricerca sulla elmintofauna di specie ittiche di rilevanza economica presenti in alcune zone umide di tipo mediterraneo della costa adriatica (Lago di Lesina) e della costa tirrenica (Laghi di Caprolace, Monaci e Fogliano). Tale indagine parassitologica é stata intrapresa allo scopo di ottenere dati di base che possano servire alla salvaguardia del patrimonio ittico e a una migliore gestione di queste zone umide a fini produttivi. Le specie parassite identificate sono riportate in Tabella I, per ospite e per località di ritrovamento.

Tab. 1 - Aa, *Anguilla anguilla*; Ab, *Atherina boyeri*; Mc, *Mugil cephalus*; Lr, *Liza ramada*; La, *Liza aurata*; Ls, *Liza saliens*; Cl, *Chelon labrosus*; Dl, *Dicentrarchus labrax*; ▲, Lago di Lesina; ●, Lago di Caprolace; O, Lago di Monaci; ■, Lago di Fogliano; *, metacercarie; **, larve.

	Aa	Ab	Mc	Lr	La	Ls	Cl	Dl
MONOGENEA:								
Ligophorus acuminatus	....	....	....	....	....	▲...	....	....
Ligophorus angustus	....	....	....	....	....	....	▲..■	....
Ligophorus chabaudi	....	....	.●..	....	....	....	....	....
Ligophorus confusus	....	....	....	▲●O■	....	....	....	....
Ligophorus heteronchus	....	....	....	....	....	▲..■	....	....
Ligophorus imitans	....	....	....	▲●O■	....	....	....	....
Ligophorus macrocolpos	....	....	....	....	....	▲..■	....	....
Ligophorus minimus	....	....	....	....	....	▲...	....	....
Ligophorus mugilinus	....	....	▲●O■	....	....	....	....	....
Ligophorus parvicirrus	....	....	....	▲●..	....	....	....	....
Ligophorus szidati	....	....	....	....	▲●O■	....	....	....
Ligophorus vanbenedenii	....	....	....	....	▲●.■	....	....	....
Microcotyle sp.	....	....	....	...■	....	....	....	....
Ergenstrema mugilis	....	....	....	▲..■	....	....	▲..■	....
Benedenia monticelli	....	....	....	....	...■	....	....	....
Diplectanum aequans	....	....	....	....	....	....	....	▲●.■
Solostamenides mugilis	....	....	▲...	▲...	....	....	....	....
DIGENEA:								
Bucephalus sp.	..O■	....	....	....	....	....	....	...■
Haplosplanchnus pachysomus	....	....	▲●O■	▲●O■	▲●.■	▲...	....	....
Lecithochirium musculus	..O.	....	....	....	....	....	....	....
Lecithaster sp.	....	....	.●.■	.●..	.●..	....	...■	....
Saturnius papernai	....	....	▲...	...■	....	....	....	....
Saturnius sp.	....	....	....	▲...	....	....	....	....
Dicrogaster contractus	....	....	▲●.■	▲●O■	.●.■	▲...	▲..■	....
Haploporus benedeni	....	....	▲...	▲●.■	▲..■	....	▲..■	....
Saccocoelium obesum	....	....	....	▲●..	....	▲..■	....	....
Saccocoelium tensum	....	....	▲●.■	▲●O■	▲●O■	▲...	▲..■	....
Lecithobothrys putrescens	....	....	...■	....	...■	....	....	....
Deropristis inflata	..O■	....	....	....	....	....	....	....
Timoniella imbutiforme	....	....	....	....	....	....	....	▲●.■
Timoniella imbutiforme*	....	▲...	....	....	....	....	....	....
Cainocreadium labracis	....	....	....	....	....	....	....	.●.■
NEMATODA:								
Contracaecum rudolphii**	..O■	....	....	....	....	....	....	.●.■
ACANTHOCEPHALA:								
Acanthogyrus (A.) lizae	....	....	....	.●O.	.●.■	....	....	....
Neoechinorhynchus agilis	....	....	▲...	.●.■	...■	....	...■	....
Telosentis exiguus	▲...	....	....	....	....	....	....	▲...

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 271-272

V.SCERRA°, C.NICOLOSI ASMUNDO°°, M.C.CATALDI LUPO°°, M.ARCULEO°,
M.C.SINATRA°, S.CAMPISI°°.

°Istituto di Zootecnica, P.zza S.Francesco 7, 89061 Gallina (Reggio Calabria).
°°Istituto di Industrie Agrarie, Via Val di Savoia 5 - Catania.

COMPOSIZIONE E ASPETTI NUTRIZIONALI DI *DICENTRARCHUS LABRAX* (L.) IN RELAZIONE ALL'ACCRESCIMENTO.

Chemical composition and growth in *Dicentrarchus labrax* (L.)

Abstracts

Data on the chemical composition of edible parts and carcass of D. labrax are reported. The high content in polynsaturated fatty acids with a high w3/w6 ratio and in proteins render this food valuable.

Key-words: *Dicentrarchus labrax*, chemical composition, growth.

Introduzione

Le scelte mirate al miglioramento della composizione chimica delle specie oggetto di allevamento sono condizionate dagli aspetti nutrizionali che queste devono possedere prima di essere immesse sul mercato. In questi ultimi anni si sta affermando una nuova tendenza che ha come obiettivo quello di realizzare prodotti dall'elevato valore aggiunto idonei ad eventuali trattamenti cone, per esempio, l'affumicazione, l'inscatolamento, la conservazione sottovuoto in forma di filetti, ecc.. (AA.VV., 1986).

La nostra ricerca è stata effettuata su individui di *D. labrax* provenienti da un impianto di allevamento della Biotecno di Marsala (TP) sottoposti, due volte al giorno, ad una razione alimentare pari al 2% del peso corporeo. In particolare sono stati esaminati circa n° 40 individui suddivisi, per comodità, in tre classi di taglia:

a) avannotti (peso medio di 5 g);
b) taglia media (peso medio di 80 g);
c) taglia commerciale (peso medio di 250 g).

Quest'ultima secondo il ciclo produttivo dell'impianto, coincide con la pezzatura commercializzata. Successivamente veniva determinata sugli individui interi, sulla parte edibile (filetto), sugli scarti (testa, coda, lische, vischeri, pelle, ecc.) e sul mangime utilizzato la composizione centesimale, amoinoacidica, acidica dei lipidi e dei micro e macro- elementi. Negli avannotti tale distinzione (parte edibile e scarto) non è stata possibile per ovvi motivi dimensionali.

Risultati e discussione

La ripartizione dell'animale intero in parte edibile e scarto ha evidenziato rispettivamente valori del 44% e del 56% per la classe di taglia media e valori del 54% e del 46% per la classe di taglia commerciale. Il livello proteico e lipidico riscontrato nel mangime utilizzato per l'alimentazione è risutato di 49.3% s.s. (sostanza secca) e 21.24% s.s..L'analisi della composizione chimica e minerale ha mostrato, soprattutto nei filetti provenienti dalle classi di taglia media e commerciale, un livello proteico elevato rispettivamente del 76.97% e del 78.94% della s.s., mentre negli avannotti è stato riscontrato un valore sensibilmente inferiore (53,30% s.s).La composizione aminoacidica esressa in percentuale della proteina ha rilevato una elevata presenza di aminoacidi essenziali in tutte e tre le classi prese in esame. Si evidenzia tuttavia un valore in arginina nella parte edibile della classe media e commerciale (1.60 e 1.35) al di sotto del valore ottimale; questi valori sono probabilmente influenzati dalla metodica analitica utilizzata (Nicolosi Asmundo *et al.* in stampa) La quantità di grasso contenuta nei filetti di taglia media (17,15% s.s.) e commerciale (12.52% s.s.) ri-

sulta inferiore rispetto a quella riscontrata negli scarti (38.53% s.s.) poiché, in questi ultimi, ritroviamo un apporto lipidico non indifferente di origine epatica e viscerale. Il contenuto, in acidi grassi insaturi è risultato abbastanza soddisfacnete, in termini di rapporto Instauri/Saturi, di 2.49% e 2.32% rispettivamente per la taglia media e per quella commerciale. I nostri risultati, confrontati con quelli riportati da Corbari *et al.* (1984) e Amerio *et al.* (1987), confermano sia la validità del mangime utilizzato dall'inpianto, che appare sufficiente a coprire i fabbisogni nutritivi della spigola, sia per la qualità del prodotto ottenuto che presenta elevate caratteristiche nutrizionali.

Bibliografia

AA.VV., (1986) - Tendenze e problemi dello sviluppo dell'acquacoltura. Atti 2° Conferenza Intenazionale sull'allevamento acquatico. *Ente Autonomo Fiere di Verona.*

AMERIO M., M. BERTOLINELLI, L.FIORENTINI, (1987) - Alimenti naturali e mangimi composti integrati per gli stadi larvali di trota (*Salmo gairdneri* R.) e branzino (*Dicentrarchus labrax*). *Zoot. Nutr. Anim.*, **13:** 555-561

CORBARI L., P. GHITTINO, M. AMERIO, M. CAGGIANO, M. BERTOLINELLI, (1984) - Ricerca applicata per la messa a punto di una dieta bilanciata per la spigola (*Dicentrarchus labraz*). *Riv. Ital. Pisc. Ittiop.*, **XIX, 3:** 95-114.

NICOLOSI ASMUNDO C., M.C.CATALDI LUPO, S. CAMPISI, in stampa - Il *Trachurus mediterraneus* dello Ionio: composizione e aspetti nutrizionali. *Riv. Soc. Ital. Sci. Alim.*

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 273-276

M. AVIAN, P. BONIVENTO, T. CETTOLO, E. GODINI, L. ROTTINI SANDRINI
Dipartimento di Biologia, Università di Trieste, via Valerio 32, 34127 Trieste Italy

ALTERAZIONI ISTOLOGICHE DELLA GHIANDOLA DIGESTIVA DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LMK. CORRELATE A BLOOMS DI FITOPLANCTON

Digestive gland alterations of *M. galloprovincialis*

Abstract

The possible effect of DSP toxins on structure and function of the digestive gland in *Mytilus galloprovincialis* Lmk. is investigated in specimens of the Gulf of Trieste from September 1990 to October 1991 by means of a correlation between histological findings and phytoplanktonic blooms.

Key-words: *Mytilus galloprovincialis*; digestive gland; histology; *Dinophysis* sp.

Introduzione

Negli ultimi anni, il problema della presenza di tossine di origine algale in molluschi eduli ha suscitato un grande interesse in relazione agli episodi di intossicazione verificatisi nell'uomo e, di conseguenza, per i gravi danni causati all'economia legata all'allevamento di bivalvi. Honsell *et al.* (1990), Volterra *et al.* (1990), Cabrini *et al.* (1991) e Godini *et al.* (1991) hanno indicato le alghe del genere *Dinophysis* quali responsabili delle intossicazioni DSP (Diarrhoeic Shellfish Poisoning) nell'Adriatico.

La presente ricerca vuole studiare le eventuali alterazioni strutturali, non legate al periodo riproduttivo, nella ghiandola digestiva (epatopancreas) di *Mytilus galloprovincialis* Lmk., presumibilmente indotte da fattori esogeni, quali le ditossine coinvolte nel fenomeno DSP e/o la presenza in mare di *Dinophysis sp*.

Materiali e metodi

Da settembre 1990 ad ottobre 1991 sono stati prelevati mensilmente da una stazione fissa del Golfo di Trieste al largo della località "Ginestre" due esemplari di *M. galloprovincialis* Lmk., rispettivamente di 3 e 5 cm di lunghezza, all'inizio della resta (- 1 m), e due delle stesse dimensioni alla fine della resta (- 5 m). Da tutti i campioni è stata estratta a fresco la ghiandola digestiva. Pezzi di tale tessuto sono stati fissati in Bouin o in formol-calcio e preparati con tecniche istologiche convenzionali per mettere in evidenza i lipidi ed il glicogeno Altri pezzi dei campioni sono stati fissati per 2 ore a 4 °C in glutaraldeide 2% in tampone cacodilato 0,1 M a pH 7,25 cui è stato aggiunto NaCl 0,36 M e $CaCl_2$ 3 mM; post-fissati in tetrossido di osmio 1% nello stesso tampone per 1 ora a 4 °C, disidratati ed inclusi in epon-Araldite. Da tali inclusioni sono state ottenute sezioni semifini (1,5 μm), colorati con blu di toluidina, fucsina basica-azur II-blu di metilene, PAS-verde malachite.

Risultati

L'aspetto morfofunzionale "normale" osservabile in una sezione di tubulo digestivo in *Mytilus galloprovincialis* è caratterizzato dalla presenza di due tipi cellulari principali:

- Le cellule digestive, acidofile, formano un epitelio colonnare semplice, vacuolato, e sono responsabili della digestione intracellulare. Al microscopio elettronico presentano microvilli nella parte apicale; Thompson *et al.* (1974), in *Mytilus edulis*, distinguono due tipi di vescicole delimitate da membrana che formano un sistema lisosomiale con funzione digestiva.: le macrovescicole (4-8 5m di diametro) con-

siderate eterolisosomi e le microvescicole (2 5m di diametro), considerate corpi residuali. Le prime si ritrovano nelle parti centrali ed apicali della cellula, le seconde in quelle basali.

- Le cellule basofile, intercalate tra le cellule digestive, sono di forma piramidale; in esse, al microscopio elettronico, è stato osservato un esteso reticolo endoplasmatico granulare, numerosi ribosomi liberi, corpi del Golgi attivi, granuli e microvilli all'apice cellulare. Questi granuli, contenenti enzimi litici, vengono esocitati nel lume dei tubuli.

Numero e stuttura di questi due tipi cellulari sono però variabili nel tempo, in relazione al ciclo riproduttivo (Lubet *et al.*, 1986; Owen, 1974; Thompson *et al.*, 1974).

All'osservazione macroscopica a fresco dei mitili campionati non si distinguono modificazioni a livello della ghiandola digestiva (alterazioni cromatiche o di volume) che possano essere messe in relazione ad eventuali alterazioni istologiche. All'analisi istologica non sono state rilevate differenze né tra mitili di taglia diversa (3 cm e 5 cm), né tra mitili provenienti dall'inizio della resta (- 1 m) e dalla fine della resta (- 5 m). Questa omogeneità è stata verificata in ogni prelievo mensile.

1° CAMPIONAMENTO (25/9/1990) (Fig. 1). Alcune zone della ghiandola digestiva appaiono degenerate: difatti accanto a dei tubuli con aspetto normale, altri si presentano fortemente disorganizzati. In questi ultimi, le cellule basofile sono numericamente ridotte e raramente presentano granuli apicali di secrezione. La struttura delle cellule digestive spesso non è riconoscibile. Al loro posto sono presenti numerose piccole vescicole lipidiche. I tubuli degradati sono invasi da "amebociti" (per lo più macrofagi) che presumibilmente contribuiscono al degrado della struttura.

2° CAMPIONAMENTO (22/10/1990) (Fig. 2). La degradazione della struttura dei tubuli digestivi è molto più diffusa. Le cellule digestive risultano totalmente destrutturate. Anche in questo caso si osservano al loro posto zone con corpi residuali e con vescicole lipidiche. Le cellule basofile, fortemente ridotte in numero e quasi sempre senza granuli apicali, presentano un aspetto degenerativo simile a quello osservato nelle cellule digestive, anche se meno intenso. Tutto il tessuto è invaso da amebociti. Non si notano invece degenerazioni a carico dei dotti digestivi, sia primari che secondari. Sono presenti anche degenerazioni a carico delle cellule costituenti il tessuto di riserva (cellule adipogranulari e vescicolose). In tutte le zone in degenerazione sono presenti numerosi amebociti.

3° CAMPIONAMENTO (19/11/1990). L'epatopancreas appare meno alterato rispetto a quello degli esemplari del campionamento precedente. Presenta infatti zone ancora degradate, ma ad esse se ne alternano altre fornite di numerose cellule basofile, attive nella produzione dei granuli apicali. Ricompaiono anche le cellule digestive. In esse è osservabile un aspetto fisiologico normale, con vescicole pinocitotiche tra i villi affacciati sul lume, accumulo di vescicole lipidiche e vescicole di digestione.

4° CAMPIONAMENTO (17/12/1990). Le pareti dei tubuli digestivi hanno un'aspetto morfologico normale. Vi è un'aumento quantitativo dell'accumulo di sostanze di riserva; infatti in questo periodo sono molto abbondanti sia le cellule vescicolose che le cellule adipogranulari. Testicoli ed ovari sono maturi.

5° - 12° CAMPIONAMENTO (dall'1/1991 all'8/1991). In questi mesi l'aspetto istologico dei tubuli è privo di alterazioni, con variazioni mensili (sostituzione delle cellule digestive nella parete dei tubuli) in relazione ai periodi riproduttivi. L'accumulo di cellule vescicolose ed adipogranulari nel tessuto di riserva è più evidente nei mesi di giugno, luglio ed agosto.

13° - 14° CAMPIONAMENTO (9/9 e 30/10/1991) (Fig. 3, 4). I tubuli digestivi sono privi di alterazioni paragonabili a quelle riscontrate negli stessi mesi del 1990. Si notano alcuni tubuli interessati da fenomeni degenerativi a carico delle cellule digestive, ma questi aspetti rientrano nella normale dinamica del ciclo fisiologico dei tubuli digestivi. Il tessuto di riserva è ampliamente rappresentato in settembre, in quantità minore in ottobre. Le gonadi sono in attiva gametogenesi in settembre, mature in ottobre.

Discussione e conclusioni

Da un confronto dei dati istologici con i dati disponibili sulla presenza di *Dinophysis sp.* nel Golfo di Trieste (Cabrini *et al.*, 1991; Della Loggia *et al.*, 1991; Godini *et al.*, 1991), si osserva una corrispondenza tra i danni strutturali osservati a livello della ghiandola digestiva e la massiva presenza della specie *D. fortii* (mesi di settembre, ottobre 1990). Questi fenomeni degenerativi non possono essere considerati come aspetti del normale metabolismo della ghiandola digestiva (Valli, 1971; Owen, 1974; Thompson *et al.*, 1974;

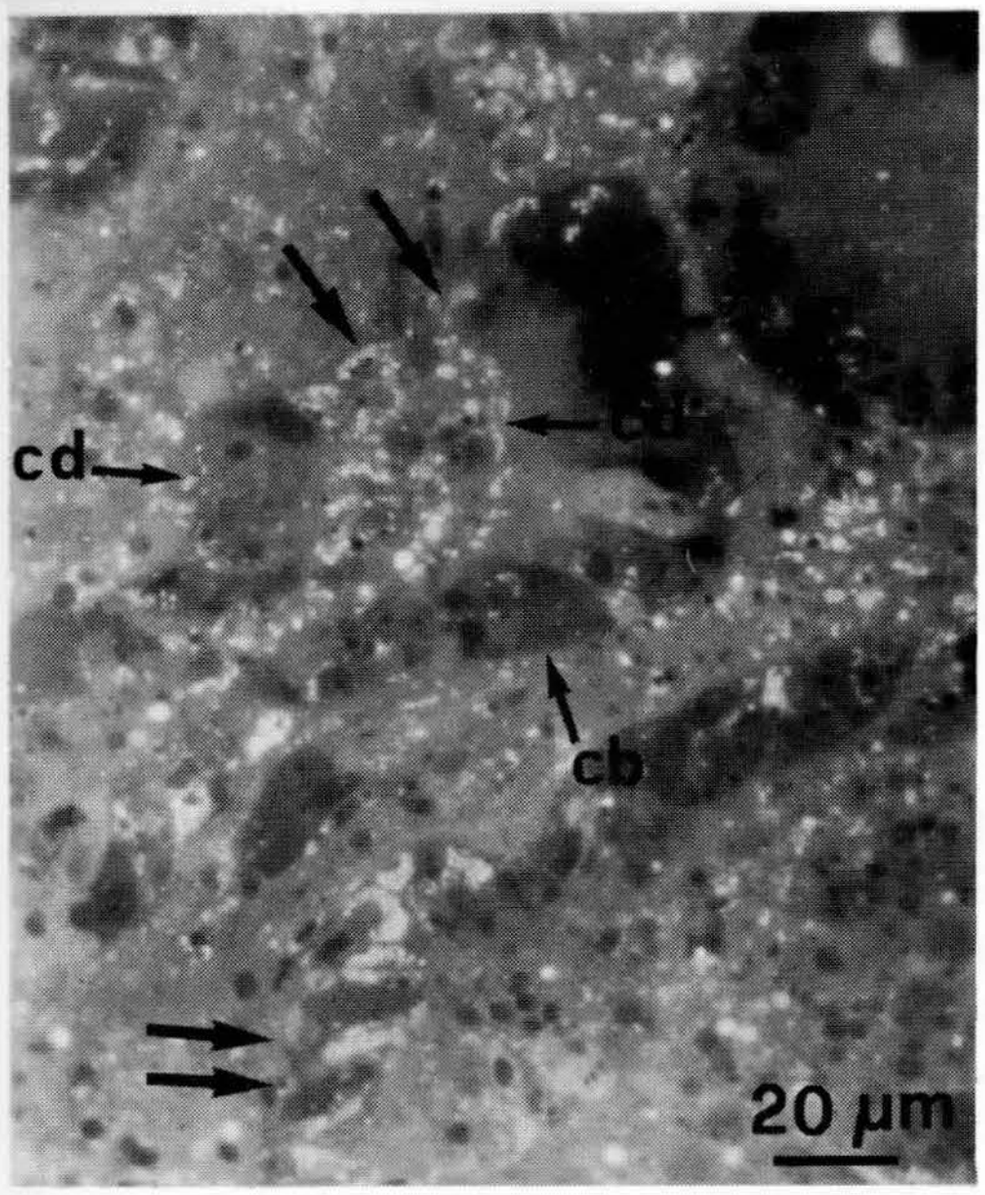


Fig. 1. 1 camp., tre tubuli digestivi di cui 2 in degenerezione (frecce). Visibili alcune cellule basofile (cb) ed alcune cellule digestive in degenerazione (cd).

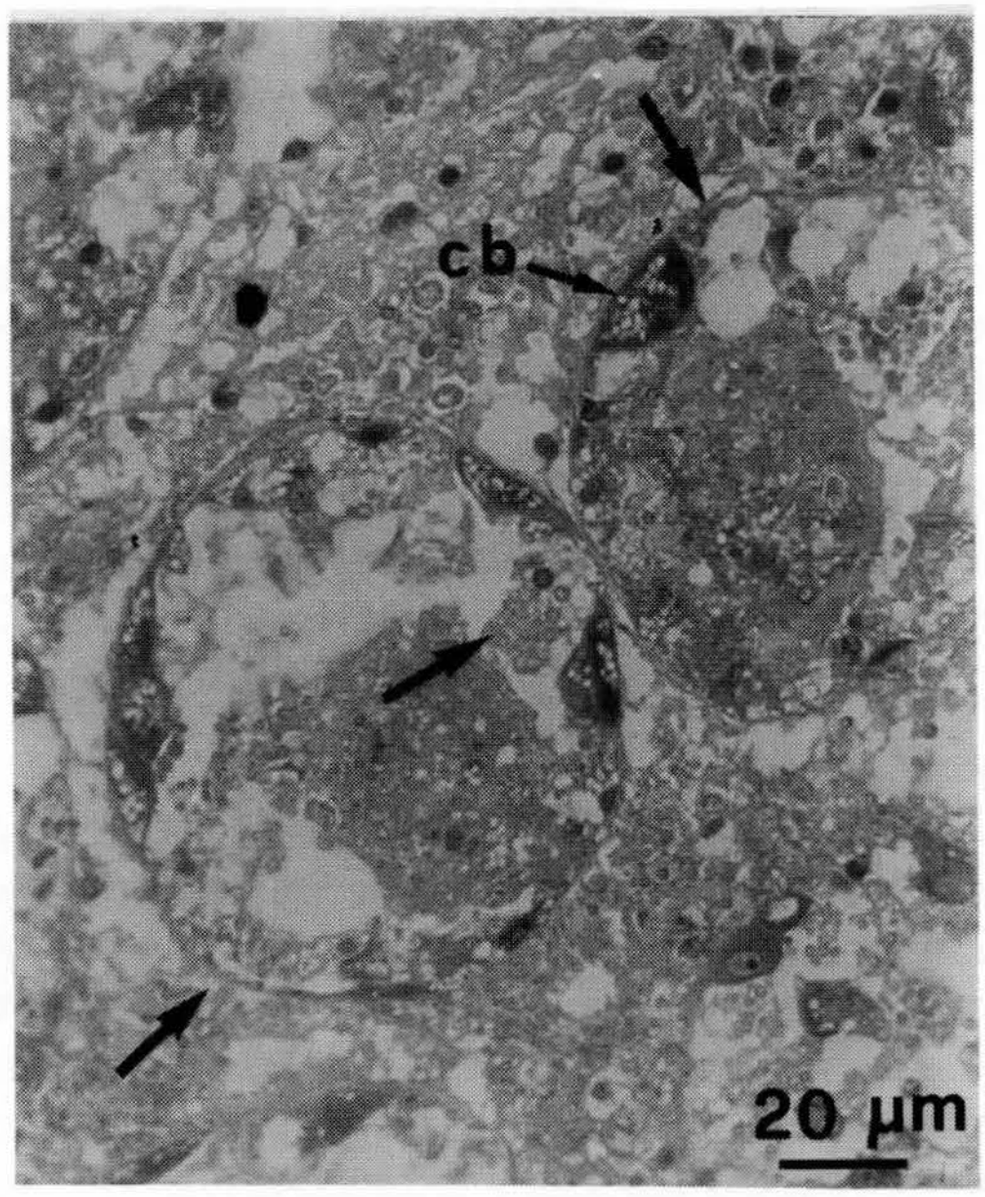


Fig 2. 2 camp. Tubuli digestivi completamente degenerati. Visibili alcune cellule basofile (cb) in fase di degenerazione. Le cellule digestive sono completamente degenerate (frecce).

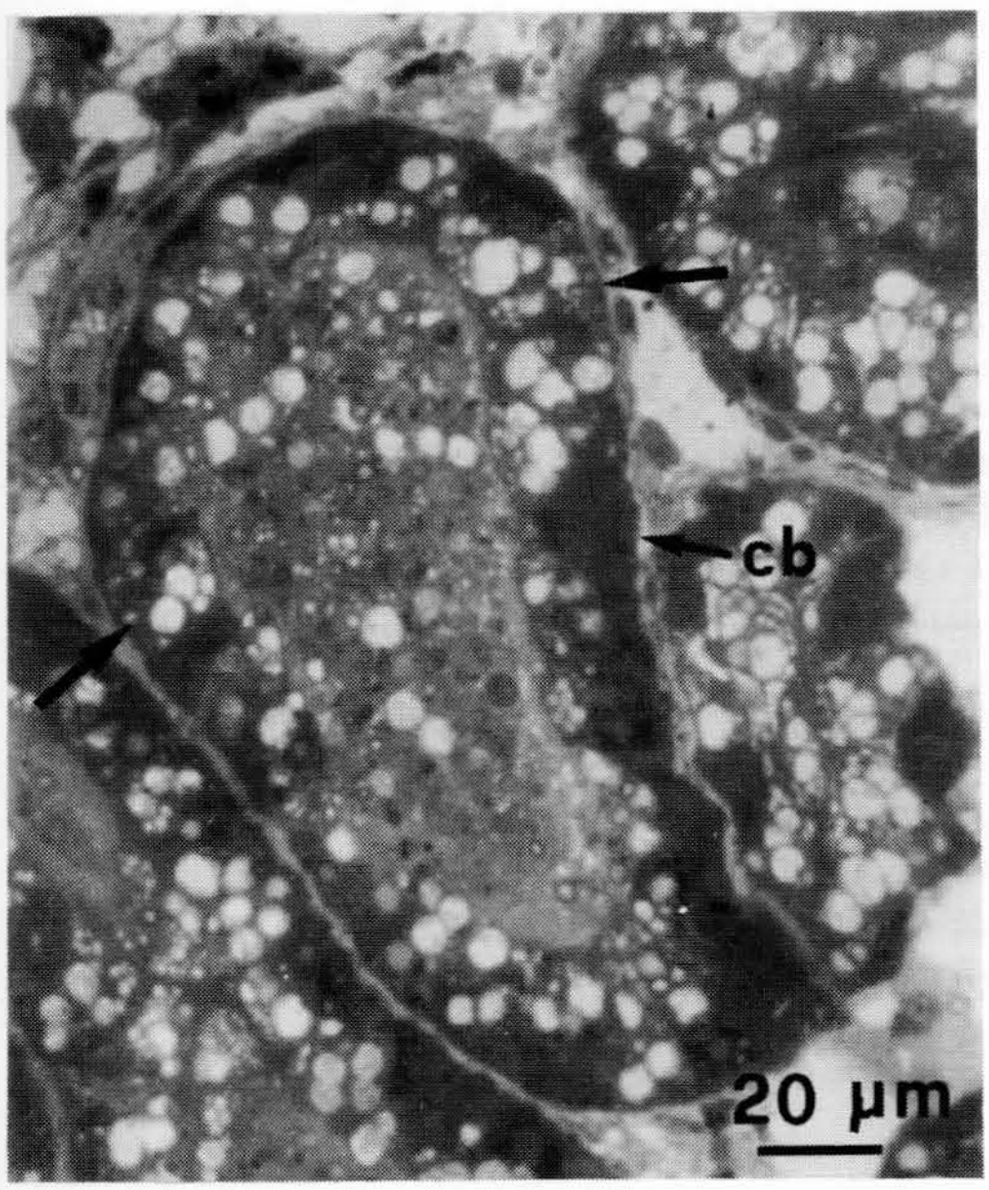


Fig. 3. 13 camp. Tubuli digestivi funzionali. Ben rappresentate le cellule digestive (frecce) e le cellule basofile (cb).

Fig. 4. 14 camp. Tubuli digestivi funzionali. Si notano numerose cellule digestive (frecce) ricche di corpi residuali.

Bayne *et al.*, 1982; Lubet *et al.*, 1986), dato che sono assenti nei controlli costituiti dai campionamenti di settembre-ottobre 1991, in cui *Dinophysis sp.* era presente in basse concentrazioni. Va notato, inoltre, che la massima degradazione dei tubuli (ottobre 1990) appare ritardata di circa un mese rispetto al picco di concentrazione algale.

Nei campioni prelevati mensilmente dal novembre 1990 in poi, la ghiandola digestiva inizia a recuperare un aspetto normale. Appare perfettamente normale da dicembre. Eventuali aspetti di degrado parziale dei tubuli a partire da quest'ultimo mese sono sempre molto localizzati e sono in relazione al normale ciclo biologico di tale struttura.

Si evidenzia infine una significativa corrispondenza tra i fenomeni degenerativi rilevati ed i dati rilevati dall'equipe del prof. Della Loggia (Ist. di Farmacologia, Univ. di Trieste), presi su campioni pescati in parallelo, riguardanti la massima concentrazione di tossine (acido Okadaico e DTX_1) determinata immunoenzimaticamente sulle ghiandole digestive (Della Loggia *et al.*, 1991; Tubaro *et al.*, 1992).

Summary

The possible effect of DSP toxins on structure and function of the digestive gland in *Mytilus galloprovincialis* Lmk. is investigated in specimens of the Gulf of Trieste from September 1990 to October 1991 by means of a correlation between histological findings, the available data about the distribution of the phytoplanktonic blooms and the concentration of Okadaic acid and DTX_1 in the digestive gland. According to these observations it is possible to remark that there is a correspondence between the pathological alterations observed in the digestive gland (Sept. and Oct., 1990), the presence in the sea of large swarms of *Dynophysis sp.*, especially the species *D. fortii*, and the high concentration of Okadaic acid and DTX_1 in the digestive gland.

Bibliografia

BAYNE B. L., BUBEL A., GABBOTT P. A., LIVINGSTONE D. R., LOWE D. M., MOORE M. N. (1982) - Glycogen utilisation and gametogenesis in *Mytilus edulis* L. . *Mar. Biol. Letters*, **3**: 89-105.

CABRINI M., DEL NEGRO P., TULLI F., TUBARO A., GODINI E., LANARI D., FONDA-UMANI S. (1991) - *Mytilus galloprovincialis* Lmk. in ambiente lagunare e costiero: problematiche connesse con la presenza di *Dinophysis sp. Oebalia*, in stampa.

DELLA LOGGIA R., CABRINI M., DEL NEGRO P., HONSELL G., TUBARO A. (1991) - Relationship between *Dinophysis spp.* in seawater and DSP toxins in mussels in the Northern Adriatic Sea. 5° International conference on Toxic Marine Phytoplancton. Newport Rhode Island, USA, Ottobre 1991, in stampa.

GODINI E., DEL NEGRO P., CABRINI P., AVIAN M. (1991) - Effect of DSP toxins on structure and function of the digestive gland of the mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.). XXII0 Cong. S. I. B. M., Cagliari 1991, *Oebalia*, in stampa.

HONSELL G., BONI L., CABRINI M., POMPEI M. (1990) - Toxic or potentially toxic Dinoflagellates from the Northern Adriatic Sea. Proc. of the Mar. Coastal Eutrophication, Bologna 1990, in stampa.

LUBET P., BRICHON G., BESNARD J. Y., ZWINGELSTEIN G. (1986) - Sexual differences in the composition and metabolism of lipids in the mantle of mussel *Mytilus galloprovincialis* LMK (Mollusca: Bival. via). *Comp. Biochem. Physiol.*, **84B**, 3: 279-285.

OWEN G. (1974) - Feeding and digestion in the Bivalvia. *Adv. in Comp. Phys. and Bioch.*, **5**: 1-25.

THOMPSON R. J., RATCLIFFE N. A., BAYNE B. L. (1974) - Effects of starvation on structure and function in the digestive gland of the mussel (*Mytilus edulis* L.). *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **54**: 699-712.

TUBARO A., ROSA S., BRUNO M., BIANCA GUCCI P. M., VOLTERRA L., R. DELLA LOGGIA (1992) - Diarrhoeic shellfish toxins in Adriatic Sea mussels evaluated by an ELISA method. *Toxicon*, **30** 6, in stampa.

VALLI G. (1971) - Ciclo di maturità sessuale in *Mytilus galloprovincialis* Lmk. di Duino (Trieste). *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **26**, 1 e 2: 259-265.

VOLTERRA L., GUCCI P. M. B., BRUNO M. (1990) - Problemi tecnici connessi con il fenomeno del DSP. *Ambiente Risorse Salute*, **5**: 12-17.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 277-280

F. ALEFFI°, G. BRIZZI°, D. DEL PIERO°°, F. GORIUP°, P. LANDRI°, G. OREL°°. E. VIO°°.

° Laboratorio di Biologia Marina, St. Costiera 336, Trieste.
°° Dipartimento di Biologia, Università di Trieste.

PRIME OSSERVAZIONI SULL'ACCRESCIMENTO DI *CORBULA GIBBA* (MOLLUSCA, BIVALVIA) NEL GOLFO DI TRIESTE (NORD ADRIATICO).

Growth of *Corbula gibba* in the gulf of trieste

Abstract

Data on benthic samples in two stations of the Gulf of Trieste from 1986 till 1992 are presented. Trend of abundance of C. gibba related to benthic community is considered.

Key-words: *Corbula gibba*, growth, hypoxia.

Introduzione

Corbula gibba è considerata specie a larga ri partizione ecologica (BELLAN et Al., 1975) presente in zone di instabilità ambientale. ROSENBERG (1977) la segnala in località soggette a periodiche carenze di ossigeno. Dal 1986 è iniziata una ricerca per individuare cause e effetti di ipossie ed anossie nel Golfo di Trieste. *C. gibba* è risultata particolarmente abbondante nelle aree più colpite, sicchè si è deciso di seguire l'andamento nel tempo di questa specie in rapporto a quello delle comunità bentoniche. Le due stazioni oggetto della presente indagine sono state scelte poichè l'una è situata in un'area sovente soggetta ad ipossia (sotto l'isobata dei 20 m, ALEFFI et Al., 1991) mentre l'altra ne è raramente interessata.

Materiali e metodi

La stazione A (45°38.50 N, 13°35.10 E) si trova ad una profondità di 22.5 m su sedimento pelitico-sabbioso (BRAMBATI, 1983) con una maggioranza di specie caratteristiche dei Fanghi Terrigeni Costieri e del Detritico Fangoso (PERES & PICARD, 1964); la stazione B (45°37. 65 N, 13°31.10 E) giace a 18.5 m di profondità su sabbia pelitica e presenta specie caratteristiche del Detritrico Costiero e dei Fanghi Terrigeni Costieri. Dal 1986 al 1992 sono state raccolte in queste stazioni 5 bennate per anno con benna Van Veen da 0.1 m^2, dopo il verificarsi, a fine estate, di episodi di ipossia. Il materiale è stato setacciato su maglia di 1 mm di lato e fissato in formalina al 5%. La distribuzione spaziale di *C. gibba* è risultata significativamente aggregata secondo i test proposti da GAGE & GEEKIE (1973), sicchè l'unità di campionamento è accettabile rispetto alle dimensioni delle aggregazioni riportate da ROSENBERG (1977). Vengono riportati l'indice di diversità (Shannon & Weaver, 1963), l'equitabilità e la dominanza percentuale. Gli esemplari di *C. gibba* sono stati misurati approssimando la misura al mm inferiore e suddivisi in classi di lunghezza di 1 mm. È stata inoltre calcolata la media mobile su 3 classi di lunghezza quale ausilio nella individuazione delle coorti. La sostanza organica è stata ricavata per differenza tra peso secco e ceneri (STIRN, 1981). È stata calcolata inoltre la regressione funzionale GM (RICKER, 1983) tra il ln del peso medio di ogni classe di lunghezza e il ln della lunghezza per ciascuna stazione.

Risultati

Nel 1986 la struttura del popolamento della stazione A si presentava piuttosto equilibrata (Tab. 1), mentre negli anni successivi sono state osservate delle notevoli oscillazioni indotte soprattutto da eventi ipossici. La diminuzione del numero di specie e di individui e la forte dominanza di *C. gibba*, rilevate nel 1987,

Tab. 1 - Indici di diversità, abbondanza, dominanza, numero di individui di *C.gibba* e numero di specie nelle due stazioni media e varianza degli individui di *C.gibba* nelle diverse bennate.

	Stazione A						Stazione B					
	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1986	1987	1988	1989	1990	1992
H'	2.85	1.01	1.86	1.79	1.10	1.55	2.83	2.77	3.14	3.17	2.75	3.03
J	0.81	0.46	0.58	0.49	0.61	0.48	0.69	0.72	0.73	0.74	0.62	0.70
num.spec.	33	9	28	38	6	26	59	46	71	71	86	76
num.ind.	147	110	275	530	174	396	723	355	813	893	1094	781
num.C.gibba	24	77	135	297	105	216	191	29	102	120	131	91
dominanza %	16	70	49	56	60	54	26	8	15	13	11	11
media	4.8	15	26	59.4	21	43	38.2	9.8	25.5	24	26.2	18.2
varianza	10.9	7.2	1 44.4	552.2	117.2	282	839.4	0.4	52.7	272	115.4	19.4

sono da mettere in relazione con il basso tenore di O. D. al fondo (1.01 ml/l, 20% sat.; 22/9/87). A questo evento è seguita una ripresa della comunità negli anni '88 e '89 (Tab. 1), con una nuova flessione nel '90 imputabile anch'essa a carenze di ossigeno al fondo (0.34 ml/l, 7.4% sat. ; 8/9/90). La diminuzione di *C. gibba* in quest'anno sembra dovuta alla conclusione del ciclo vitale della coorte numerosa dell'anno precedente (Fig. 1). Nell'ultimo campionamento la comunità sembra nuovamente in ripresa. L'andamento di *C. gibba* negli anni non sembra aver sofferto delle crisi ipossiche poichè in questa stazione l'abbondanza e la dominanza tendono a stabilirsi su livelli elevati. La distribuzione delle lunghezze di *C. gibba* mostra in tut-

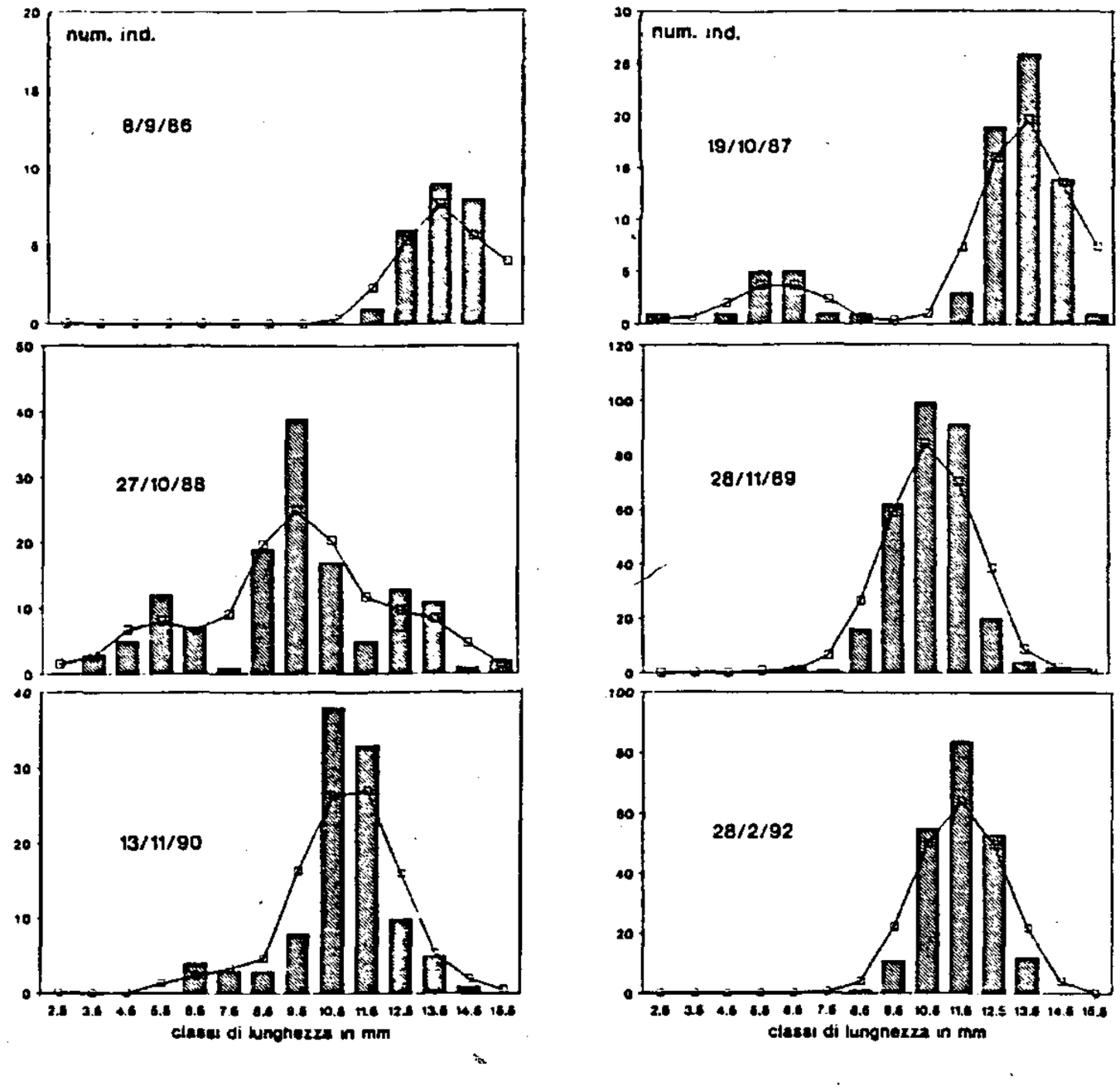


Fig. 1 - Distribuzioni di lunghezze di *C. gibba* nella staz. A con media mobile su tre classi.

ti i campionamenti la presenza di almeno una classe di età (Fig. 1); tuttavia in alcuni casi (10/87 e 10/88) la distribuzione è polimodale, per la presenza di individui neoinsediati (Fig. 1). Nell' 88, inoltre, è presente un picco centrale elevato, riferibile o ad un insediamento tardo nel 1987, favorito dall'elevata temperatura autunnale e della scarsa competizione per il substrato conseguente all'ipossia, oppure ad un insediamento precoce nel corso dell'88, in quanto le dimensioni di questa coorte sono comparabili a quelle degli insediati dell'89, campionati a fine novembre. A questo proposito si nota che nei campioni degli anni '89, '90 e '92 la distribuzione è unimodale e comprende sia l'insediamento dell'anno, sia i resti della coorte di adulti in via di esaurimento. Il popolamento della stazione B presenta nel tempo un andamento differente. Partendo da una situazione di dominanza di *C. gibba* si assiste nel 1987 ad un generale impoverimento della comunità, dovuto alla carenza di O. D. . Anche il numero di *C. gibba* cala, in seguito allo scarso reclutamento e all'esaurimento della coorte numerosa dell'anno precedente (Fig. 2). Negli anni successivi la comunità si riprende, pur mostrando leggere oscillazioni. L'episodio ipossico del '90 non sembra portare conseguenze rilevanti: ciò è dovuto probabilmente alla minore profondità della stazione B, al di sopra dell'isobata dei 20m. Mentre le distribuzioni di lunghezze hanno un andamento simile nei vari anni nelle due stazioni, tuttavia l' andamento delle variazioni in abbondanza e dominanza è differente. La distribuzione unimodale riscontrata in entrambe le stazioni (tranne che nel '87-'88 per i motivi già esposti) fa supporre che si tratti principalmente di un'unica coorte, il che fa ritenere che il ciclo vitale di *C. gibba*, nel Golfo di Trieste, sia ragionevolmente di circa un anno e mezzo, laddove altri autori hanno proposto cicli vitali più lunghi (HRSBRENKO, 1981; YONGE, 1946; JENSEN, 1991). Nelle due stazioni sono state registrate lunghezze medie riferibili alle coorti significativamente differenti fino all'anno 1990, probabilmente sia in relazione alle differenti condizioni ambientali delle due stazioni che al diverso assetto dei popolamenti (Tab. 2). Non sono invece risultate significativamente differenti le pendenze delle rette di regressione tra ln del peso e ln del-

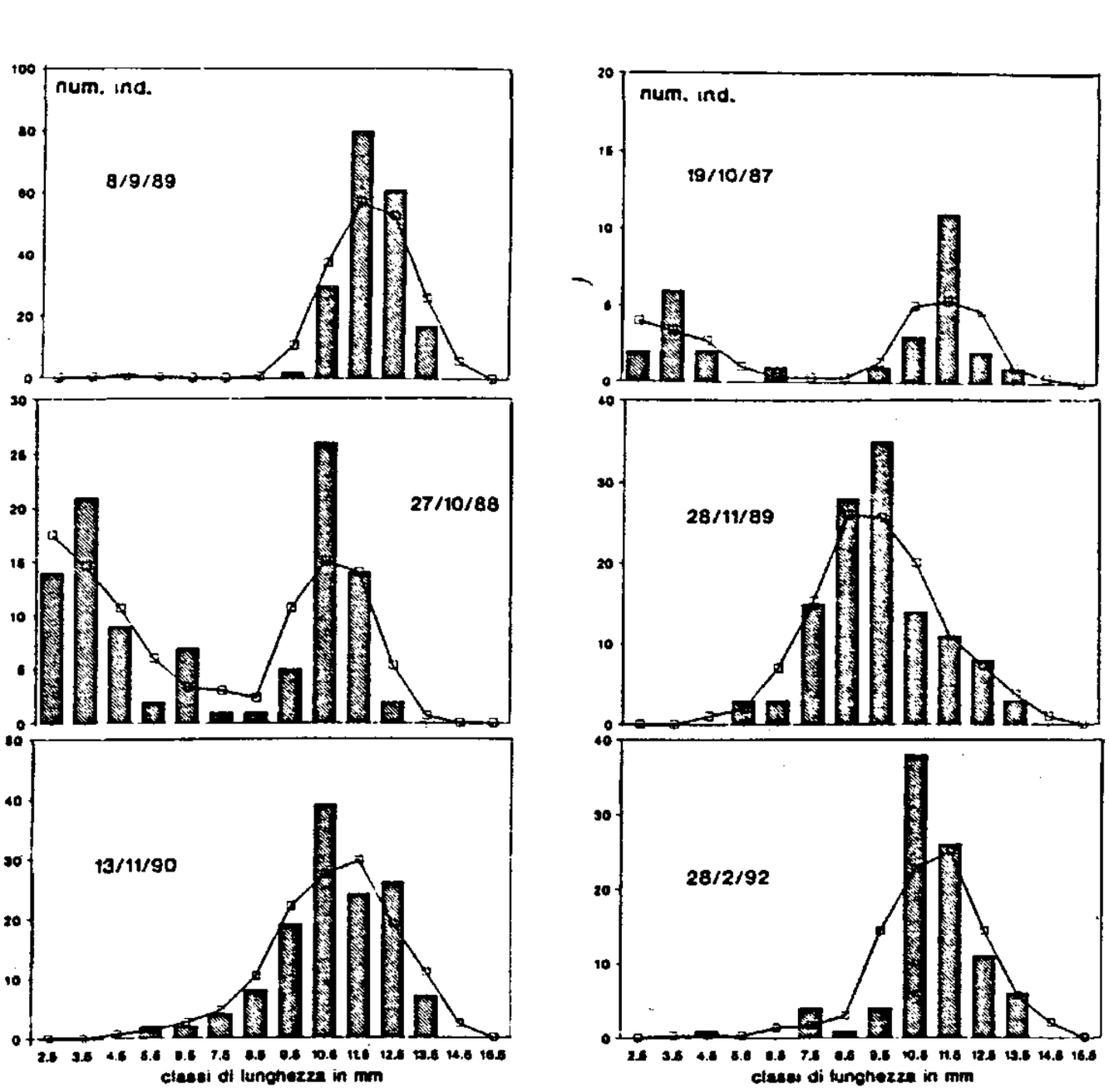


Fig.2 - Distribuzioni di lunghezze nella staz. B con media mobile su tre classi.

le lunghezze (st. 1 Y_1=2.46X-2.31 r_1=0.93 con 146 g. d. l., st. 2 Y_2=2.65-2.37 r_2=0.90 con 162 g. d. l., T=0.59 con 22 g. d. l.).

Tab.2 - Lunghezze medie per coorte in mm.

	staz.A	staz.B	T	gdl	prob.%
1986	13.50±0.88	11.82±0.88	8.77	21	0
1987	5.73±1.20	3.50±0.66	5,14	21	0.004
	13.35±0.87	11.44±0.80	8.71	79	8.3E-5
1988	5.35±0.94	3.39±0.72	9.86	69	9.5E-5
	9.43±0.72	6.40±0.56	12.74	84	5.9E-6
	12.93±1.01	10.72±0.77	11.00	78	1.2E-5
1989	10.66±1.16	9.44±1.69	8.44	415	5.9E-5
1990	11.09±1.11	10.89±1.43	1.13	223	25.9
1992	11.50±0.98	11.22±0.99	2.02	299	4.32

Conclusioni

Le due stazioni presentano evoluzioni differenti nel tempo, poichè la stazione A è fortemente condizionata da episodi ipossici mentre la stazione B ne è meno influenzata. Nel Golfo di Trieste *Corbula gibba* non risente delle carenze di ossigeno al fondo ed acquista una forte dominanza in situazioni di instabilità ambientale; invece, all'interno del popolamento meno soggetto a stress, *C. gibba* segue l'andamento generale delle altre specie, senza mostrare dominanze elevate.

Summary

Data on benthic samples from two stations of the Gulf of Trieste from '86 till '92 are presented. Sedimentological features of the sites are different and the deepest one is subjected to seasonal oxygen crises: *Corbula gibba* doesn't seems to suffer low oxygen levels and it's quite abundant in unstable situations. Trend of *C. gibba* related to benthic communities is considered; lenght data and hypotesys on growth for the two stations are reported.

Bibliografia

ALEFFI F., OREL G., DEL PIERO D., VIO E. (1991) - Oxygen conditions in the Gulf of Trieste (High Adriatic). Science of the Total Environment (in stampa).

BELLAN G., KAIM-MALKA R. A., PICARD J. (1975) - Evolution recente des differentes aureoles de pollution marine des substrats meubles liees au grand collecteur de Marseille-Cortiou. *Bull. Ecol.*, **6**(2): 57-66

BRAMBATI A., CIABATTI M., FANZUTTI G. P., MARABINI F., MAROCCO R. (1983) - A new sedimentological textural map of the Northem and Central Adriatic Sea. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, **1**(4): 267- 271.

GAGE J., GEEKIE A. D. (1973) - Community structure of the benthos in Scottish Sea-lochs. II. Spatial Pattern. *Mar. Biol.*, **19**, pp. 41-53.

HRS-BRENKO M. (1981) - Population studies of *Corbula gibba* (Olivi), Bivalvia, Corbulidae, in the northern Adriatic Sea. *J. Moll. Stud.*, **47:** 17-24

JENSEN J. N. (1988) - Recruitment, growth and mortality of juvenile *Corbula gibba* and *Abra alba* in the Limfjord, Denmark. *Kieler Meeresforsch. Sonderh.*, **6:** 357- 365

RICKER W. E. (1973) - Linear regressions in fishery research. *J. Fish. Res. Board Can.*, **30:** 409-434.

ROSENBERG R. (1977) - Benthic macrofaunal dynamics, production, and dispersion in an oxygen-deficient estuary of west Sweden. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, **26:** 107-133.

SHANNON C. E., WEAWER W. (1949) - The Mathemathical Theory of Communication. Urbana, Univ. of Illinois Press, 117 pp.

STIRN J. (1981) - Manual of methods in aquatic environment research. Part. 8. Ecological assessment of pollution effects. *FAO Fisheries Technical Paper* n. **209:** 1-67

YONGE C. M. (1946) - On the habits and adaptations of *Aloidis (Corbula) gibba*. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **26:** 358- 376.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 281-284

R. CATTANEO-VIETTI, G. BAVESTRELLO, L. SENES

Istituto di Zoologia dell'Università di Genova

Via Balbi 5, I-16128 GENOVA

LA *FACIES* A *CORALLIUM RUBRUM* LUNGO IL PROMONTORIO DI PORTOFINO (MAR LIGURE)

Red coral along the Portofino Promontory

Abstract

Red coral forms along the Portofino Promontory (Ligurian Sea) high density population, until 800 colonies/m^2, between 25 to 40 m depth. Some biometric parameters are described and a comparison with previous data carried out.

Key-words: Red coral, population, Mediterranean Sea

Introduzione

La falesia del Promontorio di Portofino è l'unica area in Liguria in cui sia presente una consistente popolazione di *Corallium rubrum* (Cnidaria: Anthozoa), già segnalata oltre trent'anni fa da Tortonese (1958; 1961) in molte stazioni del Promontorio, tra i 25 ed i 55 m di profondità.

Un'analisi approfondita di queste popolazioni si deve a Marchetti (1965), che però fornisce pochi dati biometrici. In questo lavoro si prendono in esame alcuni aspetti della distribuzione della specie nelle acque del Promontorio, completando le osservazioni di Palmulli (1988) e Cattaneo-Vietti *et al.* (1989; in stampa).

Materiali e metodi

Le stazioni esaminate (Punta Torretta, Punta Carega, la "grotta di Marcante", località Targa, Punta del Faro) sono dislocate lungo il versante Sud del Promontorio di Portofino (Mar Ligure) (Fig. 1). La scelta

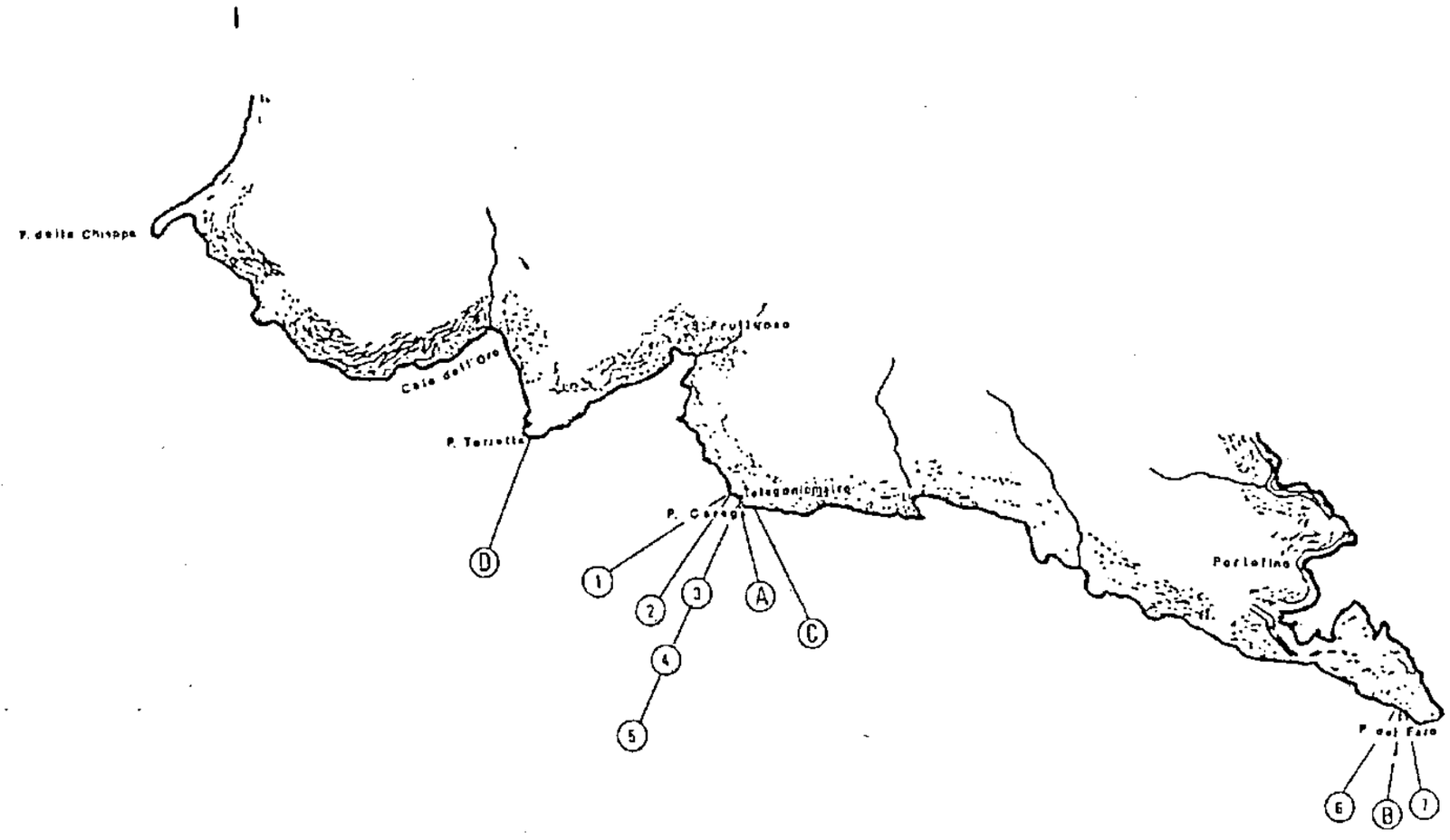


Fig. 1. Il Promontorio di Portofino. Localizzazione delle stazioni di grattaggio (1-7) e fotografiche (A-D).

delle stazioni è stata fatta in modo da tornare in zone precedentemente investigate (Tortonese, 1958; 1961; Marchetti, 1965) al fine di individuare eventuali variazioni nella *facies*.

I dati quantitativi e biometrici (numero di individui/m^2, diametro di base, peso) sono stati ottenuti con raccolta diretta per grattaggio di superfici standard di 400 cm^2. Altri valori di densità sono stati ottenuti analizzando serie di transetti fotografici (A, B, C, D) effettuati con complesso Macro-Nikonos su una superficie di 235 cm^2/fotogramma. La scelta dei due metodi, di cui uno solo distruttivo, ha permesso di definire le caratteristiche biometriche delle popolazioni prese in considerazione e di analizzare la densità e la distribuzione delle popolazioni su superfici molto ampie.

Risultati

Lungo il Promontorio di Portofino, le prime colonie di corallo appaiono già a pochi metri di profondità, ma solo dopo i 30 m la densità raggiunge i valori medi della zona. Tali valori (Fig. 2) variano, a seconda delle condizioni locali, tra 225 e 875 colonie/m^2 e sono fortemente influenzati dalla distribuzione aggregata delle colonie. Le stazioni più ricche (6, B, D) sono quelle situate sulle punte (Punta del Faro, Punta Torretta) mentre nelle stazioni di grotta (A) o in zone leggermente più ridossate (C) troviamo densità inferiori.

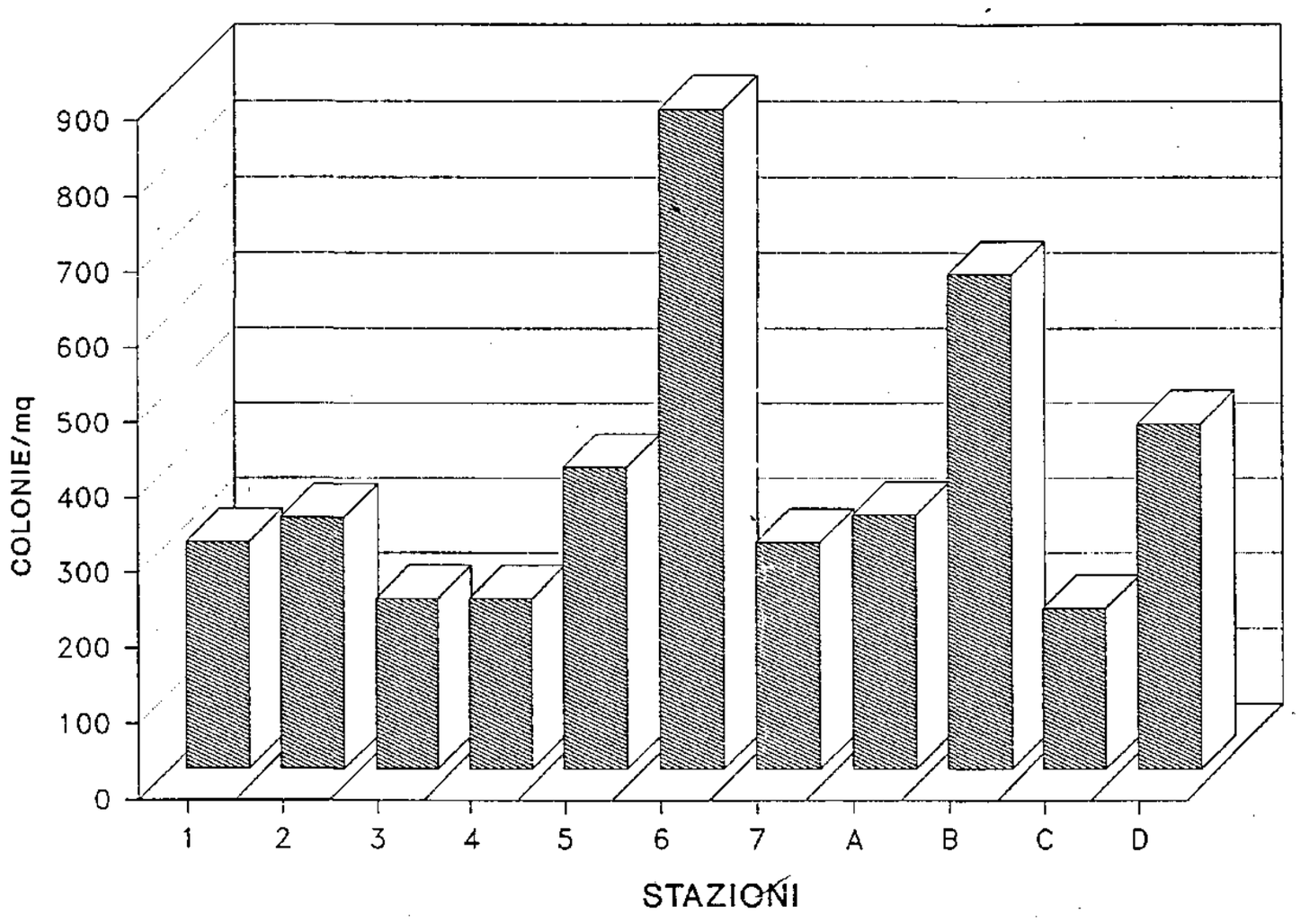


Fig. 2. Corallo rosso: colonie/m. Staz. 1-7: grattaggio completo (400 cm); Staz. A-D: transetti fotografici di 36 fotogrammi (235 cm/fotogramma).

Per quanto riguarda i parametri biometrici presi in esame (peso medio individuale, peso/m^2 e diametro di base) si notano, all'interno dell'intera popolazione del Promontorio, andamenti distinti. Considerando i valori del peso medio individuale delle colonie in ciascuna stazione (Tab. 1), si possono raggruppare le stazioni prese in considerazione in tre differenti classi: α (peso medio ≥ 3 g), β ($3 > p \geq 2$ g) e Γ ($p < 2$ g). I valori del peso/m^2 rispecchiano ovviamente l'andamento dei valori del peso per singola colonia, se si eccettua la Staz. 6 in cui l'altissima densità della popolazione fa lievitare il valore del peso/m^2.

Il valore di diametro medio delle singole colonie, indice dell'età della colonia stessa, varia da 3.4 mm a 6 mm (Tab. 2). Calcolando la retta di regressione diametro/età secondo i modelli proposti da Garcia-Rodriguez & Massò (1988) e Santangelo (1991), è stato anche possibile definire l'età delle popolazioni prese in

esame che è compresa tra i 2 ed i 4 anni circa applicando il primo modello e tra i 3 e i 6 anni, per il secondo.

Tab. 1. Valori medi del peso secco, della densità e del diametro di base nelle singole stazioni.

classe	Staz.	peso ind. g	peso g/m^2	densità m^2	∅ base mm
α	1	3.6	1075	300	5.4
	7	3.8	1150	300	5.05
β	3	2.7	600	225	4.5
	4	2.9	650	225	6.0
Γ	2	1.5	490	333	3.8
	5	1.1	450	400	3.4
	6	1.4	1250	875	3.8

Discussione

La popolazione di *Corallium rubrum* lungo il Promontorio di Portofino presenta una struttura, in linea di massima, costante in tutte le stazioni considerate, pur nella variabilità della distribuzione aggregata delle colonie che presentano diametri di base di nessun interesse commerciale (∅ < 8 mm). La distribuzione della specie è discontinua con valori di densità paragonabili a quelli di Calafuria (Santangelo & Abbiati, 1989), dove però si riscontra una popolazione che, da un punto di vista ponderale, è paragonabile alla classe Γ di Portofino. Il confronto tra i dati odierni e quelli di oltre trent'anni prima è assai indicativo: la densità della popolazione, secondo Marchetti (1965), variava da 100 a 300 colonie/m^2, con un peso tra i 650 ed i 1200 g/m^2 nelle stesse stazioni prese oggi in considerazione. Ciò indica un aumento della popolazione dovuto probabilmente alla minore pressione di pesca da parte dei subacquei dilettanti.

Tab. 2. Valutazione dell'età media delle colonie secondo Garcia-Rodriguez & Massò (1986) (1) e secondo Santangelo (1990) (2).

STAZIONE	∅ BASE mm	ETÀ anni (1)	ETÀ anni (2)
1	5.4	4.1	5.7
7	5.05	3.8	5.3
3	4.5	3.4	4.8
4	6.0	4.5	6.4
2	3.8	2.9	4.0
5	3.4	2.6	3.6
6	3.8	2.9	4.0

L'età media delle colonie, valutata secondo Garcia-Rodriguez & Massò (1988) appare, a nostro avviso, sottostimata. Anche Santangelo (1990) a Calafuria, applicando l'analisi dei cerchi di accrescimento, valuta una velocità di accrescimento di circa 1/3 inferiore a quella stimata dai ricercatori spagnoli. È probabile che fattori locali abbiano un ruolo determinante sulla velocità di crescita della colonia e che modelli generali non siano acriticamente applicabili ad ogni popolazione.

In conclusione, a Portofino, sembrano esistere condizioni ideali per lo sviluppo delle prime fasi di accrescimento della colonia, ma nel tempo, si assiste ad un rallentamento che non può essere imputabile solo alla pressione esercitata dalla pesca sportiva. D'altronde anche a Monaco, all'interno della Riserva Marina del Loew's, dopo diversi anni di protezione integrale, i diametri di base delle colonie più grandi non superano mai gli 8 mm (oss. pers.).

La realizzazione del Parco Marino di Portofino certamente contribuirà al mantenimento di questa risorsa e soprattutto all'integrità di una facies che in Liguria, è presente, in maniera consistente, solo lungo questo promontorio.

Ringraziamenti

Lavoro svolto nell'ambito di un contratto di ricerca del CLEM con il Ministero dell'Agricoltura e Foreste e con il concorso di una borsa di studio ENEA-Fondazione Adriano Buzzati Traverso.

Summary

In the Ligurian Sea, the red coral (*Corallium rubrum* (L.), Cnidaria: Anthozoa) forms high density population, only along the Portofino Promontory cliffs, between 25 and 55 m depth. Its density varies from 200 until to 800 colonies/m^2, showing a characteristic patchiness, linked to several local factors as water movement, light, energy flow ect. The height, weight and base diameter of the colonies suggest that in this area the red coral meets good environmental conditions for settling but, after few years, its growth seems to be strongly slackened. Consequently, the red coral present in these waters never reach a size of commercial interest (diameter of the main branches > 8mm).

Bibliografia

CATTANEO-VIETTI R., BARBIERI M., BAVESTRELLO G., SENES L. (1989) - Analisi quantitativa di una facies a *Corallium rubrum* nel Mar Ligure. *Nova Thalassia*, **10** (suppl.), 575-578.

CATTANEO-VIETTI R., BAVESTRELLO G., SENES L. (in stampa). Differenze morfologiche in *Corallium rubrum* all'interno ed esterno di una grotta sottomarina. *Atti I Convegno Speleomar*, Palinuro (SA), 25 Maggio - 2 giugno 1991.

GARCIA-RODRIGUEZ M., MASSÒ C. (1986) - Algunas bases para la determinacion directa de la edad del coral rojo (*Corallium rubrum* L.) del Mediterraneo. *Boll. Inst. Esp. Oceanogr.*, **3** (4), 75-82.

MARCHETTI R. (1965) - Ricerche sul corallo rosso della costa ligure e toscana. II. Il promontorio di Portofino. *Rend. Ist. Lomb. Sci. B* **99**, 279-316.

PALMULLI D. (1988) - Situation de *Corallium rubrum* dans les eaux qui entourent le Promontoire de Portofino (GE). *FAO Fish. Rep.* **413**, 79-81.

SANTANGELO G. (1988) - A study on a coastal red coral population. *FAO Fish. Rep.* **413**, 67-72

SANTANGELO G. (1990) - Caratterizzazione della struttura di età di un popolamento di *Corallium rubrum* (L., 1758). *53°Congresso UZI, Palermo, Simposi e Tavole Rotonde*, 19-20.

SANTANGELO G., ABBIATI M. (1989) - Il popolamento di *Corallium rubrum* di Calafuria. *Oebalia*, **15** (1), 323-326.

TORTONESE E. (1958) - Bionomia marina della regione costiera fra Punta della Chiappa e Portofino (Riviera ligure di levante). *Arch. Ocean. e Limn.*, **9** (2), 167-210.

TORTONESE E. (1961) - Nuovo contributo alla conoscenza del bentos della scogliera ligure. *Arch. Ocean. e Limn.*, 12 (2): 164- 183.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 285-286

G. ALONGI, R. DINARO, G. FURNARI, G. GIACCONE, B. SCAMMACCA, D. SERIO.
Istituto e Orto Botanico dell'Università di Catania Via A. Longo 19 - 95125 Catania (Italy)

OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA VEGETAZIONE MARINA DELL'ISOLA DI LAMPEDUSA (ISOLE PELAGIE)

Phytobenthic communities of Lampedusa Island

Abstract

The results of a study on the phytobenthic communities of Lampedusa Island are reported. The communities appear strongly influenced by both the kind of the substratum and the quite high sedimentation.

Key-words: Phytobenthic communities, Lampedusa Island, Mediterranean sea.

Introduzione

Nel quadro della ricerca finanziata dal Ministero della Marina Mercantile ai fini dell'istituzione della Riserva Marina delle Pelagie, è stato condotto uno studio sulla flora e vegetazione marina di substrato duro dell'isola di Lampedusa.

Materiali e metodi

In questo primo contributo vengono riportati i risultati dello studio di tre transetti di profondità effettuati nelle stazioni di Punta Cappellone, Capo Grecale e Capo Ponente.

Le raccolte sono state effettuate in immersione con A. R. A. nell'aprile 1990.

Risultati e discussione

Lo studio floristico ha consentito la identificazione di 138 Rhodophyceae, 47 Fucophyceae e 15 Chlorophyceae. 122 taxa sono risultati nuovi per l'isola di Lampedusa e 49 per l'intero arcipelago.

A Punta Cappellone e Capo Grecale la frangia infralitorale è caratterizzata dalla presenza del Cystoseiretum amentaceae Molinier, la cui specie guida (Cystoseira amentacea Bory) tuttavia non raggiunge valori di copertura molto elevati.

Nell'infralitorale, a causa dell'intensa sedimentazione, si riscontrano facies caratterizzate dalla dominanza di *Halopteris filicina* (Gratel.) Kütz. e *H. scoparia* (L.) Sauv., *Dilophus sp.*, *D. fasciola* (Roth) Howe, *Dictyota linearis* (C. Ag.) Grev. e *Pa dina pavonica* (L.) Lamour. che vicariano le specie guida del *Cystoseiretum crinitae* Molinier e del *C. sauvageauanae* Giaccone.

A -40 m, a Punta Cappellone si riscontra un popolamento diradato a *Cystoseira spinosa* Sauv. v. *spinosa*; a Capo Grecale, invece, a questa profondità è presente una facies di sedimentazione dell'*Udoteo-Peyssonnelietum squamariae* Molinier caratterizzata, oltre che dalla presenza di *Halopteris filicina* e *H. scoparia*, da *Pseudolithophyllum expansum* (Phil.) Lem. e *Peyssonnelia rubra* (Grev.) J. Ag.

A Capo Ponente, nella frangia infralitorale, si riscontra un popolamento a *Cystoseira barbatula* Kütz., specie che presenta elevati valori di copertura (70%). Questa specie sulle coste meridionali dell'isola vicaria la *C. crinita* (Desf.) Bory nel *Cystoseiretum crinitae* (Cormaci *et al.*, 1992).

L'infralitorale è invece caratterizzato da un popolamento a *Cystoseira spinosa* Sauv. v. tenuior (Erc.) Cormaci *et al.* con valori di copertura di questa specie fino al 100%

Oltre i -10 m i fondali, sabbiosi, ospitano delle praterie a *Posidonia oceanica* (L.) Delile.

In conclusione, la vegetazione marina di substrato duro di queste tre stazioni appare fortemente influenzata dalla natura del substrato (calcare friabile) e dalla sedimentazione, fattori che impediscono l'insedia-

mento del *Cystoseiretum crinitae* e del Cystoseiretum sauvageauanae che caratterizzano l'orizzonte superiore e medio del piano infralitorale in Mediterraneo.

Bibliografia

CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G., SCAMMACCA B., Serio D. (1992) - Observations taxonomiques et biogeographiques sur quel ques espèces du genre *Cystoseira* C. Agardh. *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco.* In stampa

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 287-288

G. ALONGI, M. CORMACI, F. PIZZUTO
Istituto e Orto Botanico dell'Università di Catania Via A. Longo 19 - 95125 Catania (Italy)

LA MACROFLORA EPIFITA DELLE FOGLIE DI *HALOPHILA STIPULACEA* (FORSSK.) ASCHERS. DEL PORTO DI CATANIA

Epiphytic algal flora on *Halophila stipulacea*

Abstract

Macroalgae epiphytic on leaves of Halophila stipulacea living in Catania harbour, were studied in winter months. 30 taxa were found of which Chondria pygmaea resulted the most interesting.

Key-words: Epiphytic flora, *Halophila stipulacea*, Mediterranean sea

Introduzione

Una prateria di *Halophila stipulacea* di modeste di mensioni, è stata rinvenuta nell'avamporto di Catania a -6 m. L'insediamento di detta Fanerogama è sicuramente successivo al 1982, anno in cui uno studio effettuato in questa stazione (Battiato; 1982), non ne ha rilevato la presenza.

La prateria si presenta molto fitta ed omogenea su tutta l'area anche se non mancano piccole aree in cui il prato è misto a *Caulerpa prolifera* (Forssk.) Lamour. Lungo i confini si riscontrano invece aree miste a *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson.

Materiali e metodi

In questo primo contributo vengono riportati i dati relativi allo studio dei rilievi di Novembre e Dicembre 1991 e Gennaio 1992. Le raccolte sono state effettuate in immersione con A. R. A. nella prima decade di ogni mese.

Risultati e discussione

Lo studio floristico ha consentito l'identificazione di 22 Rhodophyceae, 3 Fucophyceae e 5 Chlorophyceae, per un totale di 30 taxa.

Da queste prime osservazioni si evince che la flora epifita, almeno quella invernale, non è specifica; infatti la maggior parte delle specie rinvenute è comunemente epifita sia di alghe, che di altre Fanerogame, in particolare di *Posidonia oceanica* (L.) Delile (Buia *et al.*, 1985).

Tra le epifite più abbondanti a portamento eretto sono da segnalare *Ectocarpus siliculosus* (Dillw.) Lyngb. v. *pygmaeus* (Aresch.) Gallardo e *Hincksia secunda* (Kütz.) Silva; tra le specie a tallo prostrato *Entocladia viridis* Reinke, *Pneophyllum fragile* Kütz. e *Fosliella cruciata* Bressan. Quest'ultima specie, che normalmente in Mediterraneo si riscontra con piccoli e rari talli epifiti sia di alghe che di altre Fanerogame, sembra trovare in *H. stipulacea* un substrato particolarmente idoneo al suo insediamento e sviluppo.

Da rilevare inoltre la presenza di *Chondria pygmaea* Garbary et Vandermeulen descritta per il Mar Rosso (Garbary & Vandermeulen, 1990) come epifita di *H. stipulacea* e da noi segnalata per la prima volta in Mediterraneo. Quest'alga, in trodotta nel Mediterraneo probabilmente insieme a *H. stipulacea*, sembra avere trovato condizioni ambientali adatte al suo sviluppo come testimoniato dalla presenza di esemplari fertili sia gametofiti che tetrasporofiti. Infine, dalle prime osservazioni effettuate, la distribuzione delle epifite sulle fo glie sembra essere legata all'età delle foglie stesse.

Bibliografia

BATTIATO A., (1982) - Primi dati sugli organismi bentonici e nectonici della nuova scogliera sud del porto di Catania. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, Catania, **15**: 507-518.

BUIA M. C., CORMACI M., FURNARI G., MAZZELLA L., (1985) - Osservazioni sulla struttura delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile di Capo Passero (Siracusa) e studio della macroflora epifita delle foglie. *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, Catania, **18**: 463-484.

GARBARY D., VANDERMEULEN H., (1990) - *Chondria pygmaea* sp. nov. (Rhodomelaceae, Rhodophyta) from the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Bot. Mar.*, **33**: 311-318.

C. MICHELI°, A. RISMONDO°°, A. PAGLIALONGA°, L. ZANELLA°°
°ENEA C. R. E. Casaccia, Analisi e Monitoraggio Ambientale C. P. 2400, 00100 Roma AD;
°°Biotecnica-Venezia Mestre

MISURE DI PRODUTTIVITÀ PRIMARIA DI *ULVA LAETEVIRENS* IN AMBIENTE LAGUNARE.

Primary productivity of *Ulva laetevirens*

Abstract

Primary productivity of Ulva laetevirens by Photorespiration and tallus growth in lagoon

Key-words: *Ulva laetevirens*, Primary Productivity, Lagoon

Introduzione

Ulva laetevirens è presente con comportamento invasivo in vaste aree della Laguna di Venezia. Per comprendere il ruolo ecologico di questa specie, in relazione ai parametri ambientali ed alle caratteristiche del degrado dell'ecosistema lagunare, sono stati avviati numerosi studi sia su base bibliografica che sperimentale. In particolare, uno dei maggiori problemi da risolvere è quello di sviluppare metodologie sperimentali affidabili da applicare a studi autoecologici "in situ". In relazione a tale necessità, è stata affinata, attraverso esperienze di laboratorio in camera climatizzata, la tecnica della fotorespirazione applicata ad *Ulva laetevirens*. Inoltre, nell'ambito di uno studio condotto per conto del Magistrato alle Acque di Venezia e del suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, è stata sviluppata e valutata direttamente "in situ", una tecnica di misura della crescita algale basata sullo sviluppo di dischi di tallo sospesi in acqua in recipienti forati

Materiali e metodi

L'evoluzione di O_2 è stata correlata con il peso frescoe la clorofilla del tallo in studio, in relazione alle P. A. R. Per la valutazione dell'incremento dei talli, i contenitori forati sono stati posizionati in laguna alla profondità media di 50 cm, per periodi di 2 settimane.

Risultati

La tecnica della fotorespirazione applicata ad *Ulva laetevirens* si rivela un utile strumento di lavoro sperimentale e, fornisce risultati affidabili e riproducibili. La fig. 1 mostra la caratteristica cinetica dell'attività fotosintetica netta dell'alga dovuta alle diverse concentrazioni di nutrienti.

La tecnica di crescita dei talli algali ha dimostrato che in differenti aree della laguna si ottengono crescite molto diversificate in relazione alle condizioni delle stazioni scelte per le misure (fig. 2). Prove di crescita in laboratorio hanno manifestato incrementi minori di superficie.

Conclusioni

Il lavoro fin qui svolto ha fornito utili informazioni ed ha consentito di sviluppare metodi e tecnologie di misura in vista di studi più complessi che saranno applicati direttamente in laguna. Prossimamente è previsto, infatti, di svolgere uno studio dell'ecologia lagunare in cui la crescita algale, sperimentata con le due metodologie, sarà messa in relazione ai flussi di nutrienti rilasciati dai sedimenti e dal bacino scolante.

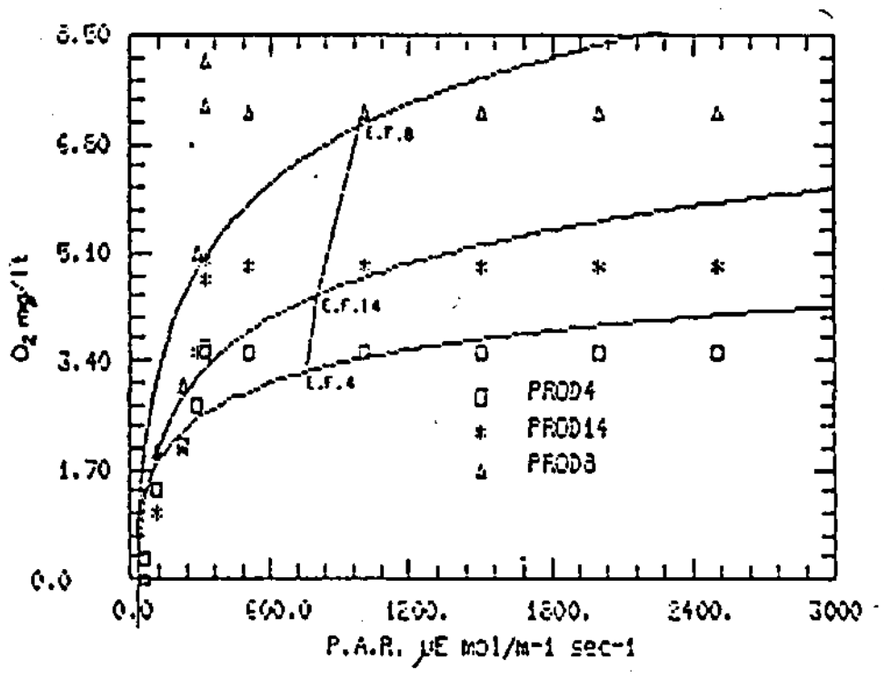


Fig.1 - Esempio di curve di crescita algale con attività fotosintetica netta in funzione di P.A.R. L'efficienza fotosintetica è indicata con E.F.

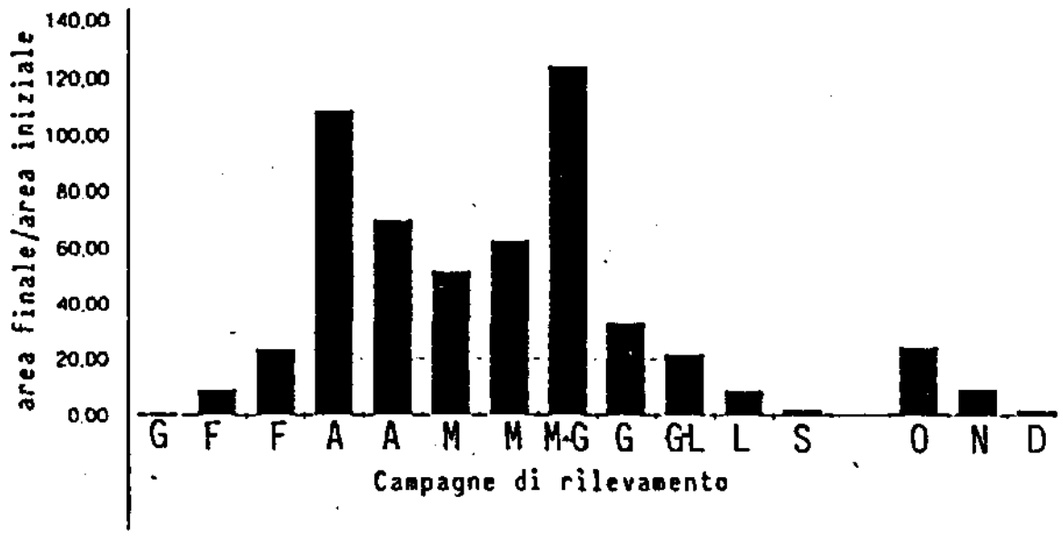


Fig.2 - Esempio di forte crescita registrata in corrispondenza dell'Isola di S.Michele. Crescita espressa come rapporto tre area finale ed area iniziale dei dischi algali

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 291

M. MISTRI, M. BERGAMINI, V. U. CECCHERELLI
Dipartimento di Biologia Evolutiva, Università Via L. Borsari, 46 - 44100 Ferrara

CRESCITA E STRÚTTURA DI POPOLAZIONE DI *PARAMURICEA CLAVATA* (RISSO, 1826) NELLO STRETTO DI MESSINA: NOTA PRELIMINARE.

Early observations on a gorgonian's growth.

Abstract

Growth of the shallow-water gorgonian Paramuricea clavata was investigated by tagging on a station located at the northern entrance of the Streit of Messina. Mean growth rate was estimated to be 2.7±1.6 cm y^{-1}.

Key-words: growth, gorgonians, *Paramuricea clavata.*

Paramuricea clavata (Cnidaria, Octocorallia) è un gorgonaceo coloniale in grado di raggiungere notevoli dimensioni, fino ad 1 m di altezza. I gorgonacei, tipici carnivori intrappolatori, svolgono, nelle zone in cui sono presenti con estese popolazioni, un importante ruolo nel trasferimento energetico dal sistema planctonico a quello bentonico. Oggetto di questa nota preliminare è la stima della crescita e della struttura di popolazione di *P. clavata* in una stazione posta nel tratto di mare antistante l'abitato di Scilla (RC), sulla soglia settentrionale dello Stretto di Messina.

I rilievi sono stati effettuati presso "La Montagna", un aguzzo cono granitico che, dalla sommità del cappello posta a 18 m, sprofonda con andamento quasi verticale fino al piede situato a 38 m di profondità. Il popolamento bentonico della secca è costituito da una tipica biocenosi sciafila di coralligeno, particolarmente esuberante presso l'orizzonte inferiore dove si incontra, a partire dai 28 m, una facies a gorgonacei dominata da *Paramuricea clavata.* Nell'Aprile 1991, su un versante della secca (pendenza 85°; esposizione 165°) e lungo un transetto di profondità, è stato scelto un campione statificato di *P. clavata*: considerando l'altezza (proiezione dell'apice più distale sulla base della colonia) come parametro più idoneo a descriverne l'accrescimento, 30 colonie sono state marcate mediante cartellinatura e misurate con precisione di 1 mm. Ad intervalli semestrali, dall'Aprile 1991 all'Aprile 1992, è stato rilevato l'accrescimento delle colonie marcate.

Delle 30 colonie marcate nell'Aprile 1991, solo 24 sono state ritrovate nell'Aprile 1992. L'incremento di crescita in altezza è risultato compreso tra un minimo di 0,7 cm e un massimo di 6,3 cm. Per una colonia è stata registrata una crescita negativa (-2,2 cm), probabilmente a causa di eventi di preda zione o di abrasione. Per le 24 colonie misurate, il tasso di crescita annuale medio è stato stimato in 2,7±1,6 cm. Il valore del coefficiente di correlazione tra tasso di crescita individuale e taglia della colonia (r=-0,55) è risultato significativo ($P<0,01$, g. l. =21). Esiste pertanto un certo grado di rallentamento della velocità di crescita con l'incremento della taglia (e quindi dell'età), anche se la non significatività di un modello di regressione lineare tra i due parametri fa sospettare che la taglia delle colonie non sia il solo e principale fattore che influenza il loro tasso di crescita.

Per lo studio della struttura di popolazione di *Paramuricea clavata* è stata adottata la tecnica dei quadrat- relevées, utilizzando una cornice di PVC di 1 m di lato. Lungo il medesimo transetto, nell'Aprile 1992, sono stati effettuati sette rilevamenti, rispettivamente a 29, 31, 33, 35, 36, 37 e 38 m, misurando l'altezza di tutte le colonie comprese nel quadrato. La densità media è di 19,7±4,1 ind m^{-2}. Sulla base del valore del tasso annuale di crescita medio precedentemente stimato, è stata ricostruita la struttura della popolazione per classi di taglia di 3 cm. La classe modale del popolamento da noi investigato si colloca attorno ad una altezza media di 33 cm.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 293

C. CHIMENZ, E. FARAGLIA

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Università di Roma "La Sapienza" Viale Università 32, 00185 - Roma - Italy

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DEI BRIOZOI PUGLIESI

Bryozoans from the Apulian coast

Abstract

The Bryozoan assemblages found along the Apulian coast are described and discussed.

Key-words: Bryozoan assemblages, Apulian coast.

Introduzione

Nel corso di uno studio sul benthos del litorale pugliese dei pressi di Brindisi sono stati raccolti numerosi campioni di Briozoi, il cui esame ha fornito informazioni utili ad integrare le conoscenze disponibili sui Briozoi del Basso Adriatico (OCCHIPINTI AMBROGI, 1986; PARENZAN, 1983; TURSI *et al.*, 1985).

Materiali e metodi

I campionamenti sono stati effettuati nel luglio 1987, su 40km di costa, in 144 stazioni fissate lungo 13 transetti (da -0.5 a -30m), 2 dei quali in corrispondenza del porto di Brindisi. I campioni sono stati prelevati mediante grattaggio di un'area di 20x20cm sui fondi duri; asportazione di una zolla di 33x33cm nella "matte" di *Posidonia*; per mezzo di una draga Charcot sui fondi mobili.

Risultati e conclusioni

In 59 campioni sono stati trovati Briozoi, per un totale di 55 specie, delle quali 18 registrate per la prima volta sulle coste pugliesi e 9 nell'Adriatico; risulta così ampliato l'areale di distribuzione di specie segnalate finora in singole località o limitati settori del Mediterraneo. Il porto di Brindisi è caratterizzato dalla presenza di *Z. verticillatum*, indicatore di acque calme, salmastre e portuali, soggette a "stress" di varia natura. Le stazioni di fondo duro hanno in comune un gruppo di specie euritope, legate a substrati vari, anche vegetali (*Reptadeonella violacea, Calpensia nobilis, Schizomavella auriculata, Hippaliosina depressa)*, ma si differenziano per l'aggiunta di "stocks" specifici esclusivi sia nella "matte" di *Posidonia* (tipici di substrati vegetali) che nel Coralligeno (preferenziali di substrati duri minerali ed organogeni), e per l'elevato Ri di *Schizobrachiella sanguinea* e *R. violacea* nella Biocenosi ad Alghe Fotofile. Nelle stazioni di fondo mobile (Sabbie Grossolane con Correnti di Fondo) si trovano specie comuni anche alle stazioni di fondo duro, con le quali si trovano intercalate; i bassi valori di Ri sono legati alla scarsità ed alle piccole dimensioni dei substrati disponibili.

Bibliografia

OCCHIPINTI AMBROGI A. (1986) - Osservazioni sul popolamento a Briozoi in praterie di *Posidonia oceanica* del litorale pugliese. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **52**, suppl:427- 439.

PARENZAN P. (1983) - Puglia marittima. Congedo Editore, 688 pp.

TURSI A., MATARRESE A., SCALERA LIACI L., COSTANTINO G., CAVALLO R., CECERE E. (1985) - Colonizzazione di substrati duri artificiali immersi in una biocenosi coralligena ed in un Posidonieto. *Oebalia*, XI, N. S. : 401- 416.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 295-296

S.LO BRUTTO, M.P.SPARLA
Istituto di Zoologia, via Archirafi,18-90123 PALERMO

ANFIPODI ASSOCIATI DEI BANCHI DI FILTRATORI NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA N/W)

Amphipoda associated to sub littoral filter-feeders (gulf of Castellammare, N/W).

Abstract.

The amphipods associated to newly estabilished mussel beds and Sabellaria alveolata reef-like formations were investigated. The amphipod community in the polychaete reef showed a more complex stucture as well as a higher species richness.

Key-words: Amphipods, *Mytilus galloprovincialis*, *Sabellaria alveolata*, Sicily.

Introduzione

L'eutrofizzazione costiera e gli apporti terrigeni nel Golfo di Castellammare hanno causato l'improvvisa comparsa di estesi banchi di *Mytilus galloprovincialis* Lamark (D'Anna *et al.*,1985), e del polichete sedentario *Sabellaria alveolata*(L.). Si riferiscono i dati di un censimento degli Anfipodi associati alle neoformazioni.

Materiali e metodi

La ricerca si è svolta fra il marzo '88 e l'aprile '89. Campioni di mitili di 400 m^2 sono stati esaminati in 5 stazioni a densità decrescente, fra 0 e -3m. Prelievi contemporanei di colonie di *S.alveolata* sono stati fatti fra -1.5 e -3m, con un carotatore del volume di $8x10^3$ cm^3. Gli individui sono stati determinati e contati.

Risultati

Sono stati censiti 1470 individui appartenenti a 19 generi e 39 specie. Su *S.alveolata* sono stati contati 1120 individui, appartenenti alla totalità dei generi (19) e delle specie (39); 350 individui, appartenenti a 5 generi e 9 generi sono stati contati su *M. galloprovincialis*. Le specie dominanti in questi ultimi sono: *Hyale schmidti* (81%) e *Amphithoe ramondi* (6%). Nei banchi a Sabellaria le specie più rappresentate sono: *Maera inaequipes* (24%), *Corophium acutum* (15%), *Gammaropsis ulrici* (14%), *Gammaropsis emancipata* (7%), *Jassa marmorata* (6%), *Amphithoe ramondi* (6%), *Lembos websteri* (6%). Non sono state rilevate grandi differenze tra le diverse stazioni.

Discussione e conclusioni

La maggiore ricchezza specifica in Sabellaria è inerente all'ampia interfaccia acqua-sedimento assicurata dall'architettura delle biocostruzioni. Lo sviluppo orizzontale dei banchi di mitili favorisce specie, come *Hyale schmidti*, legate ad epizoi algali, ma non si presta all'insediamento di peracaridi tubicoli. Le formazioni recifali a *Sabellaria alveolata* vanno considerate come trasformatori attivi di energia in eccesso, dato il ruolo degli Anfipodi di utilizzatori attivi degli accumuli di materiali organici particolati.

Bibliografia

D'ANNA G., GIACCONE G., RIGGIO S. (1985) - *OEBALIA*, **XI**, N.S.:389- 399.
GRUET Y. (1969-70) - . *Mem. Soc. Sc. de Chebourg*, T. **LIV**, pp21.

RIGGIO S., D'ANNA G., SPARLA M.P. (1990) - Proceedings of the 25th E.M.B.S., Ferrara 1990 - Colombo G., Ferrari I., Ceccherelli V. U. & Rossi R. (EDS)-Olsen & Olsen, Denmark.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 297-298

°G. BRACALE, °°G. F. RUSSO, °C. CHIMENZ

°Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Università di Roma "La Sapienza", Viale Università 32, 00185 - Roma (Italy)

°°Laboratorio di Ecologia del Benthos, Ischia(Italy)

MALACOFAUNA DI SUBSTRATO DURO DELLE COSTE LAZIALI

Mollusca from Latium

Abstract

In the ambit of "Progetto Tirreno", descriptive, structural and functional analysis have been carried out on hard bottom Molluscan assemblages from Central Tyrrhenian Sea.

Key-words: Mollusca, Hard bottom, Latium.

Introduzione

Lo studio riguarda le comunità malacologiche marine presenti in alcuni fondi rocciosi della costa laziale. Svolto nell 'ambito del "Progetto Tirreno", consiste nell 'analisi della variabilità strutturale e funzionale nei cenoclini malacologici in rapporto con la profondità e l'idrodinamismo del sito.

Materiali e metodi

Sono stati campionati 3 transetti:LN, Capo Linaro (declivio a scarsa pendenza, Ovest); CR, Promontorio del Circeo (pendenza verticale, Ovest); GT, Gaeta (pendenza quasi verticale, Ovest). I campioni sono stati raccolti nell'estate 1990, fino a 15 m di profondità, mediante asportazione del materiale presente su di un'area di 400 cmq.

Risultati

Analisi Descrittiva: massimi di Abbondanza in superficie (presenza di banchi a Mitilidi); minimi intorno ai 5 m, cui segue una ripresa con la profondità. Valori di Ricchezza Specifica minimi insuperficie (popolamento monospecifico a Mitilidi) ed a 5 m, elevati a 3 e 10 m. A. Strutturale (AFC): le stazioni superficiali (0 m) e quella di CR a 3m sono raggruppate nel "cluster"A, opposto sul I asse al "cluster"B che include il resto delle stazioni sub-superficiali di GT e LN. A. Funzionale: forte dominanza dei Sedentari Sospensivori in tutte le stazioni (tranne GT a 3 e 10m); presenza dei Sedentari Brucatori, con massimi a GT; Perforatori abbastanza rappresentati a LN e GT, soprattutto ai livelli più profondi; maggior varietà a Gaeta, dovecompaiono inoltre i Sedentari Predatori.

Conclusioni

Dall'analisi dei dati emergono due aspetti salienti:

a) una variabilità "indipendente dal sito", con variazioni simili dei valori di Abbondanza e Ricchezza Specifica nei tre transetti con la profondità;
b) una variabilità "dipendente dal sito", coerente in particolare con fattori di tipo edafico (idrodinamismo decrescente CR - GT - LN). A tale variabilità strutturale corrisponde però una certa omogeneità funzionale (prevalenza di organismi sessili e sospensivori); le risposte strutturali dei popolamenti malacologici sembrano perciò dipendere soprattutto dal regime idrodinamico piuttosto che da accomodamenti biologici interni ai popolamenti stessi (comunità "fisicamente controllata", SANDERS, 1968).

Bibliografia

SANDERS H. L. (1968)-Marine benthic diversity:a comparative study. *The American Naturalist*, **102** (925): 243-281.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 299-300

L. ARGENTI°, P. TOMASSETTI°°, C. CHIMENZ°°

°Via Tartufari 161, 00128 Roma

°°Università di Roma "La Sapienza", Dip. B.A.U.

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DEI CROSTACEI DECAPODI DEL TIRRENO CENTRALE (LAZIO).

Crustacea Decapoda from Latium.

Abstract

In the ambit of "Progetto Tirreno", the distribution and ecology of soft and hard bottom Crustacea Decapoda of Central Tyrrhenian Sea (0-108 m depth) were studied. Noteworthy the record of Sirpus zariquiey, a rarely reported species.

Key-words: Crustacea Decapoda, Ecology, hard and soft bottom.

Introduzione

I Crostacei Decapodi oggetto del presente lavoro sono stati raccolti nel corso dei campionamenti del "Progetto Tirreno", realizzato allo scopo di integrare ed approfondire le conoscenze di base idrologiche, geomorfologiche, sedimentologiche, chimiche e biocenotiche dell'ambiente costiero e di piattaforma del Mar Tirreno prospiciente la regione Lazio.

Materiali e metodi

Il fondo mobile è stato campionato sotto costa (barre litorali) mediante draga Charcot, in 5 stazioni a 1 e 5 m (10 campioni), nell'estate 1990.

Più a largo (fondi mobili di piattaforma), il campionamento è stato effettuato in 4 campagne (marzo - dicembre 1989), su 62 transetti costa-largo in 135 stazioni tra 7 e 108 m, utilizzando una benna Van Veen. I fondi rocciosi sono stati campionati a Capo Linaro, Circeo e Gaeta, mediante grattaggio di una superficie di 400 cmq, fino a 15 m di profondità (13 campioni).

Risultati

Nelle "barre litorali" (102 individui, 6 specie) è dominante *Diogenes pugilator* (87% del totale) .

Nei "fondi mobili di piattaforma" (150 ind., 35 specie) non si osservano nette dominanze specifiche; poco più abbondanti sono *Callianassa subterranea*, *Liocarcinus maculatus*, *Processa canaliculata*; il popolamento comprende specie sabulicole, alle quali si associano, con l'aumento della profondità, specie tipiche di praterie di fanerogame, fangofile ecc. (ZARIQUIEY, 1968; MINERVINI *et al.*, 1982). Per i fondi rocciosi (136 ind., 17 specie), sono interessanti la presenza di *Sirpus zariquieyi* (raramente segnalato) e l'assenza da Capo Linaro di *Pilumnus hirtellus*, numeroso negli altri transetti.

Discussione

I metodi di campionamento, mirati allo studio di di tutto il benthos, non sono del tutto adeguati alla raccolta dei Decapodi, dotati di elevata mobilità e spesso di abitudini fossorie e notturne.

Riteniamo tuttavia che i nostri dati possano portare un utile contributo alla conoscenza di questo taxon, malgrado la relativa scarsità quali-quantitativa.

Bibliografia

MINERVINI R., GIANNOTTA M., FALCIAI L. (1982) - A preliminary report on the Decapod Crustaceans in the estuarine area of the Tiber. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca, Ancona*, **3**: 305- 318.

ZARIQUIEY ALVAREZ R. (1968) - Crustaceos Decapodos Ibericos. *Inv. Pesq.*, **32**: 1- 510.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 301-302

P. PANETTA, A. MATARRESE, G. D'ONGHIA.

Istituto di Zoologia ed Anatomia ComparataUniversità degli Studi Via Amendola 165/A - 70126 Bari, Italy

MOLLUSCHI DELLE BIOCENOSI ANTISTANTI LA PENISOLA DEL SINIS (SARDEGNA)

Molluscs near the Sinis (Sardinia)

Abstract.

Seventy-eight species of Molluscs were collected by means of dredgings carried out near the peninsula of Sinis West (Sardinia) during July 1987. Cluster Analysis was applied to define the principal group of species belonging to the different biocenosis present in the area.

Key-words: Molluscs, benthic community, cluster analysis.

Nel luglio 1987 è stata eseguita dall'ENEA una campagna di ricerche al fine di definire le componenti dell'ecosistema marino antistante la penisola del Sinis, laddove è in previsione la costituzione di un parco marino. L'area di mare sottoposta ad indagine si estende da Capo Mannu a nord a Capo San Marco a sud per circa 13 miglia marine e dalla linea di costa ad est sino alla batimetrica di -50m ad ovest. Tale area è limitata ad est da alcuni rilievi rappresentati dallo scoglio del Catalano, dalla secca di Mezzo e dall'isola del Mal di Ventre.

Le indagini biocenotiche svolte sui fondali marini in vicinanza della penisola del Sinis, hanno interessato la fascia costiera comprendente i piani infralitorale e circalitorale sino all'isobata di 50m. Sono state analizzate 45 stazioni utilizzando la tecnica del dragaggio. Il materiale bentonico così prelevato veniva setacciato, formolizzato e conservato in appositi contenitori. In laboratorio si procedeva alla cernita degli organismi bentonici ed alla loro determinazione. Lo studio dei fondali marini è stato effettuato mediante telerilevamento acustico a scansione laterale (*side scan sonar*) i cui sonogrammi hanno contribuito alla redazione, dopo verifica subacquea, di un'accurata mappatura delle biocenosi. Sono state determinate 78 specie di Molluschi appartenenti a 34 stazioni fra le quali s'è calcolata la matrice di correlazione di Sorensen. Successivamente è stata effettuata l'analisi dei *clusters*, applicando il metodo del *clustering centroid*. Tale analisi ha mostrato la presenza di tre gruppi di Molluschi: il primo, con 10 stazioni, di cui fanno parte specie appartenenti alla biocenosi del coralligeno; il secondo, con 4 stazioni, con specie della biocenosi del detritico costiero, il terzo, con 2 stazioni, con specie facenti parte del posidonieto.

Dall'analisi dei clusters si evince che il popolamento a Molluschi facenti parte dell'ecosistema prospiciente la penisola del Sinis caratterizza tre importanti biocenosi. La prateria di Posidonia si estende in gran parte nella zona investigata in modo discontinuo e frazionato. È da sottolineare tra la fauna associata la presenza di *Pinna nobilis* (L.), specie in rarefazione in Mediterraneo a causa dell'indiscriminata raccolta. la biocenosi coralligena, situata tra Capo Mannu, l'isola del Mal di Ventre e sa Sturagia da ricetto a numerosi organismi endoliti e perforanti. La biocenosi del detritico costiero si rinviene a partire dai 35m di profondità sino al limite previsto con la batimetrica di -50m. Essa appare distribuita lungo il margine esterno della porzione di piattaforma continentale che include il sistema geolitologico del Catalano-secca di Mezzo-Mal di Ventre. *Acanthochitona fascicularis* (Risso), *Calyptraea chinensis* (L.), *Laevicardium crassum* (Gmel.), *Venus casina* (L.) sono le specie più comuni.

Bibliografia

ORLOCI L., KUNKEL N. C. (1985) -Introduction data analysis *Intern. Coop. Publ. House Fairland*: 1-340.

PERES J. M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. St. Mar. Endoume. Marseille*, **31** (47): 1-125

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 303-304

A. PETROCELLI, O. SARACINO
Istituto Talassografico, C. N. R., Via Roma 3, Taranto

ALGHE DI SUBSTRATI ARTIFICIALI IMMERSI NEL MAR LIGURE

Fouling seaweeds in Ligurian sea

Abstract

Vengono riportati i risultati di uno studio floristico effettuato sulle comunità vegetali del fouling, insediate su pannelli di cemento-amianto immersi nel Mar Ligure.

Key-words: Fouling, Seaweeds, Ligurian Sea.

Introduzione

Lo studio del fouling del Mar Ligure, è da lungo tempo condotto presso l'Università di Genova (RELINI *et al.*, 1980). Tuttavia in tali studi, è sempre stata dettagliatamente analizzata la componente animale, salvo qualche eccezione (ROSSI *et al.*, 1980). Pertanto, il presente lavoro si propone di approfondire lo studio della componente vegetale delle comunità, ampliando contemporaneamente la conoscenza della flora algale del Mar Ligure.

Materiali e metodi

Sono state determinate le alghe insediate su dieci serie di pannelli di cemento-amianto immersi per periodi scalari di tempo, nell'arco di un anno, a Loano, nei pressi di una barriera artificiale e di una prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile, un tempo molto rigogliosa.

Risultati

Sono state identificate 92 specie, distribuite in 47 Rhodophyta, 23 Phaeophyta, 19 Chlorophyta, 2 Bacillariophyta e 1 Cianophyta. Prevalgono le Rhodophyta (50%), seguite dalle Phaeophyta (25%), Chlorophyta (19%), Bacillariophyta e Cianophyta. Relativamente agli ordini fitosociologici, le specie sono risultate suddivise in : 44 Diverse e Ubiquiste (48%), 22 appartenenti all'ordine **Rhodymenietalia** Boudouresque 1971 (24%), 10 all'**Acrochaetietalia** Boudouresque 1971 (11%), 14 al **Cystoseiretalia** Molinier 1958 (15%), 2 al **Posidonietum oceanicae** Molinier 1958 (2%).

Discussione

La scarsa letteratura esistente sulle alghe del fouling in Italia, riguarda solo ambienti di tipo portuale piuttosto degradati, e quindi ben diversi dalla zona di Loano. Pertanto, il confronto tra le liste floristiche compilate nei suddetti ambienti e quella ottenuta nel presente lavoro, mostra ovviamente differenze significative:

- un elevato numero di specie;
- un considerevole numero di Phaeophyta;
- la scarsa presenza di Chlorophyta, in particolare di **Ulvales**, caratteristiche di zone inquinate o a bassa salinità; - l'assenza del gruppo fitosociologico **Pterocladio- Ulvetum** Molinier 1958, tipico di ambienti alterati;
- un alto numero di specie fertili, anche se di piccole dimensioni.

Si fa notare la presenza della Feoficea *Discosporangium mesarthrocarpum* (Meneghini) Hauck, ritenuta un tempo rara per il Mediterraneo. Tale segnalazione amplia l'areale della specie nel bacino e ne sposta il limite settentrionale di distribuzione.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Prof. Relini G. per aver gentilmente fornito il materiale studiato.

Bibliografia

RELINI G. (1980) - Elenco dei lavori sul fouling di acque italiane compilato dal gruppo fouling del Comitato B. I. P. della S. I. B. M. . *Mem. Biol. Mar. Oceanogr.*, **10 suppl.** : 343- 355.

ROSSI G. G., BAZZICALUPO G., RELINI G. (1970) - Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: Alghe e Policheti sedentari. *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **38 suppl.** : 146-173.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 305-306

L. A. CHESSA, A. PAIS

Istituto di Zootecnica dell'Università di Sassari, Via E. de Nicola, Sassari (I)

ALLEVAMENTO DI *CORALLIUM RUBRUM* (L.) IN ACQUARIO: UN ANNO DI OSSERVAZIONI

Red coral rearing in aquaria

Abstract

Experiments were carried out to find optimal environmental and nutritional conditions for the survival of Corallium rubrum (L.) in aquaria. Transplant and larval settlement tests were also made.

Key-words: *Corallium rubrum*, aquarium, reproduction, transplantation.

Introduzione

Sebbene sussistano ancora talune difficoltà per l'allevamento di *Corallium rubrum*, alcuni Autori ne hanno descritto la biologia (LACAZE-DUTHIERS, 1864) o riferito osservazioni compiute in acquario (VIGHI, 1970; GIACOMELLI *et al.*, 1988).

Materiali e metodi

In questo lavoro colonie provenienti da grotte superficiali (-15 m) e da secche profonde (-100 m) della zona di Alghero (NW Sardegna) sono state poste in acquari termostatati a circuito chiu so. I principali parametri chimici e fisici sono stati costantemente monitorati (T=15°C, S=37°/··, pH=8,2, O_2 oltre la saturazione). Le ramificazioni sono state trapiantate sul fondo dell'acquario, su mollette in plastica e su mattonelle in cotto (fissate con cemento a presa rapida); gli apici su tasselli tipo "Fisher", tubicini in vetro e mollette in plastica.

Le colonie sono state alimentate con nauplii di *Artemia salina* (2 individui/cc^3), le planule ed i primi stadi con spremitura di mitili e valina.

Risultati

Dopo 16 mesi nei tubicini di vetro, ma non nei tasselli, sono state osservate zone di adesione del cenenchima (∅ max=mm 11). Sulle mollette di plastica, in 2 casi su 6, è stata notata un'ampia superficie basale di gemmazione (r=mm 10) sulla quale erano evidenti alcuni piccoli polipi.

Le colonie superficiali hanno emesso le planule nel luglio 1991, la cui fissazione si è verificata in agosto. Sei mesi dopo circa il 20% delle giovani colonie erano ancora vive e nessuna di esse era costituita da più di 2 polipi (∅ max=mm 1). Il corallo profondo ha invece prodotto soltanto forme larvali immature.

Conclusioni

Indipendentemente dalla profondità di provenienza, è emerso che il corallo rosso può vivere in acquario per un tempo indeterminato. Ramificazioni ed apici hanno infatti dimostrato un buon adattamento ai substrati utilizzati e tutte le forme da noi trapiantate sono sopravvissute. Talora sono state notate lesioni del cenenchima di limitata estensione.

Sebbene nei trapianti il ritmo di accrescimento del cenenchima basale sia lento, la specie ha risposto bene alle manipolazioni, dimostrando un'insospettata "rusticità". Una produzione di planule e stadi giovanili, come quella ottenuta, può consentire di disporre di materiale utile sia per la ricerca scientifica che per pratiche di ripopolamento.

Bibliografia

GIACOMELLI S., CICOGNA F., BAVESTRELLO G. (1988) - Experiences in rearing *Corallium rubrum*. *FAO Fisheries Report - CGPM*, **413**: 57-58.

LACAZE - DUTHIERS H., (1864) - Histoire naturelle du corail. J. B. Baillière, Paris, 371 pp.

VIGHI M., (1970) - Etude sur la reproduction du *Corallium ru brum*. *Vie et Milieu. Série A: Biol. Mar.*, **23**: 21- 32. I

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 307-308

M. ARCULEO, G. GALIOTO, A. CUTTITTA
Istituto di Zoologia, via Archirafi 18, 90123 Palermo.

ASPETTI RIPRODUTTIVI IN *PARAPENAEUS LONGIROSTRIS* (CRUSTACEA, DECAPODA) NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA N/W)

Reproductive aspects in *Parapenaeus longirostris*

Abstracts

Research work has been carried out on Parapenaeus longirostris, by means of macro and microscopic observations, in order to identify the stages of gonad maturity. These resulted to be four.

Key-words: *Parapenaeus longirostris*, Crustacea Penaeidae, Reproductive biology, Mediterranean sea.

Nell'ambito di un programma di ricerca sulla valutazione delle risorse demersali condotto nel Golfo di Castellammare (Sicilia Nord Occidentale) è stata effettuata una serie di campionamenti mirati allo studio della biòlogia riproduttiva di *Parapenaeus longirostris* (gambero rosa). L'indagine è stata basata sul confronto tra una serie di osservazioni macroscopiche sullo sviluppo e colorazione degli ovari ed una serie di controllo basate su analisi microscopiche (maturazione degli ovociti).

In totale sono stati analizzati 1931 gonadi femminili, 201 delle quali utilizzate per lo studio microscopico. Il confronto di entrambe le osservazioni (macro e microscopica) ha permesso la definizione di quattro stadi distinti di sviluppo.

STADIO I - Colorazione bianco-trasparente. Gli individui caratterizzati da questa colorazione sono presenti tutto l'anno, fatta eccezione per il mese di dicembre e, raggiungono una frequenza massima in Giugno (70.2%). Gli ovociti hanno una dimensione media di 85 ± 38.6 micron. L'indagine microscopica ha evidenziato prevalentemente due categorie cellulari costituite da ovociti in profase meiotica e da ovociti circondati da cellule follicolari.

STADIO II - Colorazione beige-crema. Questo stadio risulta particolarmente rappresentato nei mesi estivi. L'I. G. (Indice Gonadosomatico) e il diametro medio ovocitario sono risultati rispettivamente pari a 1.82 ed a 181.5 ± 19.8 micron. L'analisi citologica rivela la presenza di ovociti di dimensioni diverse, in attività previtellogenetica.

STADIO III- Colorazione verde-chiaro. Gli individui si caratterizzano per la presenza di ovociti in attività vitellogenetica. Il diametro medio ovocitario è risultato di 231 ± 12.7 micron, mentre per l'I. G. è stato ottenuto un valore pari a 3.3. Questa colorazione è più frequente durante la stagione invernale.

STADIO IV - Colorazione verde-scuro. Questo stadio coincide con la piena maturità dell'ovario; infatti, il quadro microscopico è rappresentato da grossi ovociti vitellogenetici che occupano la maggior parte dell'ovario con la caratteristica forma a stella. L'I. G. è risultato pari a 4. 58 e il diametro medio ovocitario ha dato un valore di 264.3 ± 11.8 micron. Gli individui sono maggiormente rappresentati durante i mesi invernali e primaverili. Le nostre osservazioni hanno in parte confermato i risultati ottenuti da De Ranieri e al. (1986) mettendo in evidenza, per la nostra area, un periodo riproduttivo coincidente con la stagione invernale-primaverile.

Bibliografia

DE RANIERI S., BIAGI F., MORI M., (1986) - Note sulla biologia riproduttiva di *Parapenaeus longirostris* (Lucas) nel tirreno settentrionale. *Nova Thalassia*, Suppl. 3, **8**: 627- 628.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 309-310

S. RAGONESE°, S. CAMPAGNUOLO°, G. RIVAS° L. DI STEFANO°°
°ITPP-CNR, Via L. Vaccara 61, 91026 Mazara (Tp), Italy
°°Ist. di Istologia ed Embriologia, 90145 Palermo

SULLA DISTRIBUZIONE DELLO SCAMPO *NEPHROPS NORVEGICUS*(L.) NEL CANALE DI SICILIA (MEDITERRANEO CENTRALE)

Nephrops norvegicus in the Sicilian Channel

Abstract

Nephrops norvegicus was sampled in experimental trawl surveys carried on in the Sicilian Channel. The species is distribuited troughout the area and in a wide bathymetric range (130-800 m). Mean catch in number were lower in summer and fall. Catch per tow is influenced by the time of the haul.

Key-words: *Nephrops norvegicus*, Sicilian Channel.

Introduzione

Lo scampo *N. norvegicus*, (Nephropidae-Crustacea) riveste un notevole valore commerciale per le marinerie che operano la pesca a strascico nel Canale di Sicilia. Le informazioni sistematiche sulla distribuzione dello scampo in quest'area sono scarse (Azouz, 1972; Bombace, 1975). In questa nota si riportano alcuni risultati sulla distribuzione di questa specie nel Canale di Sicilia e sulla relazione dei rendimenti in funzione delle specifiche di cala.

Materiali e metodi

Sono stati utilizzati i dati raccolti in due anni di campagne stagionali di pesca a strascico (cale diurne, rete con maglia al sacco 18 mm di lato; vedi Levi, 1990 per i dettagli). I rendimenti (numero per cala) sono stati cartografati. Sono state, quindi, calcolate le statistiche descrittive (media e mediana in particolare) per strato e survey-stagione e per strato e ora di cala. Il tipo e il grado di relazione fra i rendimenti e le specifiche di cala é stato valutato analizzando i grafici bivariati e il coefficiente di correlazione di rango di Spearman.

Risultati

Lo scampo è stato catturato in 200 delle 490 cale valide complessivamente effettuate in un ampio range batimetrico (1-800 m), a partire da 130 m e in una fascia preferenziale compresa fra i 200 e i 600 m. L'evoluzione dei rendimenti medi per i tre strati (201-400; 401-600 e 601-800 m), nelle diverse campagne, ha evidenziato un'omogeneità fra i primi due strati (con medie comprese fra 30 e 140 es.), lo scarso contributo del terzo strato (medie intorno a pochi esemplari) e una fluttuazione stagionale con valori più bassi in estate ed autunno. I rendimenti sono risultati correlati significativamente alla profondità (esclusa la primavera '85) ma non all'orario di cala (tranne l'autunno '85). Esaminando, tuttavia, le mediane ("box-plots") in funzione dell'orario di cala, per l'insieme delle stagioni (ma distinguendo i primi due strati) è stato evidenziato un "trend" caratterizzato da due "picchi" uno maggiore ed uno minore in corrispondenza del mattino e del primo pomeriggio rispettivamente.

Discussione e conclusioni

Questi risultati sono consistenti con quanto noto sulle popolazioni mediterranee di *N. norvegicus* (Bombace, 1975; Farmer, 1975) ed indicano (pur non disponendo di cicli nictemerali) che il comportamento dello scampo (e. g. periodi di emergenza dalle tane) nel Canale di Sicilia è influenzato dalle variazioni di luce (Oakley, 1979).

Bibliografia

AZOUZ A. (1972) - *Bull. Inst. Oceanogr. Peche, Salammbo*, vol2 (3): 235-301.
BOMBACE g. (1975) - *Pubbl. Staz. Zool. Napoli*, **39** Suppl. : 7-21.
FARMER A. S. D. (1975) - *FAO Fish. Synop.*, **112**: 97.
LEVI D (resp.) (1990) - *NTR-ITPP*, **15** bis: (mimeo).
OAKLEY S. G. (1979) - *Proced. of the 13th Mar. Biol. Symp.* Pergamon Press: 367-373.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 311-312

C. CIMA

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale Istituto di Zoologia - Università di Genova

NOTE SUI GRANCHI DEL GENERE TRAPEZIA IN CAMPIONI DELL'OCEANO INDIANO

Indian ocean crabs of genus Trapezia

Abstract

Two samplings of crab of genus Trapezia have been done in Comoro and Maldives islands. Five species have been recorded.

Key-words: Trapezia, Indian ocean, crab-host relationship

Introduzione

Le Trapezie sono granchi di dimensioni ridotte e dai colori vivaci, che vivono associati ai coralli Pocilloporidi, nelle acque poco profonde e riparate delle barriere coralline.

La relazione esistente tra questi granchi e la madrepora ospite è molto complessa. Le trapezie ricevono dal corallo protezione, trovando riparo dai predatori tra le ramificazioni del corallo e sostentamento, cibandosi del muco escreto dalla madrepora (Knudsen 1967). Essendo animali territoriali, con il loro comportamento aggressivo difendono la colonia dagli echinodermi predatori (Glynn 1976); inoltre, muovendosi continuamente sulle ramificazioni ed eliminando il muco in eccesso, mantengono in vita i polipi della colonia, anche nella zona basale, evitando che il ricoprimento da parte degli organismi incrostanti porti progressivamente alla morte della madrepora (Stimson 1990).

Materiale e metodi

La raccolta del materiale è stata fatta in due differenti aree dell'Oceano Indiano, in due anni sucessivi: nella primavera 1988 a Mayotte (Comore) a cura di L. Orsi Relini durante la spedizione Gruppo Ricerche Tecniche Scientifiche Subacque di Firenze, e nel febbraio dell'anno seguente a Kudahiti (Maldive) a cura dell'autore. Alle Comore sono stati eseguiti due tipi di prelievi: all'interno della laguna e a pochi metri di profondità in uno dei canali che mettono in comunicazione la laguna e il mare aperto; a Kudahiti il campionamento è avvenuto solamente nelle acque riparate della laguna.

Risultati

Il campionamento fatto alle Maldive è risultato monospecifico; dalle 12 colonie di *Pocillopora damicornis* (Lamarck 1816) (raccolte sono stati estratti 31 granchi tutti della specie *T. ferruginea* (Latreille 1825). Il campione è prevalentemente composto da coppie eterosessuali di individui maturi; le femmine, tutte ovate, misurano mediamente 9.72 ± 1.4 mm, mentre le dimensioni medie dei maschi sono: 7.43 ± 1.7 mm.

Il risultato della raccolta fatta alle Comore è stato più vario. Con il campionamento effettuato in immersione nel "pass", sono state trovate *T. rufopunctata* (Herbst 1799) e *T. tigrina* (Eydoux et Souleyet 1842). In laguna, con la raccolta di 5 colonie di *Seriatopora hystrix* (Dana 1846) si sono ottenute 25 trapezie appartenenti a tre specie diverse. Il reperto più interessante è *T. richtersi* (Gail e Lewinsohn 1983), una specie descritta recentemente, esclusiva dell'Oceano Indiano Occidentale. Il resto della raccolta comprende 10 individui giovani di *T. ferruginea* (♀6.28 ± 1, ♂5.18 ± 1.5) e 13 esemplari di *T. guttata* (Rupell 1830), di cui 3 femmine in fase di riproduzione.

Discussione

Una delle possibili spiegazioni della differente composizione dei campioni è attribuibile alle diverse madrepore ospiti: *P. damicornis* e *S. hystrix*. Sono entrambe madrepore ramificate della famiglia Pocilloporidae; la prima ha un aspetto più compatto, con ramificazioni ad estremità arrotondata di circa 10 mm di diametro, la seconda ha le ramificazioni più sottili (∅ ≅ 5 mm) e appuntite che delimitano spazi interni minori di quelli delle colonie di *P. damicornis*.

Se si mettono in relazione la morfologia delle madrepore con specie, dimensioni, maturità sessuale dei granchi, si evidenzia che:

1) sulle colonie di Seriatopora si trovano un numero maggiore di specie (3) e di individui (mediamente 5 per colonia di *S. hystrix* - 2.6 per colonia di *P. damicornis*)
2) le trapezie raccolte su Pocillopora sono individui adulti, presenti per lo più in coppia e maturi sessualmente (tutte le femmine portano gli embrioni). Le trapezie raccolte su Seriatopora si possono differenziare in due gruppi:

a) trapezie che non raggiungono grandi dimensioni (*T. richtersi* e *T. guttata*), presenti con individui in fase di riproduzione
b) trapezie che raggiungono taglie maggiori come *T. ferruginea*, presenti solamente con individui giovani.

Dato che le trapezie necessitano di avere una grande mobilità sulla madrepora, sembra quindi che le specie più piccole compiano l'intero ciclo vitale su *S. hystrix*, mentre le specie più grandi, vivano su Seriatopora limitatamente alla fase giovanile migrando su madrepore con volume interno maggiore (come *P. damicornis*) con l'avvicinarsi della maturità sessuale e il conseguente aumento di taglia.

Bibliografia

GAIL B., LEWINSOHN Ch. (1983) - *Trapezia richtersi* n. sp., a new Trapezid crab (Decapoda Brachyura). *Monitore zool. ital.* (N. S.) Suppl. **18**: 159-166

GLYNN P. W. (1976) - Some physical and biological determinants of coral community structure in the Eastern Pacific. *Ecol. Monogr.* **46**: 431-456

KNUDSEN J. W. (1967) - *Trapezia* and *Tetralia* (Decapoda, Brachyura, Xanthidae) as obligate ectoparasites of pocilloporid and acroporid corals. *Pacific Science* 21 **(1)**: 51-57

STIMSON J. (1990) - Stimulation of fat body production in the polyps of the coral *Pocillopora damicornis* by the presence of mutualistic crabs of the genus *Trapezia*. *Mar. Biol.* **106**: 211-218

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 313-314

M. CORMACI, G. FURNARI, B. SCAMMACCA
Istituto e Orto Botanico dell'Università di Catania Via A. Longo 19 - 95125 Catania (Italy)

CARTA DELLA VEGETAZIONE MARINA DI BAIA TERRA NOVA (MARE DI ROSS, ANTARTIDE)

Map of Phytobenthic Communities of Terra Nova Bay

Key-words: Phytobenthic Communities, Antarctica

Nel quadro del programma delle ricerche di Oceanografia in Antar tide, durante le estati australi 1987/'88 e 1989/'90, è stato condotto lo studio sulla flora e vegetazione marina di Baia Terra Nova.

Tale studio, basato sia su rilievi fitosociologici effettuati con A. R. A., sia su campioni raccolti a mezzo benna e/o draga nelle stazioni più profonde, sia su osservazioni a mezzo telecamera filoguidata "PLUTO", ha consentito la realizzazione di una carta della vegetazione in scala 1:50.000.

La necessità di ricondurre a schemi cartograficamente significativi gli aspetti di transizione e/o ecotoni legati alla peculiare morfologia dei fondali, ci ha indotto ad operare delle sintesi che sono state effettuate a scapito di una rappresentazione più dettagliata.

I dati stazionali dei rilievi, le tabelle fitosociologiche, i dendrogrammi di affinità tra i rilievi e l'inquadramento bionomico dei popolamenti sono riportati nel lavoro di Cormaci *et al.* (1992).

I popolamenti cartografati sono: popolamento a *Urospora penicilliformis* (Roth) Areschoug (del mesolitorale), popolamento a *Iridaea cordata*(Turner) Bory (dell'infralitorale superiore), popolamento a *Phyllophora antarctica* A. & E. S. Gepp (dell'infralitorale inferiore), popolamento a *Clathromorphum lemoineanum* Mendoza & Cabioch (del circalitorale).

Bibliografia

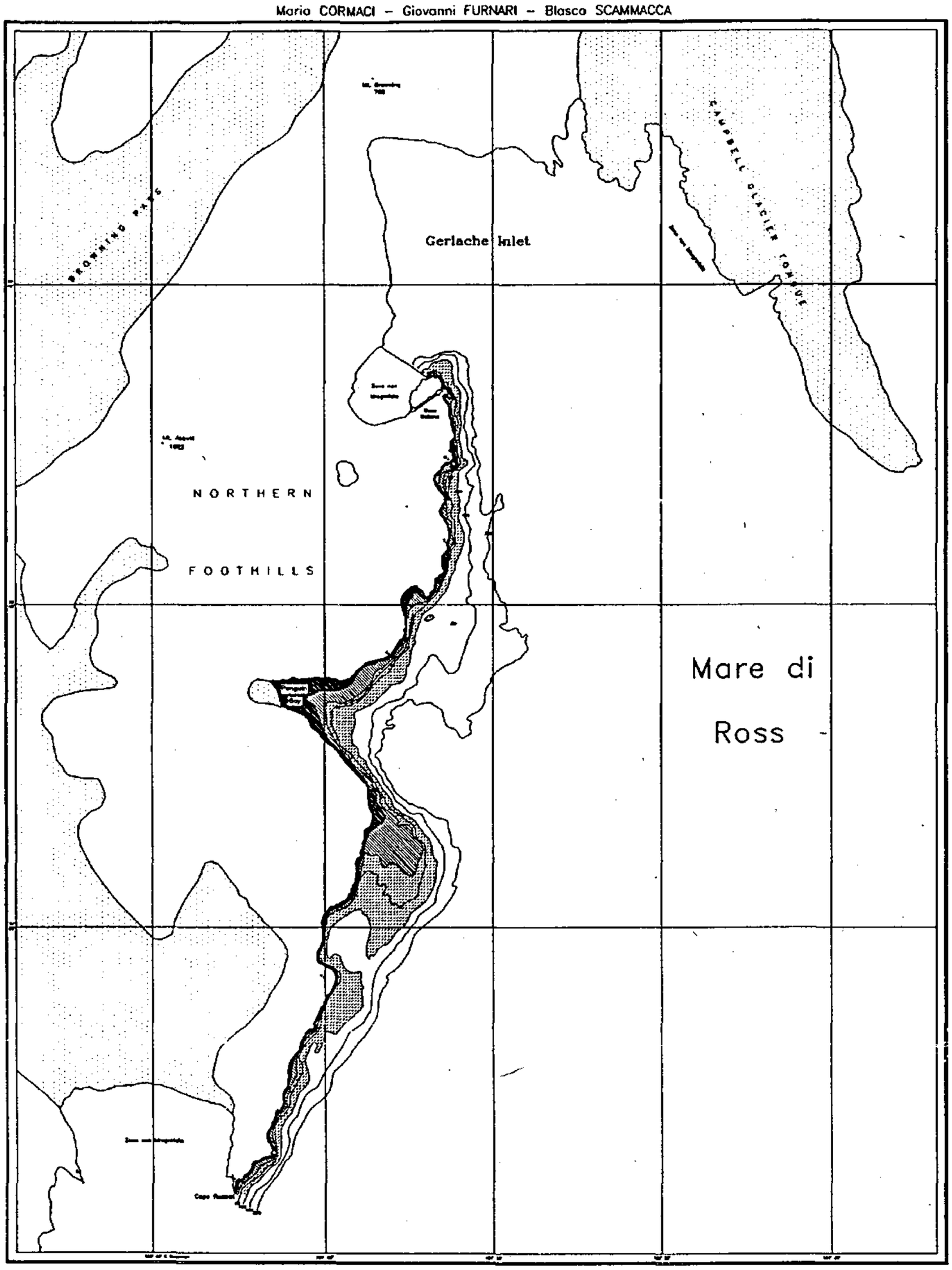
CORMACI M., FURNARI G., SCAMMACCA B., CASAZZA G. (1992) - Il fitobenthos di Baia Terra Nova (Mare di Ross, Antartide): osservazioni sulla flora e sulla zonazione dei popolamenti. *Atti Seminario di Oceanografia Antartica*, Concepcion 1991: 395-408.

ANTARTIDE

MARE DI ROSS – BAIA TERRA NOVA

CARTA DELLA VEGETAZIONE SOMMERSA: DALLA BASE ITALIANA A CAPE RUSSELL

Mario CORMACI – Giovanni FURNARI – Biasco SCAMMACCA



PROGRAMMA NAZIONALE DI RICERCHE IN ANTARTIDE
Contratto: ENEA – UNIVERSITA' DI GENOVA

Progetto: OCEANOGRAFIA
Coordinatore: Prof. Francesco FARANDA
Ist. Scienze Ambientali Marine – Universita' di Genova

Subprogetto: FITOBENTHOS
Responsabile: Prof. Mario CORMACI
Ist. e Orto Botanico – Universita' di Catania

Ghiacciai

Spedizioni 1987–1988 e 1989–1990

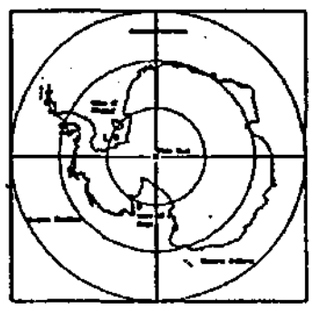
Legenda

Mesolitorale: Popolamento a *Drepanophycus spinaeformis* (Reth) Areschoug

Infralitorale superiore: Popolamento a *Iridaea cordata* (Turner) Bory

Infralitorale inferiore: Popolamento a *Phyllophora antarctica* A. & E. S. Gepp

Circalitorale: Popolamento a *Clathromorphum lemoineanum* Mendoza & Cabioch



Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 315-316

M. NIGRO, E. ORLANDO
Dip. di Biomedicina Via A. Volta, 4 56100 PISA

NOTE SULLA BIOLOGIA ED ECOLOGIA DEL BIVALVE ANTARTICO *ADAMUSSIUM COLBECKI* (SMITH)

Biology and Ecology of *A. colbecki*

Abstract

Il bivalve A. colbeki vive a profondità superiori a 15 m e raggiunge la massima densità (58.8 individui m^{-2}) a -30 m. Il popolamento è costituito per l'80% da individui adulti. A. colbecki accumula notevolmente il cadmio in alcuni organi.

Key-words: Antarctic scallop, heavy metals, molluscs

Introduzione

Il pectinide *Adamussium colbecki* possiede le caratteristiche che lo rendono idoneo come bioindicatore, offrendo l'opportunità di investigare gli effetti del disturbo ambientale a livello di popolazione od a livello fisiologico (Mauri *et al.* 1990, Berkman & Nigro 1992, Nigro *et al.* 1992). La presente indagine intende contribuire a caratterizzare il popolamento ad *A. colbecki* in prossimità della Base Italiana di Baia Terra Nova e determinare le concentrazioni di metalli pesanti nei molluschi provenienti da detta area.

Materiali e metodi

I campionamenti e le indagini in situ sono stati effettuati lungo un transetto da 0 a 30 m di profondità mediante immersioni con ARA. La densità di popolazione è stata investigata posizionando sul fondo, ad intervalli di 5 m, un quadrato di 1 m di lato e conteggiando, sul posto, gli individui presenti su un totale di 6 m^2 per ogni profondità investigata. Per lo studio sulla taglia, tutti gli individui presenti in 2 m^2 furono raccolti e l'altezza della conchiglia misurata tra l'umbone ed il margine ventrale. Per l'analisi dei metalli pesanti, branchie, ghiandola digestiva e rene furono liofilizzati, mimeralizzati con acido nitrico ed analizzati mediante AAS.

Risultati e discussione

A. colbecki si ritrova, nell'area investigata, a profondità superiori a 12-15m e la densità della popolazione cresce regolarmente all'aumentare della profondità, raggiungendo il valore massimo di 58.8 ind. /m^2 a quota -30. Questo dato si discosta da quanto osservato nella regione occidentale di McMurdo Sound, dove la densità è massima a 3-6 m e decresce sensibilmente all'aumentare della profondità (Stockton 1984). Questa differenza potrebbe essere dovuta ad un diverso idrodinamismo nelle due aree od alla differente natura del fondo. La popolazione di *A. colbecki* è composta per l'80% circa da individui compresi tra 60 e 80 mm. Individui di taglia inferiore a 20 mm si trovano sporadicamente attaccati, con il bisso, alla conchiglia degli adulti. La scarsezza delle classi intermedie, riscontrata anche nel McMurdo Sound da Stockton (1984) è stata interpretata come la conseguenza di un successo riproduttivo intermittente. Una spiegazione alternativa potrebbe, a nostro parere, risiedere nella possibilità che metamorfosi ed accrescimento avvengano a maggiore profondità e che la dispersione verso le quote più superficiali si realizzi dopo il raggiungimento di una certa taglia. Questa ipotesi è supportata dalle osservazioni effettuate da Di Geronimo e Rosso (1990), in base alle quali gli individui giovani sono presenti solo nelle popolazioni circalitorali più profonde. Un'ulteriore evidenza deriva inoltre dall'aver osservato individui di svariate classi di età in dragaggi effettuati a profondità comprese tra 60- 80 m, durante la Campagna Antartica 1990-91 (Nigro non pubbl.).

L'analisi dei metalli pesanti in *A. colbecki, Yoldia eightsi, Laternula elliptica e Neobuccinum eatoni* mostra che, mentre le concentrazioni di Cu, Zn, Mn sono generalmente basse, tipiche di aree non contaminate del globo, la concentrazione di Cd raggiunge in tutte le specie investigate valori notevolmente elevati (>300 ppm in *N. eatoni*).

Come ipotesi di lavoro riteniame che l'apporto di Cd sia correlato a fattori idrodinamici e biologici che caratterizzano la zona costiera.

Bibliografia

BERKMAN P. A. NIGRO M. (1992) - Trace metal concentrations in scallops around Antarctica: extending the Mussel Watch Programme to the Southern Ocean. *Mar. Poll. Bull.* **24**(6):322-323

DI GERONIMO I., ROSSO A. (1990) - First Italian Oceanographic Expedition in the Ross Sea, Antarctica. Benthos: A preliminary report. *Nat. Sc. Com. Ant. Ocean. Camp. 1987-88. Data Report I*: 407-421

MAURI M., ORLANDO E., NIGRO M., REGOLI F. (1990) - Heavy metals in the Antarctic scallop *Adamussium colbecki. Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **67**:27-33.

NIGRO M., ORLANDO E., REGOLI F. (1992) - Ultrastructural loca lization of metal binding sites in the kidney of the Antarctic scallop *Adamussium colbecki. Mar. Biol. 113: 637- 643*

STOCKTON W. L. (1984) - The Biology and Ecology of the epifaunal scallop *Adamussium colbecki* on the west side of McMurdo Sound, Antarctica. *Mar. Biol.*, **78**: 171-178

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 317-318

L. SCALERA LIACI°, G. CORRIERO°°

° Istituto di Zoologia e Anat. Comp. dell'Università Via Amendola 165/A - 70126 Bari - ITALY.
°°Istituto di Zoologia dell'Università di Genova

DISTRIBUTION OF THE SPONGE FAUNA FROM THE MAR PICCOLO AND THE MAR GRANDE (TARANTO, IONIAN SEA)

Sponges from Gulf of Taranto

Abstracts

Thirty-five species of sponges collected in the Mar Piccolo and the Mar Grande of Taranto, show a distributional pattern consistent with that observed in other mediterranean confined basins.

Key-words: sponges, confined basins, Ionian-sea.

Introduction and material and methods

Confined basins of the Mediterranean sea show an high variability of environmental parameters wich affects structure and distribution of benthic communities. Their sponge fauna is known from several studies (see Corriero, 1990), but few investigations of its distribution have been carried out.

The studied site is a system of three communicating basins; the internal and the intermediate ones (Mar Piccolo) are two eualyne lagoons, while the external (Mar Grande), is a confined basin separated from the open sea by islets and artiphicial dams. Three sampling stations were choosed for each basin, from 1 to 2 m in depth. Quantitative samplings have been carried out, by SCUBA, on rocks, bioconcretions and soft bottoms.

Results and discussion

Thirty-five species of sponges were identified. Some species exhibit particular morphological features, such as the dominance of spherical or digitate forms, and the presence of gigantism phenomena: *Ircinia spinosula*, for example, shows an unusual spherical form, with few large oscules, and can achievs 50 cm of diameter.

The sponge distribution is not uniform, as 8 species are found in the internal basin, 14 in the intermediate basin and 27 in the external one. The number of the collecterd species and teh composition of the sponge community from both internal and intermediate basins are very similar to those reported at the same site by Scalera Liaci *et. al. (1976)*.

In the internal basin *Suberites carnosus, Hymeniacidon sanguinea, Dysidea fragilis* are dominant because of their ability to withstand low water movement conditions and high thermohaline oscillations; the intermediate basin shows a rich population of Calcispongiae, which is characteristic of environments subjected to high turnover of substratum colonization, together with species with wide ecological valence (*Cliona celata, Halichondria panicea, Haliclona elegans*). The external basin shows a rich sponge fauna characteristic of sheltered shallow water environments.

These observations confirm the existence of a notable similarity among the sponge communities living in these confined habitats. The sponge fauna from the inner area of Taranto shows an high affinity with that observed in brackish lagoons (Venice and Orbetello). The one from the outer basin is very similar to the sponge fauna of the mediterranean confined basins subjected to high water exchange with the sea, as the Stagnone of Marsala and the Strea lagoons (Corriero, 1990). The number of species is very low in the more confined areas, highly subjected to thermohaline oscillations, while it increases where the exchanges with the sea are greater. Finally also the occurrence of large oscules, as on spherical specimens or at the top of

vertical chimneys may represent adaptations to the weak water movementcondition which characterize such confined environments in order to favour the outgoing water flow from the sponge, preventing a mixing of the exalant and inhalant currents.

Aknowledgements

We wish to tank Prof. S. Geraci for his hospitality in the Istituto Talassografico (Taranto)

References

CORRIERO G., (1990) - Distribuzione ed ecologia dei Poriferi in ambienti "confinati" mediterranei. *Tesi Dott. Ricerca in Scienze Ambientali* Genova, 1-117.

SCALERA LIACI L., SCISCIOLI M., FIORDIPINTI F. (1976) - Distribuzione dei Poriferi del Mar Piccolo di Taranto (1962- 1969). *Oebalia* **II**(1): 13-19.

VATOVA A. (1972) - Osservazioni fisico chimiche periodiche nel Mar Grande e nel Mar Piccolo di Taranto (1962-1969). *Boll. Pesca Pisc. Idrob.* **27**(1):43-79.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 319-323

L.ORSI RELINI, G. PALANDRI, F. GARIBALDI

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale Istituto di Zoologia, Università di Genova, via Balbi 5, Genova.

BIOLOGIA E PESCA DEL PESCE SPADA, *XIPHIAS GLADIUS* L., IN LIGURIA PRIME OSSERVAZIONI

Swordfish in the Ligurian Sea

Abstract

The fishery of the swordfish in the Ligurian Sea during 1990 is described. The fishing season was from June to November, with a peak in the central months. An estimated total catch of about 150 t was obtained by longlines. On the basis of a curve obtained by reading fin rays and otoliths, four age classes (1-4) resulted the main components of the fished stock. The overall sex ratio was in favour of males.

Key-words: swordfish, Ligurian fishery, growth.

Introduzione

Dopo una fase di sfruttamento occasionale ed artigianale (Parona 1898, Zolezzi 1938), oggi il pesce spada rappresenta una voce importante della pesca professionale, soprattutto nel Mar Ligure Occidentale (Garibaldi 1975). Si tratta di una pesca stagionale che si svolge su un arco di tre mesi, con scarse frange di avvio e chiusura, e al suo apice costituisce il 50% degli sbarchi totali sulle banchine di Imperia (Oneglia), il più importante centro del Ponente ai fini di questa attività.

Materiali e metodi

Con visite ed interviste nei singoli porti del Mar Ligure sono state accertate le consuetudini di pesca e la consistenza della flottiglia. Sono stati rilevati gli sbarchi in due porti: Imperia per la pesca professionale e Sanremo per la pesca semiprofessionale, per un totale di 43 giornate. Sono stati misurati come Lf2 (apice mandibola - forca) e pesati (peso eviscerato) 863 individui. A bordo di natanti di Loano, di Sanremo, di Imperia e della Riviera di Levante sono state prelevate le gonadi di 113 individui e, dopo lo sbarco e la vendita all'ingrosso, porzioni calcificate per la lettura dell'età (raggi della pinna anale, otoliti) di un centinaio.

Risultati

1) La flottiglia professionale, l'attrezzatura, le consuetudini di pesca.

La flottiglia professionale ligure, attiva nei Compartimenti Marittimi di Imperia, Savona, Genova, La Spezia, Viareggio, Livorno e Porto Ferraio, assomma a 62 unità, di cui 32 inferiori a 12 metri.

Nel 1990 queste barche hanno usato quasi esclusivamente il palamito perchè le attrezzature formate da reti "spadare" sono state fermate il 30/07/1990 (a stagione di pesca appena iniziata e prima dell'inizio di questa ricerca, fissato al 1 agosto) con Decreto del Ministero Marina Mercantile. Al momento dell'emissione del Decreto le barche dotate di rete pelagica derivante erano 18 di cui 11 sono già state incluse nel precedente conteggio perchè covertite al palamito immediatamente dopo il blocco delle spadare.

Il palamito in uso nelle marinerie liguri corrisponde ad uno schema comune, con piccole varianti locali o individuali. La madre è un monofilo di nylon di Ø 1,5 mm circa, lungo da 20 a 40 km da cui si staccano, ogni 30 metri circa, da 700 a 1300 braccioli armati con ami delle misure 1 - 2. Un bracciolo ogni due porta un galleggiante piccolo e ogni serie di 4 - 5 di questi è seguita da un galleggiante più voluminoso (pallo-

ne o tanica da 5 - 10 l) e ogni 40 - 50 braccioli è intercalato un gavitello con bandiera e segnale luminoso. L'esca è costituita da sgombri congelati importati dall'Olanda. Le barche escono dal porto nel pomeriggio, si portano ad una distanza da 5 a 20 miglia, iniziano a calare l'attrezzo col buio. Dopo circa due ore l'attrezzo è tutto a mare; dopo altre due ore circa inizia il recupero che dura 5 ore circa.

A seconda delle dimensioni delle barche e della consistenza numerica degli equipaggi varia il numero di ami impiegati e le distanze coperte. La pesca ha un carattere semiprofessionale per circa 25 unità.

2) Rilevamento degli sbarchi di pesce spada

Gli sbarchi sono stati rilevati in due porti campione, Imperia e Sanremo: Imperia, come si è detto, è il centro più importante della pesca professionale mentre a Sanremo la pesca ha un caratterè semiprofessionale.

Ad Imperia complessivamente le giornate di pesca utili della stagione 1990, da luglio a novembre sono state una sessantina.

L'attività media giornaliera e le relative catture (a partire da agosto, inizio ufficiale della ricerca) si possono così riassumere:

Tab. 1 - Sbarcato giornaliero medio di pesce spada è catture accessorie dei palamiti di Imperia. Stagione 1990. (tra parentesi i valori di deviazione standard)

	N medio barche attive/d	N medio pesci/d	Peso medio sbarchi kg/d	Peso medio specie accessorie kg/d
Ago	7.6 (2.7)	44.6 (29.4)	1036 (611.4)	
Set	11.6 (3.2)	55.3 (16.7)	1380 (473.8)	84 (34.3)
Ott	15.3 (2.1)	64 (15.7)	1532 (244.6)	15 (5.9)
Nov	9.3 (3.2)	32.8 (20.8)	625 (398.4)	2 1 (10.7)

Le catture accessorie che hanno rappresentato in biomassa il 3.3 % del prodotto commerciale, erano formate da *Prionace glauca, Alopias vulpinus, Isurus oxyrhynchus, Thunnus thynnus, Thunnus alalunga, Coryphaena hippurus, Brama brama, Polyprion americanus, Tetrapturus belone, Sarda sarda.*

La cattura per unità di sforzo (CPUE), in kg per giorno per barca, è risultata (Tab. 2) in cui la diversa resa rispecchia l'incidenza della pesca professionale ad Imperia. Per quest'ultima località poichè gli ami impiegati sono mediamente 1000 per barca, i valori di C.P.U.E. forniti (tab.2) possono anche essere letti come kg/1000 ami; per Sanremo analoghi si ottengono moltiplicando i valori in tabella per 1.33. L'andamento dei pesi medi mensili mostra che la pesca di Sanremo tende a catturare pesci un po' più piccoli, probabilmente in relazione alle minori distanze dalla costa raggiunte.

Tab. 2 - CPUE (kg/giorno/barca)

	Imperia	Sanremo
Agosto	135.13	76.53
Settembre	118.26	/
Ottobre	99.92	41.58
Novembre	67.61	54.85

3) Parametri di popolazione e struttura demografica delle catture.

Dalle distribuzioni lunghezza/frequenza mensili e stagionali (Fig. 1 - 2) risulta la prevalenza di individui di taglie modeste di cui è importante accertare l'età.

Dallo studio di bande di accrescimento di raggi delle pinne e otoliti si è ricavata la seguente funzione di crescita, che si considera provvisoria in attesa di un campionamento più completo: $L\infty = 186.7$ $K = 0.24$ $To = -1.6$

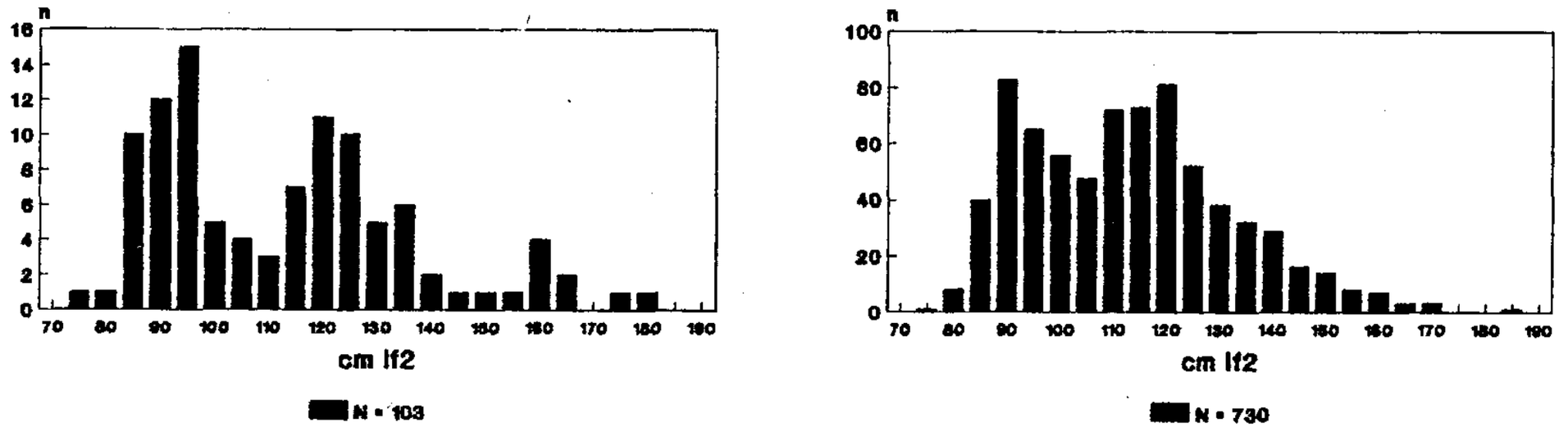


Fig. 1 - 2. Distribuzioni lunghezza/frequenza del pesce spada sbarcato a Sanremo e ad Imperia

Si tratta di una curva di Von Bertalanffy a sessi uniti (Fig. 3), perchè non è stato possibile campionare gonadi e parti dure degli stessi individui.

La struttura in taglie dello stock pescato (Fig. 2) mostra che la pesca si basa (per più del 90%) sulle prime 4 classi d'età, e che il gruppo più importante è quello dei pesci di 2 - 3 anni. In altre parole mentre la classe 1 non è ancora completamente reclutata all'attrezzo, dalla classe 4 in poi si assiste ad una riduzione numerica rilevantissima. Nel caso del palamito, si potrebbe ipotizzare che i pesci più grossi abbiano più possibilità di strappare la lenza e liberarsi. Tuttavia osservazioni condotte sulla pesca con spadara (Di Natale 1990), mostrano che, anche con quest'ultimo attrezzo a cui i grossi individui non possono sfuggire le ta-

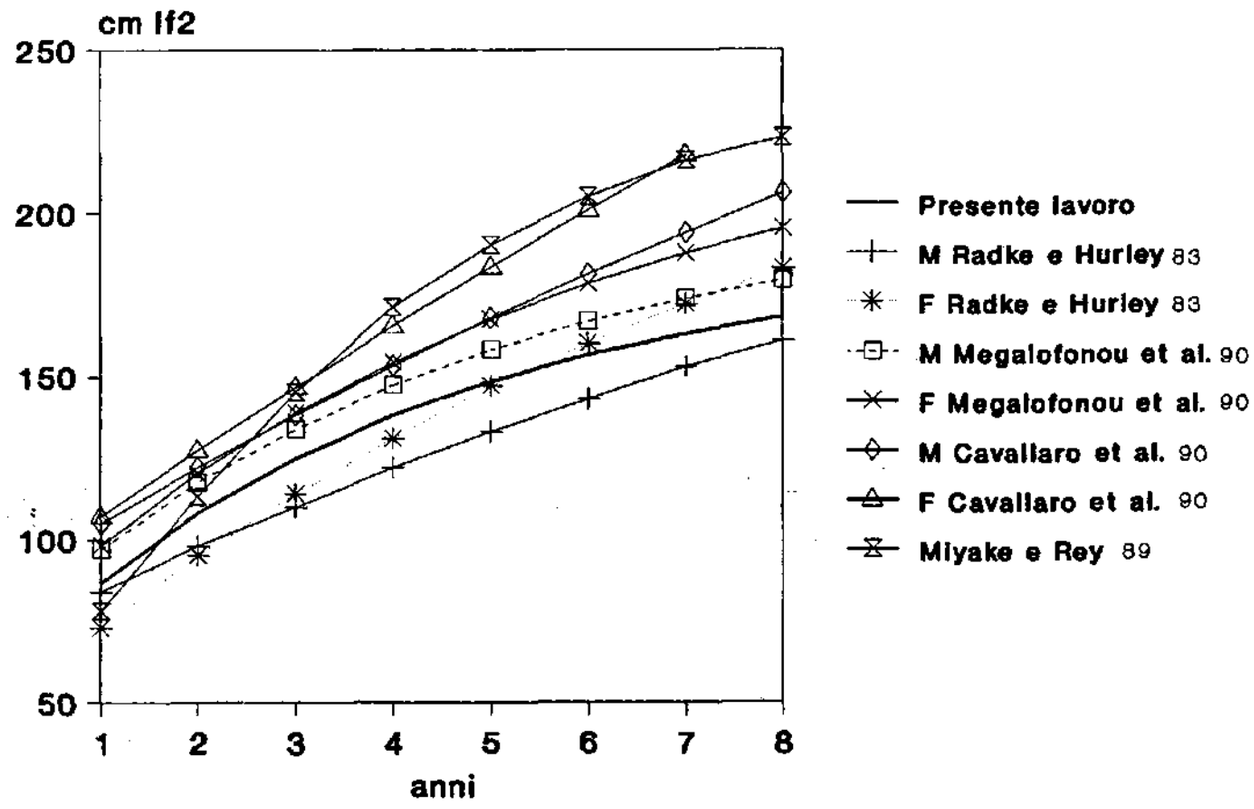


Fig. 3 - Accrescimento del pesce spada del Mar Ligure a confronto con altri del Mediterraneo e dell'Atlantico.

glie al di sopra di 160 cm di lf2 sono il 4.5% del totale catturato (nel nostro campione da palamito circa l'1%).

4) Aspetti riproduttivi nel Mar Ligure

L'insieme delle gonadi esaminate (n = 118) ha mostrato una prevalenza di maschi con rapporto sessi complessivo = 1.4 : 1. Il rapporto si mantiene a favore dei maschi considerando separatamente i subcampioni provenienti da località distinte come M. Ligure orientale, M. Ligure occidentale, acque liguro - corse.

Dal momento che la stagione di pesca include la stagione riproduttiva (giugno - agosto), (Sella 1911, Sanzo 1922, Cavaliere 1963, Megalofonou et Al. 1987), l'andamento dei pesi delle gonadi in funzione della taglia degli individui dei due sessi può dare indicazioni valide sui processi maturativi: la maggior parte del contingente campionato è risultata formata da individui immaturi. I soli due casi di maturazione completa cha abbiamo ritrovato, permettono di affermare che attività di deposizione sono possibili anche in Mar Ligure. Infatti una femmina di 157 cm Lf2, peso eviscerato 53.5 kg, catturata a luglio, aveva ovaie di kg 5.45 con uova di diametro fino a 1.7 mm; un'altra di 198 cm Lf2 (130 kg) aveva 7530 g di gonadi con uova fino a mm 1.2. In base alla curva di crescita di cui al paragrafo precedente, la prima femmina avrebbe avuto 6 anni; anche se tale curva provvisoria, probabilmente fornisce età alquanto sovrastimate per le femmine, un'età di maturazione avanzata sarebbe in accordo con dati registrati in altre aree (Uchiyama e Shomura 1974).

Conclusioni

Le osservazioni fin qui riferite rappresentano un lavoro in corso di svolgimento e devono essere completate con nuovi dati. Tuttavia è interessante notare come si intravvedono fin d'ora analogie con lo stock Nord Atlantico, in cui le catture sono aumentate negli ultimi 10 anni da 164158 a 394828 pesci all'anno (Miyake e Rey 1989). La taglia media dei pesci atlantici pescati col palamito dalla flottiglia spagnola è scesa da 85 kg nel 1975 a 55 kg nel 1985 (Berkeley 1989); la taglia di quelli pescati sulla costa degli Stati Uniti è passata da 70 kg nel 1978 a 38 kg nel 1988. In ogni caso le taglie medie del Mediterraneo sono inferiori a questi valori e quelle del Mar Ligure particolarmente basse. È possibile che l'area Ligure sia zona di passaggio di giovani.

Bibliografia

BERKELEY S.A. (1989) - Trends in Atlantic Swordish Fisheries. In *Planning the future of Billfishes - Proceedings of the Second International Billfish Symposium. Kailua - Kona, Hawaii. R.H. Stroud Ed. - National Coalition for Marine Conservation, Inc. Savannah, Georgia* 1989.

CAVALIERE A. (1963) - Studi sulla biologia e pesca di *Xiphias gladius* L. Nota II. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* **18**: 143-170.

CAVALLARO G., CEFALI A., POTOSCHI A. (1990) - Aspetti biologici di *Xiphias gladius* L. 1758 dei mari meridionali italiani. In *GFCM - ICCAT expert consultation on evaluation of stocks of large pelagic fishes in the mediterranean area. FAO Fish. Rep.* **449**: 126-143.

DI NATALE A. (1990) - Swordish (*Xiphias gladius* L.) catches composition in Italian drift-net fishery in 1990. *ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap.*, **35**: 511-517

GARIBALDI G. (1973) - L'attività peschereccia nella provincia di Imperia. *"Riviera dei Fiori"*, Anno 27, **6-7**.

MEGALOFONOU P., DE METRIO G., LENTI M.C. (1987) - Età e dimensioni di prima maturità sessuale del pesce spada (*Xiphias gladius* L.). *Atti Soc. It. Sci. Vet.* **41** (1), 234-237.

MEGALOFONOU P., DE METRIO G., LENTI M. (1990) - Catch, size distribution, age and some population parameters of swordfish, *Xiphias gladius* L. in the Greek seas. In *GFCM - ICCAT expert consultation on evaluation of stocks of large pelagic fishes in the mediterranean area. FAO Fish. Rep.* **449**: 224-244.

MIYAKE P.M. e REY J.C. (1989) - Status of Atlantic Broadbill Swordfish Stocks. In Planning the future of Billfishes - *Proceedings of the Second International Billfish Symposium. Kailua - Kona, Hawaii, R.H. Stroud Ed. - National Coalition for Marine Conservation, Inc. Savannah, Georgia.*

PARONA C. (1898) - La pesca marittima in Liguria. *Boll. Mus. Zool. Anat. Comp. Univ. Genova* **3** (66): 1-69.

RADTKE R.L. e HURLEY P.C.F. (1983) - Age estimation and growth of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the northwest Atlantic based on external features of otoliths. *U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS* **8**: 145-150.

SANZO L. (1922) - Uova e larve di *Xiphias gladius* L. *R. Com. Talassogr. Ital. Mem.*, **79**, 17 pp.

SELLA M. (1911) - Contributo alla conoscenza della riproduzione e dello sviluppo del pesce spada (*Xiphias gladius* L.). *R. Comm. Talassogr. Ital. Mem.* **2**,1-16.

UCHIYAMA J.H., SHOMURA R.S. (1974) - Maturation and fecundity of swordfish *Xiphias gladius* from Hawaiian waters. In Shomura R.S., Williams F.; *Proc. Int. Billfish Symp.* Hawaii, 9-12 August 1972. Part 2. Review and contributed papers, p. 142-148, publ by U.S. Natl. Mar. Fish. Serv.

ZOLEZZI G. (1938) - La pesca all'amo in Liguria. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* **16**(4),482-513.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 325-328

C. PICCINETTI, G. PICCINETTI MANFRIN
Laboratorio di Biologia Marina e Pesca, Viale Adriatico 1/N 61032 FANO (PS)

LA RIPRODUZIONE DEI TUNNIDI IN MEDITERRANEO

Reproduction of tuna in Mediterranean Sea

Abstract

Data on distribution areas and spawning periods of Mediterranean Thunnidae are reported by observing the presence of larval stages in the plankton.

Key-Words: Tuna, reproduction, Mediterranean Sea

Introduzione

I Tunnidi sono pesci con areali di distribuzione molto ampi, il cui studio presenta la difficoltà di non poter interessare contemporaneamente tutta l'area di distribuzione, ottenendo ogni volta dati parziali. La riproduzione di una specie di pesci può essere studiata con approcci differenti che vanno dall'esame delle gonadi degli adulti alla presenza di uova e stadi larvali nell'ambiente marino ed alla presenza di forme giovanili. I risultati sono più o meno precisi in relazione al metodo di studio, all'aspetto della riproduzione considerato ed alla quantità di osservazioni fatte.

Il Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano ha svolto, sin dagli anni '50, ricerche in Mediterraneo su vari aspetti della biologia e pesca dei Tunnidi con particolare riguardo al tonno (*Thunnus thynnus* L.). Dal 1970 in poi si sono svolte annualmente in varie zone del Mediterraneo campagne di raccolta di campioni di ittioplancton nel periodo riproduttivo dei Tunnidi, raccogliendo così un gran numero di larve.

Sulla base della presenza nel plancton di stadi larvali si riportano i dati sull'area e sul periodo riproduttivo delle principali specie di Tunnidi del Mediterraneo.

Materiali e metodi

Le campagne di ricerca sull'ittioplancton sono state eseguite dal 1970 in poi, utilizzando vari natanti, e alcune sono state effettuate nel quadro di ricerche internazionali, in particolare quelle del Mediterraneo occidentale.

Le aree coperte, nell'insieme, comprendono la quasi totalità del Mediterraneo, con esclusione di una parte del mare di Alboran e del mar Egeo.

In alcune aree, quali il Tirreno, il Canale di Sardegna e l'Adriatico, le campagne sono state ripetute in anni diversi effettuando prelievi ripetuti nel tempo per determinare l'inizio e la fine del periodo riproduttivo.

Le pescate sono state fatte per la quasi totalità in doppio obliquo con retino da plancton mod. Bongo (20-40-60 cm di diametro) e mod. FAO con un metro di diametro determinando la profondità massima raggiunta ed il volume di acqua filtrata.

Le larve, di taglia compresa tra 3 e 8 mm, sono state classificate seguendo la chiave di determinazione di Duclerc et al. (1974).

Discussione

Nel corso di 30 campagne in varie aree del Mediterraneo, per un totale di 1980 stazioni, sono state catturate e determinate, fino ad ora, di 4863 larve di Tunnidi (tab. 1). Si riportano, separatamente per ogni specie, i risultati complessivi, relativamente all'area di ritrovamento delle larve ed al periodo riproduttivo.

TONNO (*Thunnus thynnus* L.)

TAB. 1 - NUMERO DI LARVE CATTURATE IN MEDITERRANEO

	Tonno	Alalunga	Biso	Alletterato	Palamita
Mediterraneo orientale	83	215	661	14	-
Mediterraneo centrale (compreso Adriatico e Jonio)	66	252	1496	15	-
Mediterraneo occidentale (compreso Tirreno)	343	621	1095	-	2
Totale	492	1088	3252	29	2

Come appare nella fig. 1, l'area dove sono state ritrovate larve di tonno, è molto ampia: le zone esplorate, dove non sono state trovate nelle nostre campagne larve di tonno, sono il Golfo del Leone e l'alto Adriatico.

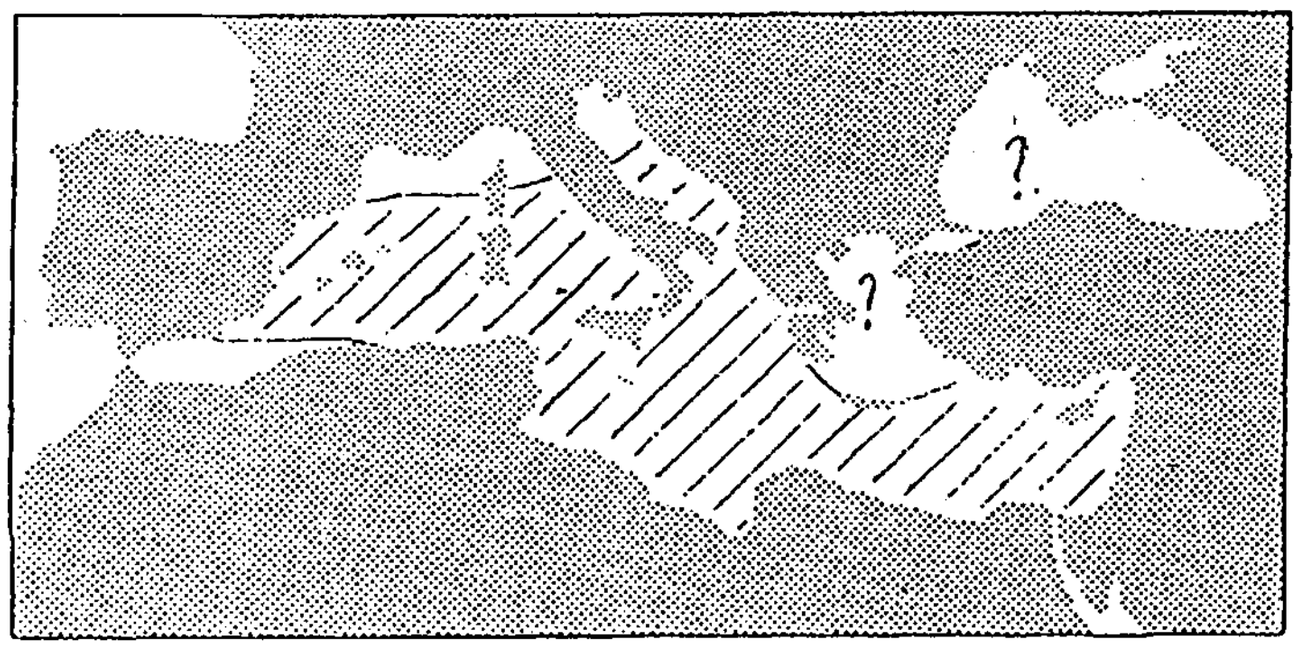


Fig. 1 - Area di riproduzione del tonno.

Non abbiamo elementi diretti per quanto concerne la parte del mare di Alboran vicino allo stretto di Gibilterra, dove campagne realizzate da colleghi spagnoli non hanno portato alla cattura di larve di Tunnidi, per cui sembra probabile che tale area, come la zona costiera nord africana per un'ampiezza di 20 miglia circa, fino alla frontiera tra Algeria e Tunisia, non sia una zona di riproduzione, pur passandovi tonni adulti preriproduttivi. L'area del mar Egeo ed il Mar Nero, ove non abbiamo raccolto direttamente campioni, potrebbero essere aree di riproduzione per il tonno, in quanto esistono segnalazioni (Vodionitzkii e Kazanova, 1954) di presenza di uova di tonno nel plancton, pur con i dubbi delle difficoltà di riconoscimento.

Il periodo riproduttivo sembra comprendere un periodo che si estende dalla fine di maggio a tutto agosto, con un massimo nella seconda metà di giugno, pur con variazioni da un anno all'altro e da una zona all'altra.

La zona di maggiore abbondanza di larve di tonno è quella del basso Tirreno, dove ne abbiamo catturato complessivamente 157 con densità fino a 768 larve /1000 mq, ma a volte anche nel Mediterraneo orientale sono state catturate discrete quantità di larve (83) con densità fino a 1657 larve/1000 mq.

ALALUNGA (*Thunnus alalunga* Bonn.)

Larve di alalunga sono state catturate nelle stesse zone in cui sono state rinvenute larve di tonno, pur con una limitazione dell'area, in particolare a nord della Corsica e nel medio Adriatico, aree in cui non ne sono state pescate. Per altro la quantità di larve catturate è maggiore di quella del tonno in basso Tirreno (491) con densità fino a 2091 larve/1000 mq, Ionio (251) con densità fino a 1073 larve/1000 mq e Mediterraneo

orientale (215) con densità fino a 1556 larve/1000 mq. Sono assenti nel mare di Alboran, mentre nel mar Egeo sono state catturate da altri autori (Barrois, 1977).

Il periodo riproduttivo inizia verso la metà di giugno e si estende fino a settembre.

BISO (*Auxis rochei* Risso)

Si tratta della specie di Tunnidi le cui larve sono più abbondanti in Mediterraneo, con un'area di distribuzione molto ampia, che si estende anche all'alto Adriatico ed al mar Ligure, sia pure con una quantità più ridotta. È certamente presente nel mar Egeo ed in tutto il Mediterraneo orientale (652) con densità fino a 8990 larve/1000 mq.

Il periodo riproduttivo si estende da maggio a settembre, con un massimo in giugno.

ALLETTERATO (*Euthynnus alletteratus* Raf.)

Si tratta di una specie con distribuzione limitata alle acque più calde, le cui larve sono state rinvenute vicino alla Sicilia, nello Ionio e basso Adriatico ed in Mediterraneo orientale (14) con densità fino a 213 larve/1000 mq. Le larve non sono molto abbondanti ed il periodo riproduttivo sembra simile a quello dell'alalunga (giugno-settembre).

PALAMITA (*Sarda sarda* Bloch)

Sono state rinvenute pochissime larve di palamita al largo delle coste algerine (2) e alcune decine di uova nell'area delle Baleari. Tali uova, poste in allevamento, hanno dato origine a larve classificabili come *Sarda sarda*.

Conclusioni

Dall'esame dei campioni raccolti si può concludere che l'estensione delle aree di riproduzione dei Tunnidi in Mediterraneo è più ampia di quanto ritenuto fino a pochi anni or sono. Si riassume nella tab. 2 la durata del periodo riproduttivo delle diverse specie di Tunnidi sulla base della presenza delle larve nel plancton.

TAB. 2 - PERIODO DI PRESENZA DI LARVE DI TUNNIDI IN MEDITERRANEO

mesi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Thunnus thynnus L.					———							
Thunnus alalunga Bonn.						———						
Auxis rochei Risso					———							
Euthynnus alletteratus Raf.					———							

Summary

Since 1970, the "Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano" has been interested in the outline of spawning areas of Thunnus thynnus and other Thunnidae, carrying out many surveys of their eggs and larvae in the Mediterranean Sea.

The spawning area for *Thunnus thynnus* and *Thunnus alalunga* is wider than previously believed extending in the eastern Mediterranean Sea. As regards the Italian seas, the larval stages of these two species are absent only in the North Adriatic and in the Ligurian Sea.

Larval stages of Auxis rochei are very aboundant and show a wide distribution. The larvae of *Euthynnus alletteratus* and *Sarda sarda* are present in small quantities.

Bibliografia

BARROIS J.M., (1977) - Données préliminaires sur quelques larves de Thonidés recueillies en mer Egée (Golfe Saronique et Golfe Euboique Nord). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **24 (5)**: 37-39.

DUCLERC J., SACCHI J,, PICCINETTI C., PICCINETTI MANFRIN G., DICENTA A., BARROIS J.M., (1974) - Nouvelles données sur la reproduction du thon rouge (*Thunnus thynnus* L.) et d'autres espèces de Thonidés en Méditerranée. *Rev. Trav. Inst. Pches marit.*, **37 (2)**: 163-176.

VODIONITZKII B.A., KAZANOVA J.J., (1954) - Determination key to the eggs and larvae of the pelagic fishes of the Black Sea. *Marine Fish Economy and Oceanography Research Institute, VNIRO*, **28:** 240-323.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 329-334

N. UNGARO, E. RIZZI, G. MARANO.
Laboratorio Biologia Marina, Molo Pizzoli (porto), 70123 Bari. p73 Italy.

NOTE SULLA BIOLOGIA E PESCA DI *MERLUCCIUS MERLUCCIUS* (L.) NELL'ADRIATICO PUGLIESE.

Notes about hake in southern Adriatic.

Abstract

We report data about the biology and fishery of Merluccius merluccius (L.) in the Southern Adriatic Sea. Distribution, migration, feeding, reproduction, growth and mortality are reported and compared to other areas of Mediterranean Sea.

Key-words: Fish biology; *Merluccius merluccius* (L.); South Adriatic Sea; Demersal resources.

Introduzione

Il nasello, *Merluccius merluccius* (L.), risulta, anche nell'Adriatico pugliese, la specie demersale di maggiore rilièvo ai fini della pesca professionale, oltre a svolgere un ruolo primario nella componente nectobentonica mediterranea; per tale ragione è stato oggetto di molteplici studi nei vari distretti di questo bacino e di altre aree geografiche. A tale proposito ricordiamo i lavori monografici di BELLOC (1935) per le coste francesi, di MATTA (1953, 1954) per i mari italiani, GHIRARDELLI (1959) e di ZUPANOVIC (1968) per il Medio Adriatico, oltre ad altri riguardanti uno o più aspetti della biologia di questa specie.

In questa nota si riportano ulteriori informazioni riguardo la biologia e pesca di *Merluccius merluccius* (L.) nel Basso Adriatico pugliese.

Materiali e metodi

Sin dalla primavera del 1985, il Laboratorio di Biologia Marina di Bari è stato interessato dal Ministero della Marina Mercantile a svolgere indagini sulla valutazione delle risorse demersali in Adriatico meridionale. In tale ambito sono state raccolte serie di dati relativi alla consistenza e alle variazioni quali-quantitative delle risorse del bacino in oggetto utilizzando campagne sperimentali di pesca a strascico; analizzando questi dati, ma soprattutto con l'ausilio di informazioni derivanti dalle ultime due campagne sperimentali (primavera ed autunno 1991) e da prelievi mensili sul pescato locale nell'ultimo anno, si è avuto modo di acquisire informazioni sulle caratteristiche ecologiche e biologiche del nasello.

L'area investigata è quella geograficamente compresa tra il capo del promontorio del Gargano ed il Capo d'Otranto e batimetricamente tra la linea di costa ed i -650/700 m di profondità. Sui fondali accessibili alla pesca sono state individuate delle stazioni fisse di campionamento in misura proporzionale all'estensione di strati batimetrici individuati precedentemente. Per il campionamento è stata utilizzata una rete a strascico di tipo italiano trainata da un motopesca professionale operante abitualmente nel bacino considerato (BELLO *et al.*, 1988).

Durante le campagne sperimentali tutti gli individui di *M. merluccius* raccolti sono stati misurati (LT in cm) e pesati (g); un subcampione di questi è stato oggetto di ulteriori osservazioni quali determinazione del sesso, analisi macroscopica dello stadio maturativo (scala a cinque stadi, depositori parziali, HOLDEN & RAITT, 1974), analisi e peso del contenuto stomacale (g), lettura degli otoliti. Sugli esemplari provenienti dal pescato locale sono state effettuate anche altre misure morfometriche quali lunghezza cefalica, distanza pre-prima dorsale, pre-seconda dorsale e pre-anale.

Per la determinazione degli stadi maturativi, oltre all'osservazione macroscopica, si è operato con preparati istologici; lo studio dell'accrescimento è stato affrontato sia mediante osservazione diretta degli otoliti, sia mediante letture di sezioni sottili (circa 100 micron) nei casi di difficile interpretazione.

Risultati

Areali di distribuzione e struttura della popolazione:

M. merluccius anche nel Basso Adriatico è presente con frequenza molto elevata nelle catture; infatti in tutta l'area investigata è risultato abbondante ed ubiquitario ed inoltre, per le sue spiccate caratteristiche euribate, si è ritrovato da circa 20 m alle maggiori profondità campionate.

Utilizzando i dati a nostra disposizione, attraverso la divisione in strati batimetrici, notiamo che le profondità tra i 100-200 m rappresentano, per il teleosteo in questione, habitat preferenziale, in riferimento alla quantità di naselli raccolti. Inoltre, il numero medio di esemplari catturati per pescata (1 h) decresce abbastanza drasticamente nei due estremi dell'intero campo batimetrico considerato:

Strato		Primavera 1991			Autunno 1991		
		staz.	naselli	d.s.	staz.	naselli	d.s.
I	0-50	6	115	108.2	6	61	93.5
II	50-100	6	203	132.0	6	191	93.5
III	100-200	5	414	440.3	5	339	227.8
IV	200-400	5	204	278.5	4	174	250.1
V	<400	3	5	2.5	4	25	33.5

Questa risultanza, dunque, non si discosta dalla situazione presente nel resto del Mediterraneo (FISCHER *et al.*, 1987).

I dati a nostra disposizione ci permettono di osservare la struttura della popolazione in due diversi periodi dell'anno; la figura 1, relativa alla distribuzione percentuale primaverile ed autunnale 1991, evidenzia una taglia modale rispettivamente a 16 cm e 12 cm, tuttavia osservando l'andamento del grafico si nota che in primavera la curva è tendenzialmente spostata a sinistra, a causa di una maggiore presenza di giovani in questa stagione (ORSI-RELINI *et al.*, 1989). Analoghe distribuzioni si sono riscontrate in tutte le altre precedenti campagne sperimentali.

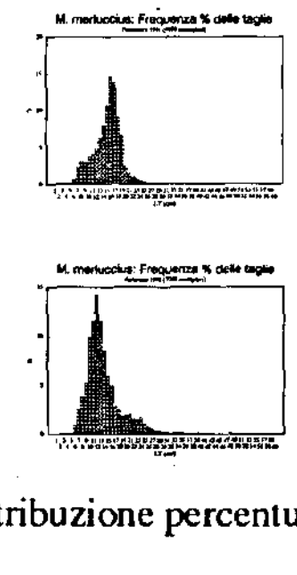


Fig. 1 - Distribuzione percentuale per taglia

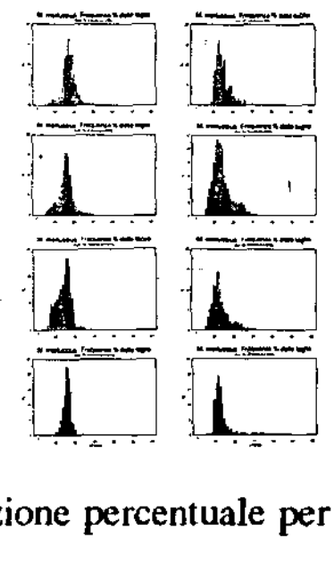


Fig. 2 - Distribuzione percentuale per taglia nei diversi strati batimetrici

Analizzando la distribuzione di taglia per strato batimetrico (le stazioni di prelievo sono state allocate in numero proporzionale all'estensione dei differenti strati) notiamo (fig. 2), in primavera, una quantità più elevata di giovani tra i 100 e 200 metri; questo ad avvalorare l'importanza di questa area per la biologia ed ecologia del nasello (GHIRARDELLI, 1959; ZUPANOVIC, 1968; JUKIC & ARNERI, 1983; FLAMIGNI, 1984; GIOVANARDI & RIZZOLI, 1985; BELLO *et al.*,1986).

In passato si sono confrontate le strutture di popolazione del Basso Adriatico con quelle ottenute in maniera analoga nel Medio ed Alto Adriatico (BELLO *et al.*, 1986) senza notare differenze nella composizione per taglia.

Come già detto, le maggiori concentrazioni di giovani esemplari si evidenziano nello strato batimetrico 100-200 m e più in particolare tra 150-200 m. Questo è da porre probabilmente in relazione al substrato ed alle necessità trofiche dei giovani naselli. Tale zona del circalitorale, nel Basso Adriatico pugliese, è caratterizzata prevalentemente dalle comunità dei Fanghi Terrigeni Costieri e del Detritico del Largo (MARANO *et al.*, 1989). Da questa area, raggiunta una taglia di circa 15-20cm, molti individui si irradiano verso gli strati più superficiali a causa di una modificazione del loro regime alimentare (ZUPANOVIC, 1968; FLAMIGNI, 1984). I grandi riproduttori (oltre i 40-45 cm di lunghezza totale) sono stati da noi catturati oltre i 200 m di profondità dove, probabilmente, avviene la riproduzione.

Alimentazione:

L'analisi del contenuto stomacale è stata effettuata su 568 esemplari di cui 185 provenienti dalla campagna primavera 1991, 271 dalla campagna autunno 1991 e 112 provenienti da prelievi mensili. Per ogni individuo è stato pesato il contenuto stomacale e, quando possibile, è stata classificata la tipologia delle prede; nella maggior parte dei casi ci si è fermati al gruppo sistematico principale. In seguito è stato calcolato il coefficente di vacuità e l'incidenza (frequenza percentuale) dei gruppi tassonomici principali sul totale delle prede (fig. 3):

Indice di vacuità (% stomaci vuoti/totale stomaci)

primavera	1991 (185 esemplari)	70
autunno	1991 (271 esemplari)	61
annuale	—1991 (568 esemplari)	64

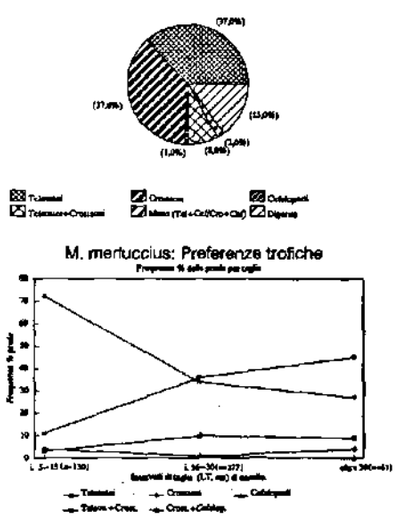


Fig. 3 - *M. merluccius*: frequenza % prede contenuto stomacale di 568 esemplari.

Inoltre i parametri citati sono stati elaborati riferendoli ad intervalli di taglia (fig.3).

Osservando le abitudini alimentari nelle diverse fasi di crescita, i nostri dati in generale riflettono ciò che è stato riscontrato da altri autori (ZUPANOVIC, 1968; PICCINNETTI & PICCINNETTI-MANFRIN, 1971; FROGLIA, 1973); infatti, anche nel Basso Adriatico, i naselli sino ai 15-20 cm prediligono una dieta a base di crostacei, mentre, all'aumentare della taglia, prevale nella loro dieta la percentuale (frequenza) di teleostei. Quella dei cefalopodi, al contrario, è bassa; in qualche caso si è riscontrato un contenuto stomacale composto da due o tre gruppi zoologici differenti (sopratutto negli esemplari più grandi).

Riproduzione:

L'aspetto riproduttivo è stato analizzato mediante osservazione macroscopica (circa 300 esemplari) e microscopica (SARANO, 1986) di gonadi prelevate sia dalle campagne sperimentali dell'anno 1991 sia dai prelievi mensili. Come già accennato l'osservazione macroscopica è stata effettuata seguendo la scala a cinque stadi di HOLDEN & RAITT (1974); le gonadi apparse più rappresentative per stadio di maturità sono state trattate in liquido di Bouin e quindi in alcool etilico ed in seguito sezionate e colorate (ematossilina-eosina) (fig. 4). Infine sui campioni disponibili sono stati elaborati parametri relativi alla sex- ratio. Da quanto osservato, anche nel Basso Adriatico, la taglia di prima maturità, per grandi linee, rispecchia la situazione descritta dalla bibliografia (ZUPANOVIC, 1968; BOUHLAL & KTARI, 1975; BERTRAND, 1991), infatti individui maturi si riscontrano quando la taglia supera i 25-30 cm (limite inf. maschi, limite sup. femmine), anche se in alcuni casi è stato possibile osservare maschi maturi con LT appena superiore ai 20 cm e le femmine sono risultate mature solo a partire da 30 cm. È necessario precisare che in questo lavoro si sono considerati maturi gli esemplari in vitellogenesi avanzata e non sono state trovate femmine con gonadi fluenti.

Il periodo riproduttivo, dai dati a nostra disposizione, è risultato abbastanza ampio, comprendendo parecchi mesi dell'anno, con intensità leggermente differenti tra loro; i periodi di più attiva riproduzione sembrano essere quelli estivo ed invernale.

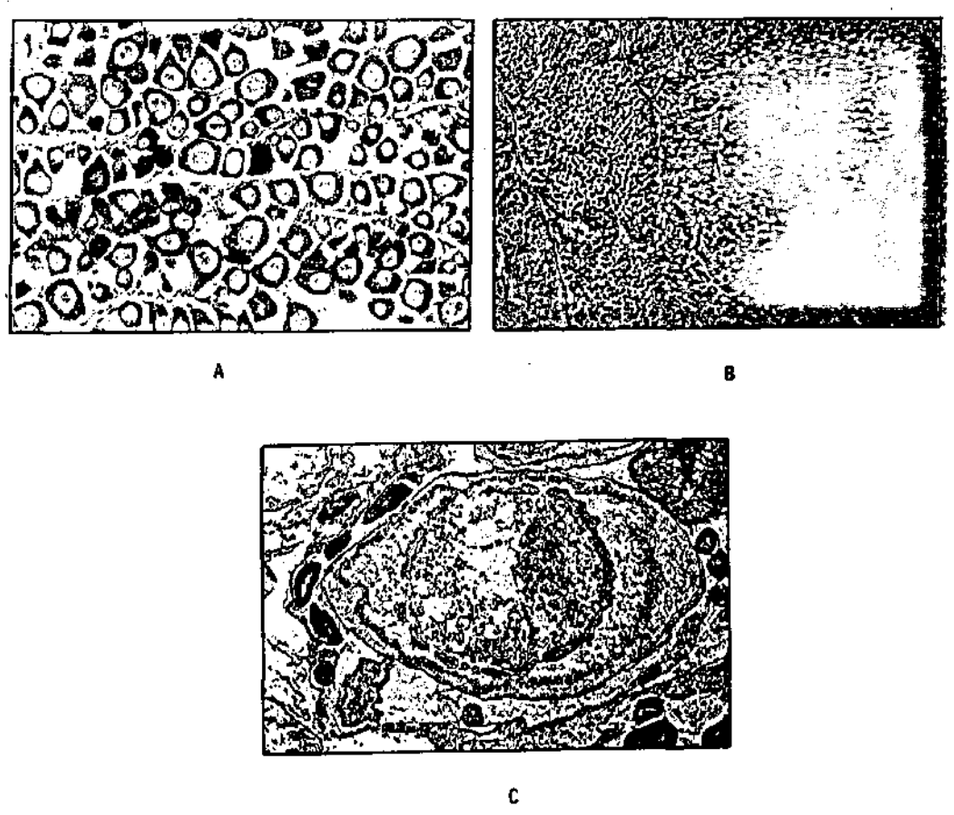


Fig. 4 - Sezioni di gonade femminilei (A e maschile (B derivanti da due esemplari di taglia simile (LT ≈ 30 cm) colti dallo stesso campione (29-5-1991). Nella femmina, stadio macroscopico II, si notano (ingrandimento 10x) ovociti i vitellogenesi omogenei nelle dimensioni ed aventi diametro di circa 84 μ; il maschio si può considerare allo stadio IV e presenta (ingrandimento 25x) elementi sessuali in diverse fasi di maturazione (si distinguono sacche circondate da tessuto interstiziale in cui sono visibili spermatogoni in periferia e spermatociti centralmente) La figura C (ingrandimento 10x) rappresenta una porzione di gonade femminile appartenente ad un esemplare con LT pari a 63 cm (pescato a circa 350 m di profondità); macroscopicamente la femmina era riconducibile allo stadio IV della scala di HOLDEN & RAITT (1974), l'osservazione microscopica evidenzia numerosi ovociti con diametro pari a circa 700 μ tra cui sono visibili altri elementi germinali di dimensioni ridotte.

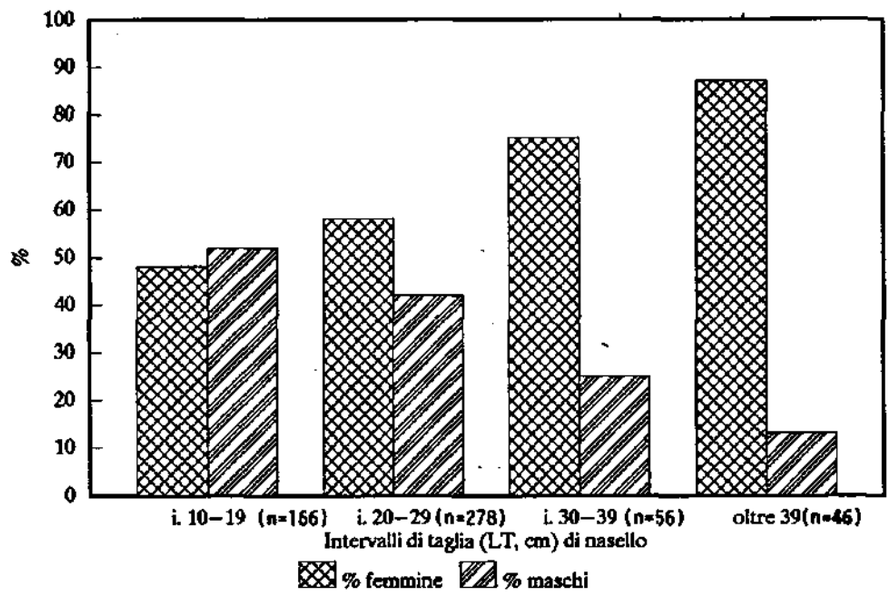


Fig. 5 - *M. merluccius*: rapporto sessi, percentuale sessi per taglia

La sex-ratio, nel nostro campione, era favorevole alle femmine con un valore pari a 1.4 simile quindi a quanto si deduce dai dati di ANDALORO *et al.* (1985), mentre superiore a quella riscontrata da MATTA (1954). Osservando inoltre la variazione di questo parametro con l'incremento della taglia notiamo che è circa uguale ad 1 nei naselli dai 10 ai 20 cm, mentre è favorevole alle femmine oltre tale misura. Alle lunghezze massime rilevate gli individui sono risultati tutti di sesso femminile (fig 5); ciò in accordo con i dati di ANDALORO *et al.* (1985) per il Canale di Sicilia.

Morfometria:

L'aspetto morfometrico di *M. merluccius* è stato spesso preso in considerazione per valutare eventuali differenze tra aree geografiche diverse. Le relazioni taglia-peso, stimate attraverso regressione lineare ed ottenute utilizzando 233 esemplari della campagna sperimentale primaverile del 1991, sono risultate le seguenti:

Maschi(n= 74)	$Wg=0.00217*LTcm^{3.35}$	r=0.93	$p < 0.001$
Femmine(n= 62)	$Wg=0.00328*LTcm^{3.22}$	r=0.89	$p < 0.001$
Maschi+Femmine(n= 233)	$Wg=0.00257*LTcm^{3.29}$	r=0.83	$p < 0.001$

Su 112 esemplari, oltre ai valori di LT e peso, si sono calcolati indici quali lunghezza cefalica /lunghezza totale (% LC/LT), lunghezza pre-prima dorsale/lunghezza totale (% D1/LT), lunghezza pre-seconda dorsale/lunghezza totale (% D2/LT), lunghezza anale/lunghezza totale (% A/LT) i cui valori sono i seguenti:

LC/LT	d.s.	D1/LT	d.s.	D2/LT	d.s.	A/LT	d.s.
27.7	0.84	28.5	0.97	39.0	1.13	41.8	1.42

Tali indici non sembra siano condizionati dalla distinzione tra sessi e non si discostano molto da quelli riportati da ZUPANOVIC (1968) per il Medio Adriatico e MATTA (1954) per altri bacini del Mediterraneo; in riferimento a questo ultimo lavoro notiamo che i valori suddetti presentano affinità maggiori con quelli del Mediterraneo Sud-Occidentale.

Accrescimento:

L'accrescimento è stato studiato mediante esame di sagitte sia integre che in sezione sottile su un lotto di circa 800 otoliti provenienti quasi esclusivamente dal pescato del 1991; di questi però solo 460 sono stati utilizzati in quanto di più certa lettura. Dai dati ottenuti è stato possibile elaborare dei valori di taglia media per anno di età, i quali hanno permesso, mediante metodica "Ford-Walford Plot" (Ricker, 1975) di formulare curve di accrescimento per le femmine e per il totale di maschi + femmine + indeterminati; l'esiguità relativa del numero di maschi non ha permesso la stessa formulazione. I parametri ottenuti sono i seguenti:

	K	L8	To	
Femmine	0.126	82.63	-0.312	(n=290)
Totali	0.153	75.68	0.14	(n=460)

I suddetti parametri lasciano presupporre una crescita differenziata nei due sessi (F > M) anche nel Basso Adriatico. I valori di L8 da noi ottenuti sono leggermente inferiori rispetto a quelli ricavati da altri autori nell'Alto e Medio Adriatico (ZUPANOVIC, 1968; FLAMIGNI, 1984), mentre risultano relativamente superiori a quelli riferiti al Tirreno Centrale (ARDIZZONE & CAU, 1990), al Canale di Sicilia (ANDALORO *et al*, 1985), alle acque tunisine (BOUHLAL & KTARI, 1975), alle acque greche (PAPACOSTANTINOU *et al*., 1986), e al Golfo del Leone (ALDEBERT & CARRIES, 1982).

Mortalità:

I dati di mortalità naturale sono stati ottenuti utilizzando il metodo empirico di Pauly (1980), mentre si è utilizzata la metodica della curva di cattura (Ricker, 1975) per quella totale. Le due metodiche appena menzionate presentano dei limiti definiti ormai noti e discussi; pur tuttavia sono state da noi utilizzate, in attesa di elaborazioni future sull'argomento, per potere ottenere dei dati paragonabili con quelli di altri autori di distretti geografici attigui. Più in particolare il valore di mortalità naturale è risultato pari a 0.29 (T = 14 C°), simile quindi a quello riscontrato da FLAMIGNI (1984) per l'Alto e Medio Adriatico e leggermente superiore a quello di PAPACOSTANTINOU *et al.* (1986) per le acque greche. I valori di mortalità totale, negli anni da noi considerati hanno subito delle oscillazioni comprese tra 1.11 (autunno 1985) e 1.69 (primavera 1988); questi, almeno in riferimento ai primi anni di indagine sono comparabili con quelli di FLAMIGNI (1984), di GIOVANARDI & RIZZOLI (1986) che però ha utilizzato un metodo diverso, mentre sono superiori rispetto a quelli di ZUPANOVIC (1968) e PAPACOSTANTINOU *et al.* (1986).

Pesca e sfruttamento:

Nel Basso Adriatico il nasello rappresenta la risorsa demersale di maggiore importanza quali-quantitativa; nelle nostre campagne sperimentali l'incidenza di questo teleosteo oscilla tra il 25 ed il 40% sul totale della biomassa commerciale catturata. Nell'intervallo temporale da noi considerato l'indice di abbondanza (resa oraria) ha presentato valori compresi tra 1.43 Kg (autunno 1985) e 7.01 Kg (autunno 1987); comunque negli ultimi anni il rendimento risulta pressocché costante mantendosi intorno ai 5 chilogrammi. I tassi di sfruttamento ottenuti dai rispettivi parametri di mortalità variano, negli stessi anni, tra 0.74 (autunno 1985, 1986) e 0.83 (primavera 1988) in linea quindi con quelli dedotti dai dati di FLAMIGNI (1984), di GIOVANARDI & RIZZOLI (1986) e PAPACOSTANTINOU *et al.* (1986); ciò evidenzia un sovrasfruttamento della risorsa prevalentemente dovuto alla eccessiva ed indiscriminata raccolta di giovani esemplari.

Summary

The hake, *Merluccius merluccius* (L.), is one of the most important species in the Mediterranean commercial fishery and,as regard this subject, a great number of studies is been developed.

In the present work we analyse some aspects of biology of this fish in the Southern Adriatic Sea; data collected from trawl-surveys and from local market let us obtain informations about distribution, migrations, feeding, reproduction, growth and mortality.

The hake, in the Southern Adriatic Sea, is ubiquitarian (from 20m to 700m of depth) on trawlable areas but it is at high concentration between 100 and 200 meters (youngers). With regard to feeding, Crustacea are the preferential food for the younger hakes, Teleostei for older ones. The reproduction occurs all year round with different intensity in the four seasons; the male and female hakes are sexually mature when they reach total lenght over 25-30 cm. In the growth curve the values of K and L are 0.126, 82.63 cm for female hake, while 0.153, 75.68 cm for indeterminate ones; the total mortality (catch-curve) has, in different ye-

ars (from 1985 to 1991), values between 1.11 and 1.69. The population of hake in the Southern Adriatic Sea (Italian coasts) is overfished (growth-overfishing) and the exploitation rate has a mean value, in the last five years, of 0.8.

Bibliografia

ALDEBERT Y., CARRIES C.(1982) - Données préliminaires sur le merlu du Golfe du Lion. *FAO Fish. Rep.* **263**: 81-86.

ANDALORO F., ARENA P., PRESTIPINO GIARRITTA S.(1985) - Contribution to the knowledge of the age, growth and feeding of hake *Merluccius merluccius* L. in the Sicilian Channel. *FAO Fish. Rep.* **336**: 93-97.

ARDIZZONE G.D., CAU A.(1990) - Modelli di dinamica di popolazione basati su dati di pesca sperimentale: prime valutazioni sullo stato degli stocks di *Merluccius merluccius* (L.) del Tirreno Centrale. *Oebalia, Suppl.*, **Vol. XVI- 1**: 235-244.

BELLO G., MARANO G., RIZZI E., JUKIC S., PICCINETTI C.(1986) - Preliminary survey on the Adriatic hake, *Merluccius merluccius* L. within the demersal resource assesment programme, Spring 1985 survey. *FAO Fish. Rep.* **345**: 200- 204.

BELLO G., MARANO G., RIZZI E.(1988) - Risorse demersali del Basso Adriatico. Risultati del primo anno di indagine. *Atti Seminari Min. Mar. Merc.-CNR* **Vol. III**: 1531-1556.

BELLOC G.(1935) - Etude monographique du merlu *Merluccius merluccius* L. Troisiéme partie. *Rev. Trav. Off. Peches Marit.*, **8(2)**: 145-202.

BERTRAND J.(1991) - Typologie des resources halieutiques du Golf du Lion et application au probléme du maillage des chaluts de fond. *FAO Fish. Rep.* **447**: 151-157.

BOUHLAL M., KTARI M.(1975) - Croissance du merlu de la region du Golf du Tunis. *Bull. Inst. Nat. Sci. Oceanograph. Peche, Salammbò*, **2(4)**: 5-47.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (redacteurs)(1987) -Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche (Revision 1). Mediterranée et Mer Noire. *Zone de Peche FAO 37*, **Vol. 2-Vertebres**: 1173-1174.

FLAMIGNI C.(1984) - Preliminary utilization of trawl survey data for hake (*Merluccius merluccius* L.) population dynamics in the Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.* **290**: 109-115.

FROGLIA C.(1973) - Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) del Medio Adriatico. *Atti V Congresso Naz. Soc. It. Biol. Mar. Ed. Salentina Nardò, 1973*: 327-341.

GHIRARDELLI E.(1959) - Contribution à la connaissance de la biologie du merlu (*Merluccius merluccius* L.) en moyenne Adriatique. *Proc. Gen. Fish. Coun. Medit.*, **5**: 489-494.

GIOVANARDI O., RIZZOLI M.(1986) - Preliminary consideration on the fishery management of the hake (*Merluccius merluccius* L.) stock in the Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.* **345**: 71-77.

JUKIC S., ARNERI E.(1984) - Distribution of hake (*Merluccius merluccius* L.) striped mullet (*Mullus barbatus* L.), and pandora (*Pagellus erythrinus* L.) in the Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.* **290**: 85-86.

HOLDEN M.J., RAITT.(1974) - Manual of Fisheries Science. Part 2-Methods of Resource Investigation and their Applications. *FAO Fish. Tech. Paper.* **115 revision 1**: 214 pp.

MARANO G., UNGARO N., VACCARELLA R.(1989) - Nota preliminare sulle comunità di macroinvertebrati dei fondi strascicabili dell'Adriatico pugliese. *Thalassia Salentina*, **19**: 3-19.

MATTA F.(1953) - Qualche considerazione sulla biologia del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) dei mari italiani. Nota I. *Boll. Pesca* **VIII, 1**: 82-102.

MATTA F.(1954) - Il merluzzo del Mediterraneo. Nota II. *Boll. Pesca* **IX, 1**: 5-29.

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.

PAPACOSTANTINOU C., CARAGITSOU E., PANOS Th.(1986) - Preliminary utilization of trawl survey data for hake (*Merluccius merluccius* L.) population dynamics from the Western Greek waters. *FAO Fish. Rep.* **345**: 87- 92.

PAULY D.(1980) - A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stock. *FAO Fish. Circ.* **729**: 54 pp.

PICCINETTI C., PICCINETTI MANFRIN G.(1971) - Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) in Alto e Medio Adriatico. *Note Lab. Biol. Mar. Pesca-Fano*, **Vol. IV(3)**: 41-64.

RICKER W.E.(1975) - Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* **191**: 382 pp.

SARANO F.(1986) - Cycle ovarien du merlu, *Merluccius merluccius*, poisson a ponte fractionee. *Rev. Trav. Inst. Peches Marit.*, **48 (1/2)**: 65-76.

ZUPANOVIC S.(1968) - Study of hake (*Merluccius merluccius* L.) biology and population dynamics in the Central Adriatic. *FAO-GFCM Stud. Rev.*, **32**: 24 pp.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 335-339

F. FIORENTINO, A. ZAMBONI

Laboratori di Biologia Marina ed Ecologia Animale - Università degli Studi di Genova - Istituto di Zoologia.

STIME DI MORTALITÀ TOTALE (Z) IN *MERLUCCIUS MERLUCCIUS* (L.) DEL MAR LIGURE.

Mortality rates in the hake of the Ligurian Sea.

Abstract

Total mortality rates in hakes caught in different years and sampling designs have been estimated according to three methods.

The assessments obtained by the Hoenig's formula and the Catch Curve method seem to be more realistic than the Beverton and Holt's formula ones.

Key-words: hake, total mortality rates, Catch Curve, Beverton and Holt formula, Hoenig formula.

Introduzione

L'impiego di dati ottenuti con trawl surveys per la valutazione dello stato delle risorse demersali mediante modelli analitici è una linea di ricerca interessante in una situazione in cui mancano accurate serie storiche di dati di cattura e sforzo di pesca (Levi e Andreoli, 1989). In tale valutazione, la stima del tasso istantaneo di mortalità totale Z è una delle tappe più delicate (Beverton e Holt, 1956).

In questa nota si presentano stime preliminari di Z, ottenute con metodiche differenti, in diversi periodi e schemi di trawl surveys, discutendo le principali problematiche incontrate. Lo studio è stato condotto sul nasello, *Merluccius merluccius* (L.), da diversi anni oggetto di indagini da parte del nostro Laboratorio.

Poichè i metodi di stima di Z impiegati presumono la conoscenza della curva di crescita secondo il modello di Von Bertalanffy, è opportuno ricordare che recenti ricerche hanno individuato la coesistenza in Mar Ligure di più subunità di popolazione di nasello con tassi di crescita differenti (Orsi Relini et al., 1992). Per ovviare a tale "complicazione" si è ritenuto vantaggioso considerare nel lavoro l'insieme degli animali catturati sui fondi neritici e epibatiali, la cui crescita può essere ragionevolmente espressa tramite un'equazione di Von Bertalanffy "media".

Materiali e metodi

a) Piani di campionamento.

I parametri utilizzati sono stati calcolati su campioni prelevati mediante pesca a strascico sperimentale in due differenti programmi di ricerca nel Mar Ligure Centro-Orientale (fig. 1).

Programma 1985-87: si è trattato di un campionamento casuale, stratificato in 5 intervalli batimetrici tra 10 e 700 m di profondità, con un numero di cale orarie proporzionale all'area indagata. Le pescate sono state effettuate nelle stagioni primaverile ed estiva (Relini, 1985).

Programma 1990-93: si tratta di un campionamento sistematico, tuttora in corso di svolgimento. Nello stesso intervallo batimetrico del precedente programma, sono state allocate due cale della durata di un'ora entro i 50 m e di due ore a circa 100 m, tra 280 e 450 m e tra 500 e 650 m. Le aree prescelte corrispondono al settore centrale del precedente piano di campionamento. Le campagne sono condotte a cadenza stagionale a partire dall'estate 1990.

b) Catture totali.

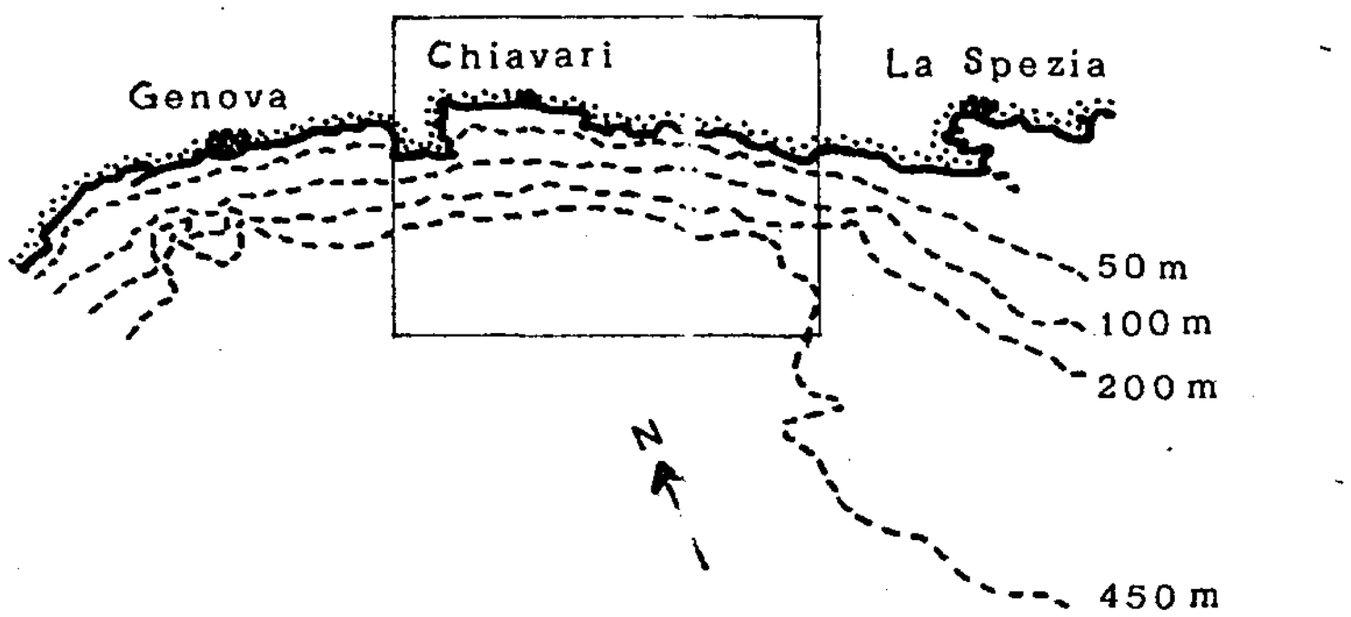


Fig. 1 - Area interessata dai trawl-surveys 1985-87. Nel riquadro è indicata l'area della campagna in corso.

Nel corso del primo programma sono stati catturati complessivamente 16245 naselli, mentre nel secondo (dati relativi al periodo compreso tra l'estate 1990 e l'estate 1991 incluse) sono stati catturati 17422 individui.

c) Stima della mortalità totale (Z).

Per la stima di Z/anno sono stati impiegati tre diversi approcci.

1) il metodo della curva di cattura linearizzata basata su dati di lunghezza trasformati in struttura di età(Pauly, 1983; Pauly, 1984 a,b).

Il decremento della coorte, assunto costante nel tempo, è espresso mediante l'equazione lineare: ln (Ct/Dt) = a + bt con Ct = catture di età t; Dt = intervallo di tempo per la crescita dal limite inferiore (ti) a quello superiore (tf) di ogni classe di lunghezza e t = età relativa al punto medio della classe di lunghezza in questione.

L' età è assegnata tramite l'equazione di Von Bertalanffy inversa, con l'approssimazione t0 = 0, e cioè:

$$t(L) = -\ 1/K \ln (1 - L/L_{inf.}).$$

I parametri di accrescimento impiegati per la campagna 1985/86/87, sono quelli riportati in Orsi Relini et al.(1992) per *M. merluccius*: $L_{inf.}$= 49.75 cm; K = 0.28; Φ' di Munro = 6.65.

Per la seconda campagna i parametri sono: L inf. = 46.60 cm; K = 0.258; Φ' = 6.33.

Tali parametri sono stati calcolati mediante il programma iterativo di regressione non lineare contenuto nel pacchetto LFSA di Sparre (1987), impiegando come inputs chiavi taglia/età a sessi combinati basate su letture di otoliti.

La stima di Z è stata condotta con LFSA sia sulle distribuzioni di frequenza raggruppate in classi di taglia di 1 cm, che di 3 cm.

Nel calcolo si sono tralasciati gli individui di età inferiore ad un anno, in quanto la mortalità iniziale nei teleostei è molto più elevata di quella successiva (Cushing, 1975).

2) Equazione di Beverton e Holt (1956) nella forma che impiega i parametri di crescita di Von Bertalanffy già riportati, la stima della lunghezza minima di pieno sfruttamento (L') e la lunghezza media delle catture da L' in poi (L) e cioè:

$$Z = K \frac{Linf - \bar{L}}{\bar{L} - L'}$$

In base alla selettività delle reti impiegate (maglia al sacco stirata 15-20 mm) e allo studio del reclutamento e dell'accrescimento giovanile del nasello (Orsi Relini et al., 1989), riteniamo che già all'età di 1 anno, che corrisponde ad una lunghezza totale di circa 12 cm, i giovani siano pienamente sfruttati dalla pesca a strascico (il 100% degli animali è trattenuto dal sacco).

3) Equazione proposta da Hoenig (1987):

$$Z = \ln \frac{(e^{-k}\ (\bar{L} - Linf) + Linf - L')}{\bar{L} - L'}$$

in cui compaiono gli stessi parametri impiegati nella formula di Beverton e Holt.

Risultati

Nella fig. 2 sono riportati alcuni esempi di stime di Z con la curva di cattura.

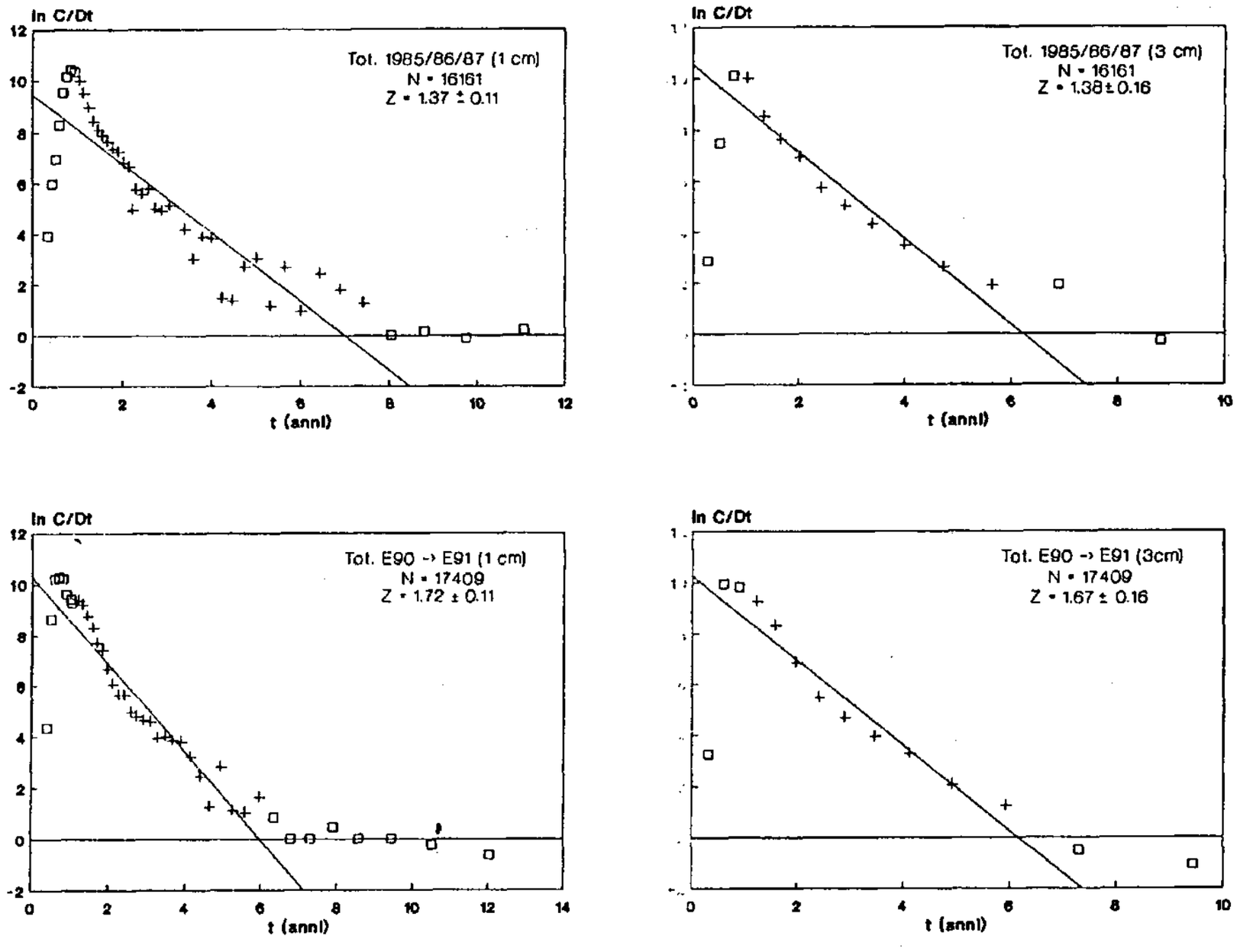


Fig. 2 - Esempi di stima di Z mediante curva di cattura sul totale degli individui catturati nelle due campagne raggruppati in classi di taglia di 1 o 3 cm.

L'insieme delle stime effettuate sui dati del primo e del secondo programma sono riportate rispettivamente nelle tab. I e II. Si nota che gli Z ottenuti con la formula di Hoenig e la curva di cattura risultano minori di quelli stimati con la formula di Beverton e Holt. La variabilità tra le stime nei singoli surveys è minore con il metodo di Hoenig, aumenta con la curva di cattura ed è massima con la formula di Beverton e Holt. Inoltre, a parità di metodo, tale variabilità risulta minore elaborando i dati raggruppati in classi di 3 cm. Ciò è particolarmente evidente per il metodo della curva di cattura in quanto limita l'effetto delle "frequenze nulle".

Discussione e conclusioni

L'analisi dei risultati e il confronto tra le metodiche suggeriscono alcune considerazioni.

L' equazione di Beverton e Holt è stata formulata nell'ipotesi del reclutamento alla pesca costante e continuo. In caso di reclutamento discreto la formula fornisce una sovrastima sistematica di Z, tanto più elevata quanto minore è la differenza L - L' (Hoenig, 1987).

Poichè quest'ultima condizione si ritrova nei casi in cui le risorse sono sfruttate precocemente, riteniamo che il metodo non sia adatto al nasello e, probabilmente a buona parte delle specie demersali italiane.

Tab. I - Stime di Z ottenute utilizzando metodi diversi. Le distribuzioni di taglia sono state raggruppate in classi di 1 e 3 cm. Campagna 1985-87. Sono indicati: N = numero di individui, L.T. = Lunghezza totale media in cm delle catture totali, C.C. = curva di cattura, B.H. = formula di Beverton e Holt, H. = formula di Hoenig.

STAGIONE	N	L.T.	C.C.(1 cm) Z ± s	C.C.(3 cm) Z ± s	B.H.(1 cm)	B.H.(3 cm)	H.(1 cm)	H.(3 cm)
P 85	1157	14.7	2.39±0.14	1.28±0.23	1.93	1.70	0.99	0.91
E 85	2143	11.0	1.11±0.24	1.34±0.29	2.64	3.58	1.19	1.42
P 86	1440	13.1	2.00±0.09	1.96±0.06	2.31	1.83	1.10	0.95
E 86	7249	10.6	3.44±0.39	1.93±0.45	5.75	4.65	1.80	1.62 33
P 87	1197	14.6	2.36±0.39	2.36±0.46	1.64	1.57	0.89	0.86
E 87	2975	11.9	2.14±0.25	1.27±0.20	4.14	3.99	1.53	1.50
TOTALE	16161	11.7	1.37±0.11	1.38±0.16	2.92	2.95	1.27	1.27
MEDIA			2.28±0.68	1.63±0.45	3.07±1.58	2.89±1.34	1.25±0.35	1.21±0.34

Tab. II - Stime di Z ottenute utilizzando metodi diversi. Le distribuzioni di taglia sono state raggruppate in classi di 1 o 3 cm. Campagna 1990-91. Sono indicati: N = numero di individui, L.T. = lunghezza totale media in cm

STAGIONE	N	L.T.	C.C.(1 cm) Z ± s	C.C.(3 cm) Z ± s	B.H.(1 cm)	B.H.(3 cm)	H.(1 cm)	H.(3 cm)
E 90	1622	10.1	1.80±0.38	1.80±0.36	2.87	2.70	1.26	1.22
A 90	4892	11.4	3.94±0.33	2.20±0.39	3.70	2.87	1.45	1.26
I 91	1283	12.5	2.43±0.29	2.15±0.31	1.83	1.76	0.96	0.94
P 91	7798	7.5	2.03±0.28	2.16±0.40	3.20	3.26	1.34	1.35 33
E 91	1814	10.2	1.18±0.21	1.29±0.23	2.40	2.43	1.14	1.14
TOTALE	17409	9.5	1.72±0.11	1.67±0.16	3.01	2.61	1.30	1.19
MEDIA			2.28±1.03	1.92±0.39	2.80±0.72	2.60±0.56	1.23±0.19	1.18±0.15

Sebbene il metodo della curva di cattura assuma le stesse condizioni di costanza e continuità rispetto al reclutamento, le stime fornite risultano minori di quelle di Beverton e Holt e molto simili a quelle ottenute con la formula di Hoenig. Quest'ultima, al contrario, ipotizza il reclutamento come evento discreto nell'anno.

Dato che il nasello presenta in Mar Ligure due periodi di reclutamento all'anno ben identificati, cioè uno in primavera/estate e l'altro in autunno/inverno (Orsi Relini et al., 1986), si ritiene che la stima ottenuta con la formula di Hoenig sia la più corretta. Inoltre, quest'ultima presenta una minore variabilità tra i surveys rispetto al valore di Z ottenuto sulle catture pluriennali, rappresentative dello stock all'equilibrio (Beverton e Holt, 1956). Questo risultato suggerisce che il metodo possa essere applicato vantaggiosamente a dati di cattura di nasello ottenuti in surveys effettuati in un solo periodo stagionale.

Infine, è ragionevole supporre che da una certa taglia in poi i naselli diventino meno vulnerabili alla rete a strascico. Ciò comporta che impiegare i dati provenienti da trawl surveys "sic et simpliciter" conduca ad una sovrastima di Z.

Un valore più realistico di Z del nasello si potrà quindi realizzare allorquando si valuteranno gli opportuni fattori di peso da applicare alle frazioni di maggiore taglia della curva di cattura (Beverton e Holt, 1956). Tali fattori potrebbero essere ottenuti confrontando le catture di attrezzi differenti (reti da posta, palamiti ecc.) con quanto ottenuto con la pesca a strascico.

Bibliografia

BEVERTON R., HOLT S.J. (1956) - A review of methods for Estimating Mortality Rates in Exploited Fish Populations with Special Reference to Sources of Bias in Catch Sampling. *Rapp. P. - V. Rem CIEM*, **140** (I): 67-83.

CUSHING D.H. (1975) - Marine Ecology and Fisheries. *Cambridge University Press*, Cambridge: 278 pp.

HOENIG J.M. (1987) - Estimation of Growth and Mortality Parameters for Use in Length-Structured Stock Production Models. In Pauly D. and Morgan G.R. (eds.). Length-based methods in fisheries research. *ICLARM Conference Proceedings*, 13: 121-128.

LEVI D., ANDREOLI M.G. (1989) - Terzo contributo al dibattito sulla ricerca orientata alla gestione delle risorse pescabili. *Nova Thalassia*, **10**, Suppl. 1:343-372.

ORSI RELINI L., FIORENTINO F., CAPPANERA M. (1986) - The timing of recruitment of *Merluccius merluccius* in the Ligurian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 30, 2: 224.

ORSI RELINI L., CAPPANERA M., FIORENTINO F. (1989) - Spatial-temporal Distribution and Growth of *Merluccius merluccius* Recruits in the Ligurian Sea. Observation on the 0 group. *Cybium*, **13,3**: 263-270.

ORSI RELINI L., FIORENTINO F., ZAMBONI A. (1992) - Growth of Mediterranean hake. Experiences gained in the Ligurian Sea. In Colombo G., Ferrari I., Ceccherelli V. U., Rossi R. (eds.). *Marine Eutrophication and Population Dynamics*. Proceedings of 25th European Marine Biology Symposium, 10th-15th September 1990, Lido degli Estensi, Ferrara. Published by Olsen & Olsen, Publisher and Printers, Denmark : 307-315.

PAULY D. (1980) - On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, **39 (2)**: 175-192.

PAULY D. (1983) - Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I). *ICLARM Fishbyte*, **1 (2)**: 9-13.

PAULY D. (1984 a) - Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II). *ICLARM Fishbyte*, **2 (1)**: 17-19.

PAULY D. (1984 b) - Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics (Part III: conclusion). *ICLARM Fishbyte*, **2 (3)**: 9-10.

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.* **(346)**: 119-123.

SPARRE P. (1987) - Computer programs for fish stock assessment. Length- based fish stock assessment for Apple II computers. *FAO Fish. Tech. Pap.* **(101) suppl. 2**: 218 pp.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 341-344

C. FRATTINI

Laboratorio di Biologia Marina e Pesca di Fano Viale Adriatico, 1/N 61032 FANO

DISTRIBUZIONE DI *TRIGLOPORUS LASTOVIZA* (BRÜNNER, 1768) IN ALTO E MEDIO ADRIATICO.

Trigloporus lastoviza in adriatic sea

Abstracts

Data of distribution of Trigloporus lastoviza caught during the trawl-surveys in the Northern and Central Adriatic Sea since 1982 to 1992 are reported.

Key-words: Distribution, *Trigloporus lastoviza*, Adriatic Sea.

Introduzione

Trigloporus lastoviza (Brünner, 1768) è una specie molto comune nei mari italiani, la cui distribuzione è stata considerata da più Autori. Tortonese (1975) ha constatato che questo triglide vive su fondali di sabbia e fango, fino a circa 100 m di profondità; Collignons (1979) lo ha trovato sulle melme della platea continentale fino a 120 m nella costa atlantica del Marocco; Papaconstantinou (1986) nel mare Egeo fino a 140 metri di profondità.

La distribuzione di una specie può essere influenzata da diversi fattori quali la temperatura, la salinità, la profondità, il tipo di sedimento, la biocenosi. La presenza di specie predatrici e lo sfruttamento dell'uomo con la pesca sono fattori che possono influire in modo concomitante sull'area di distribuzione e sull'abbondanza della specie.

Materiali e metodi

I campioni e i dati utilizzati provengono da tredici campagne di pesca effettuate con rete a strascico col M/p Pipeta (da cui il nome delle campagne) nel periodo che va dal maggio '82 a marzo '92. In ogni campagna la pesca è stata effettuata su un reticolo di stazioni da 44 a 53 (divise in 10 profili da A a L, ogni profilo è composto da un massimo di sei stazioni) su l'Alto e il Medio Adriatico, ad eccezione delle acque territoriali croate, ubicate in funzione della profondità, del tipo di sedimento e della biocenosi. In ogni stazione sono state effettuate una o più calate per circa tre ore di pesca; i risultati sono stati espressi in Kg/h.

Risultati

La figura 1 rappresenta l'area di distribuzione con relativa frequenza delle stazioni positive di *Trigloporus lastoviza*.

La presenza di questo triglide è limitata alla zona centrale dell'Alto e Medio Adriatico, non oltrepassa l'isobata dei 150 metri, e la maggior concentrazione si trova nella fascia più prossima alla costa croata. Confrontando la cartina di distribuzione di Trigloporus lastoviza con quella dei sedimenti (Fig. 2) si nota quasi una sovrapposizione con i fondi di sabbia residuale, che si trovano nella parte centrale dell'Alto e Medio Adriatico verso le coste croate; difficilmente questo triglide si allontana da questo tipo di fondale che, come ha osservato Scaccini, (1967) ospita una biocenosi a *Tellina distorta.*

Nella tabella 1 sono riportati i dati di tutte le tredici campagne relativi alle sole stazioni effettuate nell'area di presenza della specie.

I rendimenti medi orari per campagna (Fig.3) mostrano dei valori abbastanza simili fra loro ad eccezione delle campagne II e IV; il maggior quantitativo è dovuto ai 6,75 Kg/h di una stazione del profilo C per la campagna II, ai 3,69 e 3,75 Kg/h di due stazioni del profilo C per la campagna IV.

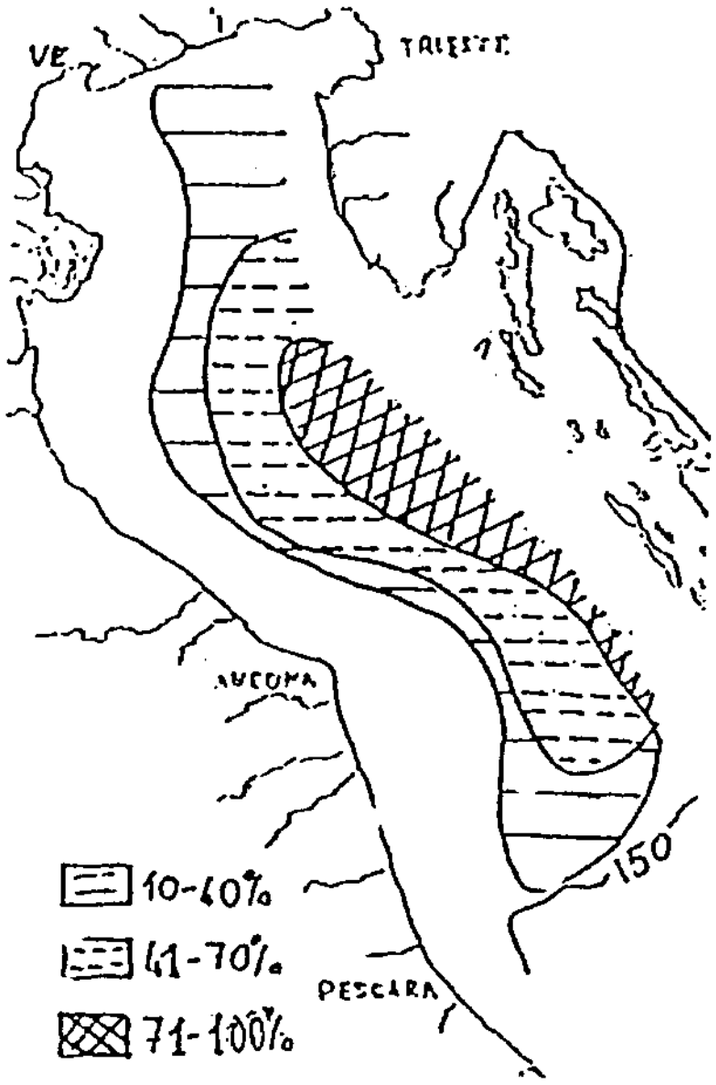


Fig. 1

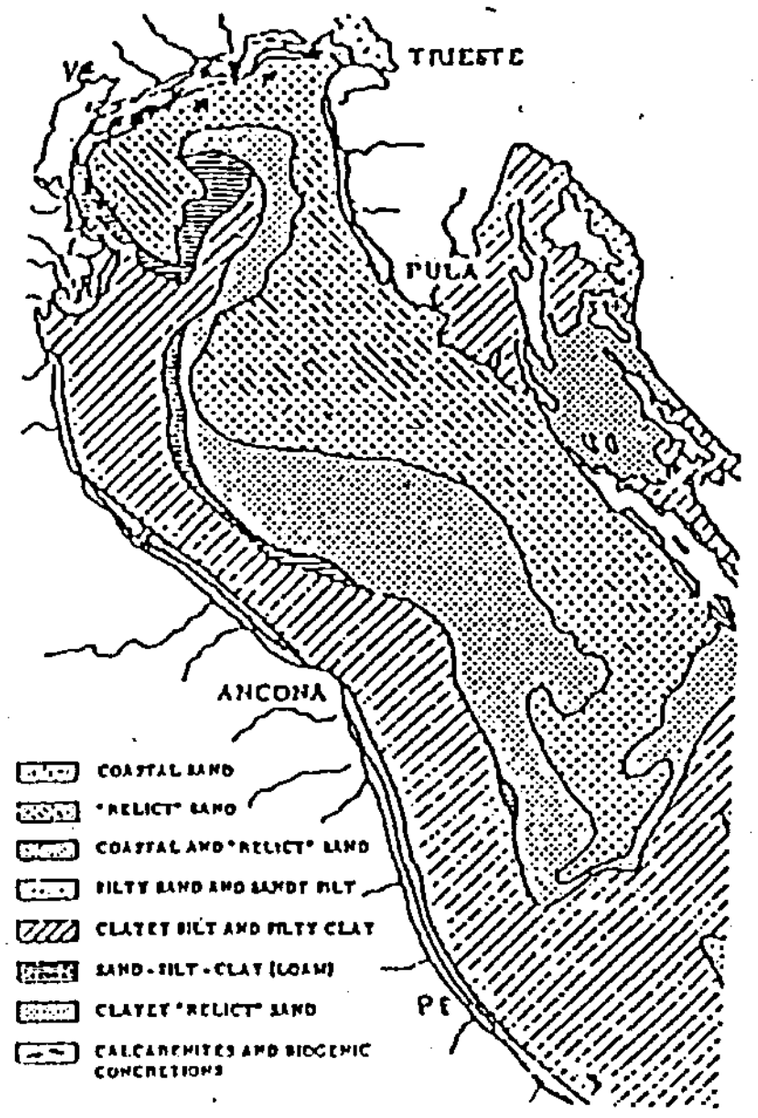


Fig. 2 - Sedimenti

Suddividendo i dati per periodi stagionali si può osservare che non esistono notevoli differenze di distribuzione tra le diverse stagioni. La temperatura e la salinità di fondo non influenzano la distribuzione in quanto questa specie mostra un'ampia tolleranza che varia da 80°C a 180°C per la temperatura e da 34 a 38,7 ‰ per la salinità.

Un altro fattore considerato è stato l'incidenza dei ritmi circadiani sulla variazione della catturabilità. Si è diviso la giornata in quattro fasce orarie, si sono considerati i valori percentuali di cale positive sul totale delle cale per fascia oraria ottenendo i seguenti risultati: alba 38,46%, giorno 48,37%, tramonto 33,33%,

St/camp.	PIP I	PIP II	PIP III	PIP IV	PIP V	PIP VI	PIP VII	PIP VIII	PIP IX	PIP X	PIP XI	PIP XII	PIP XIII
	4-5 82	11 82	6-7 83	4-5 84	11-12 84	5-6 85	11-12 85	6-7 86	6-7 87	87-88	10-11 88	90-91	2-3 92
A3	0	0.36	0.01	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0
A4	0.21	0.35	0.08	0.26	0	0	0	0	0	0	0	*	0
A5	0.2	0	0	0	0.06	0	*	0.01	0	0	0	0	0.04
A7	0.04	0.03	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B3	0	0	0.02	0.04	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0
B4	*	0.14	0	0.06	0	0.04	0	0	0.04	0	0.03	0.02	0.13
C3	0.02	0.59	*	3.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46
C4	0.8	1.32	*	3.75	1.57	1.52	0	0.02	0	0	0	0	0
C5	0.09	2.91	1.62	1.19	0.35	0.26	0.28	0.05	0.02	0.07	0.35	0.2	0.86
C6	1.9	6.17	1.1	2.37	0.3	1.12	0.74	0.79	0.04	0.21	0.4	0.28	0.32
D3	0	0.02	0.05	0	0.04	0.12	0	0.04	0	0	0.02	0	0
D4	0	0.02	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.01	0
D5	0.03	0.47	0.17	0.03	0.08	0	*	*	*	0.03	0.03	*	0.08
D6	0.74	1.2	0.88	0.68	0.69	0.71	0.7	0.24	1.67	1.7	0.4	0.19	0.37
E3	0.03	0	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E4	0	0	0.12	*	0	0.3	0.03	0.01	0	0	0.01	0.19	0
E5	0.13	0.02	0.1	0.17	0.29	0.07	0.18	0.02	0	0.04	0.02	0.08	0.06
F4	0.04	0	0.06	0	0.02	0	0.4	0.67	0.04	0	0.36	0.85	0.31
F5	0.09	0.34	0.26	0.07	0.11	0.48	0.02	0	0	0.06	0	0	0
totale	4.32	14.14	4.58	12.37	3.51	4.62	2.39	1.95	1.81	2.13	1.72	1.82	2.63
n. staz.	19	19	17	18	19	19	17	18	18	17	19	17	19
resm/h	0.227	0.744	0.269	0.687	0.185	0.243	0.141	0.108	0.101	0.125	0.091	0.107	0.138

N.B. L'asterisco indica che la stazione non è stata eseguita.

notte 37,38%; facendo l'ipotesi che la percentuale di cale positive non dipenda dalla fascia oraria di pesca e analizzando tale ipotesi con il test di X^2 si è ottenuto un valore di X^2 di 1,71 che è inferiore al limite massimo di significatività del 5% che vale, per tre gradi di libertà 2,5; ciò avvalora l'ipotesi fatta.

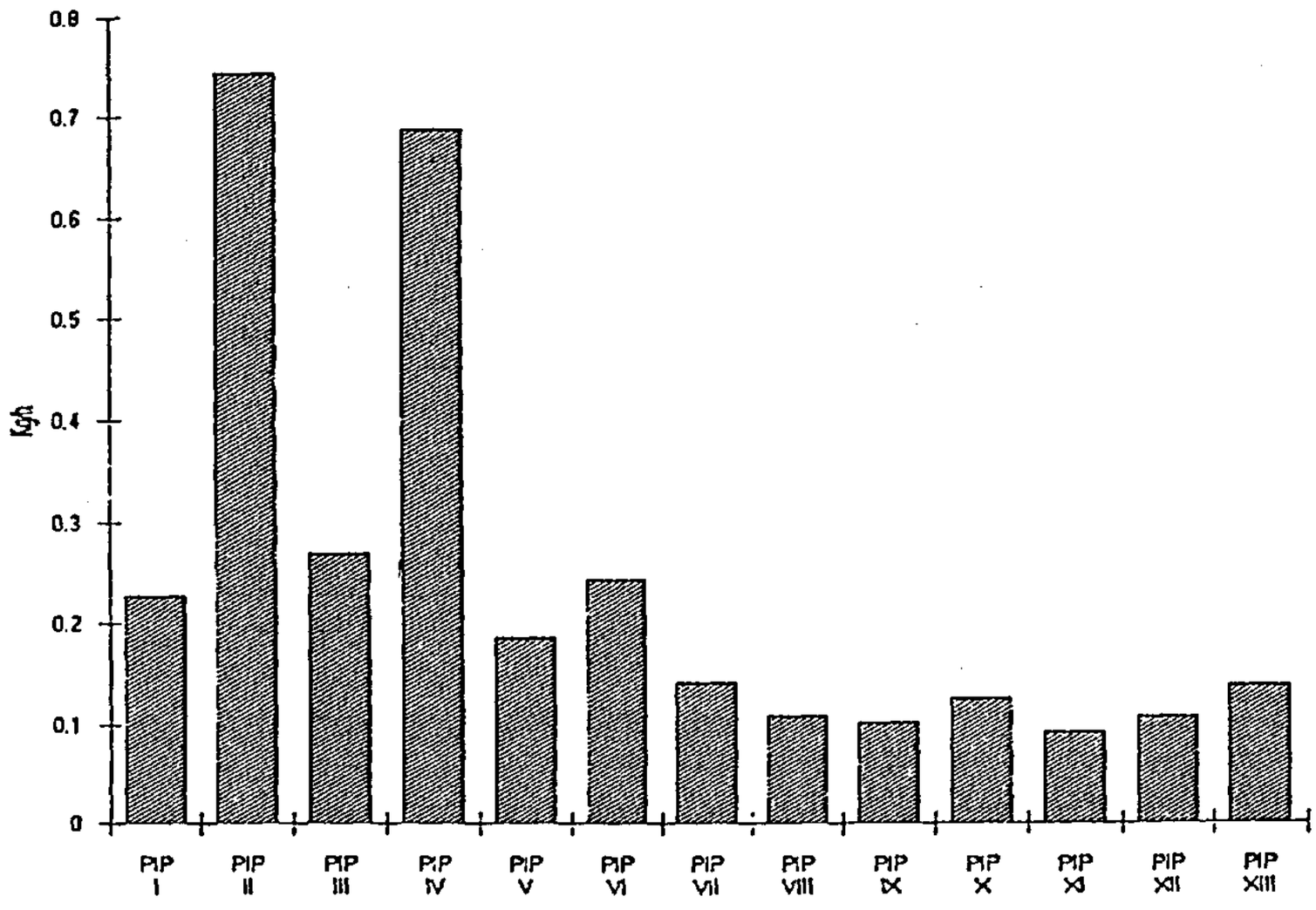


Fig. 3 - Rendimenti medi (Kg/h) di pesca di *Trigloporus lastoviza* - Pipata 1-13

L'analisi della ripartizione per taglia non mostra differenze di distribuzione della specie per lunghezza o per sesso. La taglia va da 11 a 26 cm, con la classe di maggior frequenza a 16 cm. Non si riconoscono aree specifiche di raggruppamento dei giovani o dei riproduttori; maschi, femmine e indeterminati si trovano indistintamente su tutta l'area di distribuzione.

Conclusioni

Lo studio fatto su *Trigloporus lastoviza* ci ha permesso di mettere in evidenza che questo triglide è presente nella zona centrale dell'Alto e Medio Adriatico, in particolare nelle stazioni più esterne dei profili C-D-E; non oltrepassa l'isobata dei 150m confermando quanto rilevato da Papaconstantinou (1986) nelle acque greche.

Non esistono sostanziali differenze stagionali; temperatura e salinità non influenzano la distribuzione, mentre questa è legata al tipo di sedimento e biocenosi, infatti *Trigloporus lastoviza* predilige fondi di sabbie residuali. L'indagine effettuata sull'incidenza delle ore di luce e di buio sulla catturabilità ha mostrato che questo triglide può essere pescato in qualsiasi orario.

L'analisi della distribuzione per taglia e per sesso ha mostrato che maschi, femmine e indeterminati occupano indistintamente tutta l'area di distribuzione.

Da ultimo la variazione dell'indice di abbondanza mostra un lieve calo nel rendimento medio di pesca per le ultime sette campagne rispetto alle prime sei.

Summary

The distribution of *Trigloporus lastoviza* is concentrated in the central sector of Northern and Central Adriatic Sea beyond 150 m in correlation with relict sand and clayey relict sand bottom; no other factors seem to influence its distribution.

Bibliografia

TORTONESE E., (1956) - "Ostheichthyes, Pesci ossei" Fauna d'Italia (vol. XI pagg. 440) Ed. Calderini BO

SCACCINI A., (1967) - "Dati preliminari sulle zoocenosi bentoniche e sulla biomassa in una zona dell'alto e medio Adriatico" *Note del Lab. Biol. Mar. Pesca Fano* Vol II Num. 3

COLLIGNON J., (1979) - "Catalogue raisonne des poissons des Mer Marocaines sous ordres des Scorpaenoides, Echinoides, ecc." *Bull. Inst. Peches Mar Maroc.* n.24 pagg. 83 - 155

PAPACONSTANTINOU C., (1986) - "The life history of Rock gurnard (*Trigloporus lastoviza*, Brünner 1768) in the Saronikos Gulf" *Sonderdruck aus journal of applied ichthyology* Bd. 2,H.2S. 75 - 86.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 345-348

A. MARCONATO, M.B. RASOTTO
Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova Viale Trieste 75, 35100 Padova

THE REPRODUCTIVE BIOLOGY OF *OPISTOGNATHUS WHITEHURSTII* (PISCES, OPISTOGNATHIDAE)

La biologia riproduttiva di *Opistognathus whitehurstii*

Abstract

The reproductive biology of a population of Opistognathus whitehurstii was studied at a location near the southwest coast of Puerto Rico. Observations on social organization, female fertility, male reproductive success and urogenital apparatus are reported.

Key-words: Opistognathus, reproductive behaviour, gonads, juxtatesticular body

Introduction

Jawfishes (Opistognathidae) are small-to-medium sized fish that live in vertical burrows excavated with their large mouths. Except for the eastern Atlantic, this family is distributed circumtropically, and most species inhabit the sand and silt plains that surround reefs. Most research on jawfish has concerned burrowing behaviour, activity pattern, and ecology (Colin 1972, 1973; Colin and Arneson 1978). Recently the morphology of gonads and the organization of the urogenital apparatus, including an unusual male structure called "juxtatesticular body", was described in two Opistognathus species (Rasotto et al. in press); yet, despite this last contribution, little is known about their reproductive strategy.

In this paper we report data on the reproductive behaviour, the reproductive cycle and organization of the urogenital apparatus of the dusky jawfish (*O. whitehursti*).

Materials and methods

Specimens were collected from January to October 1990, and from April to July 1991 on Media Luna reef on southwest coast of Puerto Rico, using quinaldine diluted in 95% alcohol. Water temperature at Media-Luna reef range annually from a low of 25-26°C to a maximum of near 29°C. In the laboratory, animals were killed with an excess of MS222 and their total length (TL) to the nearest 0.1 mm, and weight to the nearest 0.01 g, were recorded. Egg masses if present, were preserved in 10% formalin and later examined for egg number and size.

Reproductive structures were excised from a subset of animals, weighed and fixed for histologies study as described by Rasotto et al. (in press).

Results

General life-history and reproductive strategy

Dusky jawfish were usually found in the back reef areas at depth ranging from 0.2 to 3 meters. They preferred to dig their burrows where the bottoms were a mixture of fine and coarse materials. Over most of the suitable area the population density was very low (>0.1 individuals per squared meter) and estimations obtained for sites that appeared to be 'optimal' gave an average density of 0.27 fish per squared meter (n=7). Juveniles (TL<40 mm) were found mainly during the summer. Most adults (40<TL<72 mm) were found in male-female pairs. Each member of the pair lived in its own burrow but we occasionally observed a frightened fish taking refuge into its partner burrow. The average distance between the two burrows were 51.0±22.5 cm (range 15-120 cm; n=35).

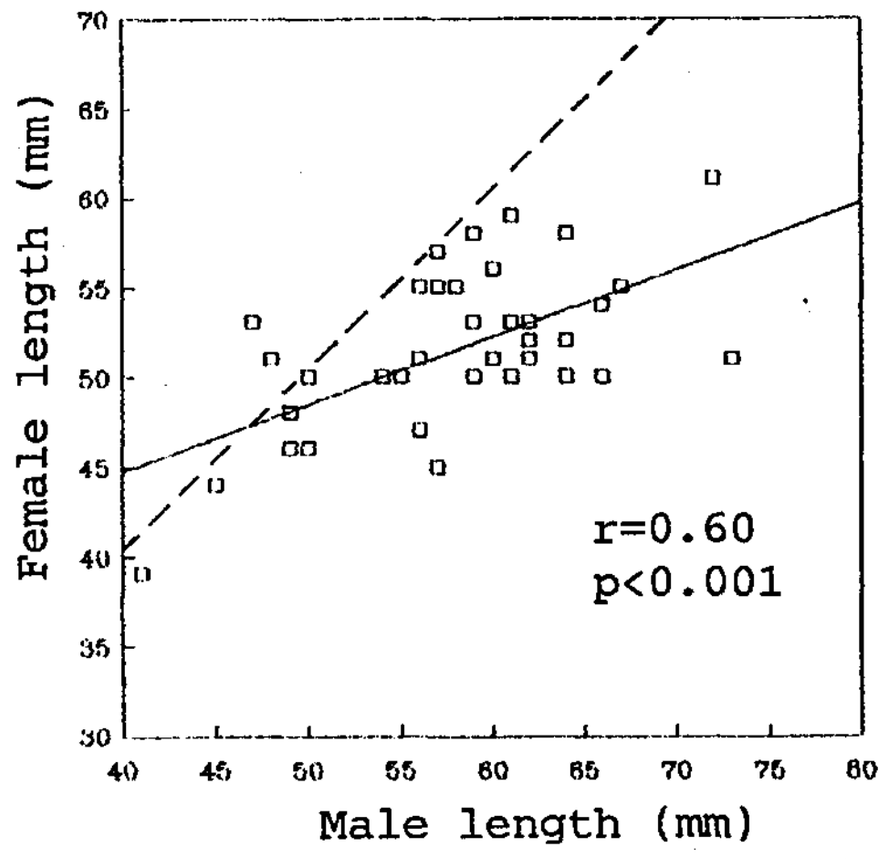


Fig.1. Relationship between male and female total length within a pair. Solid line is the regression line computed on the observed data. Dashed line represents the values for which male and female have the same length.

In most cases the larger member of the pair was the male, and female length was on average the 89% (S.D.=±8.5) of male length. There was a significant positive correlation between male and female length within a pair (r=0.60, p<0.001, n=42; Fig.1). Even if insufficient work has been done to demonstrate significant mate fidelity, preliminary observations suggest that this species maintain long- term pairs in which male and female mate with one another regularly. The average adult male size was 58.5±6.4 mm and the average adult female size was 51.9±4.7 mm.

The sex ratio was unbiased (n males : n females = 0.91; X2=0.26, p=0.60). Apparently both sexes reached sexual maturity at length of about 40 mm. Spawning activity, revealed by the presence of mouth-brooding males, lasted from March to July, but was higher in May and June. Even if we do not have observations from October trough early January, our data suggest that this species is a seasonal spawner. Thirteen ripe females were analyzed for fecundity; the number of ripe eggs in the ovaries was correlated with female length according to the equation

$$F = -527 + 18.0\ LT \quad r=0.84,\ p<0.001$$

where F is the number of eggs and LT is the total length of the female (mm) (Fig.2).

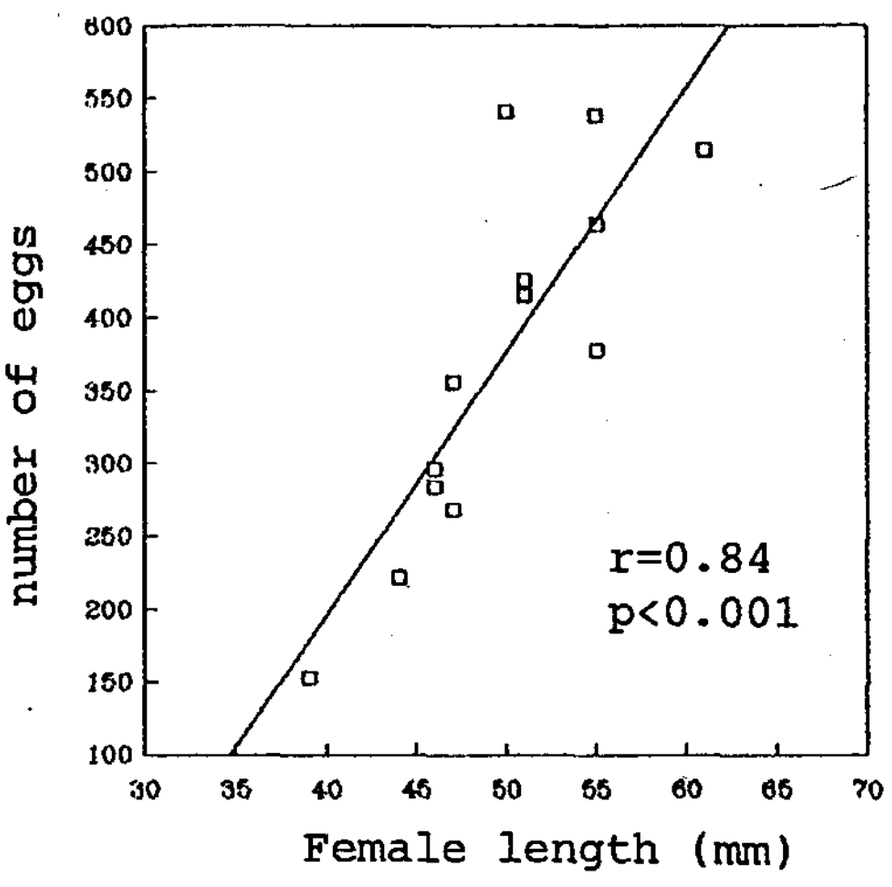


Fig.2. Relationship between female total length and number of ripe eggs in the ovaries.

Eggs are spawned in a ball that is orally brooded by the male. Males with eggs in their mouth were easily recognizable because of their swollen mouth, and we observed that they occasionally set down the ball of eggs in the burrow. Usually males were found with only one ball of eggs in their mouth, but in two cases the male was brooding two balls at the same time. In both cases the two balls of eggs were at a different developmental stage. The care of eggs lasts for 8-10 days.

Despite the observed correlation between male and female in the pair, and the positive relationship between female size and fecundity, there was not a significant correlation between the size of the brooding male and the number of eggs he was caring (r=0.22, p=0.43, n=15).

Urogenital apparatus

The kidney in both sexes is dorsal to the coelomic cavity. Tubules lead into two

common mesonephric ducts which, caudally, are enlarged to form a urinary bladder. The urinary bladder opens into a urogenital papilla behind the anus. Two spheroid corpuscles of Stannius are embedded in the most caudal part of the kidney.

The gonads are attached to the dorsal coelomic wall and their ducts open into the urogenital papilla.

The ovary is a hollow paired organ, comprising two lobes, which unite posteriorly to form a common genital sinus and continue, posteriorly, to form an oviduct. In sexual mature females, within the ovary, oocytes were found at all stages of development; hence, the ovary may be described as asynchronous. Asynchronous ovaries seem to occur in species that spawn several times during a prolonged breeding season (Nagahama, 1983). In *O. whitehursti* female the weight of the ripe ovaries reach the 15-20% of the total body weight.

The testes are small, bean-shaped, and paired. Usually the weight of the two testes is about the 0.1% of the total body weight. The testicular structure is peculiar because only a small, peripheral part of the organ contains spermatogenetic tissue. Most of the testis is occupied by regularly arranged ducts which connect the spermatogenetic tissue to the sperm duct. testicular tissue was of the lobular (Nagahama, 1983) or unrestricted spermatogonia type (Grier, 1981). Each lobule contains cysts with spermatogonia, primary and secondary spermatocytes, and spermatids, but did not contain cysts into the ducts where they differentiate into spermatozoa.

In the male, outside the coelomic cavity, there is a oval shaped, brownish body, which we call the juxtatexticular body (JTB), ventral to the mesonephric ducts and dorsal to the urinary bladder and gonads. In females the location of JTB is occupied by a small piece of kidney, called the "ventral kidney".

The Jtb is small (its weight is about 0.001-0.002 g) covered by a thin membrane and contains numerous bllod vessels but but it does not present excretory ducts and, hence, no ductal connection with the testes. t is composed primarily by follicles that are small and densely crowded in the dorsal part, while the ventral one are reduced to a thin rim. The gradient of follicle size, between dorsal and ventral zone, is smooth and regular throughout the JTB. In immature adults and often kidney corpuscles and kidney ducts are present. The presence of this renal material in JTB of juveniles, the extracoelomic position of the JTB, the presence in females, in the location of the JTB, of a portion of kidney ventral to the mesonephric ducts, suggest that JTB oruginates from mesonephric material.

Discussion

This study highlights several aspects of the reproductive strategy of dusky jawfish, *O. whiterhurstii.* This species lives in male-female pairs that reproduce repeatedly within an apparently limited reproductive season. The dusky jawfish has a low fecundity and in sexual dimorphic in size, the male being slightly larger than the female. While most males appeared to be monogamous, a few were found brooding the eggs of two females, at the same time. The reproductive strategy of this fish resembles that observed within the pseudochromoids group, to which jawfish belongs (Tresher 1984).

The most peculiar and apparently unique characteristic of the jawfish is the presence of a juxtatexticular body in the male urogenital apparatus. This structure derives from renal material, but its function need to be clarified.

Bibliography

COLIN, P.L. (1972) - Daily activityi patternos and effects of environmental conditions on the behavior of the yelllowhead jawfish, *Opistognatus aurifrons*, with notes on its ecolgy. *Zoologica*, N.Y. **57**: 137-159.

COLIN, P.L. (1973) - Burrowing bhavior of the yellowhead jawfish, *Opistognatus aurifrons*. *Copeia* **1973**: 84-89

COLIN, P.L. (1978) - Asoects of the natural history of the swordtail jawfish, *Lonchopisthus micrognatus* (Poey) (Pisces: Opistognatidae) in southwestern Puerto Rico. *J. Natur. Hist.* **12**: 689-697.

GRIER, H.J. (1981) - Cellular organization of the testis and spermatogenesis in Fishes. *Amer. Zool.* **21**: 345-357.

NAGAHAMA, Y. (1983) - The functional morphology of teleost gonads. p. 223-276. In: "Fish Physiology" IXA. W.S. Hoar, D.J. Randall and E.M. Donaldson (eds.) Academic Press, New York, London.

RASOTTO, M.B., MARCONATO, A., SHAPIRO, D.Y. (in press) - The reproductive apparatus of two jawfish species (Opistognathidae) with description of a juxtatesticular body. *Copeia*.

THRESHER, R.E. (1984) - Reproduction in reef fishes. *T.F.H. Publication, Neptune City, N.J.*

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 349-353

M. ROBERTI, C. YANNOPOULOS°, G. DE METRIO°°, A. LUDOVICO°°°, F. MILELLA, A. CARONE, P. MEGALOFONOU°°, F. BINGEL°°°°, U. UNLUATA°°°°, P. CANTATORE, M.N. GADALETA.

Dipartimento di Biochimica e Biologia Molecolare, Università di Bari, via Amendola 165/A 70126 Bari, ITALIA.
°Department of Zoology, University of Athens, Grecia.
°°Dipartimento di Produzione Animale, Università di Bari, Italia.
°°°Istituto Sperimentale Talassografico "A. Cerruti", CNR Taranto, Italia.
°°°°Institute of Marine Science, M.E.T.U. Erdemli, Turkey.

POLIMORFISMO DEL DNA MITOCONDRIALE IN STOCK DI PALAMITA, *SARDA SARDA* (BLOCH 1793), DEL MAR MEDITERRANEO.

Mitochondrial DNA polymorphism in *Sarda sarda* stocks.

Abstract

Mitochondrial DNA polymorphism in Sarda sarda stocks is described. We determined the DNA sequence of a 300 nucleotides portion of the cytochrome b gene in individuals coming from the Jonian Sea, from the Aegean Sea and from the Marmara Sea. Seven different genotypes were identified; they have different proportions in the three stocks. We observed a much greater differentiation between the Jonian or Aegean stock with respect to that from the Marmara Sea than between the Jonian and Aegean stocks. More information on the stock identity were obtained by multivariate statistical analysis of some morphometric and meristic characters.

Key-words: mtDNA, Polymorphism, Fish stock, *Sarda sarda*, Sequencing.

Introduzione

La palamita, (*Sarda sarda*) è un pesce epipelagico, appartenente alla famiglia Scombridae, largamente diffuso nel Mediterraneo dove la sua pesca è molto praticata con una produzione annuale che supera le 20000 tonnellate. Il maggior numero di catture viene effettuato nel Mar Nero in Turchia, ma anche in Italia e Grecia si pescano grandi quantità di palamita.

La letteratura, finora, non fornisce molte informazioni sui caratteri biologici degli stock sfruttati dalle flotte dei diversi paesi, fatta eccezione dello stock turco (Demir, 1963) e le informazioni sulla possibile esistenza di diverse popolazioni in differenti zone del Mediterraneo sono contraddittorie.

Il nostro studio riguarda tre stock provenienti rispettivamente dallo Ionio, dall'Egeo e dal Mar di Marmara.

Come marker genetico abbiamo utilizzato il DNA mitocondriale (mtDNA) in quanto esso presenta caratteristiche che lo rendono particolarmente valido nelle analisi intra-specifiche, compresa la definizione di stock ittici (Gyllensten & Wilson, 1987; Carr & Marshall, 1991). Esso è infatti una molecola ubiquitaria, che presenta una struttura genetica semplice, un'evoluzione rapida, ed una ereditarietà materna diretta senza ricombinazione; infine è relativamente facile da isolare e analizzare.

Sono qui riportati i risultati ottenuti dall'analisi della sequenza di un tratto del gene per il citocromo b. Inoltre vengono riportati i risultati preliminari di una analisi multivariata fatta su alcuni caratteri morfometrici e meristici degli stessi campioni.

Materiali e metodi

Nel biennio 1990-91 sono stati collezionati 94 esemplari di palamita catturati in diversi distretti del Mediterraneo: 37 nello Ionio (Golfo di Taranto), 26 nell'Egeo (Golfo di Eubea) e 31 nel Mar di Marmara. Per ogni esemplare sono stati registrati: la data ed il luogo di cattura, il peso, il sesso e le misure di 5 caratteri morfometrici (lunghezze dalla estremità del muso sino alla inserzione della 1ª pinna dorsale P_1, della pinna pelvica P_2 e della pinna anale P_3, diametro dell'occhio P_4, lunghezza del capo P_5) e di 5 meristici (numero di raggi della 1ª pinna dorsale Y_1, della 2ª pinna dorsale Y_2, della pinna anale Y_3, numero di pinnule dorsali Y_4 ed anali Y_5).

Le misure morfometriche sono state rilevate con la precisione di 0,1 cm, il peso con la precisione di 1 g. Il conteggio delle pinnule e dei raggi spiniformi delle pinne è stato effettuato ad occhio nudo. Da ciascun individuo è stato prelevato il fegato, congelato a -80°C per l'estrazione del mtDNA.

Per verificare l'eventuale esistenza di differenze tra i gruppi di animali provenienti da aree diverse, le 5 variabili morfometriche, trasformate in percentuale rispetto alla lunghezza alla forca (P_1', P_2', P_3', P_4', P_5'), e le 5 meristiche sono state sottoposte ad analisi fattoriale e ad analisi discriminante.

Il mtDNA è stato estratto da 10-15 grammi di tessuto come descritto da Lansman *et al.* (1981). Per le amplificazioni e le reazioni di sequenza sono stati utilizzati un primer universale: cit b-Rev (H-15149: 5'AAACTGCAGCCCCTCAGAATGATATTTGTCC TCA3'; Kocher *et al.*, 1989); ed un primer specifico: Int-For 5'AACGACGCACTAGTTGACC3' costruito sulla sequenza di *S. sarda*). I numeri si riferiscono all'estremità 3' del primer nella sequenza del mtDNA umano riportata da Anderson *et al.* (1981).

Le amplificazioni a doppia strand sono state effettuate come descritto da Kocher *et al.* (1989). Il prodotto di amplificazione, purificato su un gel SEA PLAQUE (FMC) è stato sottoposto a sequenziamento tramite amplificazione lineare in presenza di un primer marcato in 5' (Murray, 1989).

Risultati

La Tabella 1 mostra i dati statistici riguardanti la lunghezza ed il peso degli animali.

Tabella 1 - Lunghezza e pesi degli animali esaminati.

	LUNGHEZZA (cm)				PESO(kg)			
	min	max	med	st.dev	min	max	med	st.dev
ION	44,0	68,0	52,9	5,3	1,05	3,73	1,89	0,50
EGE	40,4	60,9	43,4	3,9	0,82	3,27	1,12	0,46
MAR	32,0	36,5	34,6	1,2	0,45	0,79	0,62	0,08

Dall'analisi delle componenti principali dei caratteri morfometrici e meristici si nota che le prime due componenti, che complessivamente rappresentano il 48,1% della varianza totale, sono maggiormente influenzate dai caratteri morfometrici. Infatti la prima componente riassume il 25% della variabilità e risulta positivamente associata con le variabili P_1', P_2', P_4' e negativamente con la Y_2, mentre la seconda riassume il 23,1% della variabilità e risulta positivamente associata con le variabili P_3', P_5' e negativamente con la Y_1. La terza componente che riassume solo il 15,2% della variabilità risulta associata con le variabili meristiche Y_3, Y_4, Y_5.

La distribuzione degli animali in funzione delle prime due componenti (fattori 1, 2), riportata nella figura 1, indica una distinzione tra i tre gruppi. Il test "Wilk's Lambda" ha evidenziato che le differenze tra i tre gruppi sono statisticamente molto significative ($\alpha = 0,01$).

Dall'analisi canonica discriminante sono state rilevate due funzioni lineari, entrambe significative. I risultati ottenuti sono riportati nella Tabella 2. I quadrati delle distanze tra i tre gruppi sono risultati i seguenti: Ionio-Egeo = 28,99; Ionio-Marmara = 120,75; Egeo- Marmara = 127,48.

L'analisi genetica è stata condotta sul mtDNA sequenziando un tratto di 300 nucleotidi del gene per il citocromo b corrispondente alle posizioni 14840 - 15140 del genoma mitocondriale umano (Anderson *et al.*, 1981), utilizzando i primer Int-For e cit b-Rev.

Dal confronto di queste sequenze tra tutti i 94 individui analizzati è possibile individuare 13 posizioni nucleotidiche che variano (mutazioni puntiformi). Come mostrato nella Tabella 3 i siti variabili definiscono 7 genotipi diversi che sono stati individuati con le lettere da A a G.

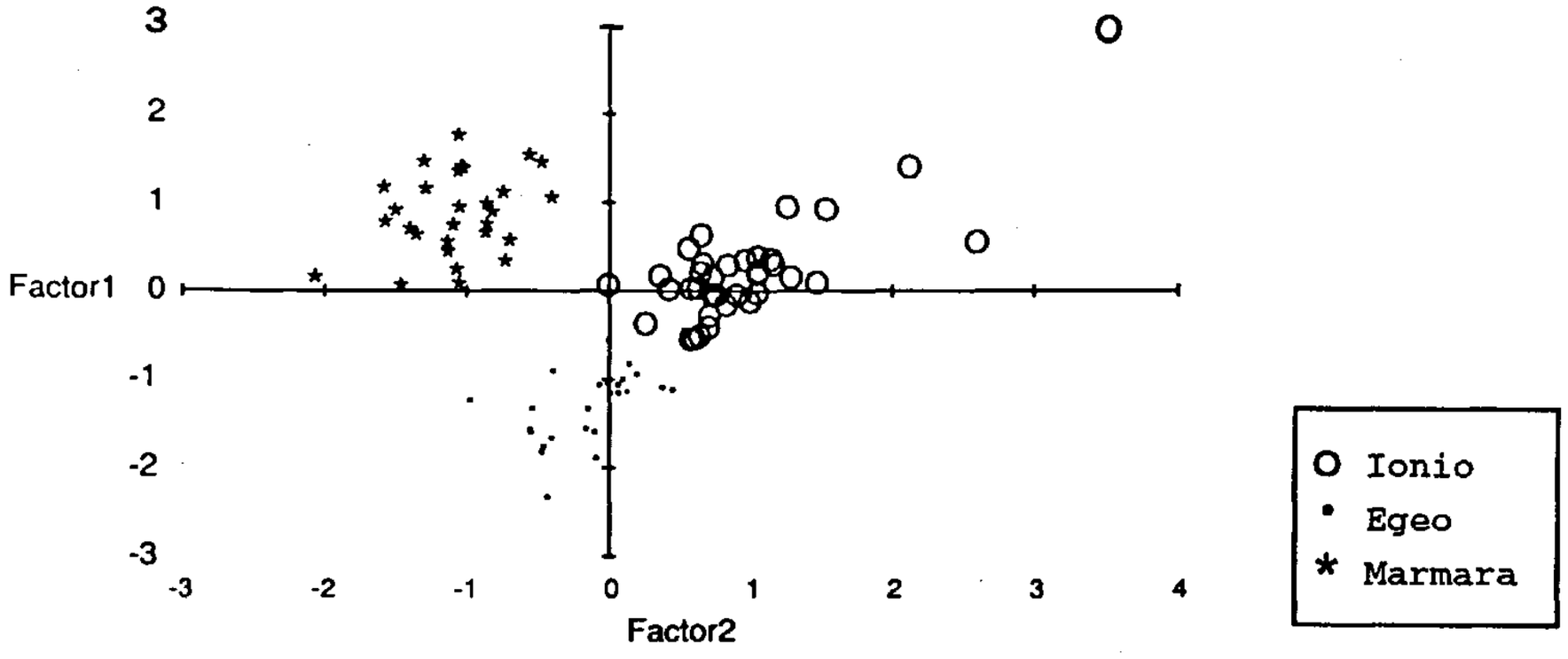


Figura 1. Distribuzione degli animali in funzione dei fattori 1 e 2.

Tabella 2 - Risultati dell'analisi discriminante.

	FUNZIONI	
	1	2
Correlazione canonica	0,98	0,91
Autovalori	26,16	4,97
% della varianza totale	84,03	15,97
PR > F	0,0001	0,0001
Coefficienti		
P_1'	0,6920	-1,1341
P_2'	0,3499	-0,4590
P_3'	0,0737	0,0925
P_4'	4,5253	2,7139
P_5'	-1,4270	0,2934
Y_1	-0,0008	0,6819
Y_2	-0,3140	-0,0240
Y_3	-0,1836	0,7028
Y_4	0,2353	-0,0224
Y_5	-0,0536	0,6966

Le proporzioni dei 7 genotipi nei campioni analizzati sono riportate nella figura 2. È evidente che, tranne E ed F, comunque poco rappresentati, non esistono genotipi caratteristici di una sola zona, mentre quello che varia ampiamente tra le zone sono le frequenze relative dei diversi genotipi. Il campione ionico è caratterizzato dal genotipo B che ha una frequenza del 56,7%, mentre quello dell'Egeo mostra un aumento del genotipo C che arriva al 30,8%. Ancora più differenziata è la situazione del campione del Mar di Marmara dove prevale il genotipo A (41,9%) mentre il genotipo B scende al 25,8% e il genotipo G (praticamente assente nello Ionio e nell'Egeo) raggiunge pure il 25,8%.

Tabella 3. Distribuzione delle variazioni del mtDNA tra gli stock di *S.sarda*. Le sequenze sono identiche a quelle del genotipo A a meno che non sia indicato diversamente.

	SITI DI MUTAZIONE													DISTRIBUZIONE		
Genotipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Ion.	Ege.	Mar.
A	C	C	T	G	G	G	C	T	C	C	C	G	T	6	4	13
B	T	-	C	-	A	C	T	C	T	T	-	-	C	21	11	8
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	6	8	2
D	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	/
E	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	2	/	/
F	T	-	C	-	A	C	T	C	T	T	-	A	C	1	/	/
G	-	T	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	/	2	8
														37	26	31

Le frequenze genotipiche italiane e greche non sono differenziabili da un punto di vista statistico in quanto il test per l'ipotesi nulla che i due campioni siano omogenei produce un valore $0,1<p<0,5$ per $X^2=5,53$ e GL=3. Appaiono invece statisticamente significative le differenze nelle frequenze genotipiche tra i campioni greci e turchi ($p\cong0,01$ per $X^2=11,16$ e GL=3) e quelle tra i campioni italiani e turchi ($p\cong0,025$ per $X^2=9,1$ e GL=3). Questi risultati sono in accordo con gli indici di Identità Genetica calcolati con la formula di Nei (1972). I valori infatti risultano essere: $I_{Ionio\text{-}Egeo} = 0,921$, $I_{Ionio\text{-}Marmara} = 0,653$, $I_{Egeo\text{-}Marmara} = 0,691$.

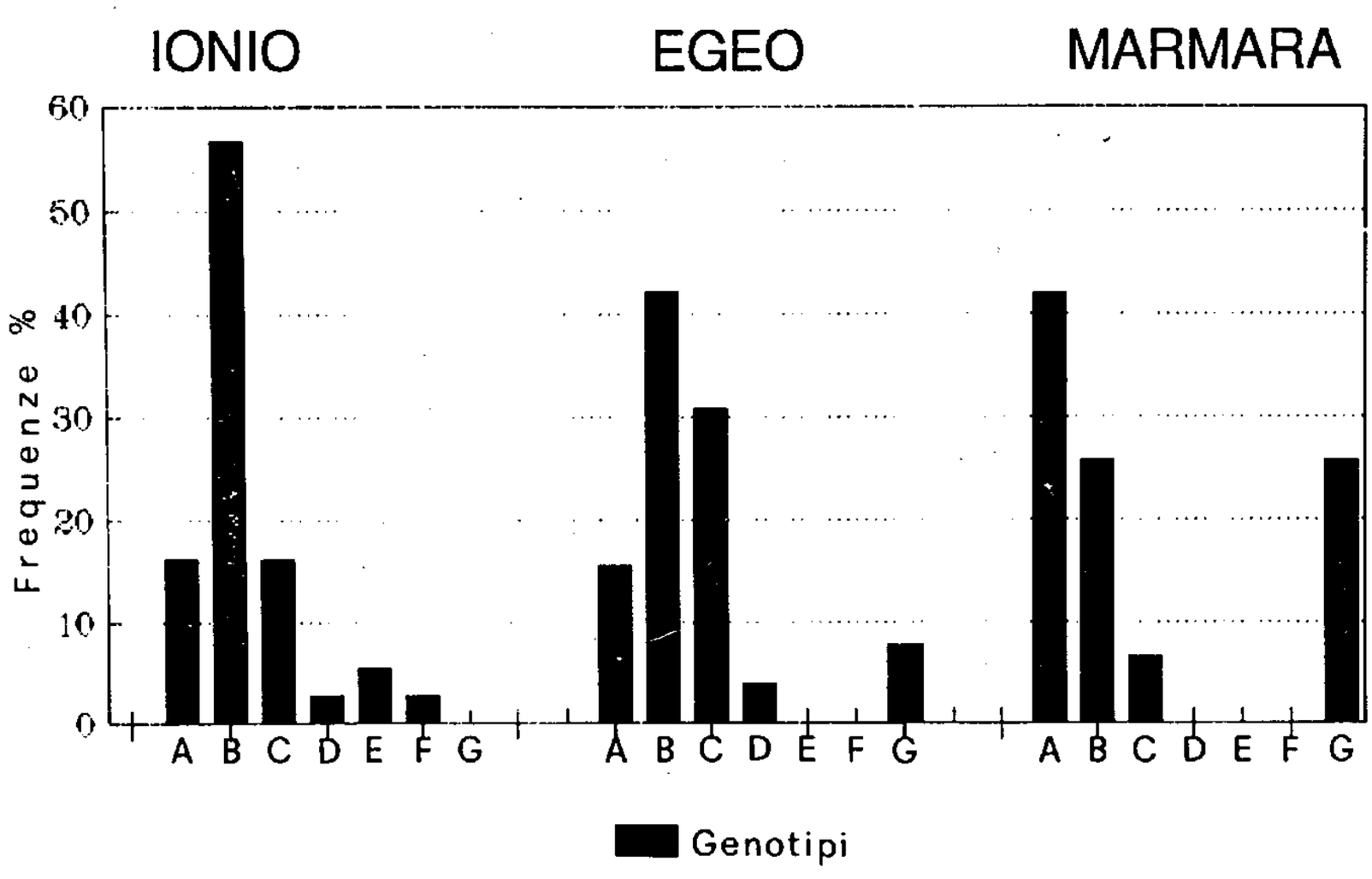


Figura 2. Istogramma rappresentante le frequenze dei sette genotipi identificati.

Discussione

Per definire l'eventuale esistenza di diverse popolazioni di *S. sarda* nel Mediterraneo, è stato analizzato il polimorfismo del mtDNA, le cui mutazioni sono per la maggior parte neutrali (Avise *et al.*, 1987).

La distribuzione dei 7 genotipi identificati mostra come i tre campioni di *S. sarda* analizzati, mentre non rappresentano tre stock discreti o puri, probabilmente non provengono da una popolazione panmittica indifferenziata. Un campione di individui può quindi, con buona probabilità, essere assegnato alla sua zona di provenienza, in base alle sue frequenze genotipiche. Come indicato dagli Indici di Identità di Nei, la dif-

ferenziazione tra il campione dell'Egeo e quello dello Ionio è sicuramente molto bassa, anche se può raggiungere una significatività statistica aumentando il numero di individui analizzati. Al contrario, molto maggiore è la differenziazione tra i campioni dello Ionio e dell'Egeo rispetto a quello del Mar di Marmara. L'analisi dei dati morfometrici e meristici, anche se preliminare a causa del ristretto numero di campioni, permette di giungere alle stesse considerazioni dell'analisi genetica. I risultati ottenuti, quindi, fanno pensare da un lato all'esistenza di un notevole scambio tra Ionio ed Egeo, tra i quali la penisola greca costituisce una barriera facilmente superabile dalle palamite, dall'altro ad una situazione di maggiore segregazione della popolazione del Mar di Marmara.

Ringraziamenti

Questo lavoro é stato finanziato con fondi del Ministero della Marina Mercantile, della Comunità delle Università del Mediterraneo, del M.U.R.S.T 60% ed infine dal Contributo C.N.R Comitato nazionale per le Scienze Agrarie.

Bibliografia

ANDERSON S., BANKIER A.T., BARRELL B.G., de BRUIJN M.H.L., COULSON A.R., DROUIN J., EPERON I.C., NIERLICH D.P., ROE B.A., SANGER F., SCHREIER P.H., SMITH A.J.H., STADEN R., YOUNG I.G. (1981) - *Nature*, **290:** 457-474.

AVISE Y.C., ARNOLD J., BALL R.M., BERMINGHAM E., LAMB T., NEIGEL J.E., REEB C.A., SAUNDERS N.C. (1987) - *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **18:** 489-522.

CARR S.M., and MARSHALL H.D. (1991) - *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **48:** 48-52.

DEMIR M. (1963) - *FAO Fish. Rep.*, **2:** 101.

GYLLENSTEN U., and WILSON C. (1987) - *In Ryman N. and Utter F. [ed.] Population genetics and fishery management. University of Washington Press, Seattle,* WA 301-317.

KOCHER T.D., THOMAS W.K., MEYER A., EDWARDS S.V., PÄÄBO S., VILLABLANCA F.X., and WILSON A.C. (1989) - *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **86:** 6196-6200.

LANSMAN R.A., SHADE R.O., SHAPIRA Y.F., and AVISE J.C. (1981) - *J. Mol. Evol. 17: 214-226.*

MURRAY V. (1989) - Nucl. Acids. Res. **17**: 8889

NEI M., (1972) - *Ann. Nat.*, **106**: 283-292.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 355-360

L. TUNESI. M. VACCHI
I.C.R.A.M. - Via L.Respighi, 5 I-00197 ROMA

INDAGINI VISUALI IN IMMERSIONE NELL'AREA MARINA DI PORTOFINO: APPLICAZIONE DI UN METODO PER LO STUDIO DEI POPOLAMENTI ITTICI

Scuba visual counts for the assessment of fish assemblages

Abstract

Preliminary investigations on the fish assemblages of the Portofino area were performed by the stationary visual census technique, adapted to the mediterranean condictions. Both high diversity and small size composition of the fish community were evidenced.

Key-words: visual census, fish assemblages, marine park, Ligurian Sea

Introduzione

Il popolamento ittico di un'area marina protetta costituisce una delle componenti faunistiche sulle quali si evidenziano meglio gli effetti positivi dell'attuazione delle norme di tutela, sia in relazione all'aumento dell'abbondanza delle specie presenti, sia per la riappropriazione degli habitat costieri da parte di specie allontanatesi a causa di un'eccessiva pressione antropica (HARMELIN, 1984).

L'ICRAM, nell'ambito degli studi conoscitivi condotti sull'area marina costiera di Portofino (DIVIACCO *et al.*, 1991), ha effettuato un'indagine sul patrimonio ittico del costituendo parco impiegando una tecnica di censimento visivo subacqueo, applicabile anche dopo la messa in atto del regime di tutela; ciò al fine di disporre di osservazioni che permettano di valutare futuri cambiamenti nella composizione della fauna ittica locale (ROBERTS & POLUNIN, 1991).

L'eterogeneità strutturale degli habitats presenti nell'area di studio ha però sconsigliato l'impiego di rilevamenti condotti su transetti (HARMELIN-VIVIEN *et al.*, 1985); si è quindi preferito adottare una tecnica di censimento visivo stazionario, già sperimentata per aree coralline tropicali, dopo averla adattata alle nostre acque. Ciò allo scopo di ottenere informazioni sulla struttura qualitativa e quantitativa del popolamento ittico con l'impiego di un metodo che prevede rilevamenti selezionati in base a criteri statistici e facilmente realizzabili su fondali eterogenei, permettendo di operare agevolmente anche in tratti di costa fortemente frequentati (attività di pesca, nautica da diporto) dove normalmente l'applicazione del metodo a transetti risulta problematica.

Materiali e metodi

Il metodo impiegato da BOHNSACK & BANNEROT (1986), che si basa su rilevamenti condotti con l'impiego di attrezzatura A.R.A., è stato modificato in funzione della forte pendenza dei fondali studiati e la notevole eterogeneità dei popolamenti bentici; le stazioni di studio, corrispondenti a tratti di costa di circa 200 metri di lunghezza, sono state selezionate operando come segue:

- suddivisione della fascia marina in settori distinguibili per aspetti oceanografici e sedimentologici (tre nel caso dell'area di Portofino: fronte occidentale, meridionale e orientale); all'interno di questi, identificazione di unità ambientali sub-omogenee (insenature o tratti di mare) (DIVIACCO & TUNESI, 1992);
- allocazione casuale, nell'ambito delle singole unità ambientali, delle stazioni di campionamento in numero proporzionale alla lunghezza del tratto di costa;

- programmazione, per ogni stazione, della sequenza di rilevamenti da effettuare nel corso di un'immersione; la loro allocazione relativa è determinata con l'estrazione di numeri casuali (la direzione in base a settori di 30°, la distanza come numero di pinneggiate).

Il singolo rilevamento prevede:

- una fase iniziale di cinque minuti nella quale, dopo aver annotato il tipo di popolamento bentico che caratterizza il fondale, vengono censite tutte le specie ittiche presenti all'interno di un cilindro immaginario estendentesi dal fondo sino alla superficie, in relazione alla visibilità massima. La circonferenza di base ha il centro nel punto in cui si trova il rilevatore ed il raggio di 5 m; questa lunghezza, determinata grazie all'uso di una sagola metrata, è stata scelta considerando una visibilità media superiore ai 10 m ed in relazione a quanto rilevato da BOHNSACK & BANNEROT (1986). La registrazione delle specie viene condotta ruotando in una sola direzione; in questa fase vengono conteggiati solo gli esemplari in transito nell'area, dei quali vengono stimate anche le dimensioni;
- una seconda fase, di conteggio e stima delle dimensioni degli appartenenti alle specie censite in precedenza; il conteggio è effettuato in base a classi di abbondanza numerica (1; 2-5; 6-10; 11-30; p73 31-50; 51-100; >100) e di taglia: piccola, media, grossa, molto grossa, in relazione alle dimensioni massime raggiunte dalle singole specie (FISCHER *et al.*, 1987). Prove preliminari sono state effettuate allo scopo di uniformare i criteri di riconoscimento delle specie e di stima delle abbondanze.

Nell'ambito del presente studio sono stati effettuati dagli autori 46 rilevamenti nelle ore centrali del giorno, condotti nel periodo 8 - 12 Luglio 1991, in un intervallo batimetrico compreso tra -4 e -29 metri. Il periodo di rilevamento è stato caratterizzato da mare calmo e da una buona trasparenza delle acque; il tipo di campionamento scelto ha consentito di effettuare dai 3 ai 4 rilevamenti per immersione.

I dati relativi all'abbondanza degli appartenenti alle diverse specie sono stati elaborati mediante Analisi Fattoriale delle Corrispondenze (AFC); la significatività degli assi è stata valutata con le tavole fornite da LEBART (1975).

Risultati

La superficie di rilevamento adottata (raggio di 5m) ha permesso di ricondurre le osservazioni a tratti di fondale relativamente omogenei; nel presente studio i rilevamenti sono stati condotti su fondali caratterizzati dai seguenti tipi di popolamento: alghe fotofile - **AF** (per il quale sono stati effettuati complessivamente 16 rilevamenti), prateria di posidonia - **P** (21) e precoralligeno e coralligeno insieme - **C** (9).

Sono state censite 35 specie ittiche appartenenti a 13 famiglie (Tab.I), ottenendo un valore simile a quelli di aree protette del Mediterraneo occidentale (BELL, 1983; HARMELIN, 1987), ottenuti con l'impiego del metodo a transetti. Le famiglie più rappresentate sono risultate quella dei Labridi (12 specie) e quella degli Sparidi (9).

La ricchezza specifica è risultata maggiore lungo i versanti meridionale ed occidentale (rispettivamete 85.7% e 80% del totale delle specie censite), rispetto a quello orientale (62.8%).

Le specie ittiche censite per i fondali ad alghe fotofile sono state 29, 25 per quelli a posidonia e 27 per le stazioni con precoralligeno e coralligeno (Tab.I); la maggior ricchezza specifica riscontrata per il popolamento **AF** è principalmente ascrivibile agli appartenenti alla famiglia *Labridae*; i fondali con coralligeno sono stati invece caratterizzati da *A. anthias* e *L. bimaculatus*.

Un discorso diverso meritano i valori di abbondanza media di individui (N° di esemplari per 78,5 m^2) rilevati per i diversi settori e popolamenti bentici; infatti, pur ricordando che questi valori vanno intesi quali indici di abbondanza, piuttosto che stime di abbondanza assoluta (BOHNSACK & BANNEROT, 1986), si può rilevare che i fondali del settore orientale del monte di Portofino presentano dei popolamenti ittici meno densi (Tab.I), rappresentati da esemplari di taglia ridotta.

L'AFC è stata condotta sui dati di abbondanza relativi a 27 voci; infatti, in base al metodo impiegato, si è preferito non processare le informazioni relative alle specie criptiche ed a quelle con comportamento molto erratico (*Scomber* e *Sardina*) oltre che ad accorpare le due specie del genere *Spicara* in un'unica voce. L'AFC (i cui due primi assi sono risultati significativi con $p<0,05$) ordina i punti specie e quelli stazione secondo una distribuzione di tipo parabolico (Fig.1) che segue un gradiente funzione della profondità; l'influenza del tipo di popolamento bentico risulta modesta, probabilmente a causa della relativa contiguità dei

Tabella I: Lista delle specie censite, numero medio di esemplari per rilevamento e di esemplari censiti per i rilevamenti condotti su medesimo versante e tipo di popolamento bentico, frequenza di rinvenimento (AF = Alghe Fotofile, P = Posidonia, C = Precoralligeno e Coralligeno).

VERSANTI		OVEST			SUD				EST		
POPOLAMENTI BENTICI		AF	P	fr	AF	P	C	fr	AF	P	fr
N° RILEVAMENTI		5	10		8	3	9		3	8	
N°medio esemplari per rilevamento		164	68		111	112	157		46	57	
Deviazione Standard		*125*	*23*		*46*	*35*	*73*		*33*	*56*	
FAMIGLIA	SPECIE										
Apogonidae	1-* *Apogon imberbis* (L.)	0	1	6,6	3	0	22	20	0	0	0
Clupeidae	2- (1) *Sardina pilchardus* (Walb.)	100	0	6,6	120	0	200	20	0	0	0
Gobidae	3- * *Gobius cruentatus* Gmelin	0	1	6,6	0	0	0	0	0	0	0
Labridae	4- *Coris julis* (L.)	91	127	93	141	72	284	100	50	26	90
	5- *Labrus bimaculatus* L.	0	0	0	0	1	4	20	0	0	0
	6- *Labrus merula* L.	1	0	6,6	0	0	1	5	0	0	0
	7- *Labrus viridis* L.	1	0	6,6	0	0	1	5	0	0	0
	8- *Symphodus cinereus* (Bonnat.)	2	0	6,6	0	0	0	0	1	0	9,1
	9- *Symphodus doderleini* Jordan	0	1	6,6	1	0	1	10	1	5	27,2
	10- *Symphodus mediterraneus* (L.)	2	3	33,3	17	12	20	75	10	0	18,1
	11- *Symphodus melanocercus* (Ris.)	1	2	20,0	8	8	7	40	0	1	9,1
	12- *Symphodus ocellatus* Forsskål	24	9	46,6	9	3	4	40	0	0	0
	13- *Symphodus roissali* (Risso)	4	3	46,6	4	1	1	25	0	1	9,1
	14- *Symphodus rostratus* (Bloch)	1	1	13,3	3	2	3	35	1	0	9,1
	15- *Symphodus tinca* (L.)	3	12	53,3	18	7	1	50	7	8	54,5
Blennidae	16- * *Lipophris nigriceps* (Vinc.)	0	1	6,6	0	0	0	0	0	0	0
Mullidae	17- *Mullus surmuletus* L.	0	0	0	1	1	0	10	9	3	54,5
Scombridae	18- (1) *Scomber* sp.	0	0	0	0	0	8	5	0	0	0
Pomacentridae	19- *Chromis chromis* (L.)	360	225	100	438	190	540	95	88	206	72,7
Scorpaenidae	20- * *Scorpaena porcus* L.	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0
Serranidae	21- *Anthias anthias* (L.)	0	0	0	0	0	28	5	0	0	0
	22- *Serranus cabrilla* (L.)	3	7	46,6	13	14	33	100	4	3	45,4
	23- *Serranus scriba* (L.)	16	13	86,6	9	7	9	70	0	7	45,4
Centracantidae	24- (1) *Spicara maena* (L.)	0	4	6,6	4	8	159	30	1	1	18,1
	25- (1) *Spicara smaris* (L.)	0	0	0	0	0	20	5	1	0	9,1
Sparidae	26- *Boops boops* (L.) (1)	0	48	20,0	40	0	40	10	0	26	36,3
	27- *Diplodus annularis* (L.)	11	39	86,6	2	6	1	30	2	24	63,6
	28- *Diplodus sargus sargus* (L.)	17	33	66,6	10	2	1	30	1	21	27,2
	29- *Diplodus vulgaris* (Geoff. S.H.)	26	28	60,0	12	2	12	35	9	20	90,9
	30- (1) *Oblada melanura* (L.)	52	28	33,3	0	0	0	0	0	0	0
	31- *Pagellus erythrinus* (L.)	0	2	6,6	0	0	0	0	0	4	27,2
	32- *Pagrus pagrus pagrus* (L.)	0	0	0	8	0	8	15	0	0	0
	33- *Sarpa salpa* (L.)	103	40	33,3	32	0	0	10	0	56	9,1
	34- *Spondyliosoma cantharus* (L.)	3	5	33,3	0	0	3	10	0	2	18,1
Tripterygiidae	35- **Tripterygion tripteronotus*(Ris.)	1	1	13,3	0	1	1	10	0	1	9,1
	N° TOTALE SPECIE	21	24		22	16	27		14	18	

fr = Frequenza di rinvenimento relativa ai rilevamenti di ogni settore
* = Specie criptica
(1) = Specie erratica, categoria 1 (HARMELIN, 1987)

popolamenti bentici considerati nell'area oggetto di studio che permette a diverse specie ittiche di essere presenti con spostamenti ridotti su fondali caratterizzati da popolamenti bentici ben distinti.

I dati sulle composizioni di taglia, per i quali sono in corso ulteriori approfondimenti, indicano per alcune specie una netta dominanza delle classi giovanili, come nel caso degli sparidi.

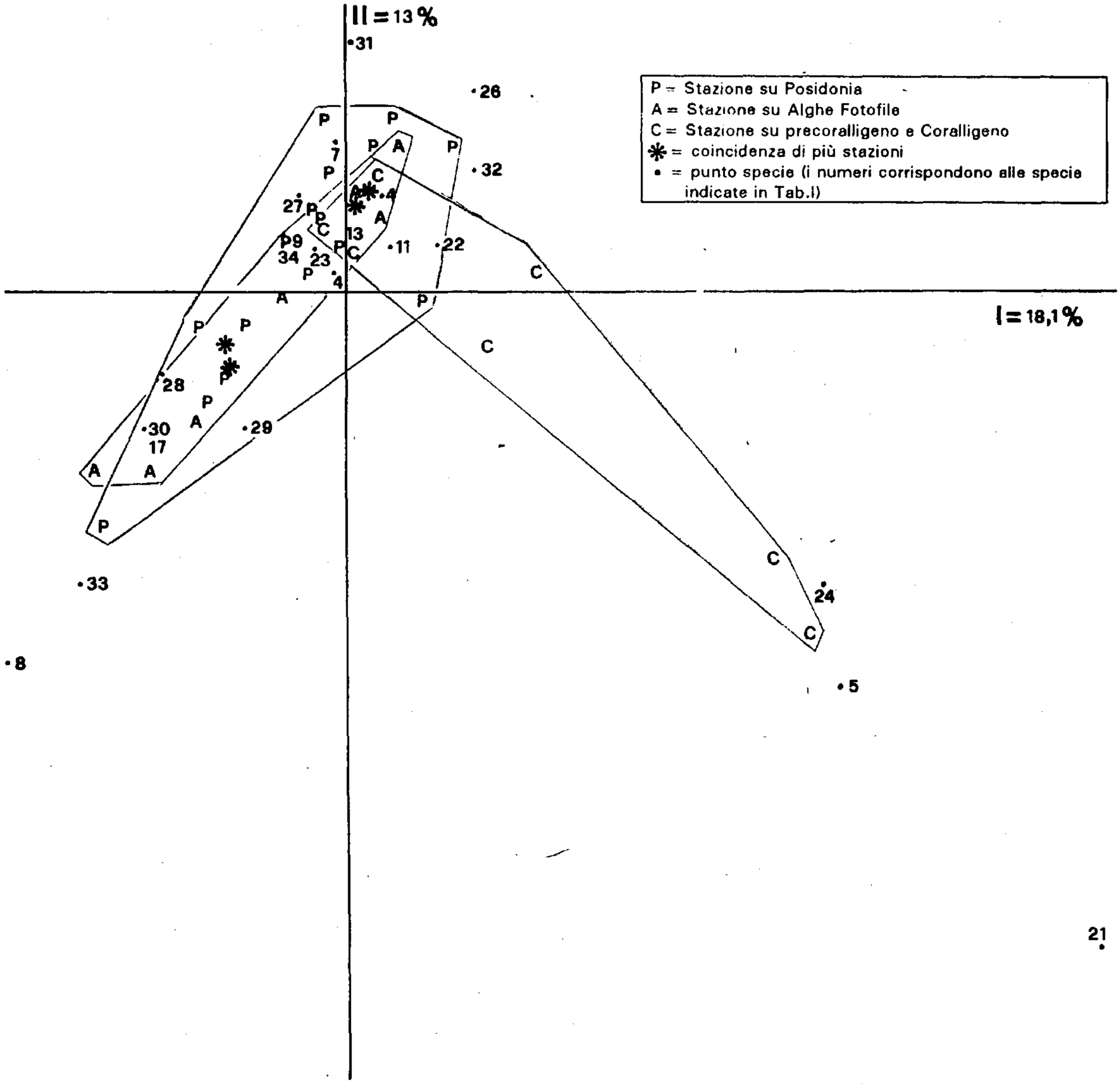


Figura 1: Modello di ordinamento sul piano dei primi due assi fornito dall'AFC; la percentuale della varianza totale è indicato per ogni asse.

Discussione

La tecnica di censimento visivo stazionario impiegata con il presente studio ha permesso l'effettuazione di rilevamenti su fondali eterogenei, in aree costiere soggette a rilevanti attività nautiche diportistiche e di pesca ed ha permesso l'acquisizione di dati sulle specie ittiche necto- bentiche appartenti alle categorie **2, 3, 4** e **5** proposte dalla classificazione elaborata da HARMELIN (1987). Va ricordato che il metodo applicato non ha come obiettivo la stesura di un inventario completo delle specie presenti su di un tratto di fondale, non proponendosi di essere esaustivo per quanto riguarda il censimento delle specie criptiche.

L'analisi fattoriale delle corrispondenze evidenzia la presenza di un importante gruppo di specie, comune ai diversi settori ed ambienti considerati, che grava intorno a *C. chromis* e *C. julis* (abbondanti in quasi tutti i rilevamenti). Da questa trama si distaccano quelle specie che hanno presentato maggiore fedeltà a singoli popolamenti bentici: *S. cinereus* per le alghe fotofile, i giovani di *P. erythrinus* per la posidonia e *A. anthias* e *L. bimaculatus* peri popolamenti del precoralligeno e coralligeno.

Le informazioni raccolte con il presente studio hanno permesso di rilevare per l'area di Portofino una ricchezza del popolamento ittico assimilabile a quella registrata in aree marine protette del Mediterraneo occidentale (BELL, 1983); i dati relativi alle distribuzioni per taglie indicano invece che le specie attualmente oggetto di pesca (quali gli sparidi stanziali) sono rappresentate prevalentemente da forme giovanili. Questa situazione permette di ipotizzare una risposta positiva di queste specie alla messa in atto di misure di salvaguardia (PLAN DEVELOPMENT TEAM, 1990).

Summary

Considering the establishment of the marine park of Portofino (Ligurian Sea) preliminary investigations were performed in the area. In order to assure compatibility with the next conservation measures, a visual census technique was applied as a non-destructive method to gather informations on local fish assemblages. Rather than a transect technique, because of the heterogeneity of the local benthic assemblages, we adapted a stationary visual census technique (based on censuses in randomly selected stationary points) to the mediterranean condictions.

The preliminary survey showed the presence of an highly diversified ichthyofauna but typical aspects of overfishing were also evident; conservation measures would have positive effects in the restoration of the local fish assemblage structure.

Bibliografia

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. *Journal of Applied Ecology*, **20**: 357-369.

BOHNSACK J.A., BANNEROT S.P., (1986) - A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. *NOAA Technical Report NMFS*, **41**: 1-15.

DIVIACCO G., TUNESI L., (1992) - Criteri naturalistici nella realizzazione di aree protette marine. In: "*Pianificazione e progettazione delle riserve marine*", Consorzio Pelagos Ed., Roma: 33-43.

DIVIACCO G., MARINI L., TUNESI L., (1991) - Parco marino di Portofino: criteri metodologici per la stesura della proposta di zonazione. *Oebalia*: in stampa.

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M., (1987) - *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. II. Vertébrés.* FAO, Rome, **2**: 761-1530.

HARMELIN J.G., (1984) - Suivi des peuplements icthylogiques du Parc National de Port Cros (Miditerranie, France). Mise en place d'un inventaire periodique. *Trav. sci. Parc nation. Port Cros*, **10**: 165-168.

HARMELIN J.G., (1987) - Structure et variabilité de l'ichtyofaune d'une zone rocheuse protégée en Méditerranée (Parc national de Port-Cros, France). *Mar. Ecol.*, **8** (3): 263-284.

HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABI 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.

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.

PLAN DEVELOPMENT TEAM, (1990) - The potential of marine fishery reserves for reef fish managenent in the U.S. Southern Atlantic. *NOAA Technical Memorandum*, **NMFS-SEFC-261**: 1-40.

ROBERTS C.M., POLUNIN N.V.C., (1991) - Are marine reserves effective in management of reef fisheries? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **1**: 65- 91.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 361-362

A. CAU, P. ADDIS, R. COMUNIAN, I. LENZA, L. SATTA, A. VERONA
Dip. Biol. Anim. ed Ecol., Univ. - V.le Poetto, 1 - 09126 Cagliari.

CONSIDERAZIONI SU QUATTRO ANNI DI "FERMO BIOLOGICO" NEI MARI CIRCOSTANTI LA SARDEGNA

Rest of fishing activity in the Mediterranean sea

Abstracts

Even though the rest of fishing activity (1988-91) has not reduced the fishing effort, it has notwithstanding, allowed the protection of the youthful forms, with the consequent increase in the capturès range.

Key-words: Trawl, fishing effort, Thyrrenian sea

Si stima che le risorse demersali Mediterranee nella loro globalità siano sovrasfruttate, in particolare quelle dei paesi così detti "industrializzati" (Oliver 1983). Per porvi rimedio, fra le tante misure proposte a livello nazionale, è stato introdotto il "fermo biologico" per limitare e regolamentare lo sforzo di pesca esercitato con le reti da traino.

Tale provvedimento è stato effettuato per tre anni consecutivi (1988- 90) nella Penisola mentre in Sardegna e Sicilia è continuato anche nel 1991.

Il periodo qui considerato va dal 1985 al 1991 e si riferisce sulle variazioni dello sforzo di pesca, dei rendimenti relativi negli anni prima (Cau et Al., 1988) e durante il fermo di pesca (Ardizzone, Cau, 1990).

Lo sforzo di pesca (S.F.Z.) è stato valutato mediante la stima della relazione lineare che lega lo sforzo al tonnellaggio (T.S.L.), alla potenza del motore (H.P.A.) dell'imbarcazione ed al tempo (ore=h) che questa trascorre in attività di pesca.

$$S.F.Z. = [T.S.L. * HPA^{1/2} * h]^{1/2}$$

ove:
S.F.Z. = Sforzo di pesca totale
HPA = Forza motrice
T.S.L. = Tonnellaggio di stazza lorda complessiva
h = ore di pesca stimate

Lo sforzo di pesca (S.Z.F.) è stato calcolato per le sole imbarcazioni sarde che operano nei mari circostanti la Sardegna. Tali imbarcazioni sono state suddivise in quattro classi di stazza lorda (T.S.L.<=10; 10<T.S.L.<=50; 50<T.S.L.<=100; T.S.L.>100) e per ciascun anno è stato conteggiato e considerato il tempo medio di pesca per ogni classe di T.S.L..

Fra il 1985-91 l'S.F.Z. non mostra notevoli variazioni (Fig.1).

In teoria fra il 1988 e il 1991 si sarebbe dovuto assistere ad un decremento dello sforzo di pesca in seguito ad una riduzione dell'attività di pesca (45 giorni). In realtà le giornate lavorative in tale periodo sono risultate uguali se non superiori a quelle registrate negli anni precedenti. Ciò è dovuto ai fattori meteo- marini in quegli anni particolarmente favorevoli (Cfr.fig.1).

Ciò nonostante l'elaborazione dei dati ottenuti dai "trawls surveys" mostra che l'applicazione di detta misura ha apportato, per i mari considerati, degli apparenti benefici effetti.

La Fig. 1 evidenzia una significativa ripresa nelle rese medie (Kg/h) annuali del genere *Mullus*, fra il 1987 (ca 2.5 Kg/h) ed il 1991 (ca 9 Kg/h). Tuttavia tali incrementi potrebbero essere dovuti alle variazioni cicliche che, in particolare, le specie demersali tirreniche hanno.

In definitiva gli effetti del fermo di pesca sono stati positivi, anche se in realtà si è avuta la sola una protezione delle forme giovànili e non un'effettiva riduzione delle catture. Tali effetti sono più evidenti in quel-

le specie a ciclo vitale breve e si iniziano ad intravedere anche nelle specie a ciclo vitale relativamente lungo (Fig. 1).

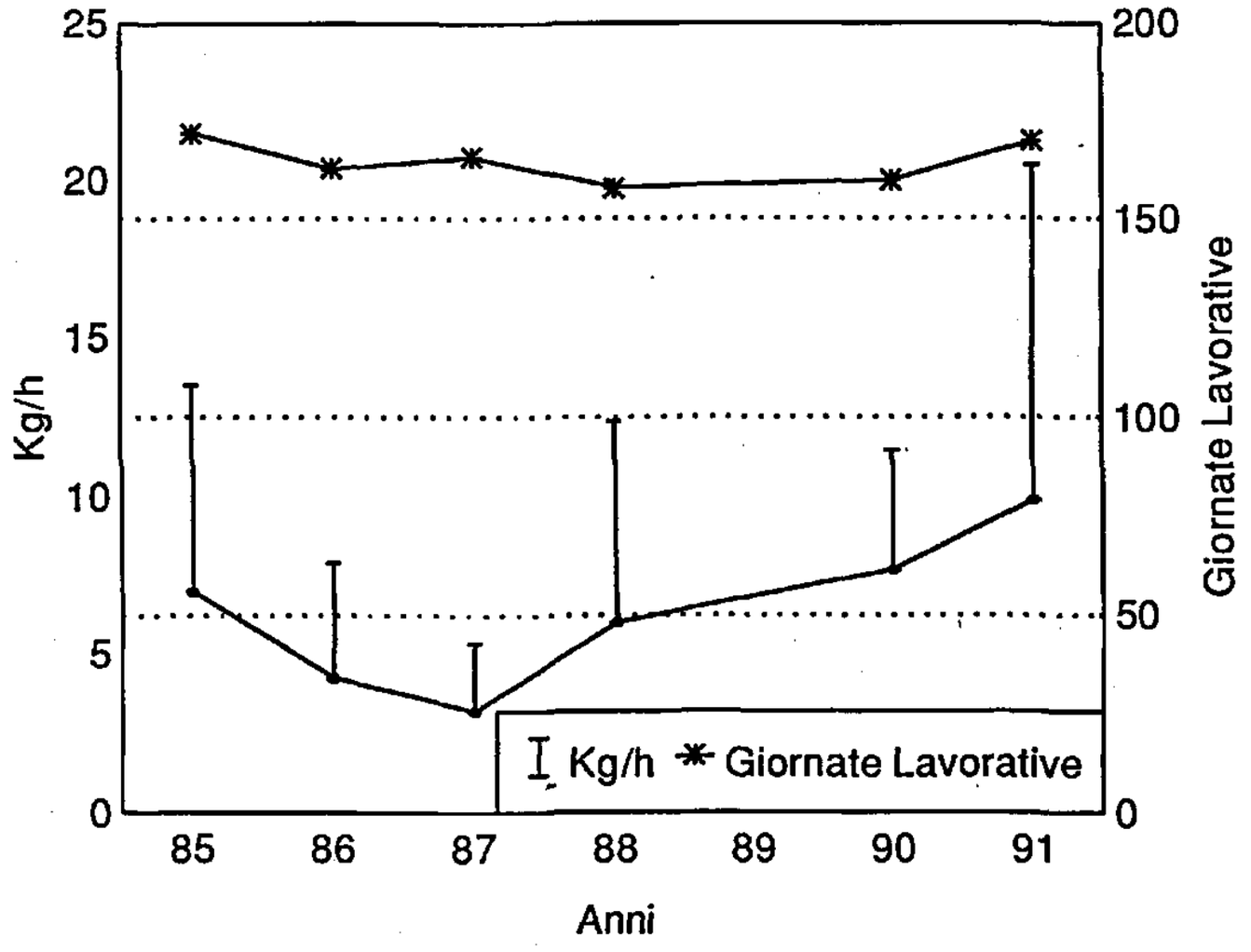


Fig. 1 - Andamento delle rese medie annuali in *Mullus* e numero di giornate lavorative per anno.

Opere citate

ARDIZZONE G., CAU A., (1990) - Modelli di dinamica di popolazione basati su dati di pesca sperimentale: prime valutazioni sugli stati degli stocks di *Merluccius merluccius* (L.) del Tirreno centrale. *Oebalia*, **XVI-1**: 235-244.

CAU A., DAVINI M.A., DEIANA A.M., PACI S., RATTU F., (1988) - Risultati preliminari sulla valutazione delle risorse dersali nei mari circostanti la Sardegna nell'anno 1985. *Atti C.N.R.*: 1371-1410.

OLIVER P., (1983) - Les ressources halieutiques de la Méditerranée Première partie: Méditerranée occidental. *Etud. Rev. Cons. Gen. Pêches Méditerr.*, **(59)**: 135 p.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 363-364

L. CANNIZZARO, G. GAROFALO, M. SCALISI
Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo

PAGELLUS ERYTHRINUS DISTRIBUZIONE SPAZIO-TEMPORALE

Space-time distribution of *Pagellus erythrinus*

Abstract

Areas of the Sicilian Channel mostly populated by youngs, immatures and adults of Pagellus erythrinus were investigated seasonally.

Key-words: Trawl surveys, space-time distribution, principal component analysis.

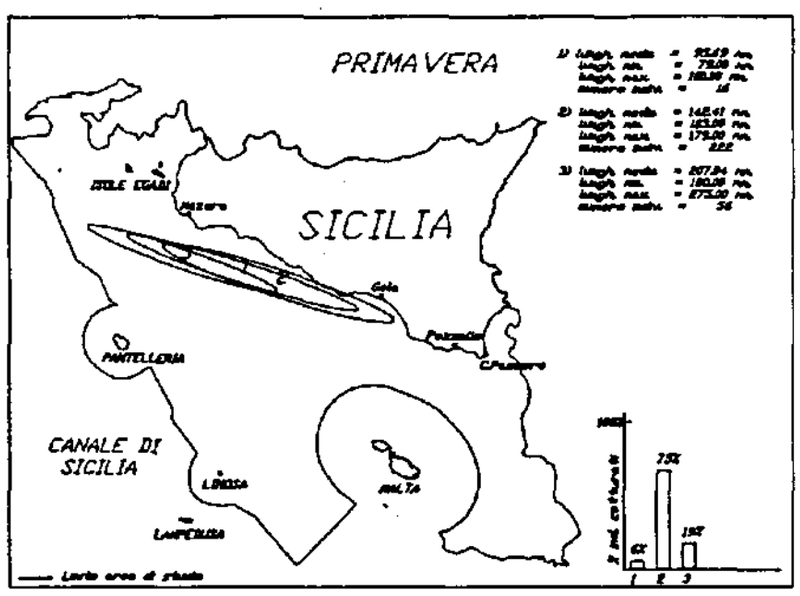
Tra il 1986 ed il 1987 sono stati condotti stagionalmente nel Canale di Sicilia quattro trawl surveys per un totale di circa 275 ore di cala secondo un campionamento casuale stratificato. Uno degli obiettivi più importanti dei trawl surveys è lo studio della distribuzione e dell'abbondanza delle popolazioni stazionarie nell'area di studio.

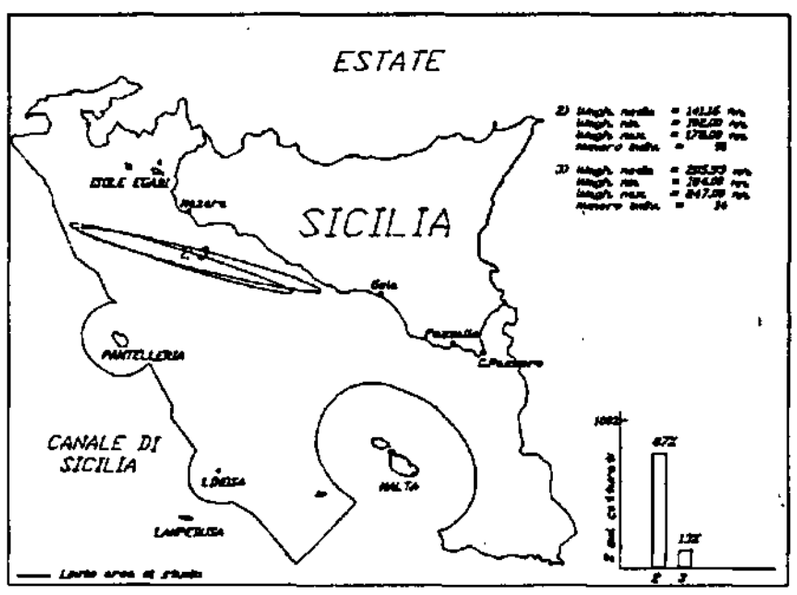
Obiettivo di questo lavoro è individuare le aree di preferenza nelle quattro stagioni dei giovani di lunghezza minore di 10 cm, degli immaturi di lunghezza compresa tra 10 cm e 18 cm e degli adulti di lunghezza maggiore di 18 cm di *Pagellus erythrinus*.

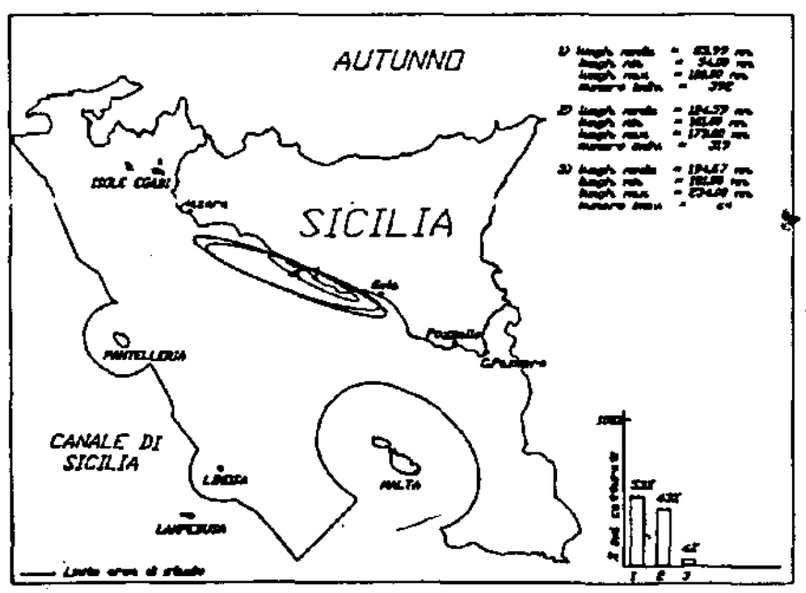
Lo studio qui proposto, realizzato mediante metodologie statistiche classiche, deve essere considerato un approccio iniziale sia dal punto di vista analitico che metodologico al problema delle distribuzioni spazio- temporali delle specie ittiche.

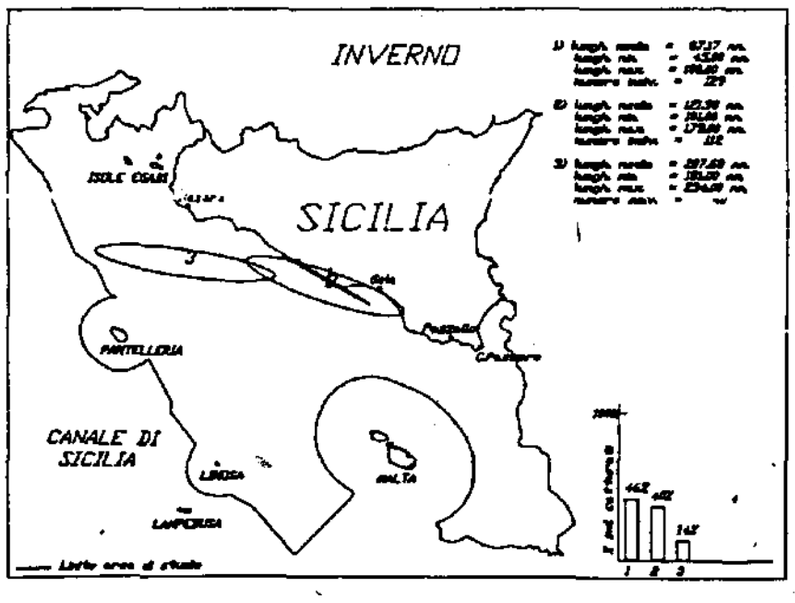
Per identificare gruppi di esemplari più omogenei per localizzazione geografica è stata effettuata una cluster analysis su: lunghezza dell'esemplare, coordinate geografiche e profondità della cala in cui l'esemplare è stato catturato. Per ognuno di questi tre gruppi è stata effettuata la Principal Component Analysis (PCA) sulle coordinate geografiche di ogni cala, pesate con l'ammontare della cattura in numero di esemplari in quella cala. Per rappresentare la distribuzione spaziale dei tre gruppi è stata costruita una ellisse per gruppo centrata nell'origine di un nuovo sistema di assi definito mediante PCA ed avente come semiassi maggiore e minore la radice quadrata del primo e del secondo autovalore della matrice di varianze e covarianze. Sono state così realizzate mediante plotter mappe e istogrammi che rappresentano distribuzioni stagionali e abbondanze relative in numero di esemplari per classe di età.

Le figure mostrano le zone prevalentemente frequentate dai tre gruppi nelle varie stagioni. In autunno i giovani costituiscono il 53% del totale e sono concentrati maggiormente nella metà orientale del tratto di mare antistante la costa tra Mazara e Gela mentre gli immaturi e gli adulti stazionano prevalentemente in tutto il suddetto tratto di mare. In inverno i giovani e gli immaturi stazionano nella stessa area dell'autunno e costituiscono rispettivamente il 46% ed il 40% del totale. Gli adulti invece si sono allontanati dalla costa e occupano prevalentemente la zona centrale del tratto di mare tra Mazara e Pantelleria, zona in cui stazioneranno ancora per tutta la primavera e l'estate. In primavera i giovani sono solo il 6% e gli immaturi il 75%. In questa stagione sembra che giovani e immaturi si spostino verso la zona abitata dagli adulti. In estate i giovani non sono presenti, gli immaturi che costituiscono l'87% della popolazione convivono con gli adulti. Il metodo proposto può essere definito "metodo freddo" cioè puramente matematico: è tuttavia possibile migliorare la precisione nella definizione delle aree di distribuzione per classi di età introducendo informazioni biologiche ed ecologiche.


PRIMAVERA
SICILIA
ISOLE EGADI
PANTELLERIA
CANALE DI SICILIA
LAMPEDUSA
MALTA
Linea area di studio


ESTATE
SICILIA
ISOLE EGADI
PANTELLERIA
CANALE DI SICILIA
LAMPEDUSA
MALTA
Linea area di studio


AUTUNNO
SICILIA
ISOLE EGADI
PANTELLERIA
CANALE DI SICILIA
LAMPEDUSA
MALTA
Linea area di studio


INVERNO
SICILIA
ISOLE EGADI
PANTELLERIA
CANALE DI SICILIA
LAMPEDUSA
MALTA
Linea area di studio

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 365-366

A. POTOSCHI, G. CAVALLARO, P. STURIALE, G. LO DUCA, A. CEFALI
Dipartimento di Biologia animale ed Ecologia marina - Università di Messina

DISTRIBUZIONE BATIMETRICA, RENDIMENTI DI PESCA ED ACCRESCIMENTO DI *MULLUS BARBATUS* L. 1758 NEL GOLFO DI PATTI (MESSINA)

Key-words: *Mullus barbatus*, distribution, growth, Southern Tyrrhenian.

Durante gli anni 1990-91 sono state condotte, stagionalmente, campagne di pesca a strascico nel golfo di Patti (Me) per la cattura di Mullus barbatus L. 1758, su fondali compresi fra 10 e 200 metri di profondità. I rendimenti medi (g/h) sono risultati in Primavera più abbondanti fra 0 e 100 metri, in Estate fra 0 e 50 metri(fig.1).

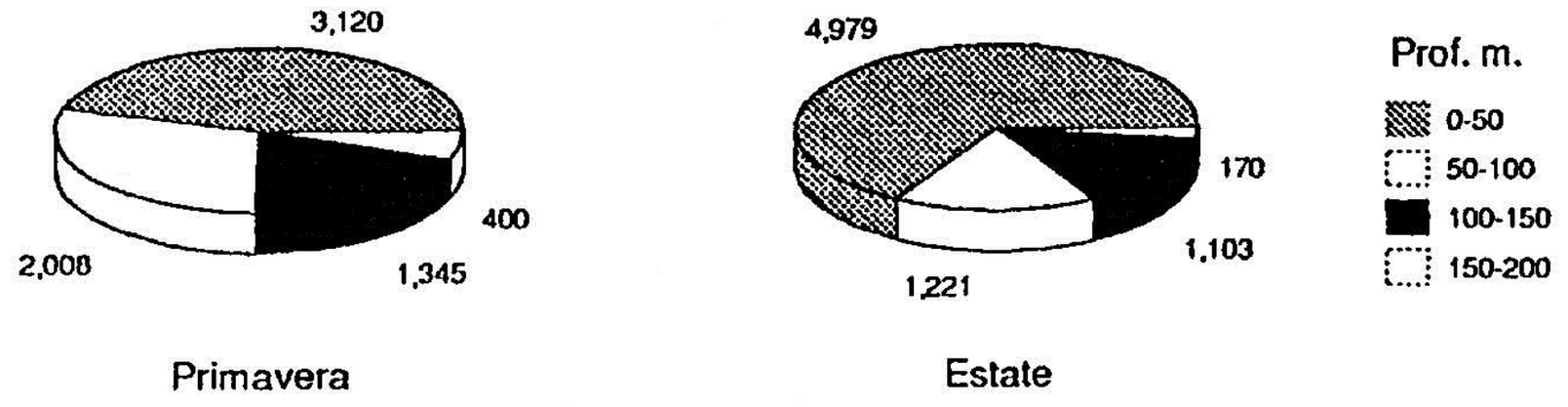


Fig. 1 - Valori medi dei rendimenti (g/h)

Da un primo esame sulle taglie degli individui catturati, si è effettuato un confronto con i dati raccolti negli anni precedenti, al fine di valutare eventuali variazioni dopo il D.R. del 31.05.1990, che ha vietato l'attività di pesca a strascico nel Golfo(figg.2- 3).

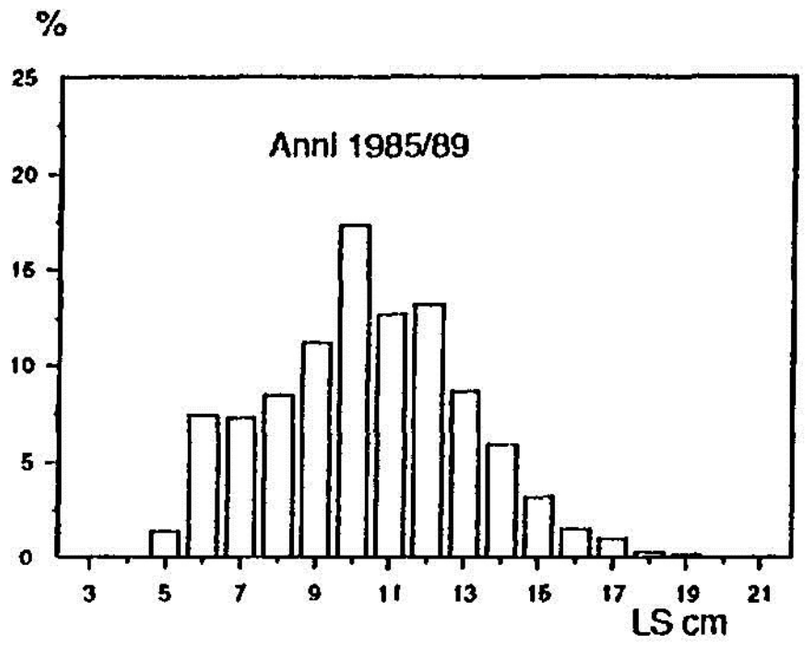


Fig. 2

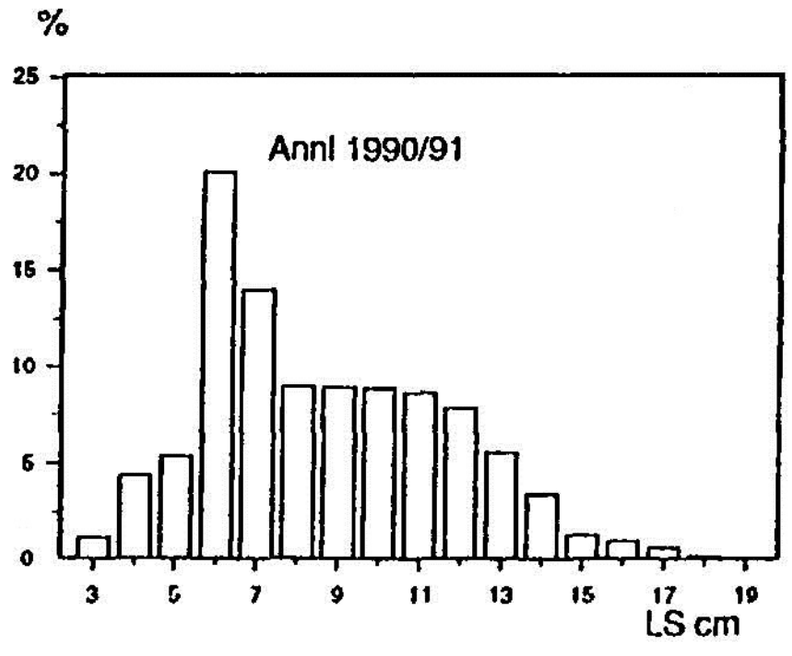


Fig. 3

Tab. 1

Età	N°	%	LS cm
0	3108	55.17	6.9
1	497	25.32	10.6
2	180	9.17	12.7
3	95	4.84	13.8
4	63	3.21	14.8
5	17	0.87	16.0
6	13	0.66	16.8
7	15	0.76	17.9

Dal confronto si nota che nelle catture degli ultimi due anni,è aumentata la percentuale degli individui con taglie comprese tra 6 ed 9 cm di LS.

L'età, determinata attraverso la lettura delle sagitte ha permesso di individuare 8 classi così come riportato in tabella 1, dove si evidenzia che le classi maggiormente rappresentate sono quelle comprese tra 0 ed 1.

L'accrescimento, in accordo con altri Autori, per altre zone del Mediterraneo, risulta diversificato nei due sessi in quanto le femmine raggiungono parametri di crescita maggiori (Tab.2).

Tab. 2

Autori	Area	Sesso	L∞	K	t^0
Andaloro F.	Canale	F	24.55	0.225	-2.00
Prestipino S.	Sicilia	M	23.39	0.158	-2.84
Gharbi H.	Tunisia	F	20.46	0.500	-0.04
Ktari M.H.		M	18.09	0.497	-0.17
Livadas R.J.	Cipro	F	28.40	0.180	-1.10
		M	22.00	0.240	-1.20
Presente	Golfo	F	22.89	0.150	-3.41
Lavoro	Patti	M	19.07	0.260	-2.29

Le curve di accrescimento, calcolate per entrambi i sessi e confrontate con quelle riportate dagli Autori indicati in Tab.2, mostrano che fino al terzo anno di età non esistono sostanziali differenze nell'accrescimento. Oltre il terzo anno di vita risulta, invece, che gli individui del Golfo di Patti hanno un accrescimento medio leggermente inferiore (Figg.4- 5).

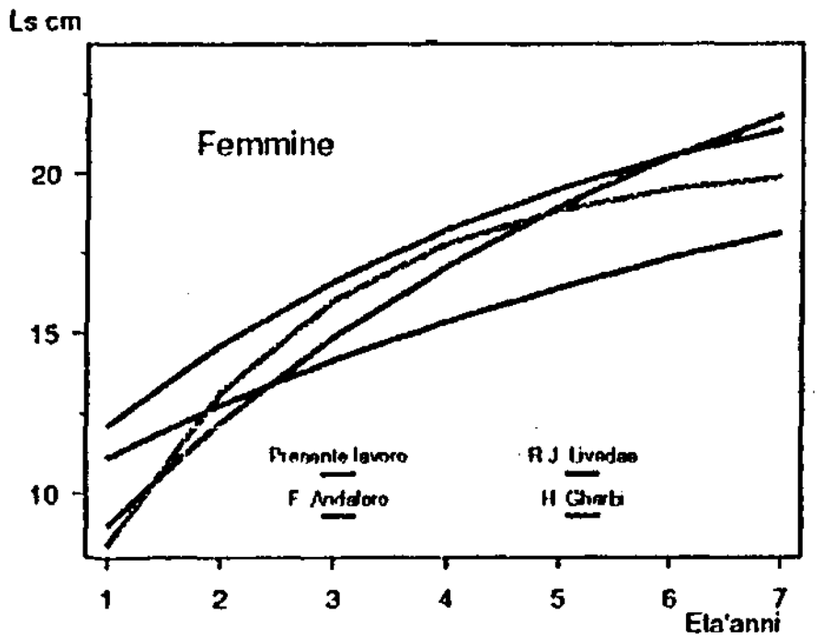


Fig. 4

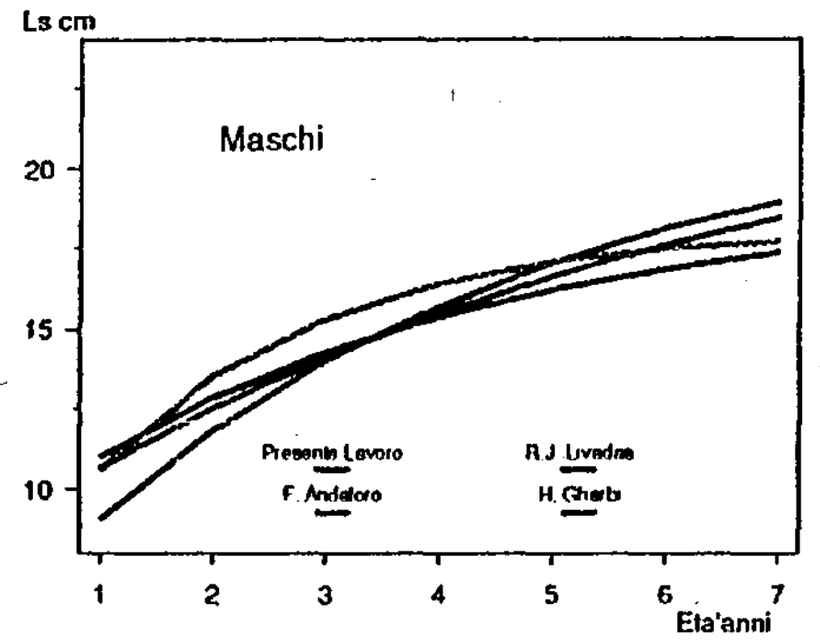


Fig. 5

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 367-368

G. RIVAS, S. RAGONESE, S. CAMPAGNUOLO, P. JEREB
ITPP-CNR, Via Luigi Vaccara 61, 91026 Mazara del Vallo, TP

PRELIMINARY MORPHOMETRIC ANALYSIS ON *SPHOEROIDES CUTANEUS* GUNTHER, 1870 (PISCES, TETRAODONTIDAE) OF THE SICILIAN CHANNEL (CENTRAL MEDITERRANEAN SEA)

Sphoeroides cutaneus in the Sicilian Channel

Abstract

Information on the distribution and morphometric features of the pufferfish Sphoeroides cutaneus Gunther, 1870 in the Sicilian Channel is reported. Results indicate the existance of a well established population which is in rapid diffusion.

KEY-WORDS: - *Sphoeroides cutaneus* - Morphometry - Mediterranean Sea.

Introduction

Tetraodontidae are circumtropical, littoral, medium sized fishes inhabiting the world oceans, better known as "puffers" or "swellfishes" after their ability to inflate the body (Shipp, 1974). *S. cutaneus* (Fig. 1) is easily identified among other puffers due to its characteristic smooth skin (Shipp, 1974). It is a very recent introduction in the Mediterranean Sea (Oliver, 1981; Vacchi & Cau, 1985; 1986), and particularly in the Sicilian Channel, where it seems to undergo a phase of rapid diffusion (Ragonese et al., 1992).

In this paper results of the morphometric analysis made on specimens from the Sicilian Channel are reported and compared with those reported in Vacchi & Cau (1986).

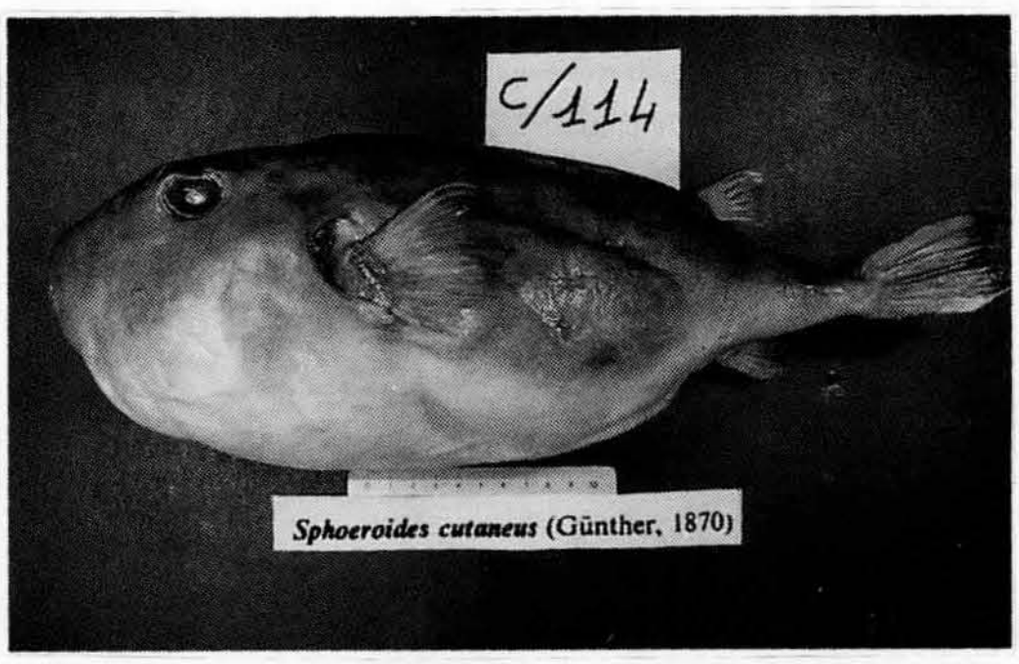


Fig. 1 - *S. cutaneus*, female TL = 39 cm.

Material and methods

A sample of 140 specimens from the Sicilian Channel was examined. Total length (TL), the orbital diameter (OO'), the interorbital distance (OO) and the snout length (UO) were measured (mm), following Holden and Raitt (1974). OO', OO and UO were then rapported to TL, in order to calculate indexes (% of TL). Minimum and maximum value of each index together with the mean and standard deviation were also computed for the whole sample. Mean values (individual when only a single specimen was available for a certain length class) were then related to the length classes (width = 1 cm).

The omologous indexes computed utilizing Vacchi and Cau (1986) data were compared with those obtained by the authors.

Results

Morphometric indexes resulted as follows:

	MIN	MAX	MEAN	SD
OO'	4	9	6.71	0.896
OO	10	20	14.5	2.29
UO	9	19	13.4	1.78

A certain homogeneity between different length classes evinced (Fig. 2). Comparison with the homologous indexes (Vacchi & Cau, 1986) did not show any systematic discrepancy. Lower length classes (TL = 12-13 cm) showed higher values. This is probably due to the presence of only one or few specimens for each of class, in addition to the actual difficulty in taking these kind of measurements (Vacchi & Cau, 1986). However, a slight growth disharmony in subadults and adults was already noticed for the atlantic population (Shipp, 1974).

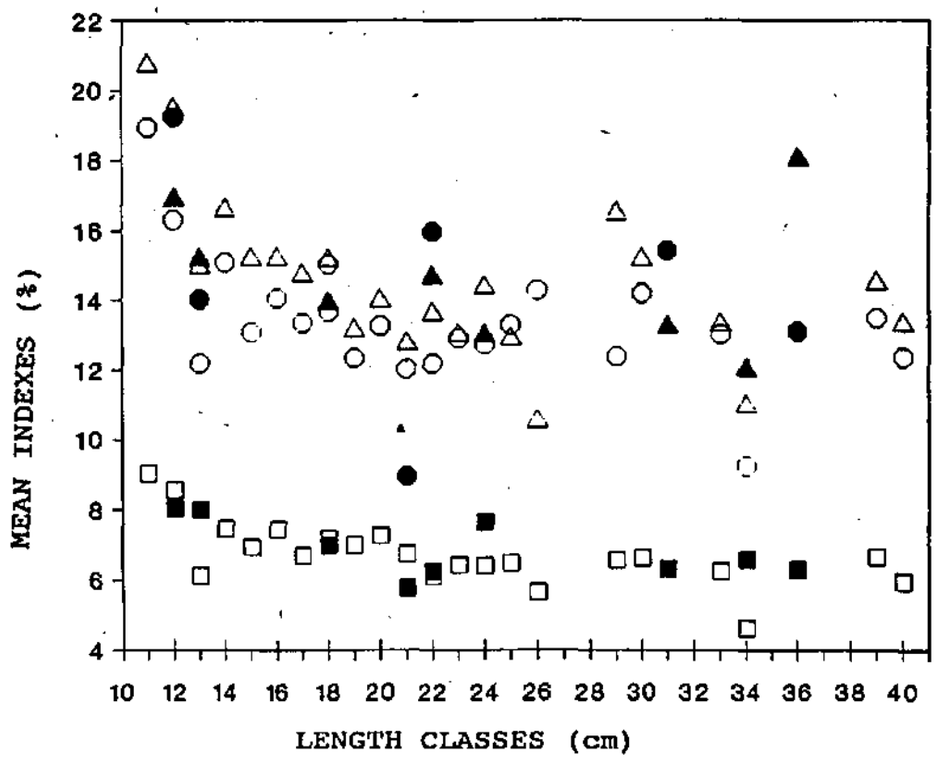


Fig. 2 - Mean indexes for length classes. SQUARE = Orbital diameter; TRIANGLE = Interorbital distance; OCTAGON = Snout length. Solid Symbols: individual values from Vacchi

Discussion and conclusions

S. cutaneus was supposed to enter the Mediterranean through Gibraltar Strait (Oliver, 1981). Following the superficial atlantic currents, it would spread eastward trough the Western basin, reaching the Central Mediterranean. Records of the species in the Eastern Mediterranean are lacking (Fredy & Maurin, 1987), which is against the possibility of a Lessepsian migration (Por, 1978).

Sphoeroides cutaneus was reported by fishermen in the waters off the african coasts since the beginning of the eighties and recorded for the first time in the Sicilian Channel in 1985 (Vacchi & Cau). After that nevertheless, records of this puffer in the southern sicilian waters and around Malta became more and more frequent (Ragonese et al., 1992).

The morphometric analysis did not show any peculiar difference between the Sicilian Channel population and those from other areas. This is in agreement with the hypothesis of the affinity between the mediterranean and the atlantic populations (Oliver, 1981).

Our results confirm the existance of a very well established population of *Sphoeroides cutaneus* within the Sicilian Channel, as previously stated (Vacchi & Cau, 1986). More over a strong homogeneity with the Atlantic and Western Mediterranean population is confirmed.

Acknowledgement

Our deepest thanks to all local fishermen, who made it possible to do this work with their actual contribution. In particular we wish to thank Captains Giacalone, Ginnastica, Giunta and Ingargiola.

References

FREDJ, G., MAURIN, C. (1987) - *CYBIUM*, 11(3): 217-299.
HOLDEN, M.J., RAITT, D.F.S. (1974). *FAO Fish. Tech. Pap.*, 115, Rev.1: 214 pp.
OLIVER, P. (1981) - *Boll. Inst. Espa. Oceano.*, VI, 3(304): 59-64.
POR, F.D. (1978) - Springer-Verlag, Berlino: 228 pp.
RAGONESE, S., RIVAS, G., JEREB, P. (1992) - *Rapp.Comm. int. Mer Medit:*, ***33*** (in press).
SHIPP, R. (1974) - *Pub. Gulf Coast Res. Lab. Mus.*, 4:163 pp.
VACCHI, M., CAU, A. (1985) - *Rapp. Comm. int. Mer Mèdit.*, ***29***, 8.
VACCHI, M., CAU, A. (1986) - *CYBIUM*, X(2): 199-203.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 369-370

G. CAVALLARO, A. POTOSCHI, G. LO DUCA, P. STURIALE
Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina -Università di Messina

CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DI ALCUNI ASPETTI DELLA BIOLOGIA DI *GYMNAMMODYTES CICERELLUS* (RAF. 1810)

Key-words: Gymnammodytes cicerellus, biology.

G. cicerellus (Raf. 1810) è frequente nella pesca litorale delle marinerie di Sicilia. Sfruttando le catture della pesca commerciale, l'analisi è stata condotta su 741 individui nell'arco di un anno. La prima maturità sessuale per entrambi i sessi cade dopo il primo anno di età. La riproduzione inizia nel tardo autunno e finisce a primavera inoltrata. Con i parametri morfometrici e ponderali e con l'età si sono calcolate le curve di crescita per entrambi i sessi.

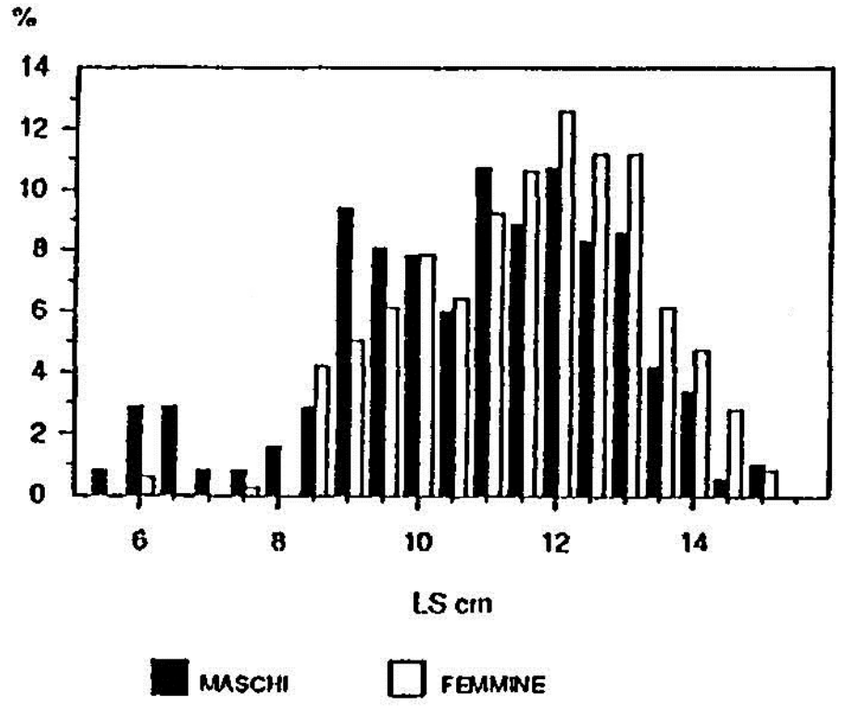


Fig. 1 - Distribuzione % delle taglie

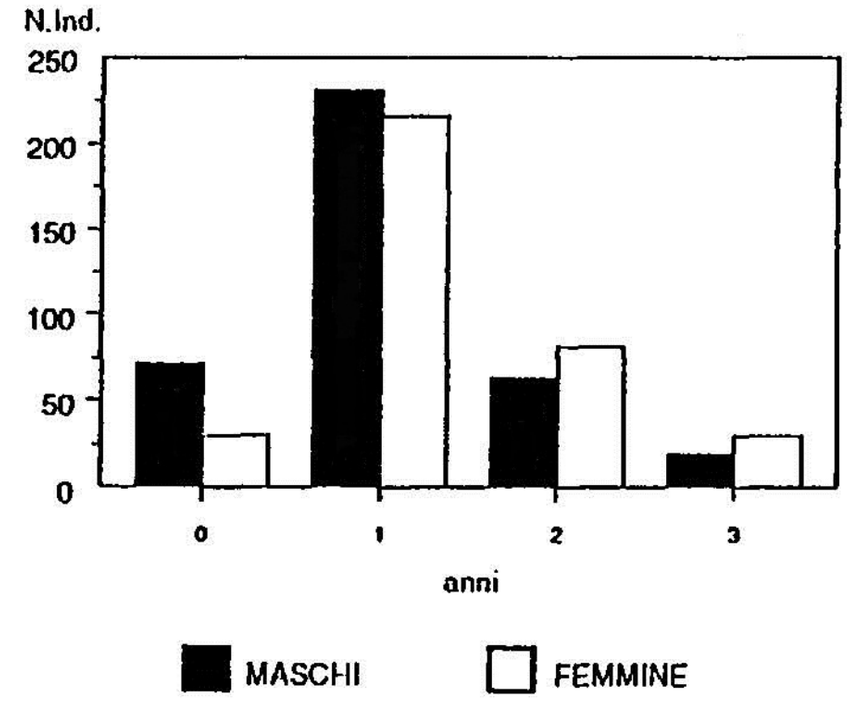


Fig. 2 - Distribuzione % classi d'età

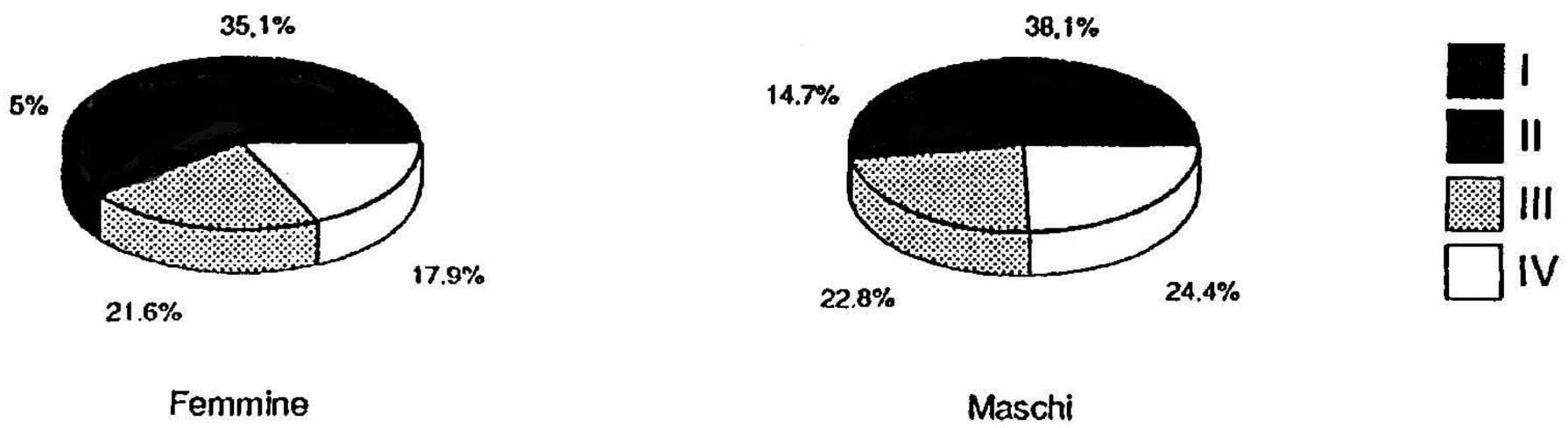


Fig. 3 - Stadi maturativi delle gonadi

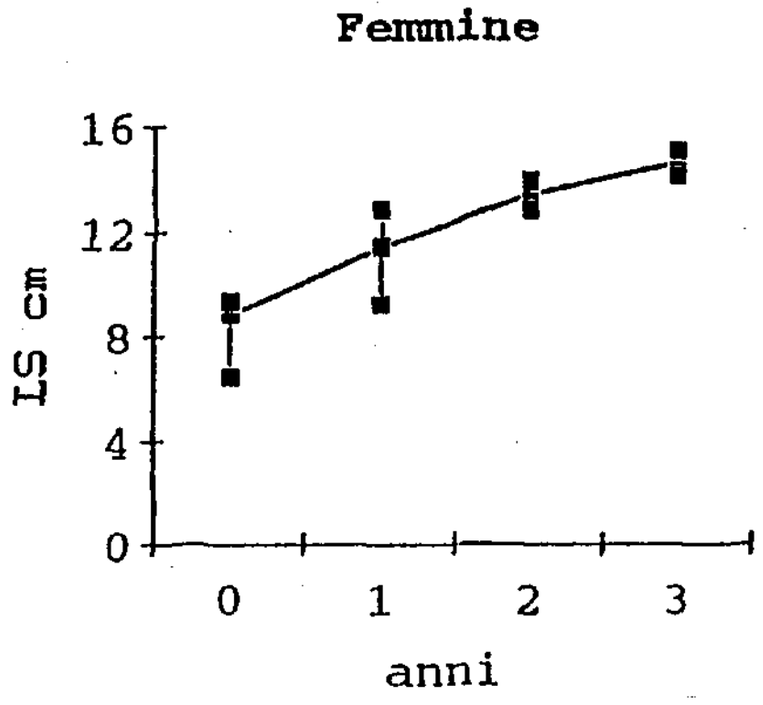


Fig. 4 - Intervalli di Ls per età

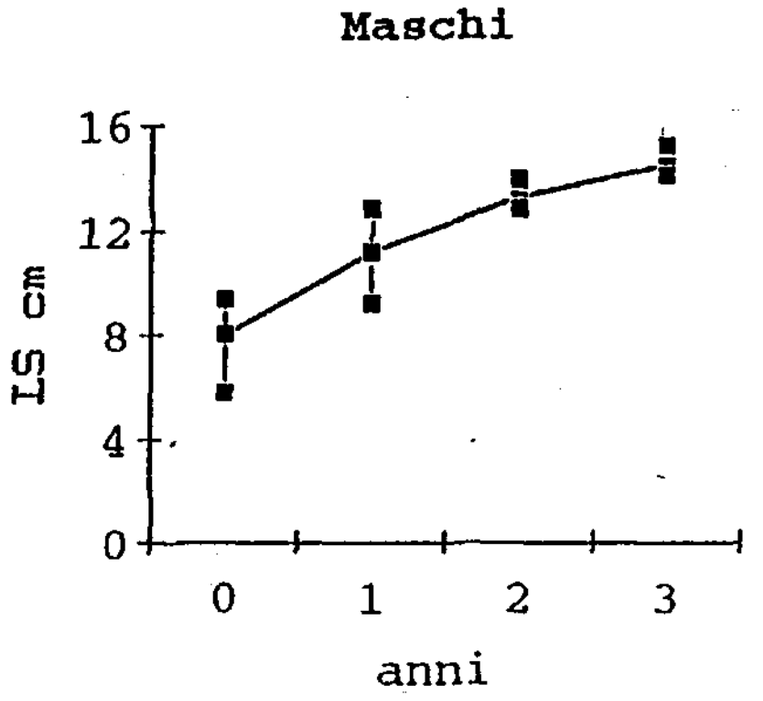


Fig. 5 - Intervalli di Ls per età

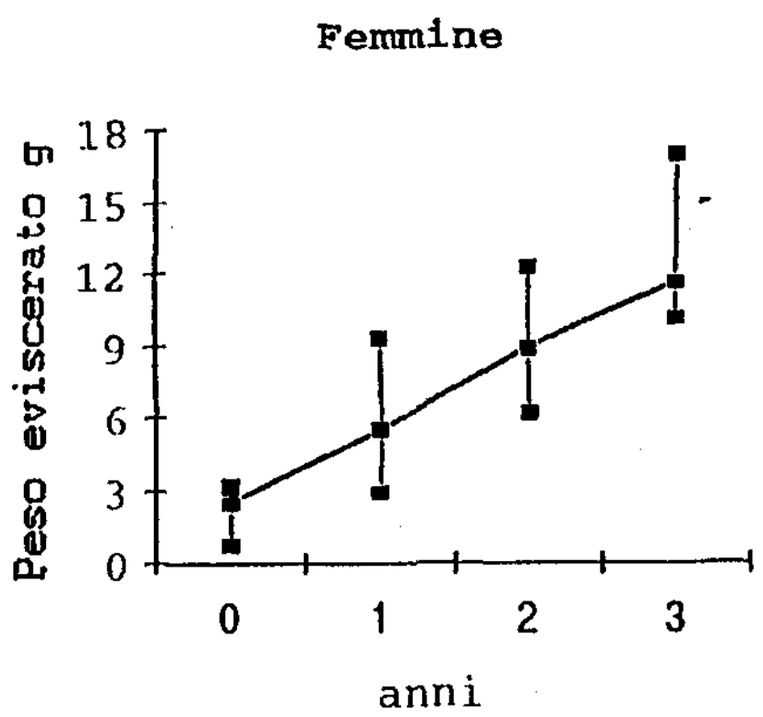


Fig. 6 - Intervalli di Pe per età

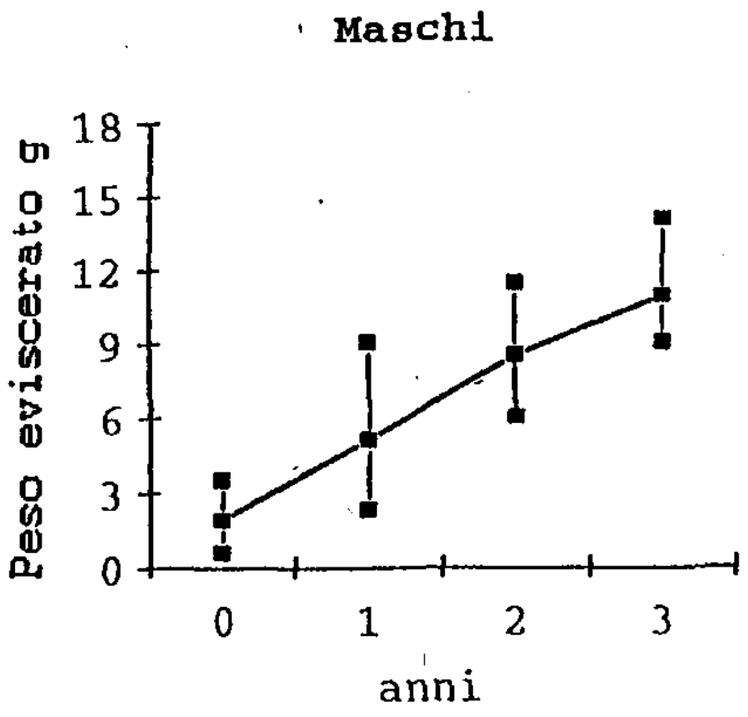


Fig. 7 - Intervalli di Pe per età

Bibliografia

FISCHER W., BAUCHOT M.L., SCHNEIDER M. (1987) - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la peche. (Revision 1). *Mèditerranée et mer Noire. Zone de peche 37. Volume II. Vertébrés. Rome, FAO*, 761-1530.

MAZZARELLI G. (1936) - Grande pesca di "cicerelli" (*Ammodytes cicerellus* Raf.) allo stato giovanile nello Stretto di Messina e adiacenze tirreniche. *Boll.Pesca, Pisc.Idrobiol.Min.Agricoltura, Anno XII*, XIV.

RUIVO M., MONTEIRO R. (1954) - Contributions a l'étude de la famille des Ammodytidae. I. Gymnammodytes cicerellus (Raf.) de la région de Banyuls. *Vie et Milieu*, **5 (4)**.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 371-372

P. MEGALOFONOU, N. SANTAMARIA, F. GIACCHETTA, G. DE METRIO
Dipartimento di Produzione Animale, Università di Bari - Italia

DATI PRELIMINARI SULLA PESCA DEL ROVETTO, *RUVETTUS PRETIOSUS*, NEL GOLFO DI TARANTO.

Oilfish fishery in the Gulf of Taranto.

Abstracts

Oilfish cathes in the Gulf of Taranto (1984-1988 & 1991), the frequency of the sizes and the length-weight relationship are reported.

Key-words: Oilfish, fishery, Mediterranean Sea.

Il rovetto, *Ruvettus pretiosus* (Cocco 1829), appartenente alla famiglia dei Gempylidae, è un pesce bentopelagico presente in tutti gli oceani. Vive a profondità comprese tra la superficie e gli 800 m circa, solitario o in coppia e può raggiungere una taglia massima di 3 m. Nei mari italiani è abbastanza diffuso. Morovic (1960) lo segnalò per la prima volta nell' Adriatico, ma anche in altri mari d'Italia viene pescato con frequenza (Tortonese 1975). Nel golfo di Taranto la sua cattura avviene durante la pesca del pesce spada e dell' alalunga rappresentando una parte importante del "by catch", ma non esistono ancora dati precisi sulla consistenza delle catture.

Nel presente lavoro vengono riportati alcuni dati relativi alle catture di rovetto nel Golfo di Taranto per gli anni 1984-1988 e 1991, alla distribuzione delle taglie ed alla regressione lunghezza-peso.

Nel corso delle campagne di pesca ai grandi pelagici sono stati rilevati dati riguardanti il numero ed il peso degli esemplari di rovetto catturati nelle marinerie di P. Cesareo e di Crotone. In entrambe le marinerie, per tutti gli anni considerati, sono stati calcolati il peso medio e la ripartizione percentuale del rovetto, sia in peso che in numero, nel pescato totale. I dati relativi alle campagne di pesca al pesce spada ed all'alalunga sono riportati nella tabella seguente:

BARCHE	kg ROVETTO		No ROVETTO	PESO MEDIO
CROTONE (campagna pesce spada)				
1984	25	6997 (6.7%)	1115 (24.7%)	6.2
1985	28	4832 (6.7%)	757 (24.0%)	6.4
1986	30	5005 (7.0%)	582 (16.8%)	8.5
1987	14	3740 (8.2%)	331 (19.4%)	11.3
1991	6	5840 (26.3%)	391 (30.1%)	14.9 33
P.CESAREO (campagna pesce spada)				
1984	9	338 (1.3%)	55 (5.0%)	6.1
1985	16	1073 (4.1%)	194 (10.5%)	5.5
1986	15	694 (4.1%)	98 (8.5%)	7.1
1987	13	284 (1.1%)	41 (3.0%)	6.9
1988	12	396 (1.6%)	55 (3.9%)	7.2
1991	14	1657 (4.2%)	440 (17.7%)	3.8
P.CESAREO (campagna alalunga)				
1984	20	48 (0.2%)	36 (<0.1%)	1.3
1985	20	82 (0.1%)	9 (0.1%)	9.1
1986	19	35 (0.1%)	5 (<0.1%)	7.0

Negli anni 1988 e 1991 nella marineria di P.Cesareo, sono stati rilevati la lunghezza alla forca in cm di 168 animali ed il peso in gr di 130 animali eviscerati. La lunghezza di animali misurati era compresa tra un minimo di 41 ed un massimo di 135 cm (fig.1) con un valore medio di 82.2 cm, mentre il peso variava tra

0.7 e 16 kg con un valore medio di 5.2 kg. La regressione lunghezza-peso, calcolata su un campione di 129 individui, é risultata:

$$P = 1.074 \times 10\text{-}5 \times LF2.19 \ (r=0.99)$$

dove:P=peso in kg; LF=lunghezza alla forca in cm; r=indice di correlazione.

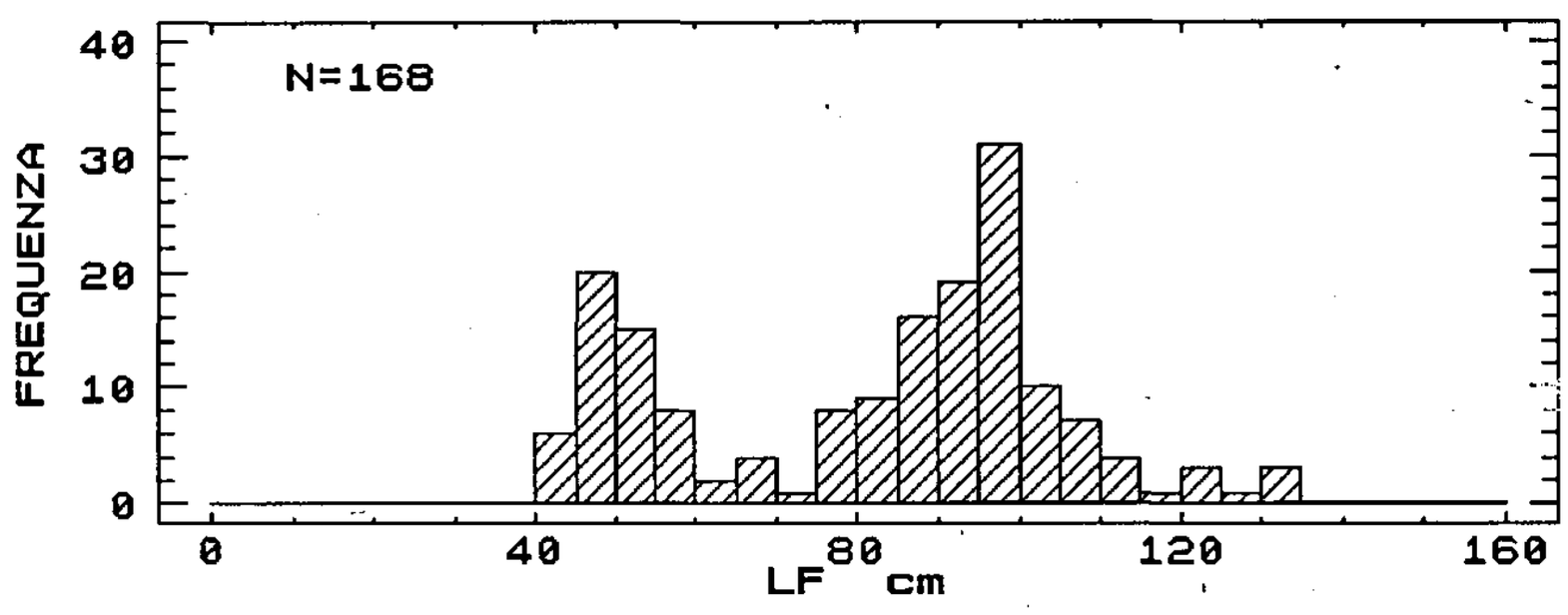


Fig. 1

Bibliografia

MOROVIC D.(1960) - *Not.Inst.Ocean.Split*, **15**
TORTONESE E.(1975) - *Fauna d'Italia*. **Vol.XI** Calderini-BO

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 373-374

P.G. GIULIANINI, E.A. FERRERO, A. DI MARCOTULLIO
Dip. Biologia - Università di Trieste Via Alfonso Valerio 32; I- 34127 TRIESTE (Italy)

FOLLICULAR ATRESIA IN *ZOSTERISESSOR OPHIOCEPHALUS* (OSTEICHTHYES, GOBIIDAE)

Key-words: Reproduction; histology; follicular atresia; Gobiidae

Follicular atresia is defined as oocyte degeneration followed by a hyperplasia of follicular cells. In teleosts this event has been studied by several authors, both from a causal and developmental viewpoint, in animals kept in normal conditions as well as in individuals undergoing environmental stress (Khoo, 1975; Saidapur, 1975; Treasurer & Holliday, 1981). The present study on the genesis and on the ultrastructure of atretic follicles stems from a previous one (Giulianini et al., 1991) reporting on variable occurrence of these structures associated with different periods of the year.

Females of *Z.ophiocephalus* (N=30) were collected monthly in Grado lagoon (N. Adriatic Sea) over a 2 year period and sacrificed after MS222 (Sandoz) anaesthesia. The dissected ovaries were fixed in Bouin or isotonic Karnovsky fluid in 75 mM phosphate buffer pH 7.4. The tissues were embedded either in paraffin wax or Historesin (Reichert Jung) respectively for LM. For EM instead, ovaries were fixed in 2.5% glutaraldehyde in sodium cacodylate buffer 100 mM pH 7.4, dehydrated, embedded in Epon 812-Araldite mixture and finally stained with uranyl acetate and lead citrate and viewed under a Philips EM 100 at 80 KV.

Follicular atresia is divided conventionally in 4 stages (Saidapur, 1975). Stage α is characterized by an increase in thickness of granulosa cells (GC) from 5 to 20 µm. Within their cytoplasm large inhomogeneous vacuoles and apocrine secretion features are present. Nuclei show evident nucleoli and the zona radiata (ZR) is discontinuous in places. In stage β thickness of the GC can reach 30 µm. Nuclei are shifted towards the ZR which is still visible in its profile. Stage γ shows GC acting as phagocytes and engulfing and processing those materials stored in an already disrupted oocyte. Under TEM multivescicular bodies, lipid inclusions, primary and secondary lysosomes can be observed. The squamous epithelium of the theca is still obvious while enveloping the atretic follicle. Stage δ is defined by the solid mass made by GC. This undergoes degenerative processes with pigment production. Atretic follicles were observed with a higher frequency during the overwintering period and at the time immediately after egg deposition.

The genesis and development of atretic follicles remind those described in other teleostean species and are characterized mainly by the p73 hypertrophy and phagocytotic activity of GC. In *Carassius auratus* an intermediate glandular stage was described (Khoo, 1975). In *Z. ophiocephalus* the occurrence of this stage is confirmed and in addition, further secretory patterns are identified at the beginning of atresia. The endocrine role of such structures will be corroborated by ultrastructural investigations in progress. Oocyte resorption during the hibernating period and ensuing starvation is connected with the need of maintaining basal metabolism. Resorption following spawning is due to the clearance of those oocytes which did not achieve a complete maturation.

References

GIULIANINI P.G., FERRERO E.A., PATZNER R., A. DI MARCOTULLIO. (1991) - Ovarian cycle in *Zosterisessor ophiocephalus* (Pisces, Gobiidae). *Proc. of XXII Congresso SIBM, Cagliari - S. Margherita di Pula, 20-24 maggio, 1991.*

SAIDAPUR S.K. (1975) - Follicular atresia in the ovaries of Nonmammalian vertebrates. *International review of cytology*, vol. **54.**

TREASURER J.W., F.G.T. HOLLIDAY (1981) - Some aspects of the reproductive biology of the perch *Perca fluviatilis* L. A histological description of the reproductive cycle. *J.Fish Biol.*, **18**, 159-376.

KHOO K.H. (1975) - The corpus luteum of goldfish (*Carassius auratus* L.) and its functions. *Can. J. Zool.*, **53**: 1306-1323.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 375-376

M. SBRANA, P. BELCARI

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio- Università di Pisa, Via Volta 6 - Pisa.

NOTA SULLA PRESENZA DI FEMMINE MATURE DI *MERLUCCIUS* (L.) NELL'ARCIPELAGO TOSCANO MERIDIONALE

Mature females of *Merluccius merluccius* (l.) in the Tuscan Archipelago

Abstracts

Within a research program on demersal resources in the Tuscan Archipelago, monthly investigations on the commercial landings have been carried out. Females of the species Merluccius merluccius in advanced state of gonadic development (stage III and IV) have been found in the months of February and March 1992.

Key-words: *Merluccius merluccius*, maturity, Tuscan Archipelago

Le campagne stagionali di ricerca sulla valutazione delle risorse demersali, condotte mediante rete a strascico a partire dal 1985, hanno permesso di effettuare uno studio sulla biologia del nasello, *Merluccius merluccius*, nell'Arcipelago Toscano Meridionale. Sebbene la quantità di esemplari campionati sia elevata, individui di grosse dimensioni e/o in stadio avanzato di sviluppo gonadico sono risultati occasionali nel campionamento; ciò può essere dovuto sia alla diversa disponibilità e vulnerabilità all'attrezzo sia alla ridotta copertura temporale dei campionamenti.

Dal 1990 viene effettuato un rilevamento mensile dello sbarcato commerciale proveniente dalla flottiglia che opera mediante pesca a strascico nella stessa area. Tale indagine ha evidenziato una maggiore presenza di individui di grossa taglia nello sbarcato commerciale con un massimo nel periodo Gennaio-Marzo (periodo in cui non vengono effettuate le campagne sperimentali). Il presente studio è stato condotto su esemplari di grossa taglia provenienti da campionamenti effettuati nei mesi di Febbraio e Marzo 1992 (32 individui nel Febbraio '92 e 14 individui nel Marzo '92).

Su ogni individuo sono state rilevate le principali misure morfometriche ed i più importanti parametri biologici. L'analisi macroscopica delle gonadi è stata effettuata secondo i criteri di Sarano (1986). Il 96% degli esemplari si è rivelato di sesso femminile con gonadi in gran parte dei casi in stadio di sviluppo avanzato (5 in deposizione (stadio IV) e 23 in pre-deposizione (stadio III)). È stato calcolato l'indice gonado-somatico (I.G.S.=(peso della gonade/peso eviscerato)*100) per ogni individuo ed il suo valore medio all'interno di ogni stadio maturativo (Fig. 1).

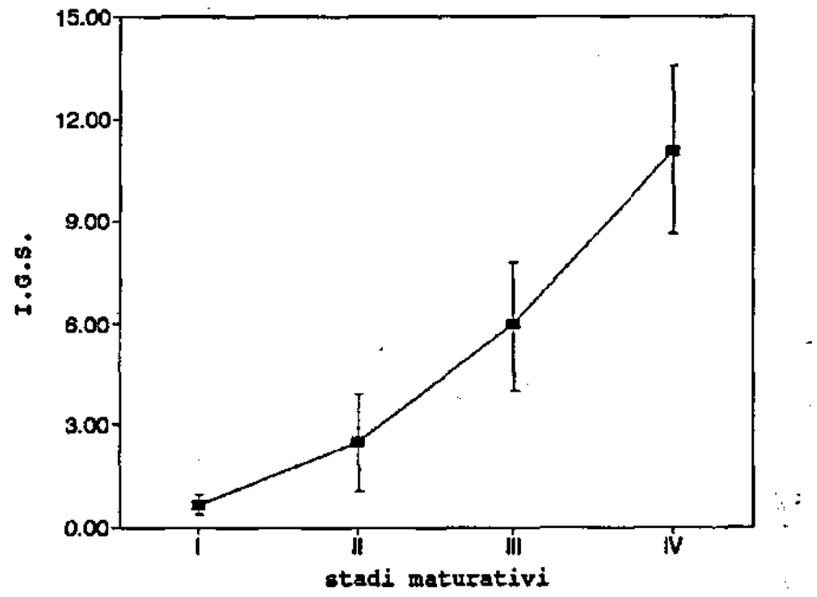


Fig. 1 - Andamento dell'indice gonado-somatico (I.G.S.) medio per i quattro stadi maturativi

La presenza di riproduttori è stata segnalata lungo la costa orientale della Corsica (Dintheer, 1982) e nel Tirreno Centrale (Ardizzone *et. al.*, 1988), ma non si ha nessuna segnalazione della loro presenza nel Tirreno Settentrionale e nel Mar Ligure. Il ritrovamento di riproduttori nell'area, pertanto, risulta di particolare importanza per comprendere ed interpretare le valutazioni dei modelli di dinamica delle popolazioni sfruttate.

Bibliografia

ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., SCHINTU P., GRAVINA F., MAJ R., SCALETTA F., COEN R. (1988) - Valutazione delle risorse demersali del Tirreno Centrale. Risultati preliminari delle campagne di pesca del 1985. Zona Torvaianica - foce Garigliano. In: *Atti seminari unità operative responsabili dei progetti di ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare del piano per la pesca e l'acquacoltura*. Sessione "Valutazione risorse demersali - gruppo tirrenico". Min. Mar. Mer. e C.N.R., Roma 1986, 3, 1167-1195.

DINTHEER C. (1982) - Premiers résultats des prospections par chalutage du talus de la côte orientale de la Corse. *FAO Fish. Rapp.*, **266:** 97- 100.

SARANO F. (1986) - Cycle ovarien du merlu, *Merluccius merluccius*, poisson à ponte fractionnée. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **48 (1 et 2):** 65-76.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 377-378

A. TURSI, L. SION, L. MAIORANO, M. PANZA

Istituto di Zoologia ed Anatomia Comparata. - Università degli Studi - Via Amendola 165/A - 70126 Bari, Italy.

LE NURSERIES DI *MICROMESISTIUS POUTASSOU* (RISSO, 1826) NEL MAR JONIO.

Nurseries of *Micromesistius poutassou* in the Ionian Sea.

Abstract

During ten trawl-surveys carried out in the Ionian Sea, from 1985 to 1991, along the Calabrian coasts nurseries of Micromesistius poutassou were found. The zones identified are: Gulf of Squillace, Cape Rizzuto, abeam of Crotone, to the depth of 150-300 m.

Key-words: *Micromesistius poutassou*, nurseries, recruitment, Ionian Sea, Mediterranean Sea.

Il potassolo è una delle specie ittiche demersali di maggior interesse nell'ambito del progetto di ricerca "Valutazione delle Risorse Demersali" realizzato nel Mar Jonio, da Capo d'Otranto (LE) a Capo Spartivento (RC).

Tra le informazioni raccolte nel corso di dieci campagne sperimentali di pesca a strascico in questa nota vengono considerate quelle relative alle nurseries della specie, nella suddetta area d'indagine.

A partire dal 1985 e fino al 1992 sono state realizzate dieci campagne di pesca a strascico, rispettivamente in primavera ed in autunno. Nelle ultime tre campagne, per alcune cale, è stato impiegato un copri-sacco con maglia di 5 mm. Il piano di campionamento è stato di tipo random- stratificato, con cale di un'ora, nelle prime sette campagne e di tipo sistematico, con cale di due ore, nelle ultime tre.

Durante ciascuna campagna primaverile e soprattutto nelle ultime, sono state rinvenute lungo il versante calabro, notevoli quantità, sia in termini numerici che ponderali, di individui di potassolo; lo stock era costituito da individui di piccola taglia (Fig.1), rispettivamente di 8-9 cm ad Aprile-Maggio e di 11-12 cm a Giugno (D'Onghia *et al.*, 1989). La percentuale di tali individui appartenenti al reclutamento,sebbene risultasse piuttosto variabile nel corso delle campagne primaverili era, comunque, compresa fra il 30% ed il 96% della popolazione campionata.

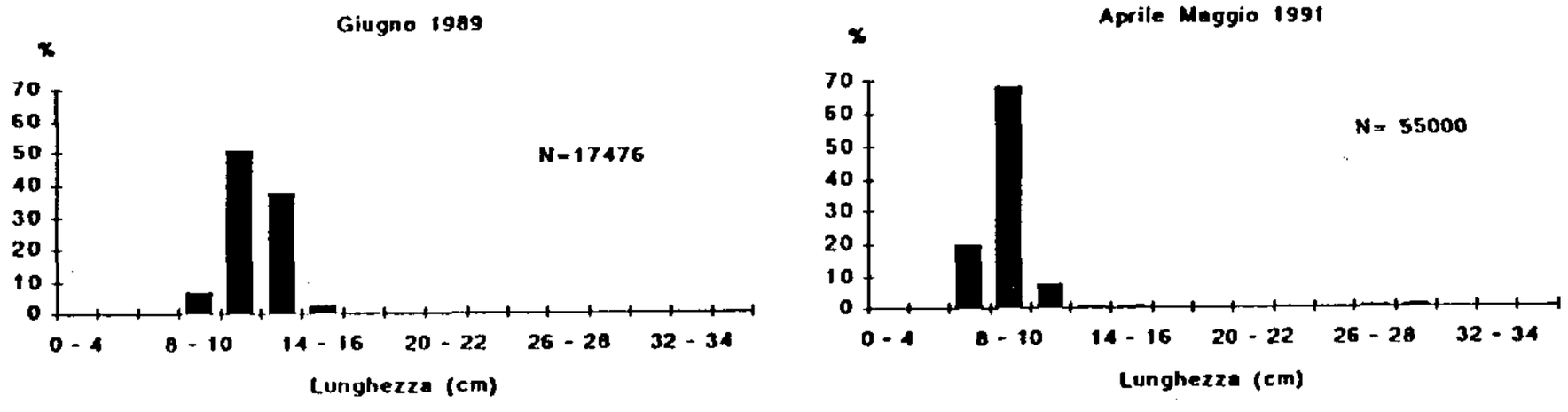


Fig. 1 - Distribuzione delle taglie di individui di *Micromesistius poutassou* catturati durante le campagne di Giugno 1989 e Aprile-Maggio 1991.

Il reclutamento del potassolo è stato osservato fino a Giugno del 1989 quasi esclusivamente localizzato nel Golfo di Squillace mentre ad Aprile- Maggio del 1991 esso è stato riscontrato in un'area limitrofa leg-

germente più a nord, al traverso di Crotone. La batimetria interessata è stata quella dei 100-200 m durante le campagne di Aprile- Maggio e quella dei 300 m nella campagna realizzata a Giugno del 1989.

Si ipotizza che le reclute si spostino verso maggiori profondità con l'aumento della taglia, distribuendosi anche in aree limitrofe. Infatti, nel periodo autunnale lo stock è ampiamente distribuito sui fondi batiali dell'intero arco jonico investigato.

Il rinvenimento di queste nurseries del potassolo piuttosto limitate rispetto a tutta l'area investigata nel Mar Jonio (da Otranto a Reggio Calabria), sebbene non escluda del tutto la possibilità che possano esistere altre zone analoghe, comunque evidenzia in maniera significativa come questa specie, possa concentrarsi nei periodi riproduttivi in aree ristrette, dalle quali successivamente si diffonderanno le nuove generazioni. In tali aree, nel periodo in cui si concentrano le reclute, lo stock risulta particolarmente vulnerabile per cui le decisioni gestionali relative al fermo di pesca dovranno tenere presenti tali aspetti biologici della specie.

Bibliografia

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 Ionio. Nova Thalassia* - Vol. **10** Suppl. 1

ORSI RELINI L., PEIRANO A., (1982) - Osservazioni sull'acrescimento prematurativo del potassolo del Mar Ligure (*Micromesistius poutassou* (Risso 1826), Osteichthyes, Gadidae). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, 50 **Suppl.: 280-286.**

ORSI RELINI L., PEIRANO A., (1985) - Note di biologia del Potassolo del Mar Ligure, *Micromesistius poutassou. FAO Fisheries Report*, **336**: 113-117.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 379-380

D. MASSI

Laboratorio di Biologia Marina ed Ecologia Animale Istituto di Zoologia - Università di Genova

EFFETTI DEL CONGELAMENTO SULL'ACCURATEZZA DELLE MISURE IN *ELEDONE CIRRHOSA* (LAMARCK, 1798).

Effects of freezing on measurements of *E. cirrhosa.*

Abstract

Length-weight relationships in the same specimens of E. cirrhosa, at fresh and after freezing, have been studied. The two curves differ significantly.

Key-words: *E. cirrhosa*, freezing, length-weight relationships.

Si è voluto verificare se esistano differenze statisticamente significative fra relazioni taglia-peso in *E. cirrhosa* (Cephalopoda Octopoda) ottenute utilizzando misure condotte sui medesimi esemplari rispettivamente a fresco e dopo scongelamento.

La lunghezza dorsale del mantello (LDM) è stata rilevata al millimetro e il peso corporeo al grammo.

Le taglie ed i pesi sono stati misurati, una prima volta allo sbarco, quindi gli individui sono stati posti, chiusi singolarmente, in sacchetti di polietilene e conservati alla temperatura di circa -20°C. Entro qualche settimana gli esemplari sono stati scongelati ponendo il sacchetto chiuso in acqua, e sono state rilevate nuovamente le misure.

La relazione taglia-peso è stata calcolata nella forma $\ln P = \ln a + b \ln LDM$, sia impiegando la regressione predittiva ordinaria che la regressione funzionale GM per le variabili peso su LDM (Ricker, 1973), ma poichè la prima è risultata, per il materiale impiegato, sempre più precisa della seconda, le analisi sono state condotte esclusivamente sulla relazione taglia-peso di tipo predittivo.

Le curve di regressione, relative al materiale fresco e scongelato, sono state calcolate, dapprima, mantenendo separati i sessi.

Il confronto dei parametri delle curve, è stato effettuato paragonando gli intervalli fiduciali del termine noto ed utilizzando il test "t di Student" per le pendenze (Scossiroli e Palenzona, 1971).

I risultati ottenuti non hanno evidenziato differenze statisticamente significative per entrambi i parametri, pertanto, il confronto tra le relazioni taglia-peso a fresco e dopo scongelamento è stato condotto a prescindere dal sesso.

In tal caso l'analisi delle coppie di curve ha mostrato che i parametri "ln a" e "b" differiscono con significatività statistica del 95% (tab.1).

Tab. 1 - Parametri della regressione predittiva $\ln P = \ln a + b \ln LDM$, ove, sb = errore standard di b, sy = errore standard della stima, SQx = devianza di LDM e SQy = devianza del peso
Fig. 1-2. Cromosomi mitotici di *A. foliacea*

SESSO	STATO	N	r	ln a	b	sb	sy	SQx	SQy
F	Fresco	73	0.9581	-6.0963	2.4731	0.0877	0.2159	6.057	40.356
M	Fresco	73	0.9514	-5.7561	2.3827	0.0915	0.2161	5.582	35.007
F	Scong.	73	0.9630	-8.3282	2.9535	0.0981	0.2070	4.452	41.874
M	Scong.	73	0.9455	-7.4711	2.7460	0.1122	0.2316	4.258	35.913
F + M	Fresco	146	0.9543	-5.9161	2.4255	0.0633	0.2162	11.669	75.381
F + M	Scong.	146	0.9539	-7.8939	2.8482	0.0747	0.2206	8.723	77.801

La ricerca delle possibili cause di variazione tra le due regressioni è stata condotta mediante lo studio delle relazioni tra le misure (sia peso, sia LDM) del materiale fresco e scongelato. I risultati hanno evidenziato che il congelamento induce una modifica della LDM soprattutto negli individui di giovane età.

Quanto esposto suggerisce che è preferibile compiere le misure su materiale fresco, ed è importante, comunque, specificare, la procedura e lo stato di lavorazione del materiale.

Bibliografia

RICKER W.E., (1973) - Linear Regression in Fishery Research. *J. Fish. Res. Board Can.*, **XXX, 3**: 409-434.
SCOSSIROLI R.E., PALENZONA D.L., (1971) - Manuale di biometria. Zanichelli Ed., Bologna: 259 pp.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 381-382

A.M. DEIANA°, M.G. CAREDDA°, E. COLUCCIA°, D. CUCCU°, A. MILIA°°, S. SALVADORI°

°Dip. di Biol. Anim. ed Ecol.
°°Dip. Biol. Sperim. Univ. Cagliari

I CROMOSOMI MITOTICI E MEIOTICI DI *ARISTEOMORPHA FOLIACEA* (CRUSTACEA DECAPODA, ARISTEIDAE)

Key-words: Crustacea, Decapoda, chromosomes.

La cariologia dei Crostacei è stata oggetto fino ad oggi di numerose ricerche, tuttavia i risultati ottenuti sono poco chiari ed in gran parte necessitano di ulteriori conferme. In particolare per quanto riguarda i Decapodi ciò è dovuto all'elevato numero dei cromosomi, alle loro ridotte dimensioni e, spesso, alle difficoltà nell'ottenere buoni preparati citologici. I dati attualmente disponibili non consentono di definire le caratteristiche generali della cariologia di quest'ordine. Si può dire che, rispetto ai Pericaridi ed ai Copepodi, i Decapodi sono caratterizzati da un numero cromosomico molto alto e variabile in un ampio intervallo, senza valori modali (Hedgecock et al., 1982). Si va da un numero diploide 2n = 54 in *Liocarcinus vernalis* (Trentini et al., 1989) a 2n = 376 in *Astacus trowbridgei* (Niiyama, 1962).

Noi abbiamo studiato la cariologia del gambero rosso *Aristeomorpha foliacea* (Risso, 1827); le piastre mitotiche e meiotiche sono state ottenute da tessuto testicolare con il metodo "air-drying" seguito da colorazione in Giemsa al 5% in tampone fosfato (pH = 6,8). L'uso di acido acetico al 60% ad elevate temperature (60 °C) ci ha permesso di evidenziare la regione centromerica dei cromosomi ottenendo un bandeggio di tipo C (Fig. 1).

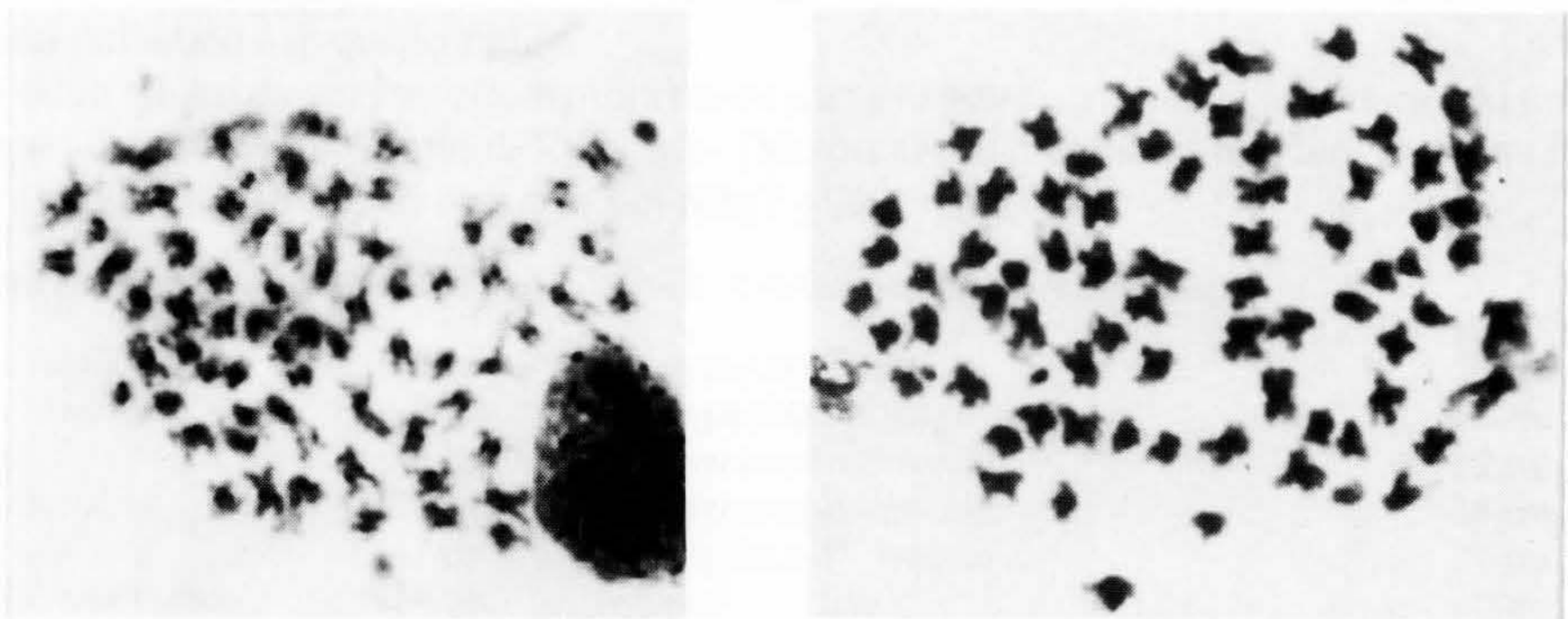
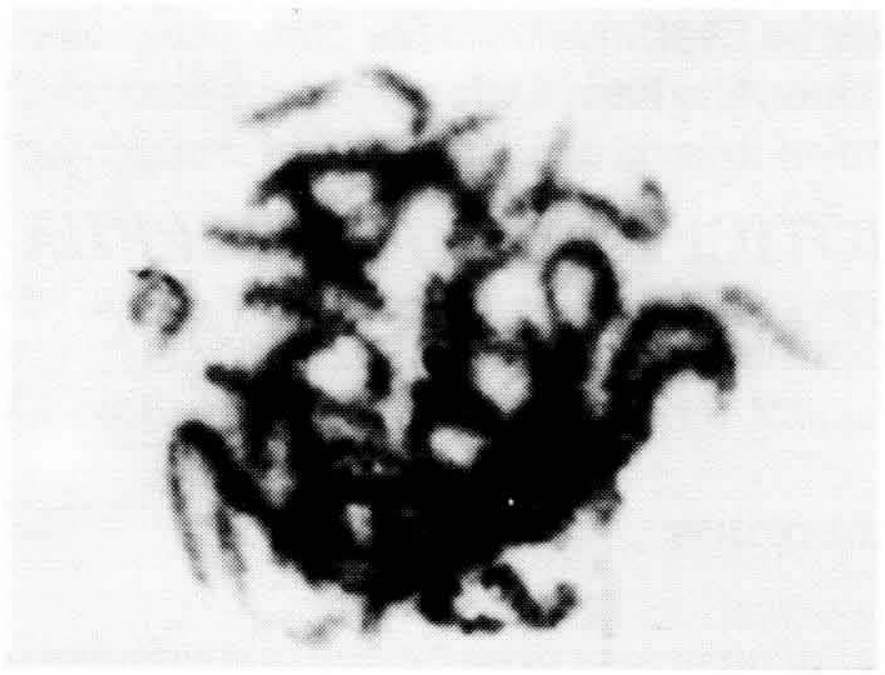


Fig. 1- 2. Cromosomi mitotici di *A. foliacea*

Dall'esame di 50 piastre mitotiche si è evidenziato un numero cromosomico diploide 2n=74-78. I cromosomi sono prevalentemente metacentrici e submetacentrici ed alcuni acrocentrici (Fig. 2); sono inoltre presenti alcuni cromosomi di dimensioni molto ridotte e non sempre identificabili. Nelle fasi precoci della profase meiotica è possibile individuare configurazioni del tipo " a bouquet" incompleto o parziale (Fig. 3).



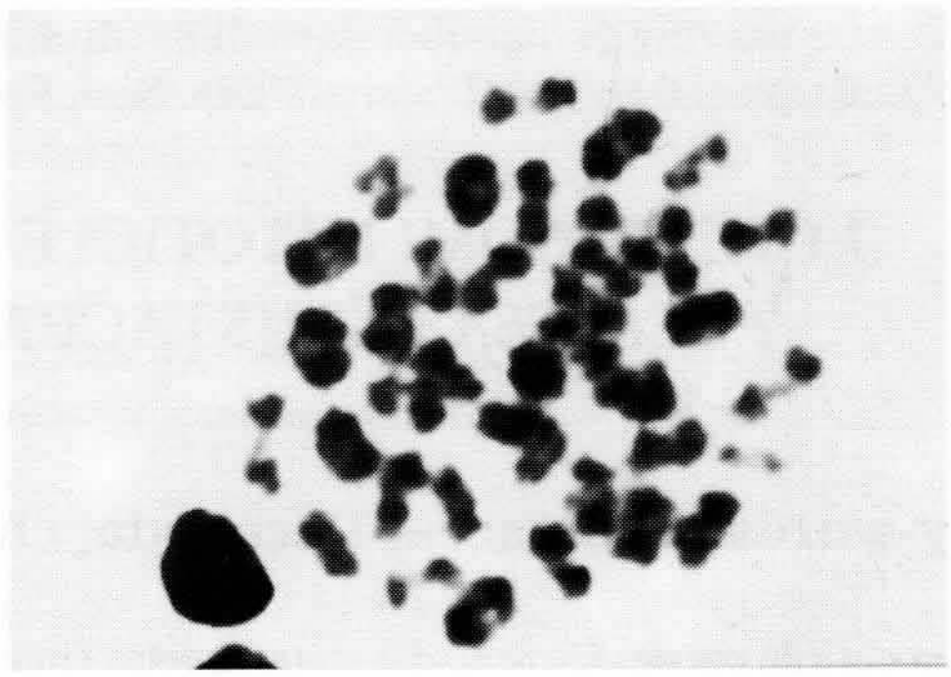


Fig. 3 - 4. Profase meiotica I.

In diplotene e diacinesi si osservano bivalenti di varia forma: ad anello, a croce ed a "manubrio" (dumbbell) caratteristica dei Crostacei (Niiyama, 1959) in cui i due omologhi sono appaiati a distanza con una "sutura" o ponte centrale (Fig. 4).

Bibliografia

HEDGECOCK D., TRACEY M.L., NELSON K., (1982) - *"The biology of crustacea"*, Vol.2, Academic Press.
NIIYAMA, H., (1959) A comparative study of the chromosomes in decapods, isopods and amphipods, with some remarks on cytotaxonomy and sex- determination in the Crustacea. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 7:1- 60.
NIIYAMA H. (1962) - *Annot. Zool. Japon .*, **35:** 229-233.
TRENTINI M., CORNI M.G., FROGLIA C. (1989). *Biol. Zent. bl.* **108:** 163-166.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 383-384

A.M. DEIANA, M.A. DAVINI, M.C. FOLLESA, F. RATTU, E. VIGNOLO, A. CAU
Dip. Biol. Anim. ed Ecol., Univ. - V.le Poetto, 1 - 09126 Cagliari.

INTERESSANTI REPERTI DI MOLLUSCHI CEFALOPODI NEL MEDITERRANEO CENTRO OCCIDENTALE.

Thysanoteuthis rhombus in the Mediterranean Sea.

Abstracts

The capture of a big specimen of Thysanoteuthis rhombus Troschel, 1857 has been seen in the Sardinian channel. The previous captures have been examined in order to study their distribution and frequency. Specimen potentially exploitable with suitable fishing equipment.

Key-words: Cephalopds, *Thysanoteuthis rhombus*, Tirrenian sea, Occurrence.

Durante le operazioni di pesca dei grossi scombroidei, effettuate con i palangresi nel canale di Sardegna, è stato catturato il 19/09/1989 un esemplare adulto di *Thysanoteuthis rhombus* Troschel, 1857. Successivamente, sempre nella stessa area, è stato raccolto fra il pescato dello strascico un esemplare giovane.

Catture di tale entità presentano un notevole interesse dal punto di vista sia faunistico, visto le scarse conoscenze sulla frequenza in Mediterraneo, che economico; infatti qualora la presenza di questa entità in Mediterraneo fosse consistente, potrebbe essere una nuova risorsa per la pesca, come lo è già in Giappone (Roper et Al, 1984).

La sua identità specifica risulta da due caratteri essenziali:

- mantello spesso e muscoloso;
- pinna lunga quasi quanto il mantello.

Gli esemplari raccolti presentavano una colorazione rosso-mattone tendente al violaceo.

La specie risulta cosmopolita: è presente nei mari Giapponesi ed in una vasta estensione del Pacifico, nell'Oceano Atlantico e in quello Indiano.

L'individuo adulto da noi raccolto sembra essere tra i più grossi catturati in Mediterraneo (cfr. Tab.1) superando quello rinvenuto nel porto di Villacarlos (Minorca) che presentava una lunghezza totale di 130 cm ed un peso di 12.5 Kg (Boletzki com. per.) in Biagi, 1982.

Tab.1 - Dimensioni dell'esemplare di *Thysanoteuthis rhombus* catturato nei mari sard

Lunghezza Totale	144 cm	Lunghezza Tentacolo	51 cm
Lunghezza Mantello	75 cm	Lunghezza I braccio	18 cm
Peso totale	16 Kg	Lunghezza II braccio	22 cm 33
Lunghezza Testa	12 cm	Lunghezza III braccio	28 cm
Apertura pinna	47 cm	Lunghezza IV braccio	27 cm
Lunghezza Totale Pinna	74 cm	Sesso fem.	

Tuttavia queste dimensioni sono minori di quelle dell'esemplare segnalato da Roper et Al., op. cit., che presentava una lunghezza mantello di 100 cm ed un peso di 20 Kg.

Nonostante gli esemplari da noi finora rinvenuti siano in numero limitato, l'esame delle precedenti segnalazioni mediterranee (Elba, Baleari, Stretto di Messina, Pozzuoli) porta a supporre che, con moltaoi probabilità, la specie sia presente in Mediterraneo con popolazioni consistenti e che le modeste catture finora registrate siano dovute essenzialmente all'inidoneità degli attrezzi di pesca utilizzati. In considerazione del rapido accrescimento (80 cm Lunghezza Mantello in un anno, Lizuka et Al., 1986), delle notevoli dimensioni che la specie può raggiungere e che le catture finora ottenute si sono avute durante la pesca dei piccoli e grossi pelagici, sono auspicabili campagne di pesca sperimentali che mettano a punto tecniche per

la sua cattura, per poter approfondire la biologia e determinare i parametri necessari per valutare la consistenza e la gestione degli stocks.

Bibliografia

BIAGI V., (1982) - Sul rinvenimento di un giovane esemplare di *Thysanoteuthis rhombus* Troschel (Cephalopoda - Teuthoidea) in acque elbane. *Boll. Malacologico Milano*, **18** (7-8): 137-144.

IIZUKA S., INOUE H., MUNEKIYO M., (1986) - Fishing conditios of oceanic squid in the sea off Kyoto Prefecture. *Bull. Kyoto Inst. Ocean. Fish. Sci./Kyoto Kaiyo Senta Kenpo*, **10**: 13-18.

ROPER C.F.E., SWEENEY M.J., NAUEN C.E., (1984) - Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. Synop.*, (125) **3**: 277 p.

SANZO L., (1929) - Nidamento pelagico, uova e larve di *Thysanoteuthis rhombus* Troschel. *Regio Com. Talass. Ital. Mem.* 161.

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 385-386

B. PATTI, S. MAZZOLA, A. BONANNO, D. LEVI

Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato Consiglio Nazionale delle Ricerche 91026 - Mazara del Vallo (TP) via L. Vaccara n. 61

SULLA POSSIBILITÀ DI MIGLIORARE LA PRECISIONE DELLE STIME CAMPIONARIE DEI TRAWL SURVEYS

Gains in precision in trawl surveys designs

Abstract

By cluster analysis it has been studied the possibility to increase precision of relative abundance estimates of demersal species caught during some trawl surveys carried out in the Sicilian Channel from May 1986 to February 1987.

Key words: trawl survey, cluster analysis, stratification, precision.

Introduzione

Obiettivo di questo lavoro é di discutere la possibilità di migliorare la precisione delle stime derivanti dai dati trawl, utilizzando le informazioni precedentemente acquisite per ristratificare l'area oggetto di studio e valutandone l'impatto mediante la stima della precisione relativa risultante.

Materiali e metodi

I dati utilizzati per le analisi provengono da quattro campagne di trawl surveys condotte trimestralmente a partire dal maggio 1986 nelle acque italiane del Canale di Sicilia. In particolare i dati si riferiscono alle catture totali (in grammi) per cala di 45 specie demersali precedentemente selezionate. Le specie pelagiche e quelle occasionali sono state trascurate.

Per ridurre l'asimmetria nella distribuzione, al posto delle variabili originarie é stata presa in considerazione la loro trasformazione logaritmica (y=ln[x+1]), che é stata utilizzata per la classificazione delle cale mediante cluster analysis (OVERHOLTZ e TYLER, 1985). In particolare é stato utilizzato il metodo di Ward, una tecnica di C.A. che costruisce gruppi con l'obiettivo di minimizzare la variabilità complessiva delle specie all'interno dei clusters (EVERITT, 1980).

Quale stima della varianza associata alle medie stratificate delle singole specie si é utilizzata la quantità (FOGARTY, 1985):

$$(1)\ \hat{Var}(M_{st}) = \Sigma_h\ W_{h2}S_{h2}/n_h$$

I guadagni in precisione imputabili alla stratificazione sono stati valutati attraverso il rapporto $var(M_{st})/var(M_{cas})$, che esprime la precisione relativa rispetto alla varianza di campionamento di una media nel campionamento casuale semplice (COCHRAN, 1977).

Risultati

L'analisi dei dati ha evidenziato che con la stratificazione attualmente adottata sono conseguibili, limitatamente ad alcune specie, discreti guadagni in termini di precisione (v. tab.1, strata1).

Mediante cluster analysis é stato possibile individuare 4 gruppi principali, notevolmente omogenei per profondità (approssimativamente corrispondenti alle fasce batimetriche 0-90, 90-200, 200-500 e 500-800). Tale circostanza, riscontrata in tutti i 4 trawl surveys considerati, costituisce una conferma indiretta della bontà della scelta di adottare la profondità quale variabile di stratificazione. L'impiego della (1) ha permesso di valutare l'impatto della stratificazione evidenziata dalla C.A. sulla varianza delle stime.

Tabella 1 - precisione relativa (Var[Mst]/Var[Mcas]*100) per le 12 specie bersaglio

	TRAWL N.5 MAG.1986		TRAWL N.6 AGO.1986		TRAWL N.7 NOV.1986		TRAWL N.8 FEB.1987	
SPECIE	STRATA1	STRATA2	STRATA1	STRATA2	STRATA1	STRATA2	STRATA1	STRATA2
Merluccius merluccius	62.6	48.8	65.8	60.6	61.3	45.8	63.5	54.9
Scyliorhinus canicula	74.1	62.6	84.1	58.5	92.2	78.1	70.3	55.1
Parapenaeus longirostris	83.0	56.4	78.3	59.6	84.2	70.9	72.8	62.7
Nephrops norvegicus	120.4	61.6	115.1	97.2	125.7	94.8	116.3	101.1
Aristeus antennatus	126.7	235.9	99.6	170.8	172.4	210.7	207.6	192.3
Aristaeomorpha foliacea	113.1	165.4	101.3	158.2	102.1	79.8	100.9	134.9
Helicolenus dactylopterus	97.8	141.3	103.1	176.4	182.3	151.6	114.0	138.5
Mullus barbatus	53.7	51.3	58.5	57.3	22.9	34.6	61.1	49.4
Pagellus erythrinus	63.2	47.2	59.2	53.5	39.5	37.2	56.0	43.4
Mullus surmuletus	150.8	82.4	64.1	56.7	78.7	67.8	84.3	76.0
Loligo vulgaris	108.4	78.3	90.1	97.8	84.2	84.5	46.3	41.8
Illex coindetii	142.6	75.2	91.8	58.6	81.9	68.8	61.7	43.4

Limitatamente alle 12 specie bersaglio, l'analisi ha evidenziato, nella quasi totalità dei casi, un guadagno in termini di precisione, confermando la bontà della scelta del metodo di Ward, che si rivela essere in grado di fornire i risultati uniformemente più efficienti (v. tab.1, strata2).

Conclusioni

Si ritiene auspicabile utilizzare le informazioni raccolte nei precedenti trawl surveys per migliorare la precisione delle stime ricavabili da quelli futuri. I risultati dell'analisi svolta giustificano la scelta della profondità quale variabile di stratificazione, suggerendo però una diversa configurazione degli strati. Nel caso specifico del Canale di Sicilia e sulla base dei risultati ottenuti, l'adozione del disegno di campionamento suggerito dall'analisi avrebbe il duplice effetto di aumentare la precisione delle stime di biomassa e di ridurre, in conseguenza della diminuzione del numero di strati dagli attuali cinque a quattro, le difficoltà relative alle operazioni di campionamento a mare.

Bibliografia

OVERHOLTZ W.J., A.V. TYLER (1985) - Long-term responses of the demersal fish assemblages of George Bank. *FISHERY BULLETIN* VOL.**83**, NO.4.

EVERITT B.S. (1980) - Cluster Analysis, 2d Edition, London: Heineman Educational Book Ltd.. p73

FOGARTY M.J. (1985) - Statistical considerations in the design of trawl surveys. *FAO FISHERIES CIRCULAR* N.**786**.

COCHRAN W.G. (1977) - Sampling techniques, New York, Wiley and Sons, 3rd ed..

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 387-388

F. BIAGI°, S. DE RANIERI°, C. VIVA°°

°Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio - Via Volta 6, 56100 PISA.
°°Centro Interuniversitario Biologia Marina, LIVORNO.

ACCRESCIMENTO DELL'OTOLITE IN RELAZIONE ALLA LUNGHEZZA TOTALE IN *MERLUCCIUS MERLUCCIUS* (L.).

Relationship between otolith and total length in mediterranean hake.

Abstract

Within a project on ageing of mediterranean hake, the relationship between total length and otolith length has been studied.

Key-words: ageing, hake, back calculation.

Introduzione

La determinazione dell'età nei pesci è un aspetto essenziale per formulare valutazioni circa lo stato di sfruttamento delle risorse. L'acquisizione di dati utili alla costruzione di curve di crescita può essere realizzata attraverso procedure sia dirette (lettura di strutture calcificate) che indirette (analisi delle distribuzioni di frequenza di taglia) (AA.VV.; 1987).

Tra i metodi diretti, quelli indicati come "back-calculation" permettono la ricostruzione, con una certa approssimazione, delle taglie attraverso cui un individuo è passato nel corso della sua vita e possono, pertanto, fornire specifiche ed utili informazioni in merito all'accrescimento individuale.

I metodi di retrocalcolo necessitano della conoscenza della relazione fra le dimensioni lineari del corpo e della struttura calcificata utilizzata per assegnare l'età individuale.

In questo lavoro viene riportata la relazione fra la lunghezza dell'otolite (LO) e quella individuale (LT) sia per sesso che per l'intera popolazione di *Merluccius merluccius*.

Materiali e metodi

Gli otoliti utilizzati nel presente studio provengono sia da campionamenti dello sbarcato commerciale che da campagne con reti a strascico eseguiti, nel Mar Tirreno Settentrionale, nel periodo ottobre 1990 settembre 1991. La taglia individuale degli esemplari esaminati è oscillata per i maschi tra 140 e 415mm (n=236), per le femmine tra 145 e 735mm (n=250) e per l'intera popolazione tra 45 e 735mm (n=745).

Gli otoliti, conservati in alcool a 50°, sono stati misurati lungo l'asse maggiore con un binoculare micrometrico ed una approsimazione di 0.16mm. La metodologia seguita è quella messa a punto da Aldebert Y., Morales-Nin B. e Oliver P. (pers. comm.) nell'ambito del progetto CEE MA-1- 232 "Etude pour l'amenagement et la gestion des peches en Méditerranée Occidentale".

Risultati

In precedenti studi effettuati sulla popolazione atlantica del nasello sono stati utilizzati diversi modelli nello studio di questa relazione: proporzionalità diretta, regressione curvilinea e regressione lineare (GONI, 1983; GONI R. & PINEIRO C., 1988; PINEIRO C. & HUNT J.J., 1989). L'analisi del diagramma di dispersione ha suggerito una relazione di tipo lineare. I dati hanno mostrato un'alta correlazione per tutte e tre le relazioni descritte dalle seguenti equazioni:

femmine	LT =-16,944	+	21,242	*	LO R^2=98.18
maschi	LT = -5,358	+	20,403	*	LO R^2=95.77
popolazione	LT = -6,283	+	20,558	*	LO R^2=98.18

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (1987). Robert C. Summerfelt & Gordon E. Hall (eds). The Iowa State University Press, Ames, Iowa 50010, 544.

GONI R. (1983). *I.C.E.S.*, **C.M.1983/G:10**

GONI R., PINEIRO C. (1988). *I.C.E.S.*, **C.M.1988/G:18**

PINEIRO C., HUNT J.J.(1989). *I.C.E.S.*,**C.M.1989/G:37** 52

Biologia Marina, suppl. al Notiziario S.I.B.M., 1: pagg. 389

P. RIZZO, S. GANCITANO, L. CANNIZZARO, D. LEVI, S. MULONE
Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo

DETERMINAZIONE DELL'ETÀ E ACCRESCIMENTO IN *CENTROPHOTUS GRANULOSUS* (SCHNEIDER, 1801)

Age and Growth in *Centrophorus granulosus*

Abstract

During 16 trawl surveys carried out in the Channel of Sicily between 1985 and 1992, 287 specimens of Centrophorus granulosus were caught, and their vertebrae examined for age determination and estimation of growth parameters using statistical fitting to the Von Bertanlaffy function.

Key-words: Ageing, growth-rings.

Il nostro Istituto ha condotto tra il 1985 e il 1992 sedici trawl surveys per un totale di circa 1460 ore di pesca nel Canale di Sicilia secondo un campionamento casuale stratificato (Levi, 1988). Nel corso delle campagne di pesca sono stati catturati complessivamente 287 esemplari di *C. granulosus*, 180 maschi e 107 femmine, a questi sono state prelevate le prime otto vertebre cervicali. Per evidenziare le bande di accrescimento é stata usata la tecnica dell'alizarina rossa (La Marca, 1966).

I parametri di crescita sono stati stimati mediante fitting con il metodo dei minimi quadrati della funzione di Von Bertanlaffy. La tabella 1 riporta i parametri di crescita stimati e gli errori relativi percentuali su tali stime.

	L_∞	ErL_∞	K	ErK	t_o	Ert_o
F	125.1	3.0%	0.241	7.9%	-1.176	8.6%
M	91.1	1.9%	0.440	8.5%	-1.120	10.3%

Come si può notare le femmine raggiungono una lunghezza che supera quella dei maschi per più di un 1/3 e come ci si aspettava il valore di k è poco più della metà di quello dei maschi. Per quanto concerne t_o esso è abbastanza simile nei due sessi differendo solo per pochi centesimi. Differenza del tutto trascurabile se si considerano gli errori relativi percentuali nei due casi.

La lunghezza alla nascita è risultata essere 30.9 cm e 35.4 cm per femmine e maschi rispettivamente. La lunghezza alla prima maturità sessuale, calcolata considerando la classe di lunghezza in cui almeno il 50% degli esemplari è al massimo stadio di maturità, è risultata essere 70-75 cm per i maschi e 90-95 cm per le femmine e quindi l'età alla prima maturità sessuale risulta tra 2.20 anni e 2.82 anni per i maschi e tra 4.10 anni e 4.73 anni per le femmine. Le femmine raggiungono la maturità sessuale ad una età quasi doppia rispetto ai maschi.

Bibliografia

APPLEGATE, S. P. (1967) - A survey of shark hard parts - In P. W. Gilbert, R. F. Mathewson, and D. P. Rall (editors), Sharks, skates, and rays, pp. 37-67. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Md.

LA MARCA, M.J. (1966) - A simple Technique for demonstrating calcified annuli in the vertebral of large elasmobranchs. *COPEIA* 1966, pp. 351-352.

LEVI, D. (1988) - Relazione sull'attività svolta dall'unità operativa Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato - Mazara del Vallo. In: *Atti dei seminari delle Unità Operative responsabili dei progetti di ricerca promossi nell'ambito dello schema preliminare di piano per la pesca e la acquacoltura. M.M.M. - C.N.R.* - vol. III: pp. 1561-1567. Roma, Italia.

RIDEWOOD, W.G. (1921) - On the calcification of the vertebral centra in sharks and rays - *Phil. Tran. R. Soc. London Ser. B., Biol. Sc.* **210:** 311- 407.

INDICE PER AUTORI

A

ADDIS P. 361
ALEFFI F. 13, 277
ALONGI G. 285, 287
AMATO E. 209
AMBROGI R. 183
ARCULEO M. 271, 307
ARDIZZONE G.D. 213
ARGENTI L. 299
ARTEGIANI A. 39
ARTUSI R. 131
AVIAN M. 75, 273

B

BABINI E. 139
BACIOTTINI F. 135,137
BADALAMENTI F. 145, 263
BALZI M. 23
BARBARO A. 267
BARBERA G. 245
BARBIERI R. 133
BAVESTRELLO G. 281
BELCARI P. 375
BELLUSCIO A. 213
BERGAMI C. 131
BERGAMINI M. 291
BIAGI F. 161, 387
BIANCHINI M.L. 269
BINGEL F. 349
BOCHDANSKY A.B. 1
BODDI S. 31
BONANNO A. 385
BONIVENTO P. 75, 273
BORGATTI A.R. 129
BOZZATO G. 267
BRACALE G. 297
BRIZZI G. 13, 277
BURNS D. 205
BUTTINO I. 63
BUZZICHELLI S. 23

C

CABRINI M. 141, 251
CAMMAROTO S. 245
CAMPAGNUOLO S. 309, 367
CAMPISI S. 155, 271
CAMPOLMI M. 221
CANNAS A. 265
CANNIZZARO L. 363, 389
CANTATORE P. 349
CAREDDA M.G. 381
CARONE A. 349
CARPENÈ E. 115, 119
CARRIERI A. 229
CARUSO G. 257
CASARETTO L. 27 57
CASAVOLA N. 59
CASTELLI A. 35
CASTI A. 135, 137
CATALANO E. 133
CATALDI LUPO M.C. 271
CATALETTO B. 27, 141
CATTANEO-VIETTI R. 281
CATTANI O. 91, 109, 119
CAU A. 155, 361, 383
CAVALLARO G. 365, 369
CAVALLINI G. 229
CECCHERELLI V.U. 173, 291
CEFALI A. 365
CELIO M. 67
CERVELLI M. 267
CETTOLO T. 273
CHESSA L.A. 305
CHIMENZ C. 293, 297, 299
CIANI G. 125
CICERO A.M. 217
CIMA C. 311
CINELLI F. 31
COLUCCIA E. 381
COMUNIAN R. 361
CONTE L.S. 131
COPPOLELLI P. 217
CORMACI M. 287, 313
CORRIERO G. 317
CORSI F. 213
CORTESE G. 259
CORTESI P. 91, 119
CUCCU D. 381
CUTITTA A. 307

D

D'ANNA G. 145, 263
DALLA VIA J. 103, 109
DANESI A. 119, 139
DANOVARO R. 55
DAVINI M.A. 383
DE ANGELIS C.M. 19
DE ANGELIS G. 19
DEIANA A.M. 381, 383
DE LEO G.A. 223
DEL NEGRO P. 251
DEL PIERO D. 13, 277
DELLAVALLE G. 27

DE METRIO G. 349, 371
DE OLAZABAL A. 67
DE RANIERI S. 387
DEZFULI B.S. 229
DE ZWAAN A. 91, 119
DI CAVE D. 233, 269
DI MARCOTULLIO A. 373
DINARO R. 285
DI PAOLO M. 269
DI STEFANO L. 309
D'ONGHIA G. 301

F

FABIANO M. 55
FARAGLIA E. 293
FAZIO G. 145
FERRARI C.R. 79
FERRERO E.A. 373
FIORENTINO F. 335
FOLLESA M.C. 383
FONDA-UMANI S. 131, 141
FONTANA P. 183
FOZZATI G. 173
FRANCESCON A. 267
FRANZOI P. 173
FRATTINI C. 341
FURNARI G. 285, 313

G

GADALETA M.N. 349
GALIOTO G. 307
GANCITANO S. 389
GARIBALDI F. 319
GAROFALO G. 363
GATTO M. 223
GENOVESE L. 255, 257
GHETTI A. 79
GIACCHETTA F. 371
GIACCONE G. 285
GIACOBBE M.G. 49
GIANI M. 47
GIOVANARDI O. 261
GIULIANINI P.G. 373
GODINI E. 273
GORIUP F. 277
GRANDI G. 229
GRAVINA M.F. 213
GRECO S. 49, 245
GRISTINA M. 145
GROTTOLI R. 63
GUERRERA E. 47

H

HAJDERI E. 59
HERNDL G.J. 1
HOMMÉ E. 43

I

INNAMORATI M. 23
ISANI G. 91, 115

J

JEREB P. 367

K

KALTENBÖCK E. 1

L

LANDRI P. 277
LECCE R. 47
LENZA I. 361
LEVI D. 385, 389
LIPARI R. 145
LO BRUTTO S. 295
LO DUCA G. 365, 369
LOPIANO L. 221
LUDOVICO A. 349

M

MACCAGNANI R. 173
MAIMONE G. 49
MAIORANO L. 377
MANGANARO A. 245, 259
MARANO G. 59, 329
MARCIALIS A. 167
MARCONATO A. 345
MARINIELLO L. 233
MARTINELLI M. 177
MASSI D. 379
MASSIDDA P. 265
MATARRESE A. 301
MATTEI N. 239
MAZUR H. 43
MAZZOLA A. 221, 263
MAZZOL S. 385
MEGALOFONOU P. 349, 371
MELLEY A. 23
MENEGHETTI F. 267
MICALE V. 255
MICHELI C. 289
MILANI L. 67, 141
MILELLA F. 349

MILIA A. 381
MIRTO S.....221
MISTRI M.....291
MOCCI A.....177
MONTANARI G. 75, 79
MONTI M. 27
MORI M.....161
MORUCCI C. 209
MÜLLER-NIKLAS G. 1
MULONE S. 389
MURA M. 155

N

NATALE M.G. 217
NICOLOSI ASMUNDO C.....271
NIGRO M. 315

O

ODORICO R.....215
OLIVIERI G.....139
ORECCHIA P.....269
OREL G. 13, 277
ORLANDINI G.....135, 137
ORLANDO E.....315
ORSI RELINI L.....151, 319
ORTIS M.....269
OTA D.....215

P

PAGGI L.....269
PAGLIALONGA A.....289
PAGLIARA T.M. 167, 177
PAGLIARANI A. 129
PAGNOTTA R. 39
PAGNUCCO C.....131
PAIS A. 305
PALANDRI G.....319
PANETTA P. 301
PANZA M.....377
PATRIGNANI A. 189
PATTI F. 255, 385
PAVESI M.C. 141
PELLEGRINI D.....217
PELLIZZATO M. 239
PERDICARO R. 179
PESSANI D.....205
PETROCELLI A.....303
PETTINE M.....39
PICCINETT C.....325
PICCINETTI MANFRIN G. 71, 325
PILO E. 167
PIRINI M.....129
PIZZUTO F. 287
PONCINI F.....205
POTOSCHI A.....365, 369
PRANOVI F. 261
PREVEDELLI D.....35
PUDDU A. 39
PULICANÒ G.....259
PUSCEDDU A.....55

Q

QUAGLIA A.....125

R

RADDI E.....23
RAGONESE S. 309, 367
RASOTTO M.B. 345
RATTU F.....383
REALI N. 135, 137
RELINI G. 151, 189
RELIN M.....195, 201
RINALDI A.....75, 79
RISMONDO A.....289
RIVAS G. 309, 367
RIZZI E.....329
RIZZO P. 389
ROBERTI M. 349
ROSSI R. 229
ROTTINI SANDRINI L. 75, 273
RUSSO G.F. 297

S

SABA S. 167, 265
SALVADORI S.....381
SANDULLI R. 219
SANTAMARIA N. 371
SARÀ G.....221, 259
SARACINO O.....303
SARTONI G.....31
SARTOR P. 161
SATTA L.....361
SAVELLI F. 261
SBRANA M. 375
SCALERA LIACI L.....317
SCALISI M. 363
SCAMMACCA B. 285, 313
SCERRA V.....271
SCILIPOTI D. 221
SEI S. 183
SENES L. 281
SERAFINO A.L. 47

SERIO D. 285
SERRA R. 115
SERRAZANETTI G.P. 131
SINATRA M.C. 271
SION L. 377
SOMASCHINI A. 213
SORO S. 71
SORVILLO R. 263
SPARLA M.P. 295
STURIALE P. 365, 369

T

TOMMASSETTI P. 299
TORCHIA G. 195
TOTTI C. 39
TRIGARI G. 129
TRIPALDI G. 209
TROMBETTI F. 129
TUNESI L. 355
TURA P. 139
TURSI A. 377

U

UNGARO N. 329
UNLUATA U. 349

V

VACCHI M. 355
VAN DEN THILLART G. 103 109
VENTRELLA V. 129
VERONA A. 361
VIDALI M. 261
VIGNOLO E. 383
VIO E. 13, 277
VITALI G. 91, 115
VITTURI R. 133
VIVA C. 387
VIVIANI R. 135, 137

W

WEBER R.E. 97
WELKER C. 27

Y

YANNOPULOS C. 349

Z

ZAMBONI A. 335
ZANELLA L. 289
ZOPPINI A. 39
ZURZOLO M. 139

INDICE

G.J. HERNDL, A.B. BOCHDANSKY, E. KALTENBÖCK, G. MÜLLER-NIKLAS - MARINE SNOW IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA: MAJOR ROLE OF MICROBES IN THE METABOLISM OF MARINE SNOW 1

G. OREL, E. VIO, D. DEL PIERO, G. BRIZZI, F. ALEFFI - *MARE SPORCO, POPOLAMENTI BENTONICI E PESCA 13*

G. DE ANGELIS, C.M. DE ANGELIS - *COMPOSIZIONE DEL FITOPLANCTON IN CONCOMITANZA CON LA PRESENZA DI MUCILLAGINI IN UNA STAZIONE FISSA DEL LITORALE MARCHIGIANO 19*

M. INNAMORATI, E. RADDI, S. BUZZICHELLI, A. MELLEY, M. BALZI - *LE MUCILLAGGINI NEL MAR TIRRENO 23*

M. MONTI, G. DELLAVALLE, C. WELKER, L. CASARETTO, B. CATALETTO - *ANALISI QUALITATIVA DEGLI AGGREGATI MUCILLAGINOSI IN UNA STAZIONE DEL GOLFO DI TRIESTE (LUGLIO 1991) 27*

G. SARTONI, F. CINELLI, S. BODDI - *RUOLO DI TRIBONEMA MARINUM J. FELDMANN ED ACINETOSPORA CRINITA (CARMICHAEL) SAUVAGEAU NEGLI AGGREGATI MUCILLAGINOSI BENTONICI DELLE COSTE TOSCANE 31*

A. CASTELLI, D. PREVEDELLI - *EFFETTO DEL FENOMENO DELLE MUCILLAGGINI DELL'ESTATE 1989 SUL POPOLAMENTO A POLICHETI DI UN MICROHABITAT SALMASTRO PRESSO PUNTA MARINA (RAVENNA) 35*

PETTINE M., PUDDU A., TOTTI C., ZOPPINI A., ARTEGIANI A., PAGNOTTA R. - *CARATTERIZZAZIONE CHIMICA E BIOLOGICA DI MUCILLAGINI 39*

EWA HOMMÉ, HANNA MAZUR - *PHYTOHORMONES AND MUCILAGE: STIMULATION BY FITOHORMONES ON THE MUCUS PRODUCTION BY ALGAE 43*

GUERRERA E., SERAFINO A.L., LECCE R., GIANI M. - *OSSERVAZIONI SUGLI AGGREGATI GELATINOSI PRESENTI NELL'ADRIATICO SETTENTRIONALE E NEL TIRRENO CENTRALE NEL 1991 ..... 47*

M.G. GIACOBBE, S. GRECO, G. MAIMONE - *DISTRIBUZIONE DI DINOFLAGELLATE POTENZIALMENTE TOSSICHE O DANNOSE NELLE ACQUE CALABRESI 49*

A. PUSCEDDU, R. DANOVARO, M. FABIANO - *VARIATIONS IN THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF TETRASELMIS SUECICA DURING GROWTH AND DECOMPOSITION: PRELIMINARY OBSERVATIONS . 55*

E. HAJDERI, N. CASAVOLA, G. MARANO - *OSSERVAZIONI SULLA DISTRIBUZIONE DEI CLADOCERI NELL'ADRIATICO PUGLIESE 59*

R. GROTTOLI, I. BUTTINO - *FLUTTUAZIONI STAGIONALI DELLA POPOLAZIONE DI ÀCARTIA CLAUSI NEL MAR GRANDE DI TARANTO 63*

L. CASARETTO, L. MILANI, M. CELIO, A. DE OLAZABAL - *OSSERVAZIONI SULLA PRESENZA DI CRESEIS ACICULA (MOLLUSCA, GA-*

STROPODA, THECASOMATA) NELLE ACQUE DEL GOLFO DI TRIESTE (ALTO ADRIATICO) NELL' ESTATE 1990 ..... *67*

S. SORO, G. PICCINETTI MANFRIN - *STADI LARVALI DI STOMATOPODI IN ADRIATICO* *71*

M. AVIAN, P. BONIVENTO, G. MONTANARI, A. RINALDI, L. ROTTINI SANDRINI - *CARYBDEA MARSUPIALIS L. (CUBOZOA), ISTOLOGIA DELLE GONADI* *75*

A. RINALDI, G. MONTANARI, A. GHETTI, C.R. FERRARI. - *ANOSSIE NELLE ACQUE COSTIERE DELL'ADRIATICO NORD-OCCIDENTALE. LORO EVOLUZIONE E CONSEGUENZE SULL'ECOSISTEMA BENTONICO* *79*

A. DE ZWAAN, P. CORTESI, O. CATTANI, G. ISANI, G. VITALI - *ENERGY METABOLISM OF THE RED BLOOD CELLS OF ARCID CLAMS AS COMPARED TO VERTEBRATES* *93*

R.E. WEBER - *ON SYNERGIES AND ADAPTATIONS IN EFFECTS OF HEAVY METALSAND OXYGEN DEPLETION IN MARINE CRABS AND MUSSELS* *101*

G. VAN DEN THILLART, J. DALLA VIA - *INFLUENCE OF LONG-TERM HYPOXIA EXPOSURE ON AEROBIC AND ANAEROBIC METABOLISM OF SOLEA SOLEA* *109*

J. DALLA VIA, G. VAN DEN THILLART, O. CATTANI - *INTERMEDIARY METABOLISM AND CRITICAL LEVELS OF HYPOXIA IN THE ADRIATIC SOLE SOLEA SOLEA* *115*

E. CARPENÉ, G. ISANI, R. SERRA, G. VITALI - *INTERAZIONI TRA CADMIO E METABOLISMO ANAEROBICO IN MOLLUSCHI BIVALVI DEL MARE ADRIATICO* *119*

O. CATTANI, P. CORTESI, A. DANESI, E. CARPENÉ, A. DE ZWAAN - *ASPETTI COMPARATI DEL METABOLISMO ANAEROBICO IN MOLLUSCHI BIVALVI DEL MARE ADRIATICO* *123*

G. CIANI, A. QUAGLIA - *ULTRASTRUTTURA DEGLI ERITROCITI DI SCAPHARCA INAEQUIVALVIS (BRUGUIERE)* *131*

F. TROMBETTI, V. VENTRELLA, A. PAGLIARANI, M. PIRINI, A.R. BORGATTI, G. TRIGARI - *ATTIVITÀ ATPASICHE STIMOLATE DA CATIONI MONOVALENTI IN MICROSOMI DI MANTELLO DI MYTILUS GALLOPROVINCIALIS LAM.* *135*

G.P. SERRAZANETTI, L.S. CONTE, C. PAGNUCCO, R. ARTUSI, C. BERGAMI, S. FONDA-UMANI - *IDROCARBURI ALIFATICI ED ALTRI COSTITUENTI LIPIDICI IN ZOOPLANCTON DEL GOLFO DI TRIESTE* *137*

R. BARBIERI, E. CATALANO, R. VITTURI - *INCIDENZA DELLA IPERSALINITÀ SULLA DIVERGENZA GENETICA TRA DIVERSE POPOLAZIONI DI APHANIUS FASCIATUS* *139*

N. REALI, A. CASTI, G. ORLANDINI, F. BACCIOTTINI, R. VIVIANI - *MODIFICAZIONI DEI NUCLEOTIDI LIBERI NEL FEGATO DI ORATE*

(SPARUS AURATUS L.) MANTENUTE IN DIVERSE CONDIZIONI ALIMENTARI *141*

G. ORLANDINI, A. CASTI, N. REALI, F. BACCIOTTINI, R. VIVIANI - *COMPORTAMENTO DELLE POLIAMINE TISSUTALI DI ORATE (SPARUS AURATUS, L.) MANTENUTE IN DIVERSE CONDIZIONI ALIMENTARI* *137*

A. DANESI, E. BABINI, G. OLIVIERI, P. TURA, M. ZURZOLO - *METABOLISMO ENERGETICO ANAEROBICO DEL MOLLUSCO BIVALVE TAPES PHILIPPINARUM* *139*

B. CATALETTO, M. CABRINI, S. FONDA UMANI, L. MILANI, M. C. PAVESI - *VARIAZIONI DEL CONTENUTO IN C DELLA BIOMASSA FITO-, MICROZOO- E MESOZOO-PLANCTONICA NEL GOLFO DI TRIESTE* *141*

F. BADALAMENTI, G. D'ANNA, G. FAZIO, M. GRISTINA, R. LIPARI - *RELAZIONI TROFICHE TRA QUATTRO SPECIE ITTICHE CATTURATE SU DIFFERENTI SUBSTRATI NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA N/O)* *145*

L. ORSI RELINI, G. RELINI - *MEGANYCTIPHANES NORVEGICA (SARS) (CRUSTACEA DECAPODA) NELLE RETI TROFICHE DEL MAR LIGURE* *151*

M. MURA, S. CAMPISI, A. CAU - *CONSIDERAZIONI SULL'ALIMENTAZIONE DI ALCUNE SPECIE DI VERTEBRATI E MACROINVERTEBRATI DEI FONDI MESOBATIALI DEL CANALE DI SARDEGNA* *155*

P. SARTOR, F. BIAGI, M. MORI - *FEEDING HABITS AND TROPHIC RELATIONSHIPS IN PHYCIS BLENNOIDES (BRÜNNICH), LEPIDORHOMBUS BOSCII (RISSO) AND HELICOLENUS DACTYLOPTERUS (DELAROCHE) (PISCES, OSTEICHTHYES) IN THE NORTHERN TYRRHENIAN SE* *161*

T.M. PAGLIARA, S. SABA, E. PILO, A. MARCIALIS. - *REGIME ALIMENTARE DI POST-LARVE E STADI GIOVANILI DI SPARUS AURATA (L.,1758) NELLA LAGUNA DI CASARACCIO (SARDEGNA NORD-OCCIDENTALE)* *167*

P. FRANZOI, R. MACCAGNANI, G. FOZZATI, V.U. CECCHERELLI - *SEGREGAZIONE DI NICCHIA TROFICA FRA SYNGNATHUS ABASTER E S. TAENIONOTUS (OSTEICHTHYES: SYNGNATHIDAE) DELLA SACCA DI SCARDOVARI (DELTA DEL PO)* *173*

M. MARTINELLI, A. MOCCI, T.M. PAGLIARA - *DIFFERENTI ABITUDINI ALIMENTARI DI STADI GIOVANILI DI DIPLODUS PUNTAZZO (CETTI, 1777), SPARUS AURATA (L., 1758) E DICENTRARCHUS LABRAX (L., 1758) NELLA LAGUNA DI CASARACCIO (SARDEGNA NORD-OCCIDENTALE)* *177*

R. PERDICARO - *CORRELAZIONI TRA PIOMBO, CADMIO, CROMO, FERRO, NICHELIO E RAME IN TAPES DECUSSATUS DEL LAGO DI FOGLIANO (LT)* *179*

S. SEI, R. AMBROGI, P. FONTANA - *LA BIOMASSA MACROBENTONI-*

INDICE

CA COME INDICE DELLA QUALITÀ DELL'AMBIENTE MARINO ALLE FOCI DEL PO *183*

G. RELINI, A. PATRIGNANI - *ACCUMULO DELLA BIOMASSA SU BLOCCHI A BASE DI CENERE DI CARBONE* *189*

M. RELINI, G. TORCHIA - *DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI PESCI SULLA BARRIERA ARTIFICIALE DI LOANO (SV)* *195*

M. RELINI - *PESCI ASSOCIATI AD UN HABITAT ARTIFICIALE DEL LARGO* *201*

F. PONCINI, D. BURNS, D. PESSANI - *L'IMPIEGO DI ULTRASONIC SIGNAL PROCESSOR NELLA CARATTERIZZAZIONE DEI FONDALI: L'APPLICAZIONE ALLA MAPPATURA DI POSIDONIA OCEANICA* ... *205*

G. TRIPALDI, C. MORUCCI, E. AMATO - *INCIDENTE M/C HAVEN: IL MONITORAGGIO PER LA VALUTAZIONE DEL DANNO AMBIENTALE* *209*

G.D. ARDIZZONE, A. BELLUSCIO, F. CORSI, M. F. GRAVINA, A. SOMASCHINI - *NOTA PRELIMINARE SULLE CARATTERISTICHE BIONOMICHE DEI FONDALI INTERESSATI DAL DISASTRO "HAVEN"* .. *213*

D. OTA, R. ODORICO - *OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULL'ATTIVITÀ DEI PESCI DI SCOGLIERA NELLA RISERVA MARINA DI MIRAMARE* *215*

D. PELLEGRINI, P. COPPOLELLI, M.G. NATALE, A.M. CICERO - *RISULTATI PRELIMINARI SUL CONTENUTO DI MERCURIO, PIOMBO E CROMO IN ORGANISMI MARINI IN RELAZIONE AL DRAGAGGIO DEL PORTO DI RAVENNA* *217*

R. SANDULLI - *COMUNITÀ MEIOBENTONICHE DI ALCUNE SPIAGGE DELLA LIGURIA INTERESSATE DALL'INCIDENTE DELLA M/C "HAVEN"* *219*

G. SARÀ, L. LOPIANO, D. SCILIPOTI, S. MIRTO, M. CAMPOLMI, A. MAZZOLA - *INDAGINE SUL PESCE NOVELLO NELLO STAGNONE DI MARSALA (SICILIA)* *221*

G.A.DE LEO, M.GATTO - *IL CICLO VITALE DELLE ANGUILLE (ANGUILLA ANGUILLA L.) NELLE VALLI DI COMACCHIO: UN MODELLO PER CLASSI D'ETÀ E LUNGHEZZA* *223*

A. CARRIERI, G. CAVALLINI, B.S. DEZFULI, G. GRANDI, R. ROSSI - *CRESCITA DI MASCHI ARGENTINI DI ANGUILLA (ANGUILLA ANGUILLA L.) IN ALLEVAMENTO INTENSIVO* *229*

L.MARINIELLO, D.DI CAVE - *ISOPODI PARASSITI DI SPECIE ITTICHE DI INTERESSE COMMERCIALE PRESENTI NEL LAGO DI LESINA* .. *233*

N. MATTEI, M. PELLIZZATO - *SPERIMENTAZIONE DI COLLETTORI ARTIFICIALI PER LA RACCOLTA DI PETTINI, ALLO STADIO BENTONICO-SESSILE (SPAT), IN ALTO ADRIATICO* *239*

A.MANGANARO, G.BARBERA, S.CAMMAROTO, S.GRECO. - *CAMPAGNA DI CATTURA DI SERIOLA DUMERILI E TENTATIVI DI RIPRODUZIONE ARTIFICIALE* *245*

M. CABRINI, P. DEL NEGRO - *DETERMINAZIONE DI DSP PRODUTTRICI IN MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* *251*

F. PATTI, L. GENOVESE, V. MICALE. - *EFFETTI DI VIBRIOSI SPERIMENTALE SUI CENTRI MELANO-MACROFAGI DI PAGELLUS ACARNE* *255*

G. CARUSO, L. GENOVESE - *ATTIVIT182 ENZIMATICA NELL'APPARATO DIGERENTE DI SERIOLA DUMERILII (RISSO 1810) IN ALLEVAMENTO INTENSIVO* *257*

G. SARÀ, G. CORTESE, A. MANGANARO, G. PULICANÒ - *ACCRESCIMENTO DI MYTILUS GALLOPROVINCIALIS (Lamark, 1819) IN UN PARCO SPERIMENTALE OPEN-SEA NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (TP- SICILIA)* *259*

O. GIOVANARDI, F. PRANOVI, F. SAVELLI, M. VIDALI - *PRIME ESPERIENZE DI ALLEVAMENTO DELLA CAPPASANTA, PECTEN JACOBAEUS L.* *261*

R. SORVILLO, G. D'ANNA, F. BADALAMENTI, A. MAZZOLA - *PRIMI DATI SULL'ACCRESCIMENTO DI CRASSOSTREA GIGAS IN UN PARCO SPERIMENTALE MARINO NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA N/O)* *263*

A. CANNAS, P. MASSIDDA, G. SABA - *PRIMI DATI SULLA RIMONTA DEL NOVELLAME NELLO STAGNO DI TORTOLÌ (SARDEGNA SUD-ORIENTALE)* *265*

G. BOZZATO, F. MENEGHETTI, A. BARBARO, M. CERVELLI, A. FRANCESCON - *APPLICAZIONI DI UNA TECNICA ELETTRONICA DI MARCATURA INDIVIDUALE IN ORATA (SPARUS AURATA L.)* *267*

D. DI CAVE, M. DI PAOLO, M.L. BIANCHINI, M. ORTIS, P. ORECCHIA, L. PAGGI. - *ELMINTI PARASSITI DI SPECIE ITTICHE DI INTERESSE COMMERCIALE PRESENTI IN ALCUNE LAGUNE ITALIANE* *269*

V. SCERRA, C. NICOLOSI ASMUNDO, M.C. CATALDI LUPO, M. ARCULEO, M.C. SINATRA, S. CAMPISI. - *COMPOSIZIONE E ASPETTI NUTRIZIONALI DI DICENTRARCHUS LABRAX (L.) IN RELAZIONE ALL'ACCRESCIMENTO* *271*

M. AVIAN, P. BONIVENTO, T. CETTOLO, E. GODINI, L. ROTTINI SANDRINI - *ALTERAZIONI ISTOLOGICHE DELLA GHIANDOLA DIGESTIVA DI MYTILUS GALLOPROVINCIALIS LMK. CORRELATE A BLOOMS DI FITOPLANCTON* *273*

F. ALEFFI, G. BRIZZI, D. DEL PIERO, F. GORIUP, P. LANDRI, G. OREL. E. VIO. - *PRIME OSSERVAZIONI SULL'ACCRESCIMENTO DI*

INDICE

CORBULA GIBBA (MOLLUSCA, BIVALVIA) NEL GOLFO DI TRIESTE (NORD ADRIATICO) *277*

R. CATTANEO-VIETTI, G. BAVESTRELLO, L. SENES - *LA FACIES A CORALLIUM RUBRUM LUNGO IL PROMONTORIO DI PORTOFINO (MAR LIGURE)* *281*

G. ALONGI, R. DINARO, G. FURNARI, G. GIACCONE, B. SCAMMACCA, D. SERIO. - *OSSERVA-ZIONI PRELIMINARI SULLA VEGETAZIONE MARINA DELL'ISOLA DI LAMPEDUSA (ISOLE PELAGIE)* *285*

G. ALONGI, M. CORMACI, F. PIZZUTO - *LA MACROFLORA EPIFITA DELLE FOGLIE DI HALOPHILA STIPULACEA (FORSSK.) ASCHERS. DEL PORTO DI CATANIA* *287*

C. MICHELI, A. RISMONDO, A. PAGLIALONGA, L. ZANELLA - *MISURE DI PRODUTTIVITÀ PRIMARIA DI ULVA LAETEVIRENS IN AMBIENTE LAGUNARE* *289*

M. MISTRI, M. BERGAMINI, V. U. CECCHERELLI - *CRESCITA E STRUTTURA DI POPOLAZIONE DI PARAMURICEA CLAVATA (RISSO, 1826) NELLO STRETTO DI MESSINA: NOTA PRELIMINARE.* *291*

C. CHIMENZ, E. FARAGLIA - *CONTRIBUTO ALLO STUDIO DEI BRIOZOI PUGLIESI* *293*

S. LO BRUTTO, M.P. SPARLA - *ANFIPODI ASSOCIATI DEI BANCHI DI FILTRATORI NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA N/W)* *295*

G. BRACALE, G. F. RUSSO, C. CHIMENZ - *MALACOFAUNA DI SUBSTRATO DURO DELLE COSTE LAZIALI* *297*

L. ARGENTI, P. TOMASSETTI, C. CHIMENZ - *CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DEI CROSTACEI DECAPODI DEL TIRRENO CENTRALE (LAZIO)* *299*

P. PANETTA, A. MATARRESE, G. D'ONGHIA. - *MOLLUSCHI DELLE BIOCENOSI ANTISTANTI LA PENISOLA DEL SINIS (SARDEGNA)* ... *301*

A. PETROCELLI, O. SARACINO - *ALGHE DI SUBSTRATI ARTIFICIALI IMMERSI NEL MAR LIGURE* *303*

L. A. CHESSA, A. PAIS - *ALLEVAMENTO DI CORALLIUM RUBRUM (L.) IN ACQUARIO: UN ANNO DI OSSERVAZIONI* *305*

M. ARCULEO, G. GALIOTO, A. CUTTITTA - *ASPETTI RIPRODUTTIVI IN PARAPENAEUS LONGIROSTRIS (CRUSTACEA, DECAPODA) NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (SICILIA N/W)* *307*

S. RAGONESE, S. CAMPAGNUOLO, G. RIVAS, L. DI STEFANO - *SULLA DISTRIBUZIONE DELLO SCAMPO NEPHROPS NORVEGICUS (L.) NEL CANALE DI SICILIA (MEDITERRANEO CENTRALE)* *309*

C. CIMA - *NOTE SUI GRANCHI DEL GENERE TRAPEZIA IN CAMPIONI DELL'OCEANO INDIANO* *311*

M. CORMACI, G. FURNARI, B. SCAMMACCA - *CARTA DELLA VEGETAZIONE MARINA DI BAIA TERRA NOVA (MARE DI ROSS, ANTARTIDE)* *313*

M. NIGRO, E. ORLANDO - *NOTE SULLA BIOLOGIA ED ECOLOGIA DEL BIVALVE ANTARTICO ADAMUSSIUM COLBECKI (SMITH)* *315*

L. SCALERA LIACI, G. CORRIERO - *DISTRIBUTION OF THE SPONGE FAUNA FROM THE MAR PICCOLO AND THE MAR GRANDE (TARANTO, IONIAN SEA)* *317*

L.ORSI RELINI, G. PALANDRI, F. GARIBALDI - *BIOLOGIA E PESCA DEL PESCE SPADA, XIPHIAS GLADIUS L., IN LIGURIA PRIME OSSERVAZIONI* *319*

C. PICCINETTI, G. PICCINETTI MANFRIN - *LA RIPRODUZIONE DEI TUNNIDI IN MEDITERRANEO* *325*

N. UNGARO, E. RIZZI, G. MARANO. - *NOTE SULLA BIOLOGIA E PESCA DI MERLUCCIUS MERLUCCIUS (L.) NELL'ADRIATICO PUGLIESE* *329*

F. FIORENTINO, A. ZAMBONI - *STIME DI MORTALIT182 TOTALE (Z) IN MERLUCCIUS MERLUCCIUS (L.) DEL MAR LIGURE* *335*

C. FRATTINI - *DISTRIBUZIONE DI TRIGLOPORUS LASTOVIZA (BRÜNNER, 1768) IN ALTO E MEDIO ADRIATICO* *341*

A. MARCONATO, M.B. RASOTTO - *THE REPRODUCTIVE BIOLOGY OF OPISTOGNATHUS WHITEHURSTII (PISCES, OPISTOGNATHIDAE)* .. *345*

M. ROBERTI, C. YANNOPOULOS, G. DE METRIO, A. LUDOVICO, F. MILELLA, A. CARONE, P. MEGALOFONOU, F. BINGEL, U. UNLUATA, P. CANTATORE, M.N. GADALETA. - *POLIMORFISMO DEL DNA MITOCONDRIALE IN STOCK DI PALAMITA, SARDA SARDA (BLOCH 1793), DEL MAR MEDITERRANEO* *349*

L. TUNESI. M. VACCHI - *INDAGINI VISUALI IN IMMERSIONE NELL'AREA MARINA DI PORTOFINO: APPLICAZIONE DI UN METODO PER LO STUDIO DEI POPOLAMENTI ITTICI* *355*

A. CAU, P. ADDIS, R. COMUNIAN, I. LENZA, L. SATTA, A. VERONA - *CONSIDERAZIONI SU QUATTRO ANNI DI "FERMO BIOLOGICO" NEI MARI CIRCOSTANTI LA SARDEGNA* *361*

L. CANNIZZARO, G. GAROFALO, M. SCALISI - *PAGELLUS ERYTHRINUS DISTRIBUZIONE SPAZIO-TEMPORALE* *363*

A. POTOSCHI, G. CAVALLARO, P. STURIALE, G. LO DUCA, A. CEFALI - *DISTRIBUZIONE BATIMETRICA, RENDIMENTI DI PESCA ED ACCRESCIMENTO DI MULLUS BARBATUS L. 1758 NEL GOLFO DI PATTI (MESSINA)* *365*

G. RIVAS, S. RAGONESE, S. CAMPAGNUOLO, P. JEREB - *PRELIMI-*

INDICE

NARY MORPHOMETRIC ANALYSIS ON SPHOEROIDES CUTANEUS GUNTHER, 1870 (PISCES, TETRAODONTIDAE) OF THE SICILIAN CHANNEL (CENTRAL MEDITERRANEAN SEA) 367

G. CAVALLARO, A. POTOSCHI, G. LO DUCA, P. STURIALE - *CONTRIBUTO ALLA CONOSCENZA DI ALCUNI ASPETTI DELLA BIOLOGIA DI GYMNAMMODYTES CICERELLUS (RAF. 1810)* 369

P. MEGALOFONOU, N. SANTAMARIA, F. GIACCHETTA, G. DE METRIO - *DATI PRELIMINARI SULLA PESCA DEL ROVETTO, RUVETTUS PRETIOSUS, NEL GOLFO DI TARANTO* 371

P.G. GIULIANINI, E.A. FERRERO, A. DI MARCOTULLIO - *FOLLICULAR ATRESIA IN ZOSTERISESSOR OPHIOCEPHALUS (OSTEICHTHYES, GOBIIDAE)* 373

M. SBRANA, P. BELCARI - *NOTA SULLA PRESENZA DI FEMMINE MATURE DI MERLUCCIUS MERLUCCIUS (L.) NELL'ARCIPELAGO TOSCANO MERIDIONALE* 375

A. TURSI, L. SION, L. MAIORANO, M. PANZA - *LE NURSERIES DI MICROMESISTIUS POUTASSOU (RISSO, 1826) NEL MAR JONIO* 377

D. MASSI - *EFFETTI DEL CONGELAMENTO SULL'ACCURATEZZA DELLE MISURE IN ELEDONE CIRRHOSA (LAMARCK, 1798)* 379

A.M. DEIANA, M.G. CAREDDA, E. COLUCCIA, D. CUCCU, A. MILIA, S. SALVADORI - *I CROMOSOMI MITOTICI E MEIOTICI DI ARISTEOMORPHA FOLIACEA (CRUSTACEA DECAPODA, ARISTEIDAE)* 381

A.M. DEIANA, M.A. DAVINI, M.C. FOLLESA, F. RATTU, E. VIGNOLO, A. CAU - *INTERESSANTI REPERTI DI MOLLUSCHI CEFALOPODI NEL MEDITERRANEO CENTRO OCCIDENTALE* 383

B. PATTI, S. MAZZOLA, A. BONANNO, D. LEVI - *SULLA POSSIBILITÀ DI MIGLIORARE LA PRECISIONE DELLE STIME CAMPIONARIE DEI TRAWL SURVEYS* 385

F. BIAGI, S. DE RANIERI, C. VIVA - *ACCRESCIMENTO DELL'OTOLITE IN RELAZIONE ALLA LUNGHEZZA TOTALE IN MERLUCCIUS MERLUCCIUS (L.)* 387

P. RIZZO, S. GANCITANO, L. CANNIZZARO, D. LEVI, S. MULONE - *DETERMINAZIONE DELL'ETÀ E ACCRESCIMENTO IN CENTROPHOTUS GRANULOSUS (SCHNEIDER, 1801)* 389