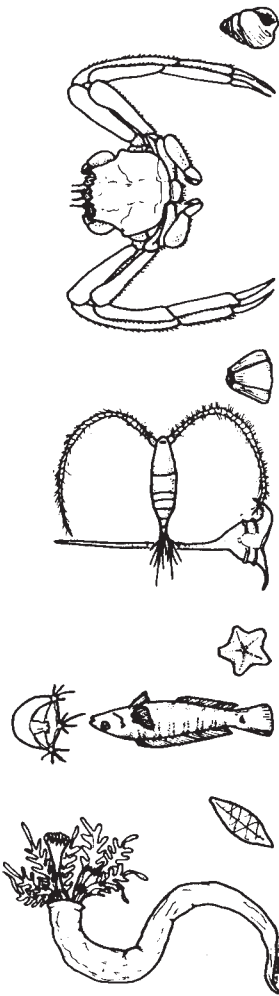


Società Italiana di Biologia Marina

BIOLOGIA MARINA MEDITERRANEA



Vol. 23 - fasc. 1 - 2016

ATTI XLVII Congresso SIBM

TORINO

13-17 Giugno 2016

Biologia Marina Mediterranea **(*Biol. Mar. Mediterr.* / ISSN 1123-4245)**

Direttore Responsabile/*Editor in chief*
Giulio Relini, Univ. di Genova – e-mail: biolmar@unige.it

Editori Associati/*Associate Editors*
GIACCONE G., Univ. di Catania - e-mail: gcgiaccone@virgilio.it
OCCHIPINTI A., Univ. di Pavia - e-mail: occhipin@unipv.it
PRONZATO R., Univ. di Genova - e-mail: pronzato@dipteris.unige.it

Comitato di Redazione/*Editorial Advisory Board*

BELLAN Gérard, (Marseille, France)	JENSEN Antony (Southampton, U.K.)
BELLAN SANTINI Denise (Marseille, France)	KALLIANIOTIS Argyris (Kavala, Greece)
BELLUSCIO Andrea (Roma, Italy)	NEVES dos SANTOS Miguel (Olhão, Portugal)
BERTRAND Jacques (Nantes, France)	PAPACONSTANTINOU Costas (Athens, Greece)
BORTONE Stephen (Tampa, USA)	RYLAND John (Swansea, U.K.)
DAVENPORT John (Cork, Ireland)	SCHEMBRI Patrick (Msida, Malta)
GAMBI Maria Cristina (Napoli, Italy)	SEAMAN William (Gainesville, USA)
HALLEGRAEFF Gustaaf M. (Hobart, Australia)	SERENA Fabrizio (Livorno, Italy)
HAWKINS Stephen J. (Bangor, U.K.)	SOCAL Giorgio (Venezia, Italy)

Segreteria di Redazione/*Editorial Assistants*
E. Massaro, S. Queirolo, R. Simoni

Redazione/*Editorial Office*
S.I.B.M. c/o DISTAV, University of Genova, Viale Benedetto XV, 3 – 16132 Genoa, Italy
Tel. e fax 0039 010 357888
e-mail: sibmzool@unige.it

Stampatore/*Publisher*
Erredi Grafiche Editoriali S.n.c., Via Trensasco, 11 – 16138 Genoa

Biologia Marina Mediterranea è la rivista ufficiale della Società Italiana di Biologia Marina e viene repertoriata da ASFA e da Zoological Record.
Biologia Marina Mediterranea is a journal of Italian Society for Marine Biology and is currently indexed and abstracted by ASFA and Zoological Record.

Biologia Marina Mediterranea è una rivista che tratta ogni aspetto della biologia marina. Al momento pubblica solo gli atti di congressi e simposi organizzati dalla SIBM o sintesi su argomenti specifici. Come supplementi della rivista sono pubblicati anche manuali e guide. Tutti i lavori sono sottoposti a qualificati referee nazionali ed internazionali.

Biologia Marina Mediterranea is an international journal dealing with all aspects of marine biology. At present only proceedings of workshops and congresses organized by SIBM or synthesis on special subjects are published. Guides and manuals are printed as supplements of the Journal. All papers are rigorously peer reviewed by national and international experts.

ATTI
del
XLVII
Congresso
del I a

SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA



TORINO
13 - 17 GIUGNO 2016

COMITATO ORGANIZZATORE

Prof.ssa PESSANI Daniela (Presidente)
Dott. BATTUELLO Marco
Dott.ssa DI MUZIO Giorgia
Dott. FAVARO Livio
Dott. MUSSAT SARTOR Rocco
Dott. NURRA Nicola
Prof.ssa VARESE Cristina

SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Dott. Rocco Mussat Sartor
Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi
Università di Torino
Tel.: 011 6704578
Fax: 011 2364539
e-mail: rocco.mussat@unito.it

SEGRETERIA SCIENTIFICA

Segreteria Tecnica SIBM
c/o DISTAV, Università di Genova
Viale Benedetto XV, 3
16132 GENOVA
Tel. e fax 010 357888
e-mail: sibmzool@unige.it

LISTA DEGLI ISCRITTI

ALESSI Jessica
ANELLI MONTI Marco
ARCANGELI Antonella
ASNAGHI Valentina
AURIEMMA Rocco
AZZOLIN Marta Anna
BATTUELLO Marco
BAVESTRELLO Giorgio
BELLAN Gérard
BELLAN-SANTINI Denise
BELLONI Giuditta
BERNAT Paolo
BERTOLINO Marco
BLASI Filippo
BOERO Ferdinando
BOVIO Elena
BUOSI Alessandro
BURGOS JUAN Elena
CABRINI Marina
CALABRETTI Chiara
CARONNI Sarah
CAROPPO Carmela
CARUSO Gabriella
CASALONE Cristina
CASOLI Edoardo
CATUCCI Elena
CAU Angelo
CAVALLO Rosa Anna
CECCHI Enrico
CECERE Ester
CHEMELLO Renato
CHIANTORE Mariachiara
CHIMIENTI Giovanni
CIARLONE Luciano
CIBIC Tamara
CIOFINI Alice
CIUFFO Marina
COLELLA Sabrina
COLLA Silvia
COSSU Andrea
COSTA Gabriele
D'ANTONI Simona
DELL'ACQUA Ombretta
DENARO Renata
DE RANIERI Stefano
DI MUZIO Giorgia
DI STEFANO Floriana
DONNARUMMA Luigia
FABBROCINI Adele
FALACE Annalisa
FANELLI Giovanni
FARRUGIO Henri
FAVARO Livio
FERRANTI Maria Paola
FERRARIO Jasmine
FERRIGNO Federica
FIORENTINO Fabio
FORCHINO Andrea
FORTUNA Christian
FRANZOI Piero
FROGLIA Carlo
GANCITANO Vita
GARZOLI Laura
GIACCAGLIA Luca
GNAVI Giorgio
GNONE Guido
GUALA Ivan
GUARNERI Daniele
LA MARCA Emanuela
LAPICCIRELLA Davide
LA PORTA Barbara
LARDICCI Claudio
LIBRALATO Simone
LO BRUTTO Sabrina
MAENA Elena
MANCONI Renata
MANDICH Alberta
MANGONI Olga
MARCHINI Agnese
MASSARO Andrea
MASTROTOTARO Francesco
MASUCCI Paola
MEHIRI Mohamed
MICCOLI SARTORI Serena
MILISENDA Giacomo
MOLINARI Andrea

MONDINI Antonio
MONTANINI Stefano
MONTEFALCONE Monica
MONTEGGIA Davide
MUSSAT SARTOR Rocco
MUSSI Barbara
NASINI Sofia
NEPOTE Ettore
NURRA Nicola
OCCHIPINTI Anna
OPRANDI Alice
ORSI Lidia
PADIGLIA Andrea
PAGLIARANI Alessandra
PALLADINO Silvia
PALMA ESPOSITO Fortunato
PANETTA Pietro
PANTÓ Gabriella
PANZERI Diego
PAOLI Chiara
PAVAN Gianni
PENNA Antonella
PESSANI Daniela
PIAZZI Luigi
PIPITONE Carlo
PRATO Ermelinda
PREVEDELLI Daniela
PUGLIESE Laura
RAICEVICH Saša
REDOLFI BRISTOL Simone
RELINI Giulio
RIJILI Angela
ROMANELLI Michele
ROSSI Alessia

RUSSO Giovanni Fulvio
SALVIOLI Francesca
SANDULLI Roberto
SANTUCCI Angela
SARÁ Gianluca
SARTOR Paolo
SBRANA Mario
SCARDI Michele
SCIROCCO Tommaso
SERENA Fabrizio
SERIO Donatella
SFRISO Adriano
SFRISO Andrea
SILVESTRI Roberto
SIMONINI Roberto
SPINA Federica
SQUADRONE Stefania
STABILI Loredana
STIPCICH Patrizia
TARGUSI Monica
TEMPESTI Jonathan
TORCHIA Giovanni
TULLI Francesca
UGOLINI Alberto
VALLARINO Gabriele
VALLISNERI Maria
VALVANO Alessandro
VANUCCI Silvana
VARESE Giovanna Cristina
VASSALLO Paolo
VINCENZI Carolina
VITALE Sergio
ZAMPOLLO Arianna
ZOPPINI Annamaria

Tema

LA PESCA ARTIGIANALE E L'USO
SOSTENIBILE DELLE RISORSE MARINE.
RITORNO AL PASSATO O ROTTE
PER IL FUTURO?

H. FARRUGIO

Independent researcher
farrugio.fisheries@gmail.com

BACK TO REASON: FROM INDUSTRIAL TO SMALL-SCALE FISHERIES

RITORNO ALLA RAGIONE: DALLA PESCA INDUSTRIALE ALLA PESCA ARTIGIANALE

Abstract - Mediterranean artisanal fisheries date back from several centuries and still keep many archaic features nowadays. However, until recently, despite their social and economic weight, Scientists and Administrators were mainly concerned about the industrial fisheries. It is now an evidence that these ones are more and more harmful to marine resources and environment and that the artisanal fisheries could be more effective, so at a time when the fisheries sector is experiencing a systemic crisis the need for more reasonable strategies focused on artisanal fisheries is urgent.

Key-words: Mediterranean, industrial fisheries, artisanal fisheries, spatial based approach, fishery management.

1. The historical roots of Mediterranean fisheries - The Mediterranean Sea is the site of a very old fishing activity resulting of a mosaic of very diversified fisheries spread over more than 40000 km of coasts. This great diversity in catch methods represents the adjustment of human communities to the variability of physical and biological conditions of different Mediterranean environments. The differences are due not only to the bio-ecological and geographical factors which affect the biotopes and the exploited populations but also to the social, economic and historical contexts of the neighbour countries. Excepting few cases of some nearly “industrial” fleets, the most of the Mediterranean fisheries can be considered as “artisanal” and “coastal”. There is an abundant literature dealing with tentative (and often redundant) definitions of “small-scale” and “artisanal” fisheries; this is a challenge as the terms have been used for decades to represent different points of view and socio-economic dimensions in different contexts. As stated by Griffiths *et al.* (2007) the term “artisanal fishery” has no fixed meaning for all regions. This is not the place to re-open the discussion: here after we will consider, according to Farrugio and Le Corre (1983), that “*contrary to industrial fishing, which implies important investments made by companies or financial groups, the artisanal fishing generally applies to any small-capital exploitation, most often the fishermen property; it is often a “coastal fishing” exploiting areas which can be reached in few hours from the ports or beaches where the fishermen are based. It employs a great number of workmen, at sea and on earth as well, the fishing gears are extremely diversified and the fleets are generally composed of a large number of boats, mostly of low tonnage, based in a multitude of ports and shelters*”. This type of fisheries date back to the dawn of human history: the exploitation of the Mediterranean marine living resources started several thousand years ago, fish trade in the region has existed since at least the 5th century BC (Lund and Gabrielsen, 2005 in Smith and Garcia, 2014) which explains that, ever since the remote antiquity, it has been the object of observations and descriptions in which maritime activities and fishing hold a paramount place. The oldest anthropologic accounts by travellers and humanists (Salvador i Riera, 1722; Linné, 1758; Duhamel du Monceau, 1769; Bonnaterre, 1788; Sañez Reguart, 1791-1795; Delaroche, 1809; Risso, 1810, 1826; Bonaparte, 1834; Berthelot, 1868; Canestrini, 1872; Gourret, 1894; Delgado, 1923; Franco y Salinas, 1923; Lleo, 1923; Miranda, 1923; Thomazi, 1947) point out the diversity of the Mediterranean fishing activities which still keep many

archaic features nowadays. Finally, they show that, even since the Middle Ages, the few great types of fishing which gave birth to the Mediterranean populations of fishermen have prevailed. Coral fishing in particular, the monopoly of the Catalans until the end of the XIV century, then of Genoa until the early XIX century, employed thousands and thousands of people and led to the migration of the Genoese fishermen and to their settling along the European and African coasts in the western part of the Mediterranean (Mori, 1950; Borghesi, 1985). Another fresco continuing on several centuries describes the tuna trap fishing, a speciality of the Italians, the Spanish and the French, generator of an important activity of transformation which employed numerous workmen and causing the creation of fishermen's communities and of a great number of settlements all over the Mediterranean coast (Pavesi, 1889; Parona, 1919; Heldt, 1921; Belloc, 1961). Equally well-known is the evolution of the Spanish fisheries, particularly those which were specialized in the surface longline fishing until the early 1900's on the Catalan coasts, and the evolution of the Neapolitan small pelagic fisheries which caused the migration of thousands of fishermen who founded colonies along the European, North African and eastern coasts of the Mediterranean Sea. Not much is known about the evolution of the ancestral types of fishing in the eastern waters, but ethnographic and historical research point out the importance of some activities like sponge fishing in the genesis of the fishermen populations of that area and allow a description of the chronology of the technological and strategic mutations until today (Doumenge, 1968, 1984). Finally, ever since the Greek and Latin authors of the Antiquity, the bibliography has become wealthier and wealthier with documents dealing with the populations settlements and the lagunar fisheries around the Mediterranean, which hold an important place in the traditions of the area (Quignard and Zaouali, 1980, 1981). Several centuries of history are also well-known for these environments, especially concerning the evolution of the management methods along the Spanish, French, Italian and North African coasts. The main lines of their management systems, economic and social evolution can also be followed (particularly through the fluctuations of the eel trade), as well as the urban development of those areas and the problems linked to it, such as tourism, pollution etc. (D'Ancona, 1955; Amanieu, 1973; Ardizzone, 1984).

2. The past management: a top down strategy - In the Mediterranean the first scientific research works specifically oriented towards the fishing field date back to the XVIII century. In those days the main preoccupation of the national administrations and scientists was to avoid the fish being caught prematurely, before they had enough time to grow and spawn. From the early decades of the XX century the development of trawling, which was perceived in the positivistic perspective of the period as the modern fishery, the traditional conflicts between fixed and towed gears became stronger and stronger. The lobby of trawler ship owners succeeded the policy considered the artisanal fisheries as a residual sign of the old time and despite their social and economic weight, the "small-scale" fisheries caused a very weak interest in the administrations which generally did not consider them as an important contributor to food security and income (Pauly, 2006). This explains that most of the studies were essentially oriented towards trawling or tuna fisheries which can be considered as having reached an industrial level. Technical progress has made prospection and positioning equipment commonplace, while improving considerably the quality and efficiency of fishing gear. But this progress is not bereft of adverse effects: it has played a large part in increasing the scarcity of resources (Farrugio *et al.*, 1993; Ferretti, 2011; Relini *et al.*, 2011). In many countries of the Mediterranean the trawl fleet is modern, well equipped, and able to fish not only on the continental shelves but also on the slope down to 800 m. Usually the engine power is excessive,

not only in relation to national regulations (power can exceed 4 times the legal value) but also disproportionate for a reasonable fishing effort (Goñi, 1998; Sánchez Lizaso *et al.*, 2000; Francour *et al.*, 2001). Except in a very few cases, whatever analytical methods are used, diagnoses of biological overexploitation - or at least full exploitation - are obtained and confirmed in an obvious way by the evolution of the rates of production. Since the last postwar period, most of the fish stocks management measures mainly concerned trawler and purse seiner fleets through an approach based on some simple assumptions. Thus, until recently the manager's objective was the maintenance or return of economically important stocks at a level corresponding to the highest level of catch without considering the sustainability of exploitation. This objective represented a major concern, ignoring most of the economic or social contingencies, even if the national authorities took implicitly into account their own visions of these constraints. These measures have reached their limits from the time when the only certainty of fisheries observers proved to be that, whatever the resilience or ability to reconstitution of a resource, the fishing industry was potentially able to destroy it every year, while it needed urgently an abundant resource in good condition to safeguard its profitability (Durand *et al.*, 1989). Some Mediterranean scientists have for a long time held the view that the analysis and management of fishing should not be based only on biological considerations, but should also take into account economic and social parameters. This concept has frequently been stated since the XIX century, nevertheless, the number of strictly socio-economic studies of Mediterranean fishing is small compared with those concerning ecology or technology. In the '50s and '60s, economists elaborated policies and programs to "rationalize" the economic development of the fishing activity, often to the detriment of small units considered as too dependent on an outdated and too labor consumer production system. However, these analyses have not always produced the desired results. Finally, during the last two decades the Mediterranean fisheries landings decreased by more than 30 percent (from 1087000 tonnes in 1994 to 787000 tonnes in 2013) and today about 85 percent of Mediterranean and Black Sea stocks assessed are fished at biologically unsustainable levels (FAO, 2016a).

3. The road for the future

3.1. Back to reasonable practices - For decades on end, researchers had a feeling of powerlessness in front of the enterprise represented by the elaboration of reliable data on artisanal fisheries, and the absence of ready-made methods adapted to their study. In the late eighties this attitude has been replaced by a new awareness from a growing number of Mediterranean scientists (Charbonnier and Caddy, 1986; Farrugio and Le Corre, 1986, 1987, 1991). Twenty years ago a diplomatic conference on Fisheries Management in the Mediterranean held in Venice (Italy), stated that the opportunities for profitable investment in the Mediterranean fisheries sector were no longer lining in the overcapitalization of fleets and fish plants and that a more rational planning had to take in account the fact that a healthy small scale fishery and the associated coastal communities play a key role in the economic activities in the Mediterranean fisheries sector (Farrugio, 1996). However, there is still not enough political will for an in-depth transformation of the fisheries management strategies. Although public policies still often continue to encourage large scale fisheries, at the worldwide level the increasing scarcity of the resources, the establishment of exclusive economic zones and the desire to reduce the operating costs lead to reconsider the concept of a development based on an expansion to more and more offshore resources. Now the activity of the artisanal fleets is increasingly taken into account worldwide, most notably in the Rio+20 conference outcome document ("The Future We Want", U.N., 2012). In the Mediterranean Countries, according to

their importance, they are studied specifically or tentatively integrated in analyses of interactive fisheries when they share the exploitation of some stocks with other fleets. In general, it has been observed that the productivity of the artisanal fisheries is strictly linked with the importance of the offshore semi-industrial fisheries. In fact, many of the species targeted by the artisanal fishermen are also exploited by the offshore fleets which apply an intensive fishing effort on the stocks. Trawling has a major impact on the overexploitation due to its poor selectivity (Lleonart, 2015) and all the scientific studies dealing with the interactions between fisheries show that a decrease in the fishing effort of the large boats - particularly the trawlers - will result in a substantial increase of the small-scale vessels catch per unit effort (Farrugio and Le Corre, 1986; Whitmarsh *et al.*, 2003); recent simulation analysis have shown that the deteriorating trends of Mediterranean fisheries are likely to continue if no action is taken and that such action should focus not only on reducing exploitation rate but mainly on improving selectivity (Vasilakopoulos *et al.*, 2014). The artisanal fisheries are today supplying a large part of the marine food for direct human consumption worldwide, they employ millions of fishermen and their adaptability versus a variable and uncertain world is now widely admitted; they can, depending on the contexts and policies, be more effective than industrial exploitation systems, thanks to lower fuel consumption, lower replacement costs of fixed capital, greater net added value and a greater number of direct jobs (Fig. 1). Furthermore, their production is a high quality one, composed of species of fish, crustacean and molluscs which are much sought after by national consumers and have the major economic value on national markets although some important species are mainly exported. Their high quality is mainly due to the shortness of the delay between fishing and landing and to the use of selective and non-harmless gears. This allows to avoid to spoil the fishes and to bring them on the market in a very good condition of freshness and conservation. Their socio-economic importance, their cultural role and their contribution to national economies and food security in the Mediterranean are increasingly being recognised. They still represent more than 80 percent of the regional vessel fleet and this ratio should be considered an underestimate of their real importance, given the lack of data, especially on small-scale fleets from some parts of the region. According to the existing data in 2008, Greece, Italy, Tunisia and Turkey had the largest artisanal fleet with 63% of the overall regional number of fishing units (around 50000 boats; Sacchi, 2011). In Italy the small scale fishing areas cover about 8000 km of coastline; about 800 landing points are operating and the fleet is distributed all along the national shores. The bulk of the national fleet (around 70% of the total) consists of small-scale vessels deploying various fixed gear on the continental shelf. At the moment, the artisanal fishermen represent still the largest part of the active population of the fishery sector in the Mediterranean. Artisanal fisheries provide hundreds thousands jobs, especially on the southern shores of the Mediterranean, they account for at least 60 percent of total on-vessel fishing labour and for approximately 20 to 25 percent of the total landing value from capture fisheries in the region (FAO, 2016a). The flexibility of the artisanal fleets has to be considered an interesting asset to prevent excessive fishing effort concentrations on some target species and to reduce the financial risks inherent to the industrial fleets. Artisanal fishing is generally considered as potentially less harmful to marine resources than the offshore industrial exploitation (Hawkins and Roberts, 2004; Tudela, 2004). It is also usually agreed that their environmental impact is reduced because they employ mainly passive gears. They generally produce moderate to low discards and by catches however, specific fisheries can present higher discard rates (FAO, 2016b).


















	LARGE SCALE 	SMALL SCALE 
Number of fishermen employed	 AROUND 500,000	 OVER 12,000,000
Annual catch of marine fish for human consumption	 AROUND 29 MILLION TONNES	 AROUND 24 MILLION TONNES
Capital cost of each job on fishing vessels	\$ \$ \$ \$ \$ 30,000 - \$ 300,000	\$ \$ 250 - 2,500
Annual catch of marine fish for animal feed and industrial reduction to meal and oil.	 AROUND 22 MILLION TONNES	 ALMOST NONE
Annual fuel oil consumption	 14 - 19 MILLION TONNES	 1 - 2.5 MILLION TONNES
Fish caught per tonne of fuel consumed	 =  2 - 5 TONNES	 = 
Fishermen employed for each \$ 1 million invested in fishing vessels	 5 - 30	 500 - 4,000
Fish destroyed at sea each year as by-catch in shrimp & trawl fisheries	 6 - 16 MILLION TONNES	NONE

Fig. 1 - The world’s two marine fishing industries: how they compare (Thomson and FAO, 1988).
Paragone tra i due tipi di industrie della pesca del mondo (Thomson e FAO, 1988).

Some Authors (Béné *et al.*, 2007; Garcia *et al.*, 2008; Kolding and van Zwieten, 2011) even argue that the overall unselective fishing pattern of artisanal fisheries, in some ecosystems, is close to an ecological optimal exploitation and may be considered an operational example of the ‘Ecosystem Approach to Fisheries’ (EAF) in that it effectively maintains species and size structures. However, it has to be kept in mind that the operating effort of the small scale fleets can also become excessive and that they undoubtedly have the potential to create overcapacity and to over-exploit some local resources (WWF, 2008). Without proper user rights and control of fishing capacity, examples of overfishing due to this sector do exist (Muñoz *et al.*, 2013; Di Franco *et al.*, 2014).

3.2. New strategies - In spite of the recognition of all the above mentioned positive aspects, there is still nowadays a low image of the artisanal activity in

many parts of the Mediterranean and the typical family-based structure of artisanal fishery is changing as more and more young people leave this sector which is in decline in numerous countries, with a downward trend of the number of fishermen, boats, catches and income (Guillou and Crespi, 1999; Guyader *et al.*, 2013; Muñoz *et al.*, 2013). It is now admitted that the survival of artisanal fisheries depends to a large extent on the recognition and protection of traditional or acquired fishing rights and on the protection and strengthening of their diversified family livelihoods characteristics. As stated by Smith and Garcia (2014), their management requires an understanding of the nature of fisheries as complex socio-ecological systems, and needs to work with the communities involved to find effective and lasting solutions to the suite of social, economic and environmental issues at stake. This is why they are accorded special recognition by the FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries (1995), and are, in fact, the only fisheries sub-sector specially mentioned in the Code: *“Recognizing the important contributions of artisanal and small-scale fisheries to employment, income and food security, States should appropriately protect the rights of fishers and fish workers, particularly those engaged in subsistence, small-scale and artisanal fisheries, to a secure and just livelihood, as well as preferential access, where appropriate, to traditional fishing grounds and resources in the waters under their national jurisdiction”*. Already in 1980, the GFCM was calling for the definition of a national strategy indicating in particular the place of artisanal fisheries in management schemes. As of then, few regional analyses of artisanal fisheries in the Mediterranean and the Black Sea have been periodically carried out. However, there are issues which have not been fully addressed due to the complexity inherent in defining strategies for encompassing artisanal fisheries in terms of monitoring, management and sustainable development actions. The Ecosystem Approach to Fisheries may help improve fisheries management actions in that it takes a wider view than the target species approach (de Juan and Leonart, 2010). Spatial based fisheries management is considered a crucial part of the ecosystem based approach to fisheries and the implementation of effective Mediterranean Marine Protected Areas. It aims at reducing or avoiding user-user or user-environment conflicts making use of a number of initiatives that span from marine reserves to temporal or permanent single gear restrictions (Pipitone, 2012). Moreover, spatial planning can also facilitate building up and strengthening, traditional knowledge systems in artisanal and small-scale fishing communities (Decoster and Garcés, 2001). The principles for the possible optimal and sustainable integration of the artisanal fisheries into Mediterranean Marine Protected Areas have been settled during two recent Symposium on Sustainable Small-Scale Fisheries in the Mediterranean and Black Sea (FAO, 2014, 2016b); this should contribute to the sustainable and spatial management of artisanal fisheries under the “Blue Growth perspective”, that FAO is promoting as a coherent framework for the sustainable, integrated and socio-economically sensitive management of oceans and wetlands, focusing on capture fisheries, aquaculture, ecosystem services, trade and social protection of coastal communities (FAO, 2014). The management objectives of MPAs and of artisanal fisheries intersect on many aspects due to the spatial character of related issues. The establishment of spatial rules determines the thresholds for restrictions through the patterns of access rights/exploitation. This must warranty the optimal conservation of ecosystems and their sustainable use by achieving an equitable sharing of space between fisheries activities and conservation (FAO, 2015). As stated by Berkes (2003) another alternative to conventional management is the “co-management”; it is a kind of management regime that goes beyond command-and-control measures, empowering fishers to self-organize and self-manage so they can learn and adapt. Furthermore, co-management and other participatory approaches are consistent with

ecosystem-based management and biodiversity conservation objectives are consistent with the livelihood activities of artisanal fishers and the need to maintain the diversity of resources on which they depend. Up to now the co-management applied to coastal marine protected areas in the Mediterranean, involving fishermen early in the process, has led to examples of successful coexistence between the interests of fishermen and those in the conservation of the marine environment; examples exist in particular, in the protected area of Torre Guaceto in Italy, the Natural Reserve of Bouches de Bonifacio between Corsica and Sardinia, the Marine Parks of Port-Cros and of Blue Coast in France, the sandeel fishery in Catalonia (Lleonart *et al.*, 2014) or in the Spanish island of Columbretes. In these sites, conservation efforts have resulted in a stabilization or an increase of fishing yields as confirmed by several scientific synthesis (AA.VV., 2008; WWF, 2008; Rodríguez-Rodríguez, 2014). Recent studies (Casola, 2011) have shown that the opinion of fishermen is positive regarding the usefulness of the measures provided by the MPAs aimed at resource protection. MPAs have also proven to be effective in fisheries rebuilding in adjacent areas around the world, including the Mediterranean Sea (Goñi, 1998; Sánchez Lizaso *et al.*, 2000; Francour *et al.*, 2001). However it has to be kept in mind that, as stated by Allison and Ellis (2001) that community or territorial use-rights approaches, if predicated on an incomplete understanding of livelihoods, can result in management directives incompatible with both resource conservation and the social and economic goals of management. The European Common Fisheries Policy has recently focused on the artisanal fisheries considering that they are less harmful on resources and of greater social value than other types of fishing. A new European Fund for Maritime Affairs and Fisheries has been created as an instrument aimed at financing restructuring actions. The objectives of this fund, which provides for specific measures for the development of the sustainability of this segment, have been described for Sicilian fisheries by Fiorentino (2014).

3.3. Strengthening the sector: the role of the research - Without a holistic approach, it is impossible to manage fisheries in the perspective of policies aimed at sustainable development (Cataudella and Spagnolo, 2011). From several years the GFCM has highlighted the necessity to elaborate fishery management plans that should identify the background to the fishery, including all major stakeholders, agreed objectives (covering the economic, social and ecological components for the fishery) and specific rules and regulations that apply. This is all the more necessary given that the fisheries benefits of MPAs depend on a number of ecological, biological, economic and societal factors and are subject to global change effects and to unpredictable natural and anthropogenic events. And so, a monitoring and assessment plan is necessary to evaluate the effects of a MPA and is a necessary requisite for any adaptive management (GFCM, 2012). In order to reach this goal it has been underlined on many occasions that no precise quantitative information at regional level exists neither on the captures nor on the socio-economic dimension of the artisanal fisheries. Catch and effort statistics remain the main weak point and the majority of the statistical data are still often very far from reflecting the reality; the statistics does not describe well the structure and capacity of the fleets and there is still a lack of a formalized biological data collection system for artisanal fisheries along the Mediterranean coast. Environmental data are also far from the necessary to understand the relationship between marine ecosystem and the exploited resources. More socio-economic research is required in order to understand the links between macro-economics, fisheries and development policy and livelihoods. Social and economical studies related to the fisheries are also indispensable. Finally it is important to document all the elements which interact directly or indirectly with

artisanal fisheries. Due to the difficulties to collect data according to the classical fishery science approach many relevant information could be obtained from the Traditional Ecological Knowledge by fishermen (Neis *et al.*, 1999; Bergmann *et al.*, 2004).

4. Conclusions - The current available data evidenciate that the opportunities for profitable investment in the Mediterranean fisheries sector no longer lie in the overcapitalization of industrial fleets. Technical progress has played a large part in increasing the scarcity of resources and today most of the Mediterranean stocks are fished at biologically unsustainable levels. More effective investment can be aimed at the reduction of wasteful fishing practices and of excessive levels of fishing effort. At a time when the sustainability of most fisheries is at risk and the fisheries sector is experiencing a systemic crisis more reasonable exploitation patterns should be based on a proper assessment of the resources, taking in account the fact that a healthy artisanal fishery and the associated coastal communities play a key role in the economic activities in the Mediterranean fisheries sector. The need for strategies focused on artisanal fisheries is urgent and the future roads to come back to the past reasonable fishing practices need a shift from the conventional top-down management systems to cooperative and participatory ones. The lack of scientific data may strongly reduces the chances of achieving this objective and so the need to improve the scientific knowledge about the artisanal fisheries sector is of paramount importance.

References

- AA.VV. (2008) - Abstract book "Workshop Pesca e Gestione delle aree marine protette". Porto Cesareo, 30-31 ottobre 2008: 47 pp.
- ALLISON E.H., ELLIS F. (2001) - The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. *Mar. Policy*, **25**: 377-388.
- AMANIEU M. (1973) - Écologie et exploitation des étangs et lagunes saumâtres du littoral français. *Ann. Soc. Roy. Zool. Belgique*, **103** (1): 79-94.
- ARDIZZONE G.D. (1984) - Biological characteristics, exploitation and management of fishery resources in coastal lakes of central Italy. *Stud. Rev. GFCM*, **61** (2): 461-476.
- BELLOC G. (1961) - Inventaire des madragues méditerranéennes. *Proc. Gén. Fish. Count. Médit.*, **6**: 345-371.
- BÉNÉ C., MACFADYEN G., ALLISON E.H. (2007) - Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security. *FAO Fisheries Technical Paper*, **481**: 125 pp.
- BERGMANN M., HINZ H., BLYTH R.E., KAISER M.J., ROGERS S.I., ARMSTRONG M. (2004) - Using knowledge from fishers and fisheries scientists to identify possible groundfish "essential fish habitats". *Fish. Res.*, **66**: 373-379.
- BERKES F. (2003) - Alternatives to conventional management: lessons from small-scale fisheries. *Environment*, **31** (1): 5-19.
- BERTHELOT S. (1868) - *Études sur les pêches maritimes dans la Méditerranée et l'Océan*. Challamel Ainé, Paris: 487 pp.
- BONAPARTE C.L. (1834) - *Iconografia della fauna italiana per le quattro classi degli animali vertebrati. Tomo 3. Pesci*. Tip. Salviucci, Roma: 378 pp.
- BONNATERRE P.J. (1788) - *Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature. Ichthyologie*. Paris: 215 pp.
- BORGHESI V. (1985) - Marinai e pescatori in Liguria nei secoli XVI e XVII. In: G. Mondardini Morelli (ed), *La cultura del mare. Centri costieri del Mediterraneo fra continuità e mutamento*. Collana "Le ragioni dell'uomo", 11. Gangemi Editore, Roma.
- CANESTRINI G. (1872) - *Fauna d'Italia. Parte terza. Pesci*. Vallardi, Milano: 205 pp.
- CASOLA E. (2011) - Fishing techniques and traditions in Italian administrative regions - Campania. In: Cataudella S., Spagnolo M. (eds), *The state of Italian marine fisheries and aquaculture*. Mipaaf, Rome: 215-218.

- CATAUDELLA S., SPAGNOLO M. (EDS) (2011) - *The state of Italian marine fisheries and aquaculture*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (Mipaaf), Rome: 618 pp.
- CHARBONNIER D., CADDY J. (1986) - Report of the technical consultation of the General Fish Council for the Mediterranean on the methods of evaluating small scale fisheries in the western Mediterranean. Sète (France), 13-16 May 1986. *FAO Fish. Rep.*, **362**: 155 pp.
- D'ANCONA U. (1955) - Les lagunes Méditerranéennes et leur exploitation. *GFCM Proc. Tech. Pap.*, **3**: 145-149.
- DECOSTER J., GARCÉS P.A. (COORD.) (2001) - *Challenges facing Artisan Fishery in the 21st Century*. Charles Léopold Mayer Edit.: 67 pp.
- DE JUAN S., LEONART J. (2010) - *Fisheries conservation and vulnerable ecosystems in the Mediterranean open seas, including the deep seas*. UNEP-MAP-RAC/SPA. Tunis: 103 pp.
- DELAROCHE F.E. (1809) - Observations sur des poissons recueillis dans un voyage aux îles Baléares et Pythiuses. *Ann. Mus. Hist. Nat. Paris*, **13**: 98-122.
- DELGADO J. (1923) - La pesca marítima en España en 1920. Baleares. *Boletín de Pesca*, **61**, **62**, **63**: 241-368.
- DI FRANCO A., BODILIS P., PIANTE C., DI CARLO G., THIRIET P., FRANCOUR P., GUIDETTI P. (2014) - *L'engagement des pêcheurs dans les aires marines protégées de Méditerranée, un élément clé du succès de la gestion de la pêche artisanale*. Projet MedPAN Nord. WWF - France: 135 pp.
- DOUMENGE F. (1968) - *Hydrologie, biologie et pêche en Méditerranée occidentale*. Société Languedocienne de Géographie, Montpellier: 159 pp.
- DOUMENGE F. (1984) - Pêche et aquaculture en Méditerranée occidentale. La dialectique halieutique dans la perspective de l'aménagement. *Mus. Hist. Nat. Paris*: 52 pp.
- DUHAMEL DU MONCEAU H.-L. (1769) - *Traité Général des pesches, et histoire des poissons qu'elles fournissent, tant pour la subsistance des homes, que pour plusieurs autres usages qui ont rapport aux arts et au commerce*. Saillant et Nyon edit., Paris: 416 pp.
- DURAND J.-L., FARRUGIO H., LEMOINE M. (1989) - Analyse et aménagement des pêcheries côtières. In: Troadec J.-P. (ed), *L'homme et les ressources halieutiques*. IFREMER Ed.: 587-614.
- FAO (1995) - *Code of Conduct for Responsible Fisheries*. FAO, Rome: 41 pp.
- FAO (2014) - *The State of World Fisheries and Aquaculture 2014*. FAO, Rome: 223 pp.
- FAO (2015) - First Regional Symposium on sustainable small-scale fisheries in the Mediterranean and Black Sea, 27-30 November 2013, Saint Julian's, Malta. *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings*, **39**: 519 pp.
- FAO (2016a) - *The State of Mediterranean and Black Sea Fisheries. General Fisheries Commission for the Mediterranean*. Rome: 134 pp.
- FAO (2016b) - Building a future for sustainable small-scale fisheries in the Mediterranean and the Black Sea. Regional Conference. Algiers (Algeria), 7-9 March 2016: 8 pp.
- FARRUGIO H. (1996) - Mediterranean fisheries status and management. Evolution of the research and improvement of regional cooperation. Diplomatic Conference on Fisheries Management in the Mediterranean. Venezia (Italy), November 1996: 18 pp.
- FARRUGIO H., LE CORRE G. (1983) - Stratégie d'échantillonnage des pêches aux "petits métiers" en Méditerranée. Ifremer. Rapp. Convention CEE XIV-BI 83/2/M09 PI: 120 pp.
- FARRUGIO H., LE CORRE G. (1986) - Interactions entre pêcheries de lagunes, pêcheries côtières et pêche au chalut dans le Golfe du Lion. IFREMER DRV - 86.003/RH/Sète: 208 pp.
- FARRUGIO H., LE CORRE G. (1987) - Etude pour une gestion optimale des pêcheries démersales interactives dans le Golfe du Lion. Rapp. IFREMER DRV - 87.015/RH/ Sète: 180 pp.
- FARRUGIO H., LE CORRE G. (1991) - Recherche halieutique et pêches artisanales interactives en Méditerranée française: caractéristiques et perspectives d'aménagement. In: Durand J.-R., Lemoalle J., Weber J. (eds), *La recherche scientifique face à la pêche artisanale*. Symp. Int. ORSTOM-IFREMER, Montpellier, France, 3-7 juillet, 1989. ORSTOM edit., Paris: 349-355.
- FARRUGIO H., OLIVER P., BIAGI F. (1993) - An overview of the history, knowledge, recent and future research trends in Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 105-119.
- FERRETTI M. (2011) - Capture fisheries. Fishing systems and technology. In: Cataudella S., Spagnolo M. (eds), *The state of Italian marine fisheries and aquaculture*. Mipaaf, Rome: 185-200.
- FIORENTINO F. (2014) - Contributo all'individuazione delle potenzialità di sviluppo della pesca artigianale in Sicilia. In: Osservatorio della Pesca del Mediterraneo (ed), *Rapporto Annuale sulla Pesca e sull'Acquacoltura in Sicilia - 2014*: 19-46. <http://distrettopesca.it/Portals/distrettopesca/Documenti/Rapporti%20annuali/Rapporto%20Pesca%20Acquacoltura%20Sicilia%20-%20>

2014%20rid.pdf

- FRANCO Y SALINAS F. (1923) - La pesca marítima en España en 1920. Costas de las provincias de Cartagena, Alicante y Valencia. *Boletín de Pesca*, **81**, **82**: 101-166.
- FRANCOUR P., HARMELIN J.-G., POLLARD D., SARTORETTO S. (2001) - A review of marine protected areas in the North-western Mediterranean region: siting, usage, zonation and management. *Aquat. Conserv.*, **11**: 155-188.
- GARCIA S.M., ALLISON E.H., ANDREW N., BÉNÉ C., BIANCHI G., DE GRAAF G., KALIKOSKI D., MAHON R., ORENSANZ L. (2008) - Towards integrated assessment and advice in small-scale fisheries: principles and processes. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, **515**: 84 pp.
- GFCM (2012) - Report of the transversal workshop on spatial based approach to fishery management. 6-8 February 2012, Rome (Italy): 16 pp.
- GOÑI R. (1998) - Ecosystem effects of marine fisheries: an overview. *Ocean Coast. Manage.*, **40**: 37-64.
- GOURRET P. (1894) - *Les pêcheries et les poissons de la Méditerranée (Provence)*. J.-B. Baillière et fils Ed., Paris: 360 pp.
- GRIFFITHS R.C., ROBLES R., COPPOLA S.R., CAMIÑAS J.A. (2007) - *Is there a future for artisanal fisheries in the western Mediterranean?* FAO, Rome: 106 pp.
- GUILLOU A., CRESPI V. (1999) - Frame survey on the distribution, composition and activity of the gulf of Lions small scale fishing fleet. Ifremer, Rapp. R.INT.DRV/RH/ST/99-14: 105 pp.
- GUYADER O., BERTHOU P., KOUTSIKOPOULOS C., ALBAN F., DEMANÈCHE S., GASPARD M.B., ESCHBAUM R., FAHY E., TULLY O., REYNAL L., CURTIL O., FRANGOUDÉS K., MAYNOU F. (2013) - Small scale fisheries in Europe: a comparative analysis based on a selection of case studies. *Fish. Res.*, **140**: 1-13.
- HAWKINS J.P., ROBERTS C.M. (2004) - Effects of artisanal fishing on Caribbean coral reefs. *Conserv. Biol.*, **18** (1): 215-226.
- HELDT H. (1921) - Croisière de la perche en Méditerranée. Détail des opérations. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, **389**: 16 pp.
- KOLDING J., VAN ZWIETEN P.A.M. (2011) - The tragedy of our legacy: how do global management discourses affect small scale fisheries in the South? *Forum for Development Studies*, **38** (3): 267-297.
- LINNÉ C. (1758) - *Systema naturae*. Ed. X, Holmiae: 823 pp.
- LLEO J.M. (1923) - La pesca marítima en España en 1920. Costas de Cataluña. *Boletín de Pesca*, **83**, **84**, **85**: 167-262.
- LLEONART J. (2015) - Mediterranean fisheries. Stocks, assessments and exploitation status. IEMed. Mediterranean Yearbook 2015: 276-281.
- LLEONART J., DEMESTRE M., MARTÍN P., RODÓN J., SAINZ-TRÁPAGA S., SÁNCHEZ P., SEGARRA I., TUDELA S. (2014) - The co-management of the sand eel fishery of Catalonia (NW Mediterranean): the story of a process. In: Leonart J., Maynou F. (eds), *The Ecosystem Approach to Fisheries in the Mediterranean and Black Sea*. *Sci. Mar.*, **78** (S1): 87-93.
- LUND J., GABRIELSEN V. (2005) - A fishy business. Transport amphorae of the Black Sea region as a source of the trade in fish and fish products in the Classical and Hellenistic periods. Ancient fishing and fish processing in the Black Sea region. Aarhus University Press, Gylling: 161-169.
- MIRANDA A. (1923) - La pesca marítima en España en 1920. Costas mediterraneas del sur y Marruecos español. *Boletín de Pesca*, **77**, **78**, **79**, **80**: 77-100.
- MORI A. (1950) - Il popolamento costiero della Sardegna nei suoi rapporti con la pesca marittima. *Ann. Fac. Lett. Filosofia, Univ. Cagliari*, **18**: 1-15.
- MUÑOZ M., LLORET J., VILA S. (2013) - Effects of artisanal fisheries on the scorpaenids (*Scorpaena* spp.) reproduction in the marine protected area of Cap de Creus (NW Mediterranean). *Fish. Res.*, **138**: 146-151.
- NEIS B., SCHNEIDER D.C., FELT L., HAEDRICH R.L., FISCHER J., HUTCHINGS J.A. (1999) - Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource users? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **56**: 1949-1963.
- PARONA C. (1919) - Il tonno e la sua pesca. *Memorie del r. Comitato talassografico italiano*, **68**: 256 pp.
- PAULY D. (2006) - Major trends in small-scale marine fisheries, with emphasis on developing countries, and some implications for the social sciences. *Maritime Studies*, **4** (2): 7-22.

- PAVESI P. (1889) - *Relazione alla Commissione Reale per le tonnare*. Min. Agric. Industr. Commercio. Tip. Botta, Roma: 354 pp.
- PIPITONE C. (2012) - Spatial management of fisheries in the Mediterranean region. In: GFCM, Report of the transversal workshop on spatial based approach to fishery management. 6-8 February 2012, Rome: 16 pp.
- QUIGNARD J.P., ZAOUALI J. (1980) - Les lagunes périméditerranéennes. Bibliographie ichtthyologique annotée. Première partie: les étangs français de Canet à Thau. *Bull. Off. Natl. Pêches Tunis.*, **4** (2): 293-360.
- QUIGNARD J.P., ZAOUALI J. (1981) - Les lagunes périméditerranéennes. Bibliographie ichtthyologique annotée. Deuxième partie: les étangs français d'Ingril à Porto-Vecchio *Bull. Off. Natl. Pêches Tunis.*, **5** (1): 41-96.
- RELINI G., SARTOR P., REALE B., ORSI RELINI L., MANNINI A., DE RANIERI S., ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., SERENA F. (2011) - Environmental characterisation of fishing areas. GSA 9 - Ligurian and Northern Tyrrhenian Seas. In: Cataudella S., Spagnolo M. (eds), *The state of Italian marine fisheries and aquaculture*. Mipaaf, Rome: 18-23.
- RISSO A. (1810) - *Ichthyologie de Nice, ou histoire naturelle des poissons du département des Alpes Maritimes*. Schoell, Paris: 388 pp.
- RISSO A. (1826) - *Histoire naturelle des principales productions de l'Europe méridionale et particulièrement de celles des environs de Nice et des Alpes Maritimes*. Levrault, Paris: 480 pp.
- RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ D. (2014) - Les pêcheries artisanales en Méditerranée. *MedPan*: 19 pp.
- SACCHI J. (2011) - Analyse des activités économiques en Méditerranée; secteurs pêche - aquaculture. Plan Bleu Centre d'Activités Régional PNUE/PAM, Sophia Antipolis: 87 pp.
- SALVADOR I RIERA J. (1722) - Réponse aux mémoires qu'on a envoyé à Barcelone a Iean Salvador Apoticaire, et correspondant de l'Académie Royale des Sciences de Paris, sur les pesches qui se font aux cotes de Catalogne, aux quels il répond, et envoie les desseins necessaires. In: Lleonart J., Camarasa J.M. (eds), *La Pesca a Catalunya el 1722 segons un manuscrit de Joan Salvador i Riera*. Museu Marítim, Diputació de Barcelona Ed.: 125 pp.
- SÁNCHEZ LIZASO J.L., GOÑI R., REÑONES O., GARCÍA CHARTON J.A., GALZIN R., BAYLE J.T., SÁNCHEZ JEREZ P., PÉREZ RUZAF A., RAMOS A.A. (2000) - Density dependence in marine protected populations: a review. *Environ. Conserv.*, **27**: 144-158.
- SAÑEZ REGUART (1791-1795) - *Diccionario histórico de los artes de la pesca nacional*. Vol. 1-5. Madrid.
- SMITH A.D.M., GARCIA S.M. (2014) - Fishery management: contrasts in the Mediterranean and the Atlantic. *Curr. Biol.*, **24** (17): 810-812.
- THOMAZI A. (1947) - *Histoire de la pêche, des âges de la pierre à nos jours*. Payot Ed., Paris: 644 pp.
- THOMSON D., FAO (1988) - The world's two marine fishing industries: How they compare. *NAGA, the ICLARM quarterly*, **11** (3): 17.
- TUDELA S. (2004) - Ecosystem effects of fishing in the Mediterranean: an analysis of the major threats of fishing gear and practices to biodiversity and marine habitats. FAO, Rome. *Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean*, **74**: 1-44.
- U.N. (2012) - The future we want. Resolution No. 66/288 adopted by the General Assembly of the United Nations on 27 July 2012 at Rio de Janeiro, Brazil: 53 pp.
- VASILAKOPOULOS P., MARAVELIAS C.D., TSERPES G. (2014) - The alarming decline of Mediterranean fish stocks. *Curr. Biol.*, **24**: 1643-1648.
- WHITMARSH D., PIPITONE C., BADALAMENTI F., D'ANNA G. (2003) - The economic sustainability of artisanal fisheries: the case of the trawl ban in the Gulf of Castellammare, NW Sicily. *Mar. Policy*, **27** (6): 489-497.
- WWF (2008) - Small boats, big problems. World Wide Fund for Nature (formerly World Wildlife Fund). Gland, Switzerland: 8 pp.

M. ANELLI MONTI, G. PESSA*, F. PRANOVI

Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica (DAIS), Università Ca' Foscari di Venezia,
Via Torino, 155 - 30120 Venezia, Italia.
marco.anellimonti@unive.it

*GreenSea soc. coop, Via Zannier, 18/D - 30025 Fossalta di Portogruaro (VE), Italia.

INDICATORI TROFODINAMICI PER LO STUDIO DELL'IMPATTO DI DIVERSE ATTIVITÀ DI PESCA LUNGO LA FASCIA COSTIERA DEL VENETO (NORD ITALIA)

TROPHODYNAMIC INDICATORS TO STUDY FISHING ACTIVITIES IMPACT ALONG THE VENETIAN COAST (NORTH ITALY)

Abstract - *The assessment of potential ecological effects of the three main fishing activities in the northern Adriatic Sea coastal area have been assessed by using two different trophodynamic indicators. PPR and L-index have been applied to assess the combined impact produced by artisanal and recreational fishing and clams hydraulic dredging. Different combinations of reduced values of catches were tested within a preliminary context of a coastal fisheries management.*

Key-words: *artisanal fishing, recreational fishing, hydraulic dredging, trophodynamic indicators, Adriatic Sea.*

Introduzione - A seguito dell'entrata in vigore del bando per la pesca a strascico entro le tre miglia nautiche dalla costa [Reg. (CE) n. 1967/2006], dal giugno 2010 pesca artigianale, pesca ricreativa e pesca alle vongole con draga idraulica sono le uniche attività di sfruttamento delle risorse alieutiche consentite lungo la costa alto-adriatica. La pesca artigianale, solitamente, è una tipologia di prelievo che fa uso di molteplici attrezzi (*multigear*) ed è caratterizzata da un elevato numero di specie target (*multitarget*). Differenti strategie di pesca vengono messe in atto dai pescatori al variare delle stagioni, al fine di aumentare il successo dell'attività (Pranovi *et al.*, 2016a). Sebbene a livello mondiale si riconosca un ruolo importante alla pesca artigianale in termini di conservazione degli ecosistemi marini e contributo allo sviluppo sostenibile delle comunità locali (Garcia *et al.*, 2008), spesso non esistono adeguati studi, a livello regionale, che consentano l'implementazione di reali strategie di gestione integrata delle attività umane che insistono lungo la fascia costiera. Il prelievo di vongole (*Chamelea gallina*, Linnaeus, 1758), mediante draga idraulica, sebbene presenti catture in diminuzione, dalle 6000 tonnellate del 2007 a meno di 1000 degli anni più recenti (fonte Veneto Agricoltura), rimane un'attività piuttosto remunerativa nell'area costiera veneta (circa 130 imbarcazioni tra Venezia e Chioggia e un fatturato pari a 7,5 mln di euro). Tuttavia, quest'attività di prelievo presenta notevoli criticità, ad esempio l'impatto sia in termini di quantità di scarto (rapporto scarto:commerciale fino a 1:7), che di alterazione dell'habitat bentonico (Morello *et al.*, 2005). In questo contesto di attività di prelievo che operano nella fascia costiera, si inserisce anche la pesca ricreativa, riconosciuta anch'essa come possibile fonte di disturbo del comparto nectonico e potenziale sorgente di conflitto con la pesca commerciale, a causa della competizione per le medesime risorse (Cooke e Cowx, 2006). Allo stato attuale, come recentemente evidenziato da Pranovi *et al.* (2016b), la pesca ricreativa costituisce un'importante elemento di caratterizzazione delle comunità costiere alto-adriatiche, sia in termini di tradizioni che di contributo al prelievo totale. Nel presente lavoro, si propone un'analisi preliminare dei potenziali effetti ecologici combinati delle tre tipologie di prelievo, mediante alcuni indicatori trofodinamici lungo la costa veneta dell'Alto Adriatico. I risultati vengono interpretati

alla luce di un loro possibile utilizzo ai fini della definizione di un piano gestionale della fascia costiera alto-adriatica.

Materiali e metodi - Sulla base dei dati di prelievo (catture totali di specie target e scarto) della pesca artigianale (sistema di pesca costiero con attrezzi da posta caratterizzato dall'uso di piccole imbarcazioni e da spostamenti dal porto di partenza che si esauriscono nell'arco di poche ore, Pranovi *et al.*, 2016a), pesca ricreativa (Pranovi *et al.*, 2016b) e draga idraulica (Osservatorio Socio Economico della Pesca e dell'Acquacoltura - Veneto Agricoltura, 2014: dati riferiti al 2013) sono stati calcolati due indicatori trofodinamici:

- la Produzione Primaria Richiesta (PPR, Pauly e Christensen, 1995), ossia il livello di sfruttamento da parte dell'attività di pesca in termini di sottrazione di produzione primaria stimata per l'area antistante la costa veneta;
- la *Loss in Production* (L-index), ossia l'effetto della sottrazione di energia dall'ecosistema, calcolato in termini di perdita di produzione secondaria (Libralato *et al.*, 2008). Partendo dal valore di L-index è poi possibile, sulla base di confronti effettuati su ecosistemi di riferimento (Libralato *et al.*, 2008), stimare la probabilità che l'ecosistema sia sfruttato in modo sostenibile, p_{sust} .

Oltre a calcolare gli effetti delle singole attività di prelievo, le catture sono state combinate insieme per stimare il livello di disturbo complessivo; infine, sono stati analizzati gli impatti per varie combinazioni di prelievo, corrispondenti a diversi scenari esplorativi di riduzione delle catture (75% e 50% del valore attuale).

Risultati - Le differenze quali-quantitative in termini di consistenza e composizione del prelievo delle tre attività di pesca si riflettono in diversi valori degli indicatori (Tab. 1). La pesca artigianale mostra il valore più elevato di PPR (14,5%), mentre il prelievo con draga idraulica evidenzia il valore minimo di p_{sust} (26,6%).

Tab. 1 - PPR e p_{sust} per ciascun sistema di pesca. Vengono riportati i valori per 3 differenti tipologie di pesca.

PPR and p_{sust} for each fishing system. Values are calculated for 3 different fishing activities.

Tipo di pesca	codice	catture (%)	PPR (%)	p_{sust} (%)
<i>Pesca artigianale</i>	A	100	14,5	61,4
<i>Pesca artigianale</i>	A	75	10,9	69,9
<i>Pesca artigianale</i>	A	50	7,3	76,8
<i>Pesca ricreativa</i>	R	100	9,4	94,1
<i>Pesca ricreativa</i>	R	75	7,1	95,0
<i>Pesca ricreativa</i>	R	50	4,7	95,4
<i>Vongole</i>	D	100	7,5	26,6
<i>Vongole</i>	D	75	5,6	50,4
<i>Vongole</i>	D	50	3,8	61,8

Quando si considerano le tre attività combinate, il valore di PPR risultante si attesta al 20%, mentre la p_{sust} attorno al 14,5%. È interessante notare come i due indicatori possano portare a diverse ipotesi di riduzione, in relazione agli scenari analizzati. In particolare, si osserva come valori attorno al 15% di PPR (valore medio del Mediterraneo, Sherman e Hempel, 2008) si possano raggiungere riducendo di almeno il 25% il prelievo delle tre attività, mentre, in termini di p_{sust} , le soluzioni migliori si ottengono tagliando del 50% il prelievo delle vongole e agendo meno radicalmente sulle rimanenti attività (Fig. 1).

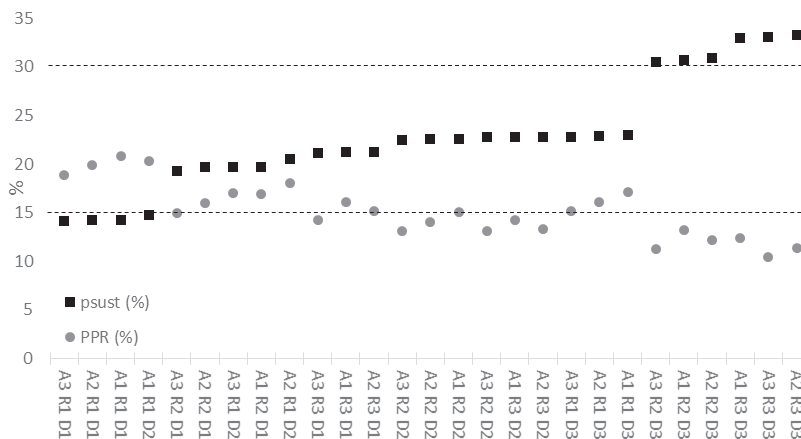


Fig. 1 - Valori di PPR e p_{sust} per i diversi scenari di prelievo totale combinato. A: pesca Artigianale, R: pesca Ricreativa, D: pesca alle vongole con Draga idraulica. 1=prelievo al 100%, 2=prelievo al 75%, 3=prelievo al 50%.

PPR and p_{sust} values for different scenarios of catches. A: Artisanal fishing, R: Recreational fishing, D: hydraulic Dredging. 1=fishing pressure at 100%, 2=fishing pressure at 75%, 3=fishing pressure at 50%.

Conclusioni - Lungo la fascia costiera veneta si registrano tre tipologie di sfruttamento delle risorse alieutiche: la pesca artigianale, quella ricreativa e la pesca delle vongole con draga idraulica. In questo contesto, si è osservato come le prime due siano caratterizzate da prelievi in biomassa minori ma da una composizione in specie con livelli trofici medi più elevati (rispettivamente $TL=3,3$ e $3,6$); viceversa, la pesca con la draga idraulica preleva organismi con livello trofico medio pari a $2,7$ ed è contraddistinta da una elevata incidenza dello scarto. Tutto ciò si riflette, necessariamente, sugli indicatori ecosistemici applicati. In termini di PPR, la pesca artigianale risulta quella con il valore più elevato, mentre in termini di probabilità di essere sostenibile, in relazione al valore di L-index, la pesca delle vongole mostra un valore estremamente basso. La valutazione globale evidenzia come il livello di cattura attuale sia il più impattante in assoluto, mentre la condizione migliore verrebbe raggiunta con lo scenario di massima riduzione considerato (50% delle catture), attribuita a tutte le diverse tipologia di sfruttamento. Poiché una riduzione così drastica del prelievo risulta non praticabile per ovvie ragioni socio-economiche, sarebbe necessario trovare uno scenario ecologico di compromesso. Per quanto riguarda la PPR, ad esempio, una riduzione del 25% della pesca alle vongole e di quella ricreativa, mantenendo inalterata la pesca artigianale, produce valori attorno al 15% che, pur rimanendo in un contesto di forte depauperamento delle risorse alieutiche, porterebbe ad uno sfruttamento almeno in linea con valori medi riportati per il bacino mediterraneo. La p_{sust} , invece, aumenterebbe attorno al 30%, rimanendo comunque in un regime di sovrasfruttamento, diminuendo la pesca ricreativa e quella delle vongole, rispettivamente del 25% e del 50%. Bisogna sottolineare che valori di p_{sust} maggiori del 50% si otterrebbero solamente in relazione ad un completo azzeramento delle catture di vongola. Considerando anche questa opzione poco praticabile, appare comunque chiaro come la pesca con draga idraulica nel contesto veneto sia l'attività su cui maggiormente concentrare l'attenzione in una prospettiva di miglioramento della sostenibilità generale del prelievo. A ciò va aggiunta anche la problematica del disturbo fisico che le draghe idrauliche causano all'habitat bentonico. In definitiva,

sebbene il presente *case study* si concentri su un'area piuttosto limitata in termini di estensione geografica e che quindi non può ritenersi rappresentativo dell'intero Alto Adriatico, emerge, in primo luogo, l'importanza di considerare contemporaneamente tutte le attività di pesca, e in secondo luogo l'urgenza di ridurre la pressione generata dalla pesca con attrezzi meccanici quali le draghe idrauliche. Una possibile misura di compensazione potrebbe essere rappresentata dall'allevamento di bivalvi, ad esempio mediante gli impianti di mitilicoltura, sebbene in questo caso sarebbe necessario considerare anche gli effetti socio-economici di tali misure.

Bibliografia

- COOKE S.J., COWX I.G. (2006) - Contrasting recreational and commercial fishing: searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. *Biol. Conserv.*, **128**: 93-108.
- GARCIA S.M., ALLISON E.H., ANDREW N.J., BÉNÉ C., BIANCHI G., DE GRAAF G.J., KALIKOSKI D., MAHON R., ORENSANZ J.M. (2008) - Towards integrated assessment and advice in small-scale fisheries: principles and processes. *FAO Fish. Aquac. Techn. Pap.*, **515**: 84 pp.
- LIBRALATO S., COLL M., TUDELA S., PALOMERA I., PRANOVI F. (2008) - Novel index for quantification of ecosystem effects of fishing as removal of secondary production. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **355**: 107-129.
- MORELLO E.B., FROGLIA C., ATKINSON R.J.A., MOORE P.G. (2005) - Hydraulic dredge discards of the clam (*Chamelea gallina*) fishery in the western Adriatic Sea, Italy. *Fish. Res.*, **76** (3): 430-444.
- OSSERVATORIO SOCIO ECONOMICO DELLA PESCA E DELL'ACQUACOLTURA - VENETO AGRICOLTURA (2014) - *La pesca in Alto Adriatico - 2014. Analisi congiunturale della filiera ittica nelle Regioni del Nord Adriatico*: 17 pp.
- PAULY D., CHRISTENSEN V. (1995) - Primary production required to sustain global fisheries. *Nature*, **374**: 255-257.
- PRANOVI F., ANELLI MONTI M., CACCIN A., COLLA S., ZUCCHETTA M. (2016b) - Recreational fishing on the West coast of the Northern Adriatic Sea (Western Mediterranean) and its possible ecological implications. *Regional Studies in Mar. Sci.*, **3**: 273-278.
- PRANOVI F., COLLA S., VALERI P., ANELLI MONTI M. (2016a) - Present and future status of artisanal fisheries in the Adriatic Sea (western Mediterranean Sea). *Ocean Coast. Manage.*, **122**: 49-56.
- SHERMAN K., HEMPEL G. (2008) - The UNEP Large Marine Ecosystem Report: a perspective on changing conditions in LMEs of the world's Regional Seas. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya. *UNEP Regional Seas Reports and Studies*, **182**: 21 pp.

L. ORSI RELINI, G. VALLARINO

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

AN ARTISANAL FISHERY, A CENTURIES-LONG EXPERIENCE FOR THE FUTURE AND INTRIGUING RELATIONS BETWEEN OCEAN SUNFISH AND SHARKS

UNA PESCA ARTIGIANALE, UN'ESPERIENZA SECOLARE PER IL FUTURO E INTRIGANTI RELAZIONI TRA PESCE LUNA E SQUALI

Abstract - An artisanal Ligurian fishing activity addressed to *Mola mola* was lost at the end of nineties due to EC regulations based on a prudential approach. Examining details of the fishing activity and biological characteristics of the fish, including its parasites, the use of fish results harmless and in case of necessity recoverable. A rearrangement of the work following the catch is hypothesized for a better utilization of edible tissues. Two lethal parasites, maturing in the gut of sharks, offer an explanation of the huge fecundity of the ocean sunfish. The possibility of juvenile mortality in the Ligurian Sea points to the need for an early exploitation.

Key-words: artisanal fishing, *Mola mola*, parasites, Ligurian Sea.

Introduction - The sunfish *Mola mola* (Linnaeus, 1758) is probably one of the least known large pelagic fish in the Mediterranean Sea. A recent review (Pope *et al.*, 2010) reported mainly research carried out in the UK area and Japan and paid no attention to the use of the fish in the Mediterranean and in Italian waters (Palombi and Santarelli, 1961; Costa, 2004). The fish presents important characteristics regarding both physiomorphology and behaviour: record body mass among bony fish, fast growth, huge fecundity, and resting behaviour at the sea surface. Present research has revealed that such behaviour is linked to the necessity for rewarming after deep dives (Nakamura *et al.*, 2015) and that the depth reached is over 500 m (Thys *et al.*, 2015), with depth increasing with fish size, up to 700 m (Sousa *et al.*, 2016). *M. mola* is a macroplankton feeder, using mainly gelatinous prey, so it has a heavy load of parasites, 54 listed in Pacific waters (Love and Moser, 1983) and more than 43 mentioned in European waters (Dollfus, 1946); recently numbers increased in the West Mediterranean thank to a long sampling of more than 100 specimens (Ahuir-Baraja, 2012). Two hundred years of *M. mola* fishery in Italy contributed to the study of parasites both in Europe starting from Rudolphi (1819) and in Italy with Parona, Monticelli and Brian. Dollfus (1942) in particular masterfully described two lethal Cestodes *Floriceps saccatus* Cuvier, 1817 and *Molicola horridus* (Goodsir, 1841), which destroy the *M. mola* liver (Pellegrini *et al.*, 1984; Arru *et al.*, 1991) and reach the adult stage in the spiral valve of sharks. *M. horridus* was recently found in five large specimens stranded along the Adriatic coast (Gustinelli *et al.*, 2006) where the presence of *M. mola* is only occasional (Dulčić *et al.*, 2007). In the Mediterranean there are coastal areas where hundreds of *M. mola* a day occur, so that in the past specific fisheries were developed; in the Italian seas at Camogli, Messina and Naples. However, EU regulations put an end to such fisheries, despite the lack of evidence of damage to human health in the Mediterranean. In the waters off Camogli, from April to September, a small tuna trap (barrage net, 340 m; two-chambered body 100×10 m; in the past 8 and today 6 men crew for hauls) is still operative (Cattaneo-Vietti and Bava, 2009). Research into large pelagic fish, carried out in Liguria since 1990, has included *M. mola* measures at the Camogli tuna trap, to assess the size structure of the fished stock, an essential step in understanding the product typology. The

aim of this note is to provide some details about past fishery activities, to promote discussion above positive and negative aspects, i.e. what today is anachronistic and amendable, such as fish discards at sea, but also about heavy working conditions. Given the above-mentioned *M. mola*-sharks relationship, this note includes a study of the parasites found in a Camogli sample.

Materials and methods - 1) The importance of *M. mola* in the fishing activities of the Camogli tuna trap was reconstructed on the basis of a twenty-year data set published by Balestra *et al.* (1976). This data set presents the catches of ten main species, nine of which are given directly and one, *M. mola*, in form of fillets; the latter was changed in kg and/or numbers of fish by an “average fish” observed in the 1990s or by the percentage ratio fillet/discards (Relini, 2001 and pers. comm.; Orsi Relini *et al.*, 2010). 2) Five specimens of *M. mola* (42-42.5-45-47.5-49.5 cm TL) caught at the Camogli tuna trap in 2010 were dissected in order to verify the presence of parasites. Parasites were identified on the basis of their morphological features with the aid of a stereo microscope: total hepatic tissues were inspected for the counts of *F. saccatus*.

Results - 1) **Annual catches of the ten top species starting from 1950.** The reconstructed total catches of the ten top species (Fig. 1) show that *M. mola* was the most fished species and was used to mitigate poor fishery seasons: smaller catches of fish that can be directly sold were connected to the greater production of fillets. Indeed, in the first period (1950-1960) *M. mola* catches were almost opposite to the number of nine species; in the second period the same level was almost reached. *M. mola* were “cleaned” directly at the fishing location to avoid a heavy load on the boat (6 m) travelling to the port (discards represent 83.6% of the body mass).

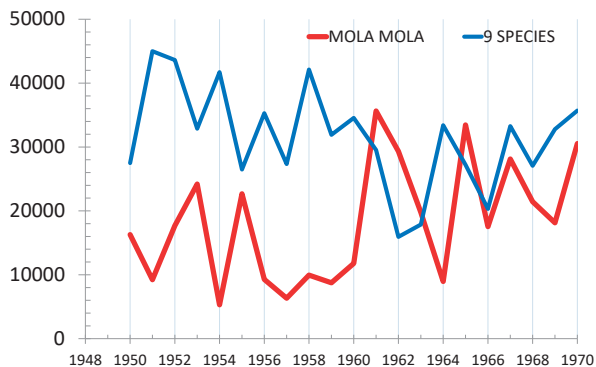


Fig. 1 - Catches (kg) of the ten top species at the Camogli tuna trap over a period of 20 years: *M. mola* (red line), the sum of the other nine fish species (blue line).

Catture (kg) delle dieci principali specie nella tonnarella di Camogli in un periodo di 20 anni: *M. mola* (rosso) e la somma delle rimanenti nove specie (blu).

2) **Study of parasites of *M. mola* in a 2010 sample.** The five specimens of *M. mola* had an estimated age of one year (Nakatsubo and Hirose, 2007) but proved to be highly parasitized, with 177 parasites belonging to seven species of Crustacea, Digenea and Cestoda (Tab. 1). All livers showed an altered colour due to an advanced stage of *F. saccatus* plerocercosis, with an average rate of infestation of nine scolex each. This result indicates that in the absence of fishing the relationship between *M. mola* and pelagic sharks was unchanged; so such relationship appears not to be conditioned by local events, but valid at a basin level. In the Ligurian Sea, the blue shark *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758), the most common pelagic shark, is a *M. mola* consumer (Garibaldi and Orsi Relini, 2000) and can be indicated as the main vector of lethal cestodes, but other potential vectors are present.

Tab. 1 - Parasites found in Camogli young fishes: their localization and infection intensity.

Parassiti reperiti nei giovani pesci di Camogli: localizzazione e intensità di infestazione.

Parasites		No. of infested fish	Total	Infection intensity		Localisation
				Range	Mean	
Crustacea	<i>Cecrops latreilli</i> Leach, 1816	5	17	1-7	3.4	Gills
	Copepoda	1	1	1		Gills
Digenea	<i>Accacoelium contortum</i> (Rudolphi, 1819)	1	1	1		Gills
	<i>Odhnerium calyptrocotyle</i> (Monticelli, 1893)	1	2	2		Gut
	<i>Accacladocoelium nigroflavum</i> (Rudolphi, 1819)	4	36	2-24	9	Stomach/gut
Cestoda	<i>Anchistrocephalus microcephalus</i> (Rudolphi, 1819)	3	73	20-28	24.3	Stomach
	<i>Floriceps saccatus</i> Cuvier, 1817	5	47	8-12	9.4	Liver

Conclusions - At present several ocean sunfish characteristics are poorly known. The main gap regards reproduction, with information still limited to the finding of eggs and larvae by Sanzo (1939) and Tortonese (1956). The very young larva found by Sanzo at Messina provides evidence that the ocean sunfish can be born in Italian waters. Apparently the long use of the fish has not been in contrast with its conservation. Moreover the ocean sunfish with its huge fecundity appears able to cope with high juvenile and adult mortality. Direct observations show that year after year *M. mola* occurs in large quantities at Camogli (Parona, 1919; Quilici and Tamagnini, 2005; Cattaneo-Vietti and Bava, 2009). The long-term use of a fish as food also implies cultural factors which at present emerge also in the traditional cuisine in Liguria (e.g. Orsi Relini, 2011) and in Sicily, where not only fillets are cooked, but also tripe and the hard subcutaneous tissues. The latter can be dried to provide a food preserve. In Japan the potential accumulation of toxins has been studied for a long time compared to the more dangerous example of the Tetraodontidae family (Saito *et al.*, 1991 and following papers) and is therefore kept under control. *M. mola* fillets of Camogli could be appreciated today in terms of «0-mile» fish food and, in the case of a poorer future, a re-use of *M. mola* might prove not only useful but also wise. New fishermen could learn not only fishing techniques but also a different treatment of fish. During such new processing, in the context of paying greater attention to environmental problems, a quick inspection of the liver condition could prove to be an immediate indicator of pelagic sharks presence, an important aspect of the functioning of an ecosystem.

Acknowledgements: We are grateful to Portofino MPA for the *M. mola* sample.

References

- AHUIR-BARAJA A.E. (2012) - *Parasitological study of ocean sunfish, Mola mola (L.) in the Western Mediterranean*. PhD Thesis, University of Valencia, Spain: 344 pp.
- ARRU E., GARIPPA G., SANNA E. (1991) - *Molicola horridus* (Goodsir, 1841) in *Luvarus imperialis* e in *Mola mola*. *Boll. Soc. It. Patol. Ittica*, **2** (5): 92-96.
- BALESTRA V., BOERO F., CARLI A. (1976) - Andamento del pescato della tonnarella di Camogli dal 1950 al 1974. Valutazioni bio-statistiche. *Boll. Pesca Piscic. Idrob.*, **31**: 105-115.

- CATTANEO-VIETTI R., BAVA S. (EDS) (2009) - *La tonnarella e la pesca tradizionale a Camogli*. Le Mani Ed., Recco (GE): 143 pp.
- COSTA F. (2004) - *Atlante dei pesci dei mari italiani*. Mursia Editore, Milano: 517 pp.
- DOLLFUS R.PH. (1942) - Études critiques sur les Tétrarhynques du Muséum de Paris. *Archives du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris*, **19**: 466 pp.
- DOLLFUS R.PH. (1946) - Essai de catalogue des parasites poisson-lune *Mola mola* (L. 1758) et autres Molidae. *Annales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime*, **3** (7): 69-76.
- DULČIĆ J., BEG PAKLAR G., GRBEC B., MOROVIĆ M., MATIĆ F., LIPEJ L. (2007) - On the occurrence of ocean sunfish *Mola mola* and slender sunfish *Ranzania laevis* in the Adriatic Sea. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **87**: 789-796.
- GARIBALDI F., ORSI RELINI L. (2000) - Abbondanza estiva, struttura di taglia e nicchia alimentare della verdesca, *Prionace glauca*, nel Santuario Pelagico del Mar Ligure. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (1): 324-333.
- GUSTINELLI A., NARDINI G., AURELI G., TRENTINI M., AFFRONTI M., FIORAVANTI M.L. (2006) - Parassitofauna di *Mola mola* (Linnaeus, 1758) dei mari italiani. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (1): 872-876.
- LOVE M.S., MOSER M. (1983) - *A checklist of parasites of California, Oregon, and Washington Marine and Estuarine Fishes*. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-777: 576 pp.
- NAKAMURA I., GOTO Y., SATO K. (2015) - Ocean sunfish rewarm at the surface after deep excursions to forage for siphonophores. *J. Anim. Ecol.*, **84**: 590-603.
- NAKATSUBO T., HIROSE H. (2007) - Growth of captive ocean sunfish, *Mola mola*. *Aquaculture Sci.*, **55**: 403-407.
- ORSI RELINI L. (2011) - Tornerà il pesce luna sulla tavola a Portofino? In: Cataudella S., Spagnolo M. (eds), *Lo stato della pesca e dell'acquacoltura nei mari italiani*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (Mipaaf), Roma: 215-217.
- ORSI RELINI L., PALANDRI G., RELINI M. (2010) - Medusivorous fishes of the Ligurian Sea 3. The young giant, *Mola mola* at the Camogli tuna trap. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **39**: 613.
- PALOMBI A., SANTARELLI M. (1961) - Gli animali commestibili dei mari d'Italia. Hoepli, Milano: 192-193.
- PARONA C. (1919) - Il tonno e la sua pesca. *Mem. R. Com. Talass. Italiano, Venezia*, **68**: 265 pp.
- PELLEGRINI N., TACCINI E., MACRÌ B., PANEBIANCO A., GHELARDUCCI L., GORI S. (1984) - Su alcuni casi di infestione da *Molicola horridus* in molidi (*Mola mola*). Reperti anatomo-istopatologici e considerazioni patogenetiche. *Ann. Fac. Med. Vet. Pisa*, **37**: 175-180.
- POPE E.C., HAYS G.C., THYS T.M., DOYLE T.K., SIMS D.W., QUEIROZ N., HOBSON V.J., KUBICEK L., HOUGHTON J.D.R. (2010) - The biology and ecology of the ocean sunfish *Mola mola*: a review of current knowledge and future research perspectives. *Rev. Fish Biol. Fisher.*, **20**: 471-487.
- QUILICI F., TAMAGNINI L. (2005) - *Portofino. Area marina protetta*. Collana Parchi e Aree Marine Protette d'Italia. Photoatlante Ed.: 120 pp.
- RELINI M. (2001) - Changes in a North western Mediterranean fish coastal assemblage on the basis of the catches of the Camogli tuna trap. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **36**: 314.
- RUDOLPHI C.A. (1819) - *Entozoorum synopsis cui accedunt mantissa duplex et indices locupletissimi*. A. Rücker Berolini: 811 pp.
- SAITO T., NOGUCHI T., SHIDA Y., ABE T., HASHIMOTO K. (1991) - Screening of tetrodotoxin and its derivatives in puffer-related species. *Nippon Suisan Gakk.*, **57** (8): 1573-1577.
- SANZO L. (1939) - Rarissimi stadi larvali di teleostei (*Lophotes cepedianus* Giorna, *Eretmophorus kleinbergi* Gigl., *Ichthyococcus ovatus* Cocco, *Dactylopterus volitans* L., *Orthogoriscus mola* L., *Balistes capricus* L.). *Arch. Zool. Ital.*, **26**: 121-150.
- SOUSA L.L., QUEIROZ N., MUCIENTES G., HUMPHRIES N.E., SIMS D.W. (2016) - Environmental influence on the seasonal movements of satellite-tracked ocean sunfish *Mola mola* in the north-east Atlantic. *Anim. Biotelemetry*, **4**, doi: 10.1186/s40317-016-0099-2.
- THYS T.M., RYAN J.P., DEWAR H., PERLE C.R., LYONS K., O'SULLIVAN J., FARWELL C., HOWARD M.J., WENG K.C., LAVANIEGOS B.E., GAXIOLA-CASTRO G., MIRANDA BOJORQUEZ L.E., HAZEN E.L., BOGRAD S.J. (2015) - Ecology of the Ocean sunfish, *Mola mola*, in the southern California current system. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **471**: 64-76.
- TORTONESE E. (1956) - Iniomi, Plectognathi in uova, larve e stadi giovanili di Teleostei. *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*, **38**: 979-989.

D. PANZERI^{1,2}, T. FORTIBUONI³, P. CARPI², A. SANTOJANNI², C. SOLIDORO¹, S. LIBRALATO¹

¹Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS), Via Beirut, 2/4 - 34014 Trieste, Italia.

²ISMAR-CNR, Sez. di Ancona, Italia.

diegopanzeri10@gmail.com

³ISPRA, Chioggia (VE), Italia.

ANALISI DEI DATI STORICI DI PESCA DELL'ACCIUGA (*ENGRAULIS ENCRASICOLUS*, LINNAEUS, 1758) A TRIESTE

ANALYSIS OF HISTORICAL CATCH DATA FOR ANCHOVY (ENGRAULIS ENCRASICOLUS, LINNAEUS, 1758) IN TRIESTE

Abstract - Analysis of data from artisanal fisheries, that have been subjected to relatively small modifications over time, can represent an important source of ecological information. The features of long-lasting fishing data of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea) are useful for long term analysis. The aim of this work is to analyze a large dataset of landings in the Gulf of Trieste, from 1902 to 2014, using statistical decomposition of monthly time series and developing an integrated model for estimating the incoming biomass of anchovy. The additive model is the best to fit this time series; the final output includes four incoming biomasses based on different vectors of fishing effort applied, and it explains the possible trend and the dynamic of the resource in the area of study.

Key-words: historical accounts, purse seines, time series analysis, fishery biology, clupeoid fisheries.

Introduzione - L'analisi quantitativa di informazioni storiche è fondamentale per la valutazione dello stato delle risorse, in quanto le sole informazioni recenti possono fornire un quadro conoscitivo fuorviante (*"shifting baseline"*, Pauly, 1995). In questo contesto appare importante affiancare agli studi quantitativi sulle risorse, basati su dati scientifici standardizzati, ma di medio-breve periodo (Carpi *et al.*, 2015), altri dati, che seppur meno robusti, coprono finestre temporali più lunghe possibili (Fortibuoni *et al.*, 2010). I dati di lungo periodo (oltre un secolo) relativi alla pesca dell'acciuga nel Golfo di Trieste rappresentano un interessante caso di studio. Infatti, nonostante l'avanzamento tecnologico, il sistema di pesca dei piccoli pelagici con le lampare (o saccaleve), introdotto nel 1920 circa, ha sostituito i precedenti sistemi tradizionali (menaidi e sardellere) ed è sempre rimasta un'attività di pesca di piccola scala, locale ed artigianale. L'areale di pesca, infatti, sfruttato da imbarcazioni di piccole dimensioni, si è sempre limitato al Golfo di Trieste. L'obiettivo di questo studio è la ricostruzione di un dataset validato e completo di dati mensili di cattura di acciughe a Trieste dal 1902 al 2014. Un secondo obiettivo consiste nell'integrazione di modellistica, ecologia storica e informazioni aneddotiche per la ricostruzione della serie storica della biomassa di acciughe entrante nel Golfo di Trieste quale indicatore dei cambiamenti nella popolazione. La consistenza storica dello stock di acciughe potrebbe essere utilizzata successivamente per valutare potenziali *reference point* utili alla gestione della pesca.

Materiali e metodi - I dati utilizzati provengono da diverse fonti: archivi di Stato, archivi on-line aggiornati, altri sono stati messi a disposizione da ricercatori ed esperti del settore (Tab. 1). La serie storica di sbarcato è stata scomposta secondo metodi classici con modelli misti, additivi e moltiplicativi. I dati mancanti sono stati ricostruiti con metodi di interpolazione o ricostruzione sulla base della stagionalità e trend. Successivamente è stato sviluppato un modello matematico che integra oltre un secolo di dati, ovvero la serie di sbarcato mensile validata e della distribuzione di taglie, con informazioni sulla biologia della specie (accrescimento e mortalità),

sull'evoluzione della capacità di pesca in Golfo di Trieste e del vento quale forzante ambientale locale che condiziona le operazioni di pesca.

Tab. 1 - Dati utilizzati per la ricostruzione storica della biomassa delle acciughe a Trieste.
Data used for the historical reconstruction of anchovy biomass in Trieste.

Dati	Fonte	Descrizione	Periodo
Sbarcato annuale di acciughe al porto di Trieste (tonnellate)	a, b, c, d	103 dati annuali	Dal 1902 al 2014
Sbarcato mensile di acciughe al porto di Trieste (tonnellate)	b, c, d	24 dati mensili 120 dati mensili 180 dati mensili 312 dati mensili	Dal 1902 al 1903 Dal 1921 al 1930 Dal 1958 al 1972 Dal 1989 al 2014
Taglie di acciuga nello sbarcato (numero individui per classe di taglia, lunghezza totale, cm)	e	165926 acciughe campionate	Dal 1975 al 1995
Indicazione taglia media acciughe	f	Numero medio di 70 individui per kg	Fine del XIX secolo
Velocità del vento a Trieste (m/s)	e	1320 dati mensili	Dal 1901 al 2010
Capacità di pesca (numero lampare)	c, g, h	39 dati annuali 25 dati annuali 18 dati annuali	Dal 1953 al 1992 Dal 1991 al 2014 Dal 1975 al 2014
Dati storici capacità di pesca	i	Numero imbarcazioni e reti	Sporadiche, inizi 1900

a) D'Ancona, 1949; b) Bollettino statistico di caccia e pesca; c) ISTAT; d) Mercato Ittico di Trieste; e) ISMAR-CNR Ancona; f) Atti del Museo di Storia Naturale (1882); g) EU Fleet register; h) Cingolani *et al.*, 1996; i) Fortibuoni (2010) & Faber (1883).

Data la frequenza della classe di taglia, s , nel mese m e anno y ($f_{s,m,y}$), è possibile ottenere ogni momento nel tempo t della serie storica il numero degli individui pescati per classe di taglia, ovvero:

$$N_{s,m,y} = \frac{f_{s,m,y} \cdot C_{m,y}}{\sum_s f_{s,m,y} \cdot (aL_s^b)} \quad \text{ovvero} \quad N_{s,t} = \frac{f_{s,t} \cdot C_t}{\sum_s f_{s,t} \cdot (aL_s^b)} \quad (\text{Eq. 1})$$

Dove $N_{s,m,y} = N_{s,t}$ numero di individui di taglia s , nel mese m e anno y , ovvero al momento t ; e $C_{m,y} = C_t$ numero catture in tonnellate in quel mese e anno, ovvero al momento t . Utilizzando sia informazioni biologiche, quali i parametri della relazione taglia-peso e della funzione di crescita di von Bertalanffy (Sinovčić, 2000), stime di mortalità naturale (Carpi *et al.*, 2015), di sforzo di pesca (E) rappresentato dalle variazioni della consistenza della flotta (per ulteriori dettagli vedere Panzeri, 2015), del fattore di miglioramento tecnologico (“*Technological creep*”, TC_t , desunto da letteratura, Pauly e Palomares, 2010; Piroddi *et al.*, 2015), e la funzione di influenza del vento sullo sforzo di pesca, $f(v)$ determinata empiricamente (Panzeri, 2015), è stato possibile ottenere stime di biomassa nel tempo per ogni classe di taglia ($B_{s,t}$):

$$B_{s,t-1} = W_{s,t-1} \cdot N'_{s,t-1} = a \cdot \left(\frac{L_\infty - (L_\infty - L_s)}{e^{-k}} \right)^b \cdot \frac{f_{s,t} \cdot C_t}{\sum_s f_{s,t} \cdot (aL_s^b) \cdot q \cdot TC_t \cdot E_t \cdot f(v)} e^M \quad (\text{Eq. 2})$$

In questo modo è stato possibile ricostruire la serie storica della biomassa di acciughe in Adriatico che ha sostenuto la pesca osservata nel Golfo di Trieste dal 1902 al 2014.

Risultati - La scomposizione della serie storica con metodi classici ha permesso di identificare nel modello additivo il migliore modello di ricostruzione della serie di dati (distribuzione normale dei residui), come: $Y_t = T_t + C_t + S_t + e$, dove lo sbarcato in ogni momento (Y_t) è dato dalla somma di trend (T_t), ciclo multi annuale (C_t), stagionalità (S_t) ed errore (o residui, e). L'analisi ha mostrato che la stagionalità delle catture di acciughe in Golfo di Trieste si è mantenuta pressoché costante dagli inizi del secolo scorso ad oggi (Panzeri, 2015), evidenziando come la pesca in questo caso “attenda” la risorsa, senza “inseguirla” come avviene in aree limitrofe (es. Chioggia). Poiché le serie storiche del numero di imbarcazioni dedite alla pesca con lampara riportate da ISTAT e da Cingolani *et al.* (1996) (Tab. 1) sono alquanto diverse, e gli andamenti teorici del *technological creep* sono altamente incerti [Pauly e Palomares, 2010 (TC1) e Piroddi *et al.*, 2015 (TC2)], sono state effettuate 4 stime dei trend di biomassa di acciughe. Il modello ha rivelato una quantità di biomassa molto alta agli inizi del 1900, un'importante diminuzione a partire dagli anni sessanta fino al minimo storico stimato per il 1987 (Fig. 1). La ricostruzione evidenzia un recupero a partire dagli anni novanta, anche se a livelli apparentemente ancora distanti da quelli di inizio 1900.

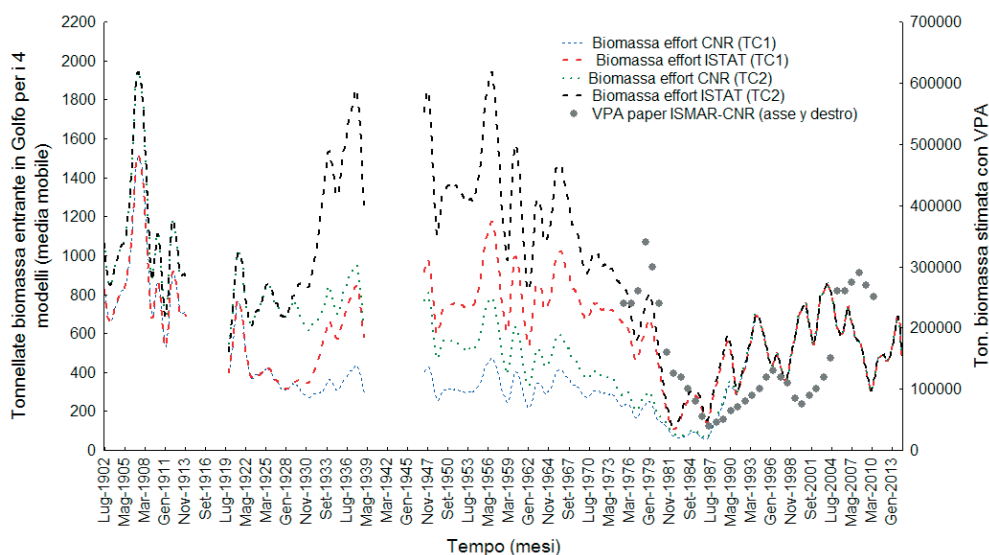


Fig. 1 - Comparazione tra il modello sviluppato e la VPA del CNR di Ancona. Nei periodi della Prima e Seconda Guerra Mondiale non è stato possibile effettuare stime.

Comparison between our model and CNR VPA model. During WWI and WWII the estimation was not possible.

Conclusioni - L'analisi classica della serie storica di sbarcato di acciughe di Trieste ha permesso di ricostruire, su base della stagionalità media costante, la serie completa dei dati di sbarcato mensile dal 1902 al 2014 (Fig. 2A). È stato utilizzato un modello a classi di taglia che alle informazioni sulla pesca (taglie dello sbarcato, capacità della flotta, influenza del vento sull'operatività) integra informazioni biologiche (accrescimento, mortalità). L'andamento ottenuto, sebbene preliminare, appare robusto e rappresentativo delle dinamiche dello stock nel bacino, vista la correlazione significativa (serie ISTAT TC1 e TC2, $R=0,48$ e $0,56$, $p<0,003$ e $0,0004$) con l'andamento della biomassa stimata per tutto l'Adriatico con Analisi di popolazione virtuale (VPA, Fig. 1) dal 1975 al 2014 (Carpi *et al.*, 2015). Confrontando

le quattro serie storiche di biomassa stimate (Fig. 1), si denota una discrepanza dagli anni quaranta ai settanta, a causa delle differenze nelle fonti storiche di capacità di pesca (Fig. 2B) (ISTAT e Cingolani *et al.*, 1996). Tali differenze possono derivare da modifiche nella classificazione delle imbarcazioni, dall'effettiva operatività e dall'attrezzo utilizzato. Il confronto con variabili ambientali e produttività planctonica (ad es. Conversi *et al.*, 2010) potrebbe inoltre spiegare alcune delle variazioni osservate (es. il minimo del 1987). I risultati evidenziano che le catture commerciali, se relative a realtà artigianali e areali di pesca stabili nel tempo, possono essere utili per stimare l'andamento di lungo periodo delle popolazioni a mare. Questo lavoro rappresenta un primo passo per la stima di lungo periodo dell'andamento della pesca delle acciughe in Adriatico. Futuri approfondimenti comprenderanno l'analisi dell'incertezza, l'aggiunta di ulteriori informazioni storiche, anche ai fini della ricostruzione di dettaglio della capacità/sforzo di pesca e del *technological creep*, con interviste e raccolte aneddotiche, e la valutazione delle dinamiche di mercato, per valutarne le influenze nel corso della storia della pesca nel Golfo di Trieste.

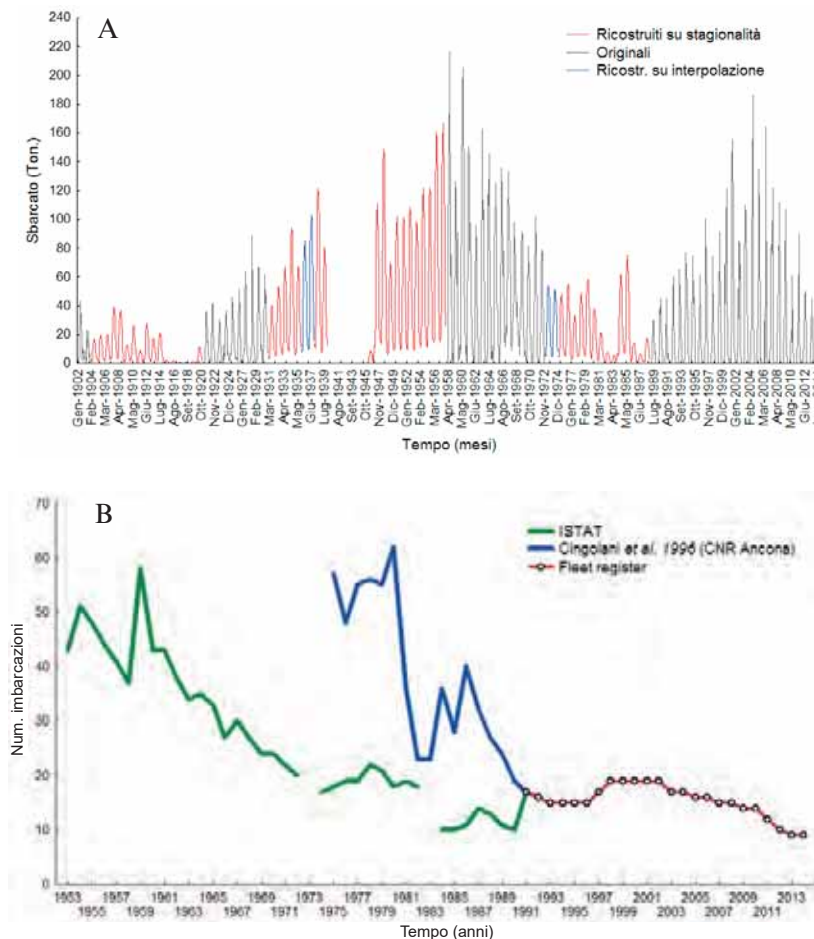


Fig. 2 - Sbarcato di acciuga al mercato di Trieste (A) e numero di lampare operanti nel compartimento di Trieste (B).

Landings of anchovy in Trieste (A) and number of boats (lampare) in the Marine Compartment of Trieste (B).

Ringraziamenti: Si ringraziano Enrico Arneri, Diego Borme, Igor Celic, Donatella Del Piero, Otello Giovanardi, Giuliano Orel, Fabio Raicich.

Bibliografia

- CARPI P., SANTOJANNI A., DONATO F., COLELLA S., ČIKEŠ KEČ V., ZORICA B., LEONORI I., DE FELICE A., TIČINA V., MODIC T., PENGAL P., ARNERI E. (2015) - A joint stock assessment for the anchovy stock of the northern and central Adriatic Sea : comparison of two catch-at-age models. *Sci. Mar.*, **79**: 57-70.
- CINGOLANI N., GIANNETTI G., ARNERI E. (1996) - Anchovy fisheries in the Adriatic Sea. *Sci. Mar.*, **60** (Suppl. 2): 269-277.
- CONVERSI A., FONDA UMANI S., PELUSO T., MOLINERO J.C., SANTOJANNI A., EDWARDS M. (2010) - The Mediterranean Sea regime shift at the end of the 1980s, and intriguing parallels with other European basin. *PLoS ONE*, **5** (5), doi: 10.1371/journal.pone.0010633.
- D'ANCONA U. (1949) - Rilievi statistici sulla pesca nell'Alto Adriatico. *Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, **108**: 41-53.
- FABER G.L. (1883) - *The fisheries of the Adriatic and the fish thereof. A report of the Austro-Hungarian sea-fisheries, with a detailed description of the marine fauna of the Adriatic Gulf*. B. Quaritch, London: 292 pp.
- FORTIBUONI T. (2010) - *La pesca in Alto Adriatico dalla caduta della Serenissima ad oggi: un'analisi storica ed ecologica*. Università di Trieste: 256 pp.
- FORTIBUONI T., LIBRALATO S., RAICEVICH S., GIOVANARDI O., SOLIDORO C. (2010) - Coding early naturalists' accounts into long-term fish community changes in the Adriatic Sea (1800-2000). *PLoS ONE*, **5** (11), doi: 10.1371/journal.pone.0015502.
- PANZERI D. (2015) - *Analisi statistica e modellistica dei dati storici di pesca dell'acciuga (Engraulis encrasicolus, L.) a Trieste*. Tesi Laurea Magistrale in Scienze Ambientali, Università di Trieste.
- PAULY D. (1995) - Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Tree*, **10**: 430.
- PAULY D., PALOMARES M.L.D. (2010) - An empirical equation to predict annual increases in fishing efficiency. *Fisheries Centre Working Paper*, **7**: 12 pp.
- PIRODDI C., GRISTINA M., ZYLICH K., GREER K., ULMAN A., ZELLER D., PAULY D. (2015) - Reconstruction of Italy's marine fisheries removals and fishing capacity, 1950-2010. *Fish. Res.*, **172**: 137-147.
- SINOVIĆ G. (2000) - Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. *Acta Adriatica*, **41** (1): 3-53.

S. RAICEVICH^{1,2}, F. GRATI², O. GIOVANARDI^{1,2}, P. SARTOR³, M. SBRANA³, R. SILVESTRI³,
R. BAINO⁴, F. ANDALORO⁵, P. BATTAGLIA⁶, T. ROMEO⁶, M. SPAGNOLO⁷, M. DUBOIS⁸

¹Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), STS Chioggia,
Loc. Brondolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.

²ISMAR-CNR, Ancona, Italia.

sasa.raicevich@isprambiente.it

³CIBM, Livorno, Italia.

⁴ARPAT, Livorno, Italia.

⁵ISPRA, Palermo, Italia.

⁶ISPRA, Milazzo (ME), Italia.

⁷IREPA onlus, Salerno, Italia.

⁸Aalborg University, IMF, Danimarca.

STATO, GESTIONE E PROSPETTIVE DELLA PESCA ARTIGIANALE IN ITALIA

STATUS, MANAGEMENT AND PERSPECTIVES OF ITALIAN ARTISANAL FISHERIES

Abstract - *The status, recent trends and perspectives of Italian artisanal fisheries are reviewed in the context of current management framework identifying threats and strengths of the sector. The analysis shows the current critical situation of this fishery sector suggesting priority actions to sustain the development of artisanal fisheries in the Italian and Mediterranean context.*

Key-words: *small-scale fisheries, socio-economic aspects, local management planning, co-management, Common Fisheries Policy.*

Introduzione - La pesca artigianale rappresenta, in numero di imbarcazioni e addetti impiegati, il più importante comparto della pesca marittima nel contesto italiano e mediterraneo (Mipaaf, 2015; Sauzade e Rousset, 2013). È caratterizzata dall'uso di natanti di piccole dimensioni e di una varietà di attrezzi da pesca, con attività prevalentemente costiera. La pesca artigianale presenta un forte legame con il territorio e la cultura tradizionale della pesca, con importanti ricadute in settori economici paralleli a quello del commercio dei prodotti ittici, in particolare il turismo. Già alla fine degli anni '80 la riscoperta della pesca artigianale era stata considerata come l'unica via possibile per risolvere l'emergente crisi della pesca del Mediterraneo (Durand *et al.*, 1991). Ciononostante, le politiche gestionali nazionali e dell'Unione Europea sono state orientate verso la regolamentazione della pesca industriale con azioni che, peraltro, non hanno conseguito gli auspicati obiettivi di sostenibilità (Tsikliras *et al.*, 2015). L'inadeguatezza delle politiche gestionali comunitarie e nazionali ha determinato un trend generale di contrazione di questo settore e l'abbandono delle attività da parte delle nuove generazioni. In questo contributo vengono presi in considerazione i più recenti dati di natura socio-economica della pesca artigianale italiana. Vengono descritti lo stato, le tendenze, le crescenti minacce cui questo settore è esposto, e l'influenza delle azioni gestionali con particolare riferimento ai piani di gestione locali quali esempi di promozione di un approccio di co-gestione, laddove tale esperienza è stata condotta nel rispetto di indirizzi e regole definite. Lo scopo è quello di delineare le possibili linee di azione che, sia nell'ambito della ricerca applicata alla pesca che in quello gestionale, possano contribuire a interrompere il declino e rivitalizzare questo importante settore produttivo.

Materiali e metodi - Sono stati presi in considerazione i dati nazionali IREPA/Mipaaf/ISTAT relativi allo stato della piccola pesca costiera, il "Piano d'azione per

lo sviluppo, competitività e la sostenibilità della pesca costiera artigianale” (Mipaaf, 2015) ed il Rapporto Economico Annuale sulle flotte da pesca europee (STECF, 2015). Vengono inoltre considerati i riferimenti normativi dell’Unione Europea per la gestione della pesca del Mediterraneo (es. Reg. CE n. 1967/2006; Reg. UE n. 1380/2013) ed il supporto finanziario alla Politica Comune della Pesca (es. Reg. CE n. 1198/2006; Reg. UE n. 508/2014). Sono infine riportati gli effetti gestionali direttamente imputabili all’applicazione dei Regolamenti Comunitari alla gestione della pesca artigianale italiana.

Risultati - La pesca costiera artigianale, ovvero quella condotta con imbarcazioni di LFT<12 m utilizzando attrezzi non attivi, *sensu* Reg. UE n. 508/2014, comprende attualmente 7.475 imbarcazioni (oltre il 60% della flotta nazionale), pari a circa il 9% della capacità totale nazionale, impiegando oltre 13 mila addetti (55% del settore complessivo; Mipaaf, 2015). Essa contribuisce alla cattura di circa il 16% della produzione ittica nazionale in termini ponderali e al 25% in valore (Raccolta dati nazionale; annualità 2014). Tra gli attrezzi maggiormente utilizzati vi sono le reti da posta (tramaglio, imbrocco, ecc.), il palangaro, ami e lenze, reti a circuizione, piccole reti derivanti, nasse ed altre trappole (Mipaaf, 2015). I dati socio-economici nazionali evidenziano, per il periodo 2008-2014, una relativa stabilità del settore in termini strutturali. Infatti, considerando il numero di imbarcazioni e tonnellaggio, la pesca costiera artigianale ha subito una riduzione più contenuta (-4,4% e -0,2%) rispetto alla pesca industriale (-12,0% e -10%) (*European Data Collection Framework*). Nondimeno si è assistito ad una forte contrazione delle catture (-14,5%) e del valore del prodotto (-21,8%) che risultano comunque inferiori rispetto alla pesca industriale (-21,3% e -24,8%). I dati relativi alle *performance* economiche indicano un progressivo peggioramento delle condizioni della pesca costiera artigianale, maggiore rispetto alla pesca industriale, come confermano i trend relativi alla profittabilità dei due settori (STECF, 2015). La politica di dismissione delle imbarcazioni da pesca (ai fini della riduzione della sovra capacità) non ha adeguatamente tutelato questo segmento di pesca; ad es. nel periodo compreso tra il 1995 ed il 2005 essa ha interessato in prevalenza imbarcazioni afferenti al settore della pesca artigianale (elab. dati EU *Fleet Register*). Inoltre, l’implementazione del Reg. CE n. 1967/2006 ha determinato la cessazione di alcune attività di pesca costiere tradizionali a scarso impatto ambientale condotte con piccolissimi natanti, come la pesca del rossetto (*Aphia minuta*, Risso, 1810) e del cicereello (*Gymnammodytes cicereellus*, Rafinesque, 1810). Tali misure, pur diminuendo la pressione di pesca lungo la fascia costiera (e limitando i conflitti tra pesca artigianale ed industriale), hanno determinato la forte riduzione dei redditi dei pescatori costieri (-30-50%). L’esclusione di alcune tipologie di pesca tradizionali (poi chiamate speciali) dall’ambito della “piccola pesca artigianale”, ai sensi del Reg. CE n. 1967/2006, non poteva non generare una importante pesca illegale con ovvie motivazioni di sopravvivenza economica dei pescatori interessati, atteso che la documentazione scientifica e statistica necessaria per la possibile richiesta di deroga era largamente indisponibile (date le particolarità di queste tipologie di pesca). Infatti, solo dove vi era una consolidata e virtuosa collaborazione fra ricercatori e pescatori locali, come in Toscana, nel 2011, in collaborazione con la DG Pesca del Mipaaf, è stato possibile produrre il previsto Piano di Gestione Speciale utilizzando le procedure che lo stesso Regolamento Mediterraneo stabilisce (AA.VV., 2011). In questo processo, relativamente alla pesca del rossetto, è stato fondamentale disporre di dati di lungo periodo e di valutazioni delle risorse (Baino *et al.*, 2001) al fine di corroborare la sostenibilità dell’attività di pesca e guidare la definizione di specifiche misure tecniche. Altre esperienze gestionali positive sono state sviluppate a livello locale utilizzando i Fondi Europei per la Pesca (FEP; Reg. CE n. 1198/2006).

Nell'ambito della Regione Sicilia, dal 2012, sono stati, infatti, adottati 10 Piani di Gestione Locale (PGL) che vedono l'adesione della maggioranza dei pescatori artigianali della regione consorziati nei "CO.GE.PA.". Tali piani prevedono una serie di misure tecniche volte a proteggere alcuni stadi del ciclo vitale delle maggiori specie commerciali oltre che ridurre i conflitti tra diversi *metièr*. Essi sono stati promossi grazie al coinvolgimento diretto dei pescatori e delle loro associazioni, istituti di ricerca e amministrazioni competenti, stabiliscono delimitazioni territoriali di accesso alle risorse e promuovono la loro co-gestione (Spagnolo, 2012). Queste misure sono particolarmente adeguate per la promozione e gestione della pesca artigianale costiera nel Mediterraneo (Raicevich, 2016). Nondimeno va rilevato che la recente definizione degli ambiti applicativi del Reg. UE n. 508/2014 ha escluso la prosecuzione del supporto a tali strumenti gestionali, ponendone a rischio la continuità e bloccando, di fatto, lo sviluppo di approcci co-gestionali nella pesca costiera artigianale, a meno dell'adozione di "innovazioni gestionali" dai contorni legali al momento ancora non adeguatamente definiti.

Conclusioni - La pesca artigianale costiera incide su un elevato numero di stock (solo in parte coincidenti con le specie bersaglio della pesca industriale) per la maggioranza dei quali non sono disponibili valutazioni analitiche, in quanto queste sono principalmente condotte sugli stock bersaglio della pesca industriale e sono comunque poco diffuse (Andaloro *et al.*, 2015). Vanno inoltre evidenziate ulteriori criticità cui la pesca costiera artigianale è soggetta: la competizione per l'uso delle risorse e le aree di pesca con la pesca industriale, la pesca illegale, non riportata e non regolamentata (Romeo *et al.*, 2014) e la pesca ricreativa (Pranovi *et al.*, 2015). A ciò si aggiungono le problematiche relative all'uso del mare ed agli effetti diretti/indiretti che la crescita di attività economiche (turismo, estrazione di risorse petrolifere/minerarie, campi eolici, acquacoltura, traffico marittimo) è destinata ad esacerbare. Inoltre, il progressivo degrado degli ecosistemi costieri, il cambiamento climatico ed i fenomeni di diffusione delle specie aliene (Coll *et al.*, 2010), possono determinare sbilanciamenti ecologici ed il collasso di alcune delle risorse sfruttate dalla pesca artigianale e industriale. La contraddittorietà delle politiche di gestione delle risorse, fortemente influenzate dalla Politica Comune della Pesca che spesso non tiene conto di specifiche realtà come quella mediterranea, ha contribuito a determinare il quadro negativo della pesca artigianale. Questa situazione, appare anche condizionata dalla scarsa partecipazione dei pescatori e dalla limitata rappresentatività nelle sedi decisionali nazionali ed internazionali del settore della pesca artigianale. A fronte del quadro generale descritto, la pesca artigianale costiera presenta elementi che ne determinano una certa capacità di adattamento: la possibilità di modificare le strategie e le tecniche di pesca in funzione dell'abbondanza relativa delle specie sfruttate (Battaglia *et al.*, 2010); la caratteristica di impresa familiare che permette di assorbire in modo più efficiente situazioni di crisi (van Ginkel, 2014); l'emergente sviluppo di attività economiche integrative quali il pescaturismo ed ittiturismo (sostenute dai FEP). Sulla base di questi punti di forza, e di quanto esposto, è possibile identificare alcune linee prioritarie di azione per salvaguardare questo settore. Nell'ambito della ricerca applicata alla pesca appare necessario incrementare gli sforzi per sostenere e consolidare lo sviluppo di PGL che siano fondati, oltre che su una forte coesione sociale, anche su una solida base scientifica. A livello gestionale appare fondamentale indirizzare l'impegno della ricerca nel promuovere lo sviluppo di processi co-gestionali attraverso la partecipazione "virtuosa" degli operatori del settore della pesca artigianale sia alla gestione diretta e monitoraggio delle risorse che alla definizione delle modalità di sfruttamento sostenibile attraverso protocolli verificati e consolidati. La rinnovata attenzione che la CGPM ha indirizzato verso

questo settore può contribuire a favorire un'azione coordinata tra i paesi di questo ambito geografico, al fine di sostenere un settore la cui valenza socio-economica e storico-culturale non può essere trascurata.

Bibliografia

- AA.VV. (2011) - National management plan for derogation to mesh size and distance from the coast (rule (EC) n. 1967/2006, art. 9) and 13) regarding the use of boat seines for transparent goby (*Aphia minuta*) fishing in GSA 9. Suppl. Ord. Gazzetta Ufficiale n. 192: 77 pp.
- ANDALORO F., BATTAGLIA P., GIOVANARDI O., LIVI S., MARINO G., RAICEVICH S., ROMEO T., TOMASETTI P. (2015) - Pesca e acquacoltura. In *Annuario dei dati ambientali*. Edizione 2014-2015. ISPRA. <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/annuario-dei-dati-ambientali-edizione-2014-2015>.
- BAINO R., AUTERI R., SILVESTRI R. (2001) - Biomass estimates of the transparent goby stock in the northern Tyrrhenian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **36**: 233.
- BATTAGLIA P., ROMEO T., CONSOLI P., SCOTTI G., ANDALORO F. (2010) - Characterization of the artisanal fishery and its socio-economic aspects in the central Mediterranean Sea (Aeolian Islands, Italy). *Fish. Res.*, **102**: 87-97.
- COLL M., PIRODDI C., STEENBEEK J., KASCHNER K., BEN RAIS LASRAM F., AGUZZI J., BALLESTEROS E., BIANCHI C.N., CORBERA J., DAILIANIS T., DANOVARO R., ESTRADA M., FROGLIA C., GALIL B.S., GASOL J.M., GERTWAGEN R., GIL J., GUILHAUMON F., KESNER-REYES K., KITSOS M.-S., KOUKOURAS A., LAMPADARIOU N., LAXAMANA E., LÓPEZ-FÉ DE LA CUADRA C.M., LOTZE H.K., MARTIN D., MOUILLOT D., ORO D., RAICEVICH S., RIUS-BARILE J., SAIZ-SALINAS J.I., SAN VICENTE C., SOMOT S., TEMPLADO J., TURON X., VAFIDIS D., VILLANUEVA R., VOULTSIADOU E. (2010) - The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PLoS ONE*, **5** (8), doi: 10.1371/journal.pone.0011842.
- DURAND J.L., FARRUGIO H., LEMOINE M. (1991) - Analyse et gestion des pêcheries côtières. Nécessité d'une nouvelle démarche? In: Durand J.-R., Lemoalle J., Weber J. (eds), *La recherche face à la pêche artisanale*. ORSTOM, Paris: 671-679.
- MIPAAF (2015) - *Piano d'azione per lo sviluppo, la competitività e la sostenibilità della pesca costiera artigianale*: 17 pp.
- PRANOVI F., ANELLI MONTI M., CACCIN S., COLLA S., ZUCCHETTA M. (2015) - Recreational fishing on the West coast of the Northern Adriatic Sea (Western Mediterranean) and its possible ecological implications. *Regional Studies in Mar. Sci.*, **3**: 273-278.
- RAICEVICH S. (2016) - Strengthening the role of stakeholders in the context of management and co-management schemes. In: GFCM Regional Conference "Building a future for sustainable small-scale fisheries in the Mediterranean and Black Sea". Algeri, 7-9 marzo 2016: 88 pp.
- ROMEO T., CONSOLI P., BATTAGLIA P., ANDALORO F. (2014) - A support to manage the swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) IUUF (illegal, unreported and unregulated fishing): an easy method to identify the legal size. *J. Appl. Ichthyol.*, **30**: 114-116.
- SAUZADE D., ROUSSET N. (2013) - *Greening the Mediterranean fisheries: tentative assessment of economic leeway*. Plan Bleu, Valbonne: 38 pp.
- SPAGNOLO M. (2012) - What kind of management for Mediterranean Fisheries? Note. Directorate-General For Internal Policies. Policy Department B: Structural and cohesion policies. IP/B/PECH/IC/2012-068. European Parliament, Brussels: 52 pp.
- STECF (2015) - The 2015 Annual Economic Report on the EU Fishing Fleet (STECF-15-07). EUR 27428 EN, JRC 97371. Publications Office of the European Union, Luxembourg: 434 pp.
- TSIKLIRAS A.C., DINOULI A., TSIROS V.-Z., TSALKOU E. (2015) - The Mediterranean and Black Sea fisheries at risk from overexploitation. *PLoS ONE*, **10** (3), doi: 10.1371/journal.pone.0121188.
- VAN GINKEL R. (2014) - A Texel fishing lineage: the social dynamic and economic logic of family firms. *Maritime Studies*, **13**, doi: 10.1186/s40152-014-0010-9.

R. SILVESTRI, S. COLELLA¹, S. DE RANIERI, P. MANNINI²

Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata "G. Bacci" (CIBM),
Viale N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italy.
r.silvestri@cibm.it

¹ISMAR-CNR, UOS of Ancona, Largo Fiera della Pesca, 2 - 60125 Ancona, Italy.

²FAO, Viale delle Terme di Caracalla, Rome, Italy.

ITALIAN MARINE RECREATIONAL FISHERY: STATE OF THE ART AND INTERACTIONS WITH ARTISANAL FISHERY

PESCA RICREATIVA IN MARE IN ITALIA: STATO DELL'ARTE ED INTERAZIONI CON LA PESCA ARTIGIANALE

Abstract - *The marine recreational fishery was defined in Italy with Law No. 963/1965 governing all marine fisheries and distinguishing between commercial, scientific and recreational fisheries. The Presidential Decree No. 1639/1968 defined the fishing gears allowed and the maximum catch per day. Despite the socio-economic relevance of marine recreational fishery, data and studies in this sector of marine fishery are scarce and fragmentary. The aim of this article is to summarize the current knowledges on recreational fisheries and highlight some of the interactions with artisanal fisheries in Italy.*

Key-words: *fishery legislation, licensing system, marine recreational fisheries, conflicts, Italy.*

Introduction - Marine recreational fisheries are among the most traditional and common leisure activities around the world; approximately one-tenth of the population across all countries engaged regularly in recreational fishing, providing important social and economic benefits to society (Hickley and Tompkins, 1998). The European Anglers Alliance (EAA) has assessed that the 25 million current recreational anglers generate an economic business of approximately 25 billion EUR per year in Europe (Hickley and Tompkins, 1998; Cowx, 2002). In Italy, starting from the 1960s', and in association with the increasing economic wealth of the society, recreational fishery has increasingly become a popular activity. Today, the marine recreational fishery is considered among the services delivered by marine ecosystems that in addition to social and cultural welfare can create employment opportunities and generate economic income and revenues, particularly in the most marginalised coastal area of Italy. Despite the importance of the recreational fisheries, data and studies in this field are scarce and fragmentary. The purpose of this paper is to summarize the current knowledges about different aspects related to marine recreational fishery in Italy, in particular legislative framework, magnitude of the phenomenon and interactions with small scale fishery.

Legislative framework - In Italy, the marine recreational fishery was included in a legal framework for the first time in 1965 (Law No. 963). Subsequently in 1968 the Presidential Decree No. 1636 established the kind of fishing gear and technique to be used, as well as allowable catches by different species; however no authorisation was required to practise recreational fishing in Italian seas (Pawson *et al.*, 2008). Since 1968 until 2008 no new or revised legislation has been issued. In 2009 the Ministerial Decree 30/07/2009 foresees the establishment of a multi-stakeholder working group to review and modernize the legal framework related to recreational and sport fisheries. Stakeholders involved were national and local management authorities, monitoring, control and surveillance (MCS) authorities, associations of recreational

and sport fishers, and specialised media. Interestingly enough, no scientific research representatives were included. The Italian Ministerial Decree 09/01/2012 No. 4, under article 6, defined as “non-professional fishery”, the fisheries exploiting living marine resources for recreational, touristic, sport and scientific purpose and stated that “the sale and trade of products from non-professional fishery are forbidden”. Regarding catch limits, the daily catch was fixed at 5 kg of fish, 3 kg of mussels and only 1 grouper per fisher (A.A.VV., 2009): the Italian legislative framework is summarized in Tab. 1. Particularly interesting is the Ministerial Decree 19/06/2012 which, as a consequence of the Bluefin tuna overfishing by commercial longlines during the 2012 fishing season, reduced the recreational fishery Total Allowable Catch (TAC) of Bluefin tuna from the original 40 tonnes to 10 tonnes, but included an important management measure allowing for the first time “the catch and release” practice upon fulfilment of the TAC. Approximately 5000 fishing boats requested the specific authorization to fish Bluefin tuna and were allowed to fish the TAC, meaning that each boat could catch around 2 kg, despite the legal size of Bluefin tuna is 30 kg or 115 cm of fork length. According to the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), the fishing seasons of Bluefin tuna and of Swordfish have been drastically reduced (Ministerial Decree 13/01/2014 and Ministerial Decree 13/05/2014).

First Census of Italian Marine Recreational fisheries - In 2010 the Italian Ministry of Agriculture and Forestry Policies (Mipaaf) implemented the national census, which was the first-ever attempt to quantify the marine recreational sport fishery (Ministerial Decree 06/12/2010). Fishers’ enrolment in the census was set as mandatory in order to practice marine recreational fisheries by boat. The Ministerial Decree 15/07/2011 stating that MCS of fishing activity by boats less than 6 m length overall (LOA), however, would be stopped for three months during the summer season (from June to September) when marine recreational fishing is most practised, due to the summer holidays. As a result, this decree seems to have slowed down the registration of shore-based fishers and MCS activities on vessel less than 6 m LOA (Giuffrè, 2011). Eventually, in 2014 the Ministry re-introduced as mandatory for shore-based fishers to enrol in the census as well as MCS activities on vessel less than 6 m LOA during the summer period. Romanelli and Fiori (2013) highlighted that National Census of recreational fishing carried out in 2010, recorded nearly 800000 recreational fishers: these data seem to indicate that the total number of recreational fishers is significantly underestimated, both because of the subsequent changes in the Ministerial requirements and because no fine is foreseen in the case of non-enrolment in the census. The reported recreational fishing boats reached about 73% of the census records, although the highest percentage of recreational fishers (89%) practiced the activity from the shore; only 41% practice underwater fishing (Romanelli and Fiori, 2013), as shown in Fig. 1: on average each recreational fisher practises two different fishing techniques. Recreational marine fishing by a rented boat or charter fishing was limited (1.4%) (Fig. 2). Sicily and Sardinia, two large Mediterranean islands, comprised the top two Italian regions where the marine recreational fishery is most practiced (Fig. 3). Hooks and lines (hand line and pole fishing) are the most common fishing gear used, followed by grappling and wounding gears (spear fishing without breathing devices), longlines, traps, bottom and surface fishing lines (local name: “*filaccioni*” and “*nattelli*” respectively). On average the recreational fisher employs three different fishing gears (Fig. 4).

Tab. 1 - Summary of legislative framework in Italy (AA.VV., 2009).

Quadro riassuntivo della legislazione in Italia (AA.VV., 2009).

Regulations of season limits

Seasonal limits are established mainly for freshwater recreational fishery. The only seasonal limits at sea are from international regulations:

- Bluefin tuna forbidden from 15 October to 15 June (according to ICCAT): minimum fork length of 115 cm or 30 kilos in weight
- Swordfish forbidden from 15 October to 30 November (according to ICCAT)
- Lobster forbidden from 1 January to 30 April
- Spiny lobster forbidden from 1 January to 30 April
- Underwater fishing forbidden from sunset to dawn in any season

Area limits are defined for environmental protection or fisherman safety

- Forbidden in core zones of Marine Protected Areas
- Less than 500 metres from professional fishing units
- Underwater fishing: distance less than 500 metres from beaches
distance less than 100 metres from professional fishing units
distance less than 100 metres from anchored ships

Regulations of bag limits

- Catch limits by law for recreational fisheries are the following:
- Max 5 kg/fisher/day or 1 specimen if more than 5 kg weight
- Max 3 kg mussels/fisher/day
- Max 50 sea urchins/fisher/day
- Only 1 grouper (*Epinephelinae* spp.)/fisher/day
- Only 1 Bluefin tuna/fisher/day

Regulations of fishing effort (e.g. numbers of traps, gill nets, etc.)

- Lift-net 6 metre/side
- Cast-net 16 metre perimeter
- Rod (max 3 hooks) max 5/angler
- Drift-line max 6 hooks/line
- Long-line max 200 hooks/boat
- Trap max 2 traps/boat
- Underwater fishing no scuba, no light

Protected species regulations

- Marine mammals
- Sea turtles
- Date mussels
- Corals

Voluntary catch and release

Catch and release practice is voluntary for recreational fishers, compulsory in most of sport fishing competitions, fostered by many fishing associations.

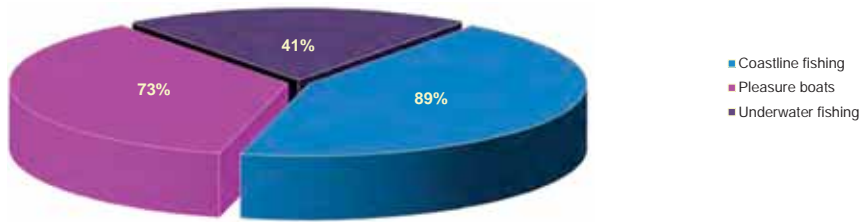


Fig. 1 - Percentage of the type of fishing activity (on average each recreational fisher practises 2 different fishing techniques).

Percentuale della tipologia di pesca ricreativa praticata (in media ogni pescatore ricreativo pratica 2 tecniche differenti).

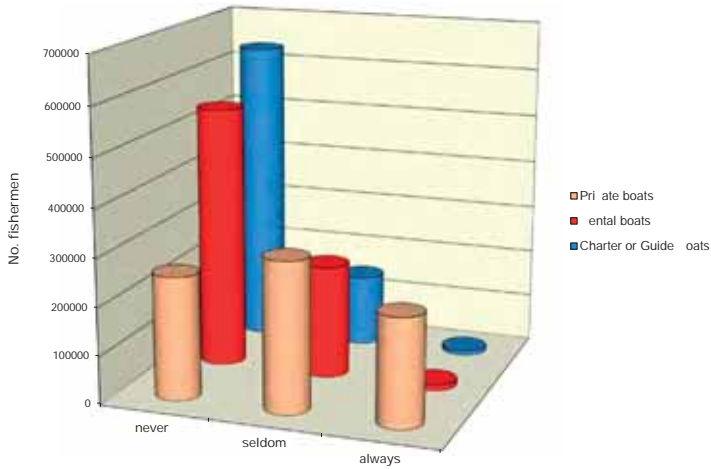


Fig. 2 - Frequency and type of pleasure boats utilized during fishing activity.

Frequenza di utilizzo e tipologia delle imbarcazioni da diporto utilizzate.

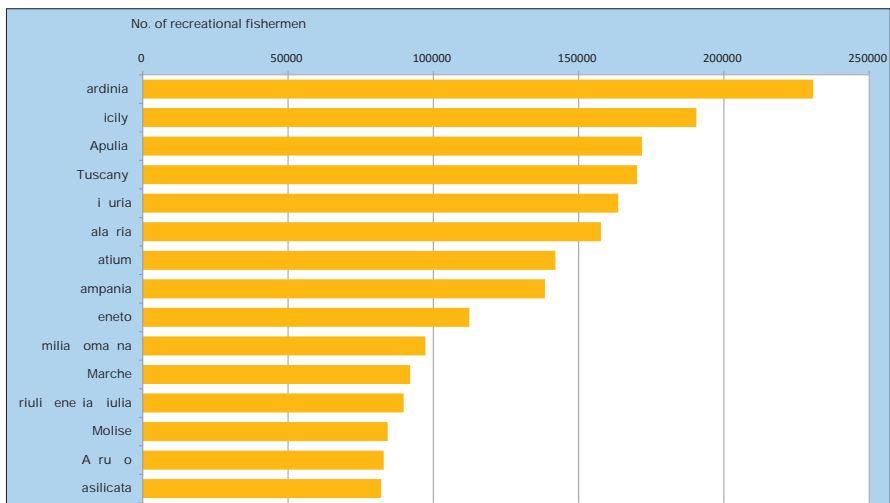


Fig. 3 - Number of recreational fishers by Italian region.

Numero di pescatori ricreativi per regione.

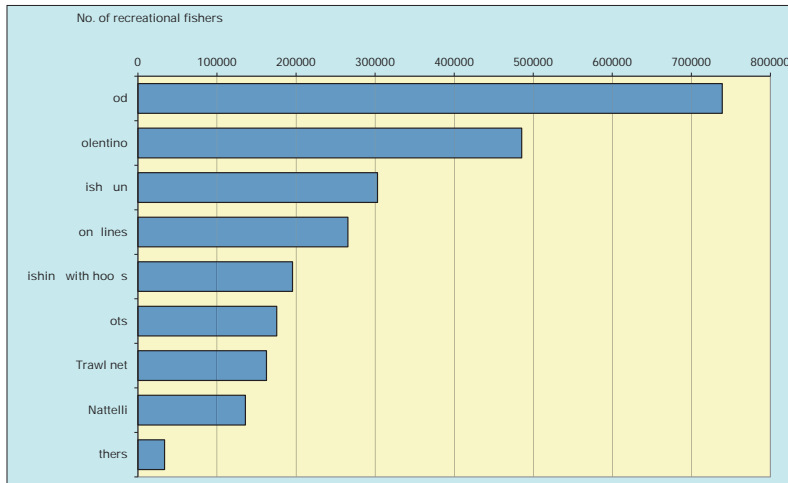


Fig. 4 - Number of recreational fishers by fishing gear utilized.

Numero di pescatori ricreativi per attrezzo di pesca utilizzato.

Global magnitude of phenomenon - Until the national recreational fishery census in 2010, no information was available on the number of recreational fishers; available estimates ranged from 1.5 million (Anagnopoulos *et al.*, 1998) to 2-3 million (Livi *et al.*, 2002). Based on the current knowledge and information, it is very difficult to estimate the impact of recreational fishery on the resources. In 2004 ACNielsen estimated the yearly harvest by recreational fishery as 1.5% of total marine catch (both commercial and recreational). The General Fishery Commission for the Mediterranean (GFCM) reported that the total annual catch (estimated in about 24000 tonnes) of the Italian marine recreational fishery would be equivalent to 1/10 of the total national marine capture fisheries catch (237000 tonnes) (AA.VV., 2011). Piroddi *et al.* (2015) reported that in Italy, it was been observed a slight increase in recreational catches from 1950 to the late 1980s, followed by a more pronounced growth during the last three decades. The marine recreational fisheries catches accounted for 3% of the total estimated marine catches.

Interaction with professional fishery - Conflicts between the growing marine recreational fishery and commercial fishery are known, in particular with artisanal and small-scale fisheries. Moreover, conflicts arise due to competition for fishing grounds space and access to resources (Cingolani *et al.*, 2005), and also due to the fact that some recreational fishers use the same fishing gears of commercial fishers. The actual economic crisis often creates situations even dramatic social suffering and a possibility to sell catches is seen as income support with no controls, penalising legally authorised professional fishers. Recreational fishers illegally acting as licensed professionals are not only performing Illegal, Unregulated and Unreported (IUU) fishing but also avoid financial well as hygienic requirements and obligations. MCS authorities do not have the resources and means to give due attention to the recreational fishery sector. Debate is on-going on how to enhance the management and control of the marine recreational fishery through a licence system that would also serve statistical purposes. An interview survey carried out in 1998 reported that many recreational fishers and associations would oppose a licence-based system, particularly because of possible high taxation (Cingolani *et al.*, 2005)

Conclusions - The relevance and role of recreational fisheries is clearly demonstrated by magnitude of the phenomenon and by economic importance in Italy. The recent formulation of the technical guidelines for responsible fisheries on recreational fisheries by FAO (2012), confirms the relevance of this sector. Differentiated licence fees from free to gradually more expensive will need to be defined, also in relation to fishing methods and equipment used. One objective to pursue this is to align Italian marine recreational fishery to the EU prevailing situation and standards (Cataudella e Spagnolo, 2011). In general the legislative frameworks for recreational fisheries across the Mediterranean countries are very heterogeneous: some countries use an efficient licensing system (i.e. Spain) (Morales-Nin *et al.*, 2005), while most countries require only a license or authorization to practice recreational fishing from boats (Albania, Greece, Malta, Slovenia, Turkey) (Ünal *et al.*, 2010), or from boats and shoreline (Egypt, Serbia, Montenegro, Lebanon, Syria, Tunisia, Morocco, Croatia) (Cacaud, 2005; Gaudin and De Young, 2007), and finally the licensing system that will be in force from 2015 in France. In this overview, Italy appears as the only country that currently does not have a well-conceived and articulated licensing or authorizations system. It is also necessary to introduce in Italy a licensing system as an integral part of the fisheries management, so as to provide a tool useful for data collection related to biological, social and economic aspects of the marine recreational fishery. The growth of marine recreational fisheries in concomitance with the high fishing mortality exerted by commercial fisheries, which often exploit the same species, makes it unavoidable and necessary to establish a statistical and information system for marine recreational fisheries that would serve for management and planning purposes.

References

- AA.VV. (2009) - Report of the Workshop on Sampling Methods for Recreational Fisheries (WKSMRF), 14-17 April 2009, Nantes, France. ICES Technical Report, CM 2009\ACOM:41: 231 pp.
- AA.VV. (2011) - Report of the transversal workshop on the monitoring of recreational fisheries in the GFCM area. Palma de Majorca, Spain, 20-22 October 2010. GFCM Technical Report: 31 pp.
- ACNIELSEN (2004) - Indagine sulla Pesca Sportiva. Technical Report: 12 pp.
- ANAGNOPOULOS N., PAPACONSTANTINO C., OIKONOMOU A., FRAGOUDIS K., STEPHANOS K., MARKATATOS G., LALIOU V., THEODOROU J., CINGOLANI N., BELARDINELLI A., SANTOJANNI A., COLELLA S., DONATO F., PENNA R., SDOGATI C. (1998) - Sport fisheries in Eastern Mediterranean (Greece and Italy). Final Report. Project No. EC/96/018: 234 pp.
- CACAUD P. (2005) - Fisheries laws and regulations in the Mediterranean: a comparative study. Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 75. FAO, Rome: 40 pp.
- CATAUDELLA S., SPAGNOLO M. (EDS) (2011) - *The state of Italian marine fisheries and aquaculture*. Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (Mipaaf), Rome: 620 pp.
- CINGOLANI N., SANTOJANNI A., COLELLA S., DONATO F. (2005) - Interazione e conflittualità tra pesca sportiva e pesca professionale. *Biol. Mar. Mediterr.*, **12** (1): 496-499.
- COWX I.G. (2002) - Recreational fishing. In: Hart P., Reynolds J. (eds), *Handbook of fish biology and fisheries*. Vol. 2. Blackwell Science Publisher, London: 367-390.
- FAO (2012) - Recreational fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 13. FAO, Rome: 176 pp.
- GAUDIN C., DE YOUNG C. (2007) - Recreational fisheries in the Mediterranean countries: a review of existing legal frameworks. Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 81. FAO, Rome: 85 pp.
- GIUFFRÉ M. (2011) - Censimento e licenza per i pescatori: come tutelare lo sport dall'abusivismo. www.viveregenova.comune.genova.it

- HICKLEY P., TOMPKINS H.C. (EDS) (1998) - *Recreational Fisheries: Social, Economic and Management Aspects*. Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK: 310 pp.
- LIVI S., CATAUDELLA S., MASSA F., MOINI G., CAVATORETO S., FEDELE M. (2002) - Identificazione di un codice di condotta per una pesca sportiva responsabile. *Quaderni Scientifici della Lega Pesca*, **9**: 1-39.
- MORALES-NIN B., MORANTA J., GARCÍA C., TUGORES M.P., GRAU A.M., RIERA F., CERDÀ M. (2005) - The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource management. *ICES J. Mar. Sci.*, **62** (4): 727-739.
- PAWSON M.G., GLENN H., PADDA G. (2008) - The definition of marine recreational fishing in Europe. *Marine Policy*, **32**: 339-350.
- PIRODDI C., GRISTINA M., ZYLICH K., GREER K., ULMAN A., ZELLER D., PAULY D. (2015) - Reconstruction of Italy's marine fisheries removals and fishing capacity, 1950-2010. *Fish. Res.*, **172**: 137-147.
- ROMANELLI M., FIORI F. (2013) - Censimento della pesca marittima ricreativa ai sensi del D.M. 06.12.2010 MIPAAF: analisi dei dati. *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 202-203.
- ÜNAL V., ACARLI D., GORDOA A. (2010) - Characteristics of marine recreational fishing in the Çanakkale Strait (Turkey). *Mediterr. Mar. Sci.*, **11** (2): 315-330.

S. COLLA, F. PRANOVI

Center for Estuarine and coastal Marine Sciences (CEMAS),
Dipartimento Scienze Ambientali, Informatica e Statistica, Università Ca' Foscari, Campus Scientifico,
Via Torino, 150 - 30170 Venezia, Italia.
slvcolla@gmail.com

PESCA ARTIGIANALE E GESTIONE DELLA FASCIA COSTIERA: DUE TIPOLOGIE DI HABITAT A CONFRONTO

ARTISANAL FISHERIES AND COASTAL MANAGEMENT: A COMPARISON BETWEEN TWO DIFFERENT HABITATS

Abstract - *Artisanal fisheries is a widespread activity in the northern Adriatic Sea. In this work two different habitats, a rocky bottom (tegnúe) and sandy-muddy bottom (coastal zone) were investigated in order to compare catches and fishermen's incomes, in relation to two different fishing gear (gillnet and trammel net). Results were used to suggest possible measures for the local management planning.*

Key-words: *artisanal fisheries, CPUE, tegnúe, coastal management, northern Adriatic Sea.*

Introduzione - Il Nord Adriatico è un bacino semichiuso caratterizzato da fondali sabbioso-fangosi da cui affiorano formazioni rocciose ("beachrocks"; Stefanon, 1967), localmente denominate *tegnúe*, riconosciute come *hotspot* di biodiversità (Mizzan, 2000; Ponti *et al.*, 2006; Cenci e Mazzoldi, 2007). Nel presente studio è stato valutato il loro utilizzo da parte della pesca artigianale. L'ipotesi di lavoro è basata sul confronto tra due aree di pesca dell'area alto adriatica, le *tegnúe* ubicate tra 5 e 15 miglia e la zona costiera entro le 3 miglia, sfruttate mediante l'utilizzo di due tipologie di reti da posta: la rete ad imbrocco e il tremaglio. L'obiettivo è individuare eventuali differenze tra le due zone, in termini di composizione del pescato, valutandone il vantaggio economico. I risultati ottenuti vengono discussi alla luce dell'individuazione di possibili strategie gestionali dell'area costiera alto adriatica.

Materiali e metodi - L'area oggetto di studio si estende nel tratto di costa compreso tra la foce del fiume Piave e quella del Sile, nell'ambito della marineria di Jesolo (VE), che conta 39 imbarcazioni dedite alla piccola pesca costiera, con prima licenza per reti da posta (Colla e Pranovi, 2015). Tra la primavera e l'autunno 2014, sono state condotte 64 osservazioni a bordo di pescherecci, 32 delle quali riferite a pescate effettuate sulle *tegnúe* (5-15 mn, profondità 16-28 m) e 32 a pescate nel sottocosta (1-3 mn, profondità 3-16 m). Le reti utilizzate in ambo le zone di pesca sono state imbrocco e tremaglio, calate all'imbrunire e salpate dopo l'alba del mattino seguente. Tutti gli esemplari catturati sono stati classificati al più basso livello tassonomico possibile, pesati (biomassa umida) e suddivisi in commerciale o scarto. I dati ottenuti sono stati standardizzati per unità di sforzo di pesca (CPUE \pm errore standard), come grammi per metro di lunghezza di rete per giorno di pesca (g m di rete⁻¹g⁻¹), senza distinzione tra tipologie di rete. Inoltre, ad ogni specie commerciale è stato associato il prezzo di vendita al dettaglio (€/kg) al fine di calcolare i ricavi nelle due zone di pesca, espressi come ricavo/m di rete al giorno.

Risultati - Nella zona di pesca delle *tegnúe*, la cattura risulta composta da 37 specie commerciali e 56 specie scarto (rispettivamente, 41 e 59% della biomassa totale e 20 \pm 2,1 e 29,6 \pm 21,8 in termini di CPUE). Le 5 specie commerciali più abbondanti risultano essere: *Hommarus gammarus* (4,6 \pm 0,6), *Mustelus mustelus* (4,4 \pm 0,9), *Solea solea* (3,1 \pm 0,6), *Scyliorhinus stellaris* (2,8 \pm 0,9) e *Scorpena* spp. (1,7 \pm 0,2). Per quanto

concerne lo scarto, invece, *Myliobatis aquila* ($25,7 \pm 21,8$), *Maja verrucosa* ($1,2 \pm 0,2$), *Hexaplex trunculus* ($1 \pm 0,2$), *Dromia personata* ($0,6 \pm 0,1$) e *Bolinus brandaris* ($0,2 \pm 0,07$). Nell'area costiera, invece, 32 specie commerciali rappresentano il 90% della biomassa totale, mentre 39 specie scarto assommano al rimanente 10%. Considerando la CPUE, il pescato commerciale e lo scarto totali risultano, rispettivamente, $17,8 \pm 2,1$ e $2,9 \pm 0,5$. Le 5 specie commerciali più abbondanti risultano essere: *M. mustelus* ($5,6 \pm 1,8$), *S. solea* ($4 \pm 0,6$), *Squilla mantis* ($2 \pm 0,4$), *Lithognathus mormyrus* ($1,6 \pm 0,6$) e *Sparus aurata* ($1 \pm 0,5$); per lo scarto, invece: *M. aquila* ($0,8 \pm 0,3$), *Liocarcinus vernalis* ($0,6 \pm 0,2$), *B. brandaris* ($0,4 \pm 0,08$), *H. trunculus* ($0,1 \pm 0,04$) e *Alosa fallax* ($0,1 \pm 0,08$). Combinando il prezzo di vendita al dettaglio di ogni singola specie con i costi di trasferimento (calcolati sulla base del consumo di carburante, € 0,69/l), risulta che la pesca artigianale produce un guadagno di € 0,27 per metro di rete in *tegnù*, mentre di € 0,16 nell'area sottocosta.

Conclusioni - Il pescato nelle due aree di pesca risulta significativamente diverso per quanto riguarda il rapporto commerciale-scarto, si hanno invece valori molto simili se si considerano le CPUE del pescato commerciale. Bisogna sottolineare come palombo e sogliola comune risultino tra le specie commerciali maggiormente pescate in entrambe le zone, mentre l'aquila di mare è la specie predominante nello scarto sia in *tegnù*, sia nel sottocosta. Dal punto di vista economico, la zona di *tegnù* risulta molto più vantaggiosa (quasi il doppio) rispetto al sottocosta. Vista la scarsità di substrati rocciosi nel Golfo di Venezia e le loro elevate potenzialità per quanto riguarda la piccola pesca artigianale, in un'ottica di gestione integrata della fascia costiera, l'implementazione di questa tipologia di habitat, attraverso la creazione di cosiddetti *artificial reefs*, potrebbe essere un'utile misura da implementare. Da considerare, inoltre, che con questo tipo di misura si potrebbe anche ridurre la pressione di pesca sulle *tegnù*, che, come visto, producono una notevole quantità di scarto.

Bibliografia

- CENCI E., MAZZOLDI C. (2007) - Fish assemblage of a no-take zone in the northern Adriatic Sea: conservation or fishery management? *Atti XVII Congresso Nazionale S.It.E. e del XVIII Congresso Nazionale A.I.O.L.*: 95-96.
- COLLA S., PRANOVI F. (2015) - Vulnerabilità della piccola pesca costiera del nord Adriatico ai cambiamenti climatici. *Biol. Mar. Mediterr.*, **22** (1): 164-165.
- MIZZAN L. (2000) - Localizzazione e caratterizzazione di affioramenti rocciosi delle coste veneziane: primi risultati di un progetto di indagine. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, **50**: 195-212.
- PONTI M., TUMEDEI M., COLOSIO F., ABBIATI M. (2006) - Distribuzione dei popolamenti epibentonici sui fondali rocciosi (tegnù) al largo di Chioggia (Venezia). *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (1): 625-628.
- STEFANON A. (1967) - Formazioni rocciose del bacino dell'Alto Adriatico. *Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arti*, **125**: 79-89.

F. FALSONE, D. SCANNELLA, G. MILISENDA, G.B. GIUSTO, S. VITALE,
S. CUSUMANO, V. GANCITANO, F. FIORENTINO

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC),
S.S. di Mazara del Vallo, Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.
giacomo.milisenda@iamc.cnr.it

CATCH COMPOSITION OF TRAMMEL NET OFF THE NORTH-WEST COAST OF STRAIT OF SICILY

COMPOSIZIONE DELLE CATTURE NELLA PESCA CON TREMAGLIO LUNGO LA COSTA NORD-OCCIDENTALE DELLO STRETTO DI SICILIA

Abstract - The fish assemblage of the trammel fishery off the Mazara del Vallo coast was investigated using Multivariate Analysis and Biodiversity Index for the period 2009-2013. The fishing zone was the main factor explaining the differences in the catch composition. Two assemblages were identified: "Coastal" and "Bank". *Mullus surmuletus*, *Sepia officinalis* and *Scorpaena porcus* were the main species characterizing the Coastal fishing ground, while *Palinurus elephas* and *Scorpaena scrofa* the Bank fisheries.

Key-words: small scale fishery, trammel net, assemblage, multivariate analysis, Strait of Sicily.

Introduction - The artisanal fisheries are an important activity in coastal waters for the Mazara del Vallo's fleet, with 94 boats registered in the local maritime office in the 2014. The most common gear used is trammel net. The lack of qualitative and quantitative data on the spatial and temporal dynamics of artisanal fisheries reduces the chance of identifying management measures to make local fishing sustainable in the long term (Colloca *et al.*, 2004). The aim of this work was to provide new knowledge on the trammel net fishery in North-West Strait of Sicily, as a baseline for a new phase of its sustainable management.

Materials and methods - The area investigated encompassed the waters up to 20 miles off the North-West coast of the Strait of Sicily (Fig. 1A). Catch data, collected between March 2009 and December 2013, derived from monitoring of commercial catch (module CAMPBIOL) of the European Data Collection Framework (DCF). Total observations amounted to 263, representing trammel net fishing activities involving 19 fishing vessels. Catch data regarded landings by species expressed as standardized abundance: Kg/(h*1000 m) (landed weight by length of net and fishing hour). Cluster analysis, non-parametric multi-dimensional scaling (nMDS) (Clarke and Warwick, 2001), Pearson correlation coefficient, multiple analyses of variance (Anderson, 2001), cumulative dominance curves, and the richness index were computed to analyze the main factors characterizing the catch composition of trammel nets.

Results - Cluster analysis showed a strong effect of zone where fishing operations occurred. Two main groups emerged from the cluster and nMDS analysis, namely "Coastal" and "Bank" (Fig. 1B). Pearson product-moment correlation suggested that several economically important species, as *Mullus surmuletus* (Linnaeus, 1758), *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758), *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758), *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) and *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) characterised the coastal fishing grounds, while other species were mostly associated to the Bank, among these *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787), *Scorpaena scrofa* (Linnaeus, 1758), *Lophius piscatorius* (Linnaeus, 1758) and *Lophius budegassa* (Spinola, 1807). Catch assemblage did not vary among years ($F_4=0.88$; $P_{\text{value}}=0.63$) and between same season of different years ($F_3=0.34$; $P_{\text{value}}=0.99$). Significant differences have been observed between the two levels of the factor "Zone" ("Coastal" and "Bank": $F_4=9.65$;

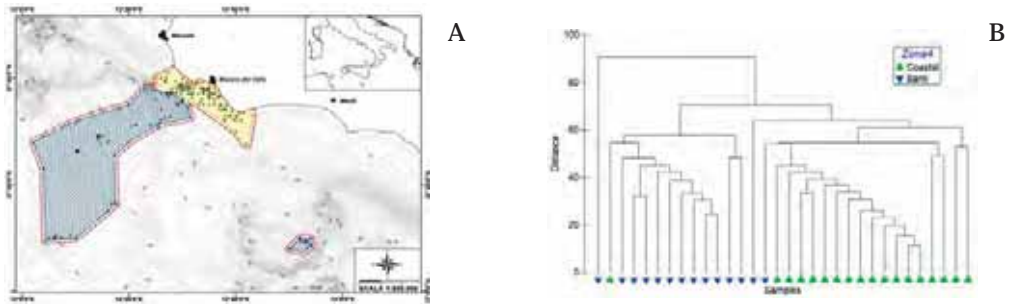


Fig. 1 - A) Mapping of fishing operation by zone based on cluster analysis. The red line depicts the total area covered by the study, blue line represent “Bank” area while yellow line “Coastal” area. B) Dendrogram of trammel catch samples similarity based on Bray-Curtis similarity. Green triangles: “Coastal samples”; blue triangles: “Bank samples”. Samples have been grouped in centroids “Zone×Depth”, as there were too many observations to view in a single ordination.

A) Mappa delle zone di pesca, sulla base dell'analisi dei cluster. La linea rossa indica l'area totale investigata, la linea blu rappresenta l'area “banco”, quella gialla l'area “costiera”. B) Dendrogramma della similarità dei campioni di catture di tramaglio, basato sulla similarità di Bray-Curtis. Triangoli verdi: “campioni costieri”; triangoli blu: “campioni banco”. I campioni sono stati raggruppati in centroidi “Zona×Profondità”, dato che vi erano troppe osservazioni da mostrare in un singolo ordinamento.

$P_{\text{value}}=0.001$) and in the interaction “Years” × “Zone” ($F_{11}=1.36$; $P_{\text{value}}=0.003$). Number of species and dominance curve plot highlight a major diversity in the catch produced by the coastal fisheries ($S_{\text{coastal}}=153$; $S_{\text{bank}}=52$), and an increase of dominant species from the “Coastal” to the “Bank” fishing grounds.

Conclusions - The main factor characterizing catch composition in the trammel fishery of Mazara del Vallo was the fishing ground: “Coastal” and “Bank”. Changes in species assemblage were due to the different distance from the coastline and therefore to the different environmental features (e.g. depth, temperature, biocoenosis, etc). These spatial patterns may also reflect a different fishing patterns. The results highlighted that catch composition did not vary in the monitored period for each fishing ground, suggesting a stability of the fishing assemblages in the short period investigated. Furthermore, trammel fishery on the “Bank” fishing grounds exploited a less number of species than those operating on the “Coastal” areas. Accordingly to Garcia *et al.* (2012), a more precautious management of fishing effort should be adopt for the “Bank” assemblages to avoid depletion of resources and ensure fishery sustainability.

Acknowledgements: We thank all the Colleagues of CNR-IAMC UOS of Mazara del Vallo (Italy) involved in data collection and processing.

References

- ANDERSON M.J. (2001) - Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **58**: 626-639.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (2001) - *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. 2nd ed. PRIMER-E, Plymouth: 175 pp.
- COLLOCA F., CRESPI V., CERASI S., COPPOLA S.R. (2004) - Structure and evolution of the artisanal fishery in a southern Italian coastal area. *Fish. Res.*, **69**: 359-369.
- GARCIA S.M., KOLDING J., RICE J., ROCHET M.J., ZHOU S., ARIMOTO T., BEYER J.E., BORGES L., BUNDY A., DUNN D., FULTON E.A., HALL M., HEINO M., LAW R., MAKINO M., RIJNSDORP A.D., SIMARD F., SMITH A.D.M. (2012) - Reconsidering the consequences of selective fisheries. *Science*, **335**: 1045-1047.

This work was carried out within the Data Collection Framework - module CAMPBIOL - funded by EU and the Italian Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies.

M. MATIDDI, M. ROMANELLI, P. TOMASSETTI, D. VANI, J. DULCIC*

Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA), Via V. Brancati, 48/60 - 00144 Rome, Italy.
marco.matiddi@isprambiente.it

*Institute of Oceanography and Fisheries, Setaliste I. Mestrovica, 63 - 21000 Split, Croatia.

NEW DATA ON THE PRESENCE
OF *POMADASYS INCISUS* (OSTEICHTHYES, HAEMULIDAE)
IN THE TYRRHENIAN SEA AND ITS ROLE IN THE LOCAL CATCHES

NUOVI DATI SULLA PRESENZA
DI *POMADASYS INCISUS* (OSTEICHTHYES, HAEMULIDAE)
NEL MAR TIRRENO E SUO RUOLO NELLE CATTURE LOCALI

Abstract - In fishing trials performed by trammel nets in 2012-2015 near the electric power plant of Montalto di Castro (80 km North Rome) several individuals of *Pomadasys incisus* were caught on September 30th 2014 and one female resulted fully ripe. The following year some specimens were bought at a fish market of Latina (southern Latium) and interviews with professional fishermen showed that the fish is known, with good catches sometimes obtained by encircling nets along the coast near the Tiber's mouth.

Key-words: Mediterranean Sea, fish, fisheries, Italy.

Introduction - The bastard grunt *Pomadasys incisus* (Bodwich, 1825) is a demersal coastal fish living on sand and muddy substrates at 10-100 m depths but often within the 50 m limit (Kapiris *et al.*, 2008; Bodilis *et al.*, 2013). Its geographic range mostly span in East Atlantic from Morocco to Angola, but it is also found in the Canary Islands and on the Iberian and Mediterranean coasts. Fairly recent papers have shown that the species has been increasingly recorded in Italian seas (where the first record dates back to 1991; Gavagnin *et al.*, 1994) and the North Mediterranean (Bodilis *et al.*, 2013; Tiralongo and Tibullo, 2013). In this paper we report the seizing of several *P. incisus* specimens at distinct sampling sites near Montalto di Castro. As those fishes were known to the boat's owner, the presence of the species was further investigated through visits to fish markets of Latium and interviews with professional fishermen.

Materials and methods - To assess the environmental impact of the intake and discharge of large seawater volumes at the Montalto di Castro electric power plant fishing trials were performed in November and December 2012, July and September 2014, December 2015. In each month trammel nets were set at 10-15 m depths for one night in three sampling sites, close to the generation plant and 2 km NE and SW, respectively (near the mouths of Fiora and Tafone streams). In each site 1,000 m professional trammel nets aiming to catch red mullets and other benthic fish were used. All animals caught were identified and counted, with many of them taken to the laboratory for closer inspection.

Results - On September 30th 2014 six 131-200 mm TL (WT: 32.0-108.9 g) *P. incisus* specimens were caught out of the 137 fishes from 15 distinct Teleosts retrieved that day. The bastard grunts were equally partitioned among the sampling sites as also the other fish. The largest *P. incisus* individual resulted a fully ripe female (stage IV in the gonadic scale by Fehri-Bedoui and Gharbi, 2008; GSI=6.29). In the other four sampling days a total of 193 specimens from various Teleostean, Selachian and Cephalopod species were collected. In the town fish market of Latina four *P. incisus* specimens were bought both in mid-July, mid-August and another one on

December 31st 2015, free or at a low price (ca. 3.50 €/kg). The four specimens of mid-August 2015 were 135-140 mm TL (WT: 27.3-34.5 g) juveniles of both sexes whereas in the other two days a total of five 186-235 mm TL (WT: 85.4-161.0 g) adults were obtained. In the sample of mid-July 2015 all specimens were fully ripe and the 200, 210 and 220 mm TL females had 7.12-9.31 GSI values. The specimen of December 31st was a resting female. All 15 *P. incisus* specimens examined in the laboratory had empty or partly full stomachs with content totally digested. In late 2015 and early 2016 interviews with two professional fishermen (whose boats were based in Montalto di Castro and Torvaianica, in northern and central Latium respectively) showed that *P. incisus* had been locally caught both by fixed and encircling nets during the previous 4-5 years. The species is either called “crocro” or “baby” fish because of the sounds (compared to pig grunts or newborn’s cries, respectively) alive specimens emit when exposed onboard to air. The fisherman based in Torvaianica claimed that fairly large *P. incisus* catches had been sometimes obtained in October-November by small encircling nets set at 10-15 m depths. He stated that catches of 1.0 tons for a single haul were not uncommon and one exceptional haul had given ca. 4.0 tons of bastard grunts (mostly supposed being 150-250 g each) thus it was necessary asking help from another boat. He also showed a short movie that had been shot by smart phone at that time.

Conclusions - Our data confirm previous reports that *P. incisus* is spreading fast in the Italian marine coastal waters and show for the first time that fairly large amounts of the species are caught in some sites for commercial purposes, as known in other parts of the Mediterranean Sea (Fehri-Bedoui and Gharbi, 2008; Kapiris *et al.*, 2008). To some extent our data confirm that spawning mostly takes place in summer. The finding in mid-July 2015 of small juveniles at a local fish market agrees, to some extent, with the opinion from several sources that Mediterranean populations are suffering growth overfishing in spite of the very recent exploitation (Fehri-Bedoui and Gharbi, 2008; Kapiris *et al.*, 2008; Collette *et al.*, 2010).

References

- BODILIS P., CROSETTA F., LANGENECK J., FRANCOUR P. (2013) - The spread of an Atlantic fish species, *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825) (Osteichthyes: Haemulidae), within the Mediterranean Sea with new additional records from the French Mediterranean coast. *It. J. Zool.*, **80** (2): 273-278.
- COLLETTE B., MATSUURA K., NELSON J., DOOLEY J., FRITZSCHE R., CARPENTER K. (2010) - *Pomadasys incisus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T155182A4737699. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-4RLTS.T155182A4737699.en>.
- GAVAGNIN P.F., GARIBALDI F., RELINI M. (1994) - Segnalazione di *Pomadasys incisus* (Bowdich) (Osteichthyes, Haemulidae) in acque italiane. *Biol. Mar. Mediterr.*, **1** (1): 285-286.
- FEHRI-BEDOUI R., GHARBI H. (2008) - Sex-ratio, reproduction and feeding habits of *Pomadasys incisus* (Haemulidae) in the Gulf of Tunis (Tunisia). *Acta Adriat.*, **49** (1): 5-19.
- KAPIRIS K., KALLIAS E., CONIDES A. (2008) - Preliminary biological data on *Pomadasys incisus* (Osteichthyes: Haemulidae) in the Aegean Sea, Greece. *Mediterr. Mar. Sci.*, **9** (2): 53-62.
- TIRALONGO F., TIBULLO D. (2013) - First record of *Pomadasys incisus* (Bowdich, 1825), (Pisces: Haemulidae) for the Italian Ionian Sea and consideration about its fast spread. In: Bilecenoglu M., Alfaya J.E.F., Azzurro E., Baldaconi R., Boyaci Y.Ö., Circosta V., Compagno L.J.V., Coppola F., Deidun A., Durgham H., Durucan F., Ergüden D., Fernández-Álvarez F.Á., Gianguzza P., Giglio G., Gökoğlu M., Gürlek M., Ikhtiyar S., Kabasakal H., Karachle P.K., Katsanevakis S., Koutsogiannopoulos D., Lanfranco E., Micarelli P., Özvarol Y., Peña-Rivas L., Poursanidis D., Saliba J., Sperone E., Tibullo D., Tiralongo F., Tripepi S., Turan C., Vella P., Yokeş M.B., Zava B. (eds), New Mediterranean Marine biodiversity records. December, 2013. *Mediterr. Mar. Sci.*, **14** (2): 474-475.

M. SBRANA, C. MUSUMECI, M. SARTINI*, P. SARTOR, C. VIVA

Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata 'G. Bacci' (CIBM),
V.le N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italy.
sbrana@cibm.it

*Aplysia Soc. Coop. r.l., Livorno, Italy.

ARTISANAL FISHERY EXPLOITATION OF EUROPEAN HAKE, *MERLUCCIOUS MERLUCCIOUS*, IN THE TUSCAN ARCHIPELAGO *LO SFRUTTAMENTO DEL NASELLO, MERLUCCIOUS MERLUCCIOUS, CON PESCA ARTIGIANALE NELL'ARCIPELAGO TOSCANO*

Abstract - *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) is an important resource exploited by the fleets operating in the Tuscan Archipelago. Artisanal vessels traditionally target adult specimens using monofilament gillnet. This study investigates the temporal evolution of the fishing pattern of Porto Santo Stefano fleet, one of the most representative in the area. The results showed the adoption of larger meshes in recent years to catch also other species, due to the reduction in hake abundance.

Key-words: gadoid fisheries, artisanal fishing, gillnets.

Introduction - The Tuscan Archipelago is a very important area for European hake, *Merluccius merluccius*, for the presence of extended and persistent nursery areas and for the high concentration of adults (Orsi Relini *et al.*, 2002). Some segments of the local artisanal fleets have traditionally exploited this latter fraction of the population. While in the past fishing was carried out using longlines, more recently it was replaced by monofilament gillnets. The purpose of this paper is to analyze temporal changes in the fishing pattern observed for the vessels using gillnets targeting hake.

Materials and methods - Available data refer to historical catch and fishing effort series for the 1998-2003 and 2009-2014 periods for the Porto Santo Stefano artisanal fleet, which traditionally exploits this resource. The analysis of the data allowed evaluating changes in the catch species composition. To assess differences in catch composition through time, catch per unit effort (kg/fishing day) of hake were analyzed applying the Student t test having verified that the data meet the test requirements. With regard to the demographic composition, size distributions of the hake catches were collected on board and at the landing points during the two analyzed periods.

Results - The species composition of the gillnetter landing showed evident differences between the two analyzed periods (Fig. 1). In the years 1998-2003 hake accounted for about 50% of the landed biomass, while other important species were mackerels, horse mackerels and gurnards (mainly *Chelidonichthys lucerna*). Although to a lesser extent, in the period 2009-2014 hake still appeared to be the most important species (41%), but the landing was characterized by new species with distinct benthopelagic (*Lepidopus caudatus*) and pelagic behavior (*Sarda sarda*, *Auxis rochei*). As regards hake, the results of the Student t-test showed a significant difference ($p < 0.05$) between the catches of the first period (average of 84.3 kg/fishing day) and those of the most recent one (62.8 kg/fishing day). Even the demographic structure of hake landing showed sizeable differences (Fig. 2): in the first period, the landing was characterized mainly by medium-large sizes (26-42 cm TL), while in 2009-2014 the specimens higher than 40 cm TL represented a much higher proportion of the total catch.

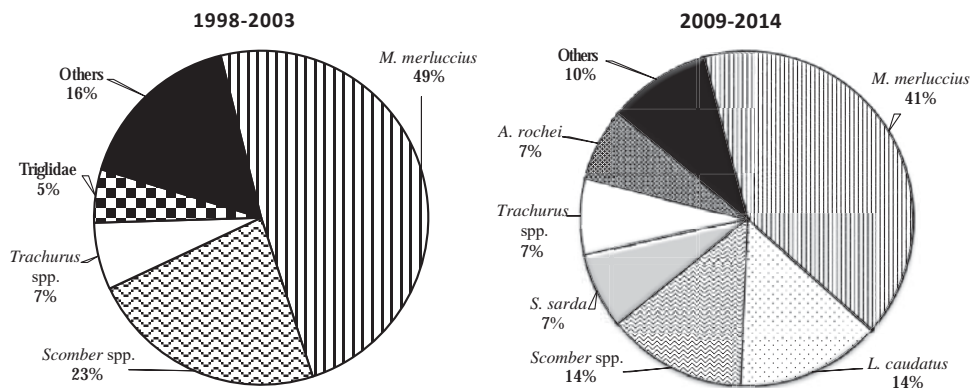


Fig. 1 - Species composition of the landing of the artisanal vessels of Porto Santo Stefano targeting European hake with gillnet.

Composizione specifica dello sbarcato delle imbarcazioni artigianali di Porto Santo Stefano mirate alla cattura di nasello con reti da imbocco.

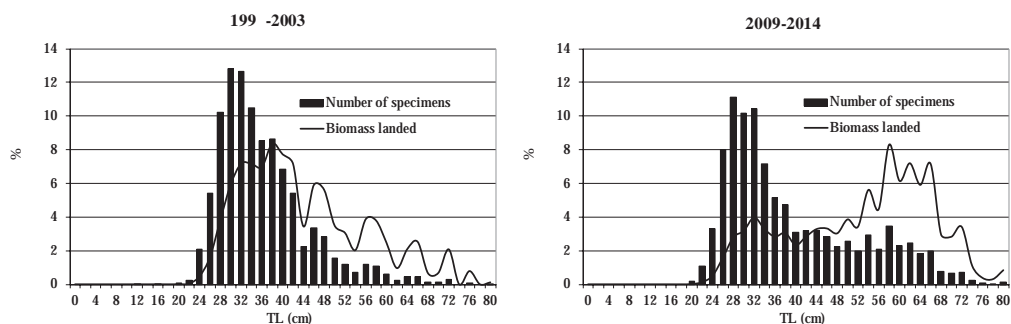


Fig. 2 - Demographic structure of the gillnet landing of European hake in the 2 periods.

Struttura demografica dello sbarcato di nasello delle reti ad imbocco nei 2 periodi.

Conclusions - The analysis of the two periods showed a change in the fishing pattern of Porto Santo Stefano artisanal fleet that exploits hake with gillnets. Although hake always represents the target species of this fishery, in the recent years most of the vessels has been oriented toward the use of larger meshes (80 mm stretched mesh size instead of 50-52 mm) to try to catch also other species. This behavior seems related to the reduction of hake abundance observed in recent years, as highlighted by recent assessments on the state of stocks that show a decrease in the adult population of the species in the area (Cardinale *et al.*, 2015).

References

- CARDINALE M., DAMALAS D., OSIO G.C. (EDS) (2015) - Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF). Mediterranean assessments part 1 (STECF 15-18): 410 pp.
- ORSI RELINI L., PAPAConstantinou C., JUKIC-PELADIC S., SOUplet A., Gil de Sola L., Piccinetti C., Kavadas S., Rossi M. (2002) - Distribution of the Mediterranean hake populations (*Merluccius merluccius smiridus* Rafinesque, 1810) (Osteichthyes: Gadiformes) based on six years monitoring by trawl surveys: some implications for management. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 21-38.

L. SCAPIN, F. CAVRARO, M. ZUCCHETTA, P. FRANZOI

Centre for Estuarine and coastal MARine Sciences (CEMAS), Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics (DAIS), Università Ca' Foscari di Venezia, Via Torino, 155 - 30170 Venezia, Italy.
luca.scapin@stud.unive.it

EFFECTS OF FISHERY AND OTHER ANTHROPOGENIC PRESSURES ON ARTISANAL FISHERY CATCHES IN THE VENICE LAGOON

EFFETTI DELLA PESCA E DI ALTRE PRESSIONI ANTROPICHE SULLE CATTURE DELLA PESCA ARTIGIANALE IN LAGUNA DI VENEZIA

Abstract - Data from monitoring of fyke net fishery in the Venice lagoon were used to test for the effects of different human pressures and to disentangle the effect of artisanal fishery on nekton catches. Discarded catches accounted for a minor proportion of total biomass. Alterations of morphology were the most relevant pressures, while fishery had an overall less important effect on nekton fauna.

Key-words: artisanal fishing, man-induced effects, nekton, coastal lagoons.

Introduction - Fishing is one of the human activities which, taking advantage of the high productivity of transitional water ecosystems, can have a role as a pressure in these systems, by removing nektonic biomass and often leading modifications to the habitats. In this study, data collected during a monitoring plan of artisanal fishery in the Venice lagoon were analysed to test for the effects of human pressures, including fishery itself, on nekton catches.

Materials and methods - Artisanal fishery with fyke nets was surveyed during the years 2001 to 2003 and 2009 to 2013 in spring and autumn. Monitoring was carried out within five broad areas: Chioggia (CH), Ca' Zane (CZ), Lido (LD), Lago dei Teneri (LT) and Ponte della Libertà (PL). The areas differ in terms of degree of confinement, habitat mosaic, salinity and sediment characteristics. Catches were categorised as either target (directly pursued by fishery), incidental (incidentally caught non-target species with commercial value) or discarded species (with no commercial value). Species biomass, together with water and sediment physico-chemical parameters, were recorded in each sampling occasion. Four main categories of pressures were identified: I) alterations of lagoon morphology (five pressures; e.g. habitat loss, change in bathymetry), II) resource and habitat use (four pressures; e.g. boat traffic, shellfish aquaculture), III) environmental quality (seven pressures; e.g. trophic status, frequency of hypoxia) and IV) artisanal fishery, resulting in 17 pressures considered. All pressures were defined according to the six intensity-levels classification proposed by Aubry and Elliott (2006), and quantified using available information for the Venice lagoon. Generalised Linear Models were fitted in order to investigate the relative importance of each pressure category for fishery categories and total catches ($\text{g-trap}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$), following the hierarchical approach proposed by Zucchetta *et al.* (2016). β parameters estimated by all model formulations were averaged using AICc weights for each fishery category and plotted, in order to visualise the magnitude of the effect of pressure categories.

Results - Overall, most of the biomass recorded within each survey area was composed of species with some commercial value (i.e. target + incidental). During spring, a higher amount of discard was recorded within CZ, CH and PL areas. On

the contrary, during autumn a higher proportion of discard was recorded within LD area (Fig. 1A). Probably, these differences are related to the space-time variability of the nekton assemblage. However, the proportion of discarded catches was always low, accounting for less than 7.5% of total biomass. When considering the model averaged parameters and their confidence intervals (Fig. 1B), discarded, target and total catches were negatively affected by morphology-related pressures, while only discarded catches were negatively affected by use-related pressures and only target and total catches were negatively affected by pressures of environmental quality. Artisanal fishery slightly affected negatively only discarded catches.

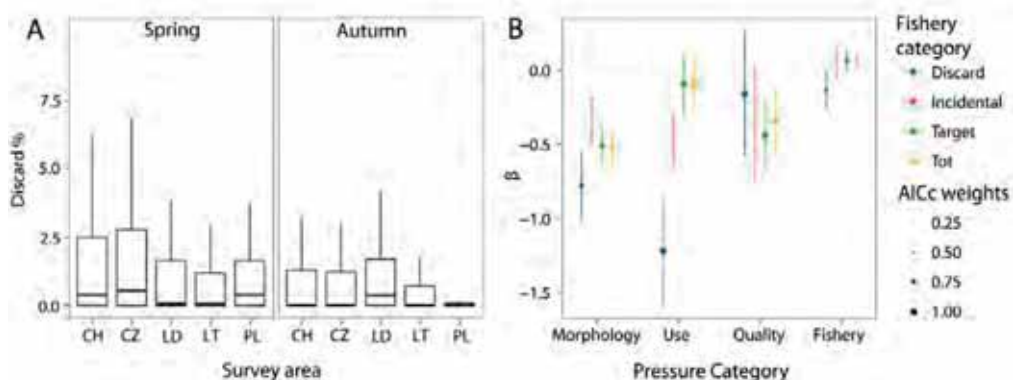


Fig. 1 - A) Discarded catch distribution (% of total biomass) among survey areas and seasons. B) Averaged β parameters (\pm confidence interval) for each fishery category; the size of the dots are proportional to the AICc weights used for the model averaging.

A) Distribuzione delle catture di scarto (% della biomassa totale) tra aree e stagioni di monitoraggio.
 B) Coefficienti medi (\pm intervallo di confidenza) per ciascuna categoria di pesca; la dimensione dei punti è proporzionale ai pesi AICc utilizzati per mediare i modelli.

Conclusions - Among considered pressures, artisanal fishery performed with fyke nets seems to have a minor impact on nekton catches in the Venice lagoon. Conversely, human-induced habitat loss and variations in bathymetry and hydrodynamics (morphology pressure category) have a major negative role, as noted by Franco *et al.* (2009) for fish fauna.

References

- AUBRY A., ELLIOTT M. (2006) - The use of environmental integrative indicators to assess seabed disturbance in estuaries and coasts: application to the Humber Estuary, UK. *Mar. Pollut. Bull.*, **53**: 175-185.
- FRANCO A., RICCATO F., TORRICELLI P., FRANZOI P. (2009) - Fish assemblage response to environmental pressures in the Venice lagoon. *Transit. Waters Bull.*, **3**: 29-44.
- ZUCCHETTA M., SCAPIN L., CAVRARO F., PRANOVI F., FRANCO A., FRANZOI P. (2016) - Can the effects of anthropogenic pressures and environmental variability on nekton fauna be detected in fishery data? Insights from the monitoring of the artisanal fishery within the Venice lagoon. *Estuar. Coasts*, **39** (4): 1164-1182.

L. VECCHIONI, G. MILISENDA, D. MASSI, A. TITONE, P. RIZZO,
C. BADALUCCO, G. INGRANDE, S. VITALE

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC),
S.S. di Mazara del Vallo, Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.
sergio.vitale@cnr.it

POSSIAMO RIDURRE LO SCARTO
NELLA PESCA CON IL TRAMAGLIO?
IL CASO DI STUDIO NELLA AMP DELLE ISOLE EGADI
*CAN WE REDUCE FISHING DISCARD IN TRAMMEL NETS?
THE CASE STUDY IN THE AMP EGADI*

Abstract - *The main goal of this work was to test the effectiveness in reducing the “unwanted” catch of benthic invertebrates in the Egadi Marine Protected Area of a traditional trammel net provided with a mono filament net at the base. Forty-eight experimental hauls were carried out using six experimental nets. The comparison of the catches showed that the modified trammel net significantly reduced the catch of “unwanted” species, but also the yield of commercial species.*

Key-words: *trammel nets, selectivity, discards, by-catch reduction device, conservation.*

Introduzione - Sebbene le reti da posta siano generalmente considerate attrezzi da pesca selettivi, è noto che i tramagli possano catturare specie bentoniche, che non hanno nessun interesse commerciale ma che hanno rilevanza nell'ecosistema marino. Per ridurre la cattura di specie indesiderate è stato sperimentato un tramaglio modificato, aggiungendo nella parte inferiore dello stesso una rete mono-panno con una maglia più grande, chiamata “greca”, in siciliano “minzuddu”. In Mediterraneo la “greca” è già stata sperimentata, registrando una sensibile riduzione della frazione scartata (Sartor *et al.*, 2007). L'obiettivo principale del presente contributo è una prima sperimentazione della “greca” in Sicilia, all'interno dell'AMP Egadi, per ridurre la cattura degli organismi bentonici che costituiscono lo scarto di pesca.

Materiali e metodi - Nella AMP Egadi sono state effettuate 48 pesche usando un tramaglio modificato, costituito dall'alternarsi di 20 pezze da 50 metri ognuna di 2 diverse tipologie (Vitale *et al.*, 2015). La prima pezza di tipo tradizionale (TS) era composta da un pannello interno con maglia di 31,25 mm di lato e due pannelli esterni con maglia di 180 mm di lato. Alla seconda pezza (TG), con le stesse caratteristiche della prima, è stata aggiunta una “greca”, mono-panno di 35 cm di altezza, con maglia di 50 mm di lato fissata prima della lima da piombi. Il disegno sperimentale adottato considerava 4 fattori; Rete (Re), Luogo (Lu), Campagna di Pesca (Ca) e Motopesca (MP). La PERMANOVA è stata condotta sulla matrice di similarità di Bray-Curtis, considerando tutte le specie catturate. Dopo aver verificato la normalità e l'omogeneità dei dati, è stata condotta un'analisi univariata della varianza (ANOVA) sulla matrice dello scarto totale. Al fine di valutare la capacità della rete modificata di ridurre lo scarto rispetto a quella tradizionale è stato calcolato il tasso di scarto sulla cattura totale per le due tipologie di rete, ed è stato applicato un modello GAMLSS (Rigby e Stasinopoulos, 2005) con distribuzione “Beta inflated” per verificare la presenza di differenze significative.

Risultati - I risultati della PERMANOVA hanno mostrato che i fattori Luogo e Tipologia di rete (TS e TG) sono significativi ($p=0,021$ e $0,027$, rispettivamente). Inoltre, è risultata significativa ($p=0,001$) l'interazione Campagna di Pesca*Motopesca. L'ANOVA ha mostrato che i fattori Luogo e Tipologia di rete sono significativi

($p=0,001$), così come l'interazione Luogo*Tipologia di rete ($p=0,005$). Le pezze TS hanno mostrato catture unitarie maggiori di quelle TG (Fig. 1). Inoltre, il tasso di scarto in numero di esemplari, calcolato come rapporto tra la frazione scartata e la cattura totale, delle pezze TG (0,18) è risultato minore e significativamente differente da quelle TS (0,23) (Gamlss model: $t_{\text{value}}=-2,55$; $p=0,01$).

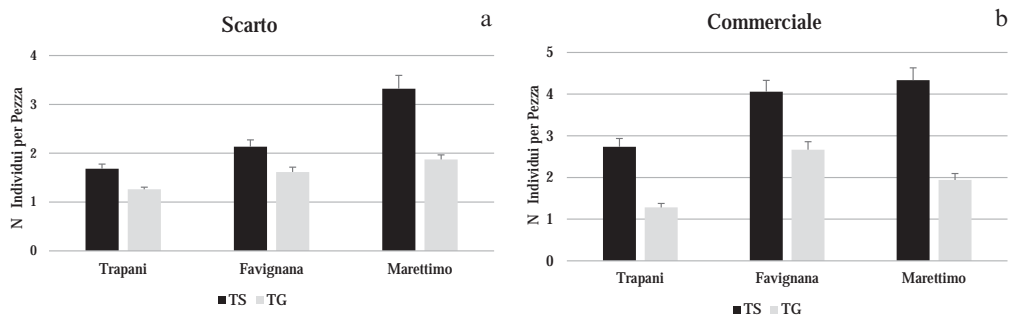


Fig. 1 - Numero di individui della frazione scarto (a) e commerciale (b) per pezza di rete catturati con tramaglio standard (TS) e tramaglio con “greca” (TG) nelle 3 località investigate.

Number of individuals of the discarded (a) and commercialised (b) fraction, per sheet of net, caught by standard trammel (TS) and experimental trammel net (TG) in the 3 sites.

Conclusioni - L'utilizzo della “greca” nell'AMP Egadi è risultato efficace nel ridurre lo scarto e nel proteggere le specie bentoniche non commerciali. Si ritiene necessario, pertanto, verificare in altre aree il comportamento degli attrezzi modificati su popolamenti differenti, in stagioni diverse, ed in diverse condizioni di armamento della “greca” al fine di ottimizzare la riduzione dello scarto e, contemporaneamente, di minimizzare la perdita della frazione commerciale.

Ringraziamenti: Si ringrazia l'Organizzazione dei Produttori della Pesca di Trapani e delle Isole Egadi, la Bio&Tec Soc. Coop. e i pescatori di Favignana, Marettimo e Trapani per la disponibilità e collaborazione mostrata in tutte le fasi del progetto.

Bibliografia

- RIGBY R.A., STASINOPOULOS D.M. (2005) - Generalized additive models for location, scale and shape. *Appl. Statist.*, **54** (3): 507-554.
- SARTOR P., SILVESTRI R., SBRANA M., VOLIANI A., ROSSETTI I., BULGHERI G. (2007) - Experimentation of technical devices for the discard reduction in the set net fishery along the Livorno coast, Italy. *Biol. Mar. Mediterr.*, **14** (2): 360-361.
- VITALE S., MILISENDA G., VECCHIONI L., FIORENTINO F. (2015) - Progetto di ricerca: Greca. Progetto pilota a valere sulla misura 3.5 del FEP 2007/2013. Cod. Prog.12/OPI/2013 - CUP G98F13000250009. Rapporto Finale: 24 pp.

Il presente contributo è stato preparato nell'ambito del progetto pilota a valere sulla misura 3.5 del FEP 2007/2013.

Tema

ORGANISMI MARINI:
SOGGETTI ED INDICATORI DI IMPATTO
AMBIENTALE

F. BOERO

DiStEBA, University of Salento,
Via Prov.le Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italy.
CNR-ISMAR
boero@unisalento.it

MARINE BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM FUNCTIONING: THE PILLARS OF GOOD ENVIRONMENTAL STATUS

BIODIVERSITÀ MARINA E FUNZIONAMENTO DEGLI ECOSISTEMI: I CAPOSALDI DEL BUON STATO AMBIENTALE

Abstract - *The eleven Descriptors of Good Environmental Status in the Marine Strategy Framework Directive of the European Union are based on the assessment of the state of marine biodiversity and on the impact of ten main stressors on the functioning of marine ecosystem. This novel approach is a real revolution in the way the state of marine environments is evaluated and will require thorough adjustment of observation systems.*

Key-words: *biodiversity, Good Environmental Status, observation systems.*

Introduction - The European Union, with the Marine Strategy Framework Directive (MSFD), has set new standards to measure the status of the marine environment in EU marine waters. In the past, only physical, chemical, biogeochemical and microbiological variables were considered, and they were assessed in isolation from each other and confronted with thresholds. If the values were below thresholds, then the state of the environment was considered as acceptable. However, the stressors act in synergy. Even if all values are below thresholds, once acting together, they might affect the functioning of the ecosystems, usually by altering biodiversity. So, instead of measuring single variables with standardized approaches, the EU is now calling for a more integrative way to assess the status of the environment. The evaluation of the state of Biodiversity and Ecosystem Functioning (BEF) with eleven descriptors is the holistic approach to evaluate Good Environmental Status (GES). The first descriptor is positive, and prescribes that biodiversity is to be maintained. The other descriptors consider a vast range of possible stressors and prescribe that each of them should not impair the functioning of ecosystems. The principle is timely and sound-based. But there is a major problem in adopting it: it is not easy to standardize measurements and to assess benchmarks. The EU states are proceeding independently from each other in defining how to measure GES, with the risk of developing contrasting evaluation methods. The MSFD, with this new definition of GES, is a true revolution and its application will require the adjustment of the way we have been looking at our seas so far.

The eleven descriptors of GES

Descriptor nr. 1. Biodiversity is maintained. The variety of life forms, in terms of species and ecological communities, is the trademark of our planet. The maintenance of biodiversity is a positive objective, whereas the other descriptors examine in detail what we must not do to harm it; this first descriptor is already enough to guarantee GES. Fig. 1 shows the main impacts covered in the other descriptors and the expression of marine biodiversity in a good state, from the shore to the depths of the sea. The large charismatic animals are familiar, but there are also the microscopic life forms that are found everywhere, suspended in the water column or in the spaces among sand grains. The water column, indeed, is the most widespread

habitat of the planet and hosts a fascinating variety of life forms, from the large jellyfish to the tiny bacteria of the plankton, that are transported by the currents, to the active swimmers of the Nekton, to the bottom-thriving Benthos. The three domains, however, have lots of interactions with each other: everything is connected, in the sea. The network of ecological relationships that allows for the survival of biodiversity is conducive to its maintenance: ecosystem functioning comprises also the interactions of life forms with the non-living world.



(Alberto Gennari)

Fig. 1 - Marine biodiversity and the main threats to its integrity.

La biodiversità marina e le principali minacce alla sua integrità

Descriptor nr. 2. Non-indigenous species do not adversely alter the ecosystem. Non Indigenous Species (NIS) reach new environments by: 1 - expansion of natural ranges (sometimes using waterways opened by humans); 2 - ship transport (either in ballast tanks or as fouling on hulls); 3 - introduction via aquaculture or aquarium trade. The Suez Canal, whose width has been recently doubled, has been the main route of introduction of the 700 NIS recorded from the Mediterranean and Black Seas.

Most are irrelevant to the functioning of ecosystems, but some can have particularly high impacts. *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865, for instance, reached the Black Sea via ballast waters: its predation on fish eggs and larvae, and on the crustacean food of juvenile fish, deeply altered the functioning of Black Sea ecosystems. The alien jellyfish *Rhopilema nomadica* Galil, 1990 plays a similar role in the Mediterranean Sea. The algae of the genus *Caulerpa* deeply modified the benthic communities of the Mediterranean Sea. The herbivorous fish of the genus *Siganus* are transforming algal forests of the Mediterranean Sea into desolate barrens. When NIS become established, eradication is difficult. Prevention is the best way to cope with this problem. The main routes must be monitored and measures to block the spread of NIS must be taken. In a period of rapid change as the present one, however, species that thrive at higher temperatures tend to replace species that do not bear the new conditions.

Descriptor nr. 3. The population of commercial fish is healthy. In the sea we are still hunters and gatherers, and draw resources from natural populations. This is almost impossible on land since centuries. The increased power of fishing gear impacts on the populations of commercial species, pushing them towards commercial extinction. It is often suggested that aquaculture can cope with the depletion of fish populations, but the shift from fisheries to aquaculture might not be sustainable. Some of the cultured species do not require feeding, such as bivalves. Others are herbivorous, such as tilapia. But many cultured fish are fed with pellets made of fish caught from natural populations: an obviously unsustainable practice. A true ecosystem-based management of fisheries must consider fish as part of ecosystems, and not simply a resource to exploit. The presence of traditional fishermen is the best indicator of the health of a system.

Descriptor nr. 4. Elements of food webs ensure long-term abundance and reproduction. Marine food webs are much different from terrestrial ones. To ensure the long term abundance and reproduction of their components we must be aware of how they work. The black circle in the centre of Fig. 2 represents dead organisms that reached that state along the black arrows. The living state is a short-term property of matter. Heterotrophic bacteria feed upon dead living matter (the yellow arrows represent a passage from one trophic level to another one), and viruses kill bacteria. Protozoans can eat bacteria (and other microscopic beings). Bacteria, furthermore, mineralize the constituents of formerly living matter (the white arrow) making them available for the primary producers that, in the marine environment, are mostly microalgae: the phytoplankton. Nutrients also arrive from riverine runoffs. This is the microbial loop: the basis of all food webs. The production of phytoplankton sustains the rest of the food webs. From the microbes, matter can flow along four main pathways. The shortest one is on top right: the blooms of some phytoplankters can lead to red tides that monopolize the standing biomass, even poisoning the other life forms. Microbes prevail. The most familiar pathway, however, involves the role of metazoans that feed on microbes. Crustaceans (such as the copepod depicted here) feed on microbes and, in their turn, they are the food of larger organisms, first of all the larvae and the juveniles of fish. Once fish grow up, they tend to feed on each other (big fish eat small fish) and, eventually, we feed on them. A third pathway sees the herbivorous gelatinous plankton: the thaliaceans “suck” all microbes and deprive crustaceans from their resources, to become marine snow shortly thereafter. Carnivorous gelatinous plankton represents the fourth pathway: jellyfish and ctenophores eat the crustaceans, and also the fish, when they are eggs and larvae. This is what happens in the water column, the most widespread environment of the planet, the driving machine of all ecosystems. It is our interest to ensure that the fish pathway prevails

over the others, but it is inevitable that the other three pathways, every once in a while, prevail. Most of the dead organic matter is removed from ecosystems through Carbon sequestration in the sediments, where it becomes fossilized. We extract oil and gas from the sea bottom and burn it, reintroducing in the atmosphere the CO_2 that has been sequestered from the atmosphere during millions of years of ecological processes.



(Alberto Gennari)

Fig. 2 - The four main pathways sustained by the microbial loop.

Le quattro vie trofiche principali sostenute dal loop microbico.

Descriptor nr. 5. Eutrophication is minimized. The abnormally high abundance of nutrients can lead to dystrophies, mainly due to the proliferation of unicellular organisms, especially dinoflagellates. Harmful Algal Blooms (HABs) can lead to mass mortalities of higher organisms, such as fish and invertebrates. Mucilages of bacterial origin are another outcome of dystrophies, often ascribed to eutrophication. Prevention is the best cure, mitigating nutrient inputs from urban and agricultural activities that must be planned so as to consider their impact on marine ecosystems. The phytoplankton species that lead to dystrophic phenomena normally occur in

planktonic communities, but they are balanced by the competition of other species for nutrients. When nutrients are overly rich, however, these Harmful Algae take over and monopolize the environment, especially in bays. Most of the species that cause these phenomena do have benthic resting stages that remain inactive for very long periods, embedded in the sediments. The activation of benthic resting stages can be triggered by human activities such as dredging in harbours to remove excess sediments. The identification of resting stage banks is important for management, restricting dredging activities in periods in which nutrients are not plentiful in the water column.

Descriptor nr. 6. The sea floor integrity ensures functioning of the ecosystem. Human activities have strong impacts on sea floor integrity. The development of new powerful technologies makes it possible to reach the greatest depths, with strong impacts on marine communities that, so far, were left almost undisturbed. Deep sea mining, trawling, dredging, mooring, are among the main disturbances that affect the sea bottom. Date mussel fisheries is an extreme form of aggression to sea floor integrity, since the extraction of the boring molluscs implies the eradication of the benthic communities. The impairing of the functioning of ecosystems due to alteration of sea floor integrity can be due to the direct removal of habitat formers that overgrow the geological substrate, as it happens for *Posidonia* meadows and coralligenous formations that are directly destroyed by mechanical impacts. The direct alteration of the geology of substrates, furthermore, affects both the epi- and the infauna and can lead to still poorly known repercussions on ecosystems. Sediment resuspension, ensuing from mechanical disturbance of soft bottoms, can lead to the suffocation of benthic communities, or to the prevalence of species that are tolerant to high sedimentation rates, at the expenses of more vulnerable species. Important changes in the species composition of benthic communities are conducive to changes in the functioning of the ecosystems, and must be prevented by proper management of human activities. Studies on the composition of communities, and of the functioning of the ecosystems, before the onset of any activity are extremely important so as to evaluate the impact of potentially disturbing operations. Some activities are already forbidden, such as date mussel fisheries and near-shore trawling, since their impact has been already measured, being considered as unbearable by bottom communities. For other potentially impacting activities the available information is still scant. The precautionary principle advises not to perform such activities over a vast scale, before solid evidence about their impact on the functioning of ecosystems becomes available.

Descriptor nr. 7. Permanent alteration of hydrographical conditions does not adversely affect the ecosystem. Currents are the physical engines that allows for the functioning of the ecosystems. Thermo-haline circulation is driven by changes in both temperature and salinity. Coastal industries and power plants use marine water to cool their machineries. The cool water receives the heat of the machines and contributes to their efficiency. The heat of the machines, transferred to the cooling water, is then injected in the sea, with warm plumes that interact with the normal circulation. Desalination firms extract salt from marine waters so as to obtain fresh water. If the ensuing sludge is injected in the sea, the haline status of the waters is altered. Dams impair the flux of freshwater to the sea, also altering natural salinity conditions. This is particularly important in case of excess evaporation leading to increased salinities. Harbours and coastal defences also alter the hydrographical conditions, changing sedimentation processes and nutrient distribution. The increased or decreased availability of nutrients can lead to lower production rates, so leading to ecosystem impoverishment or, in alternative, to eutrophic situations that lead to Harmful Algal Blooms. Connectivity is crucial for the maintenance of local populations that, with their activities, ensure ecosystem functioning. A lower flux of

propagules, due to alteration of current regimes, can lead to separation of formerly connected populations or, in alternative, can be conducive to the establishment of Non Indigenous Species. Warm water species, furthermore, can develop dense populations where temperatures are abnormally high, becoming acclimated to new situations and then invading other habitats. The hydrographic conditions in harbours and sheltered bays are conducive to invasions of NIS.

Descriptor nr. 8. Concentrations of contaminants give no effects & Descriptor nr. 9. Contaminants in seafood are below safe levels. These two descriptors might be easily condensed into a single one, and will be considered as such here. The injection in marine systems of chemicals deriving from human activities is not restricted to nutrients. Industrial and extraction processes can lead to the introduction of contaminants that have effects on species and, eventually, on ecosystems. The impact of heavy metal contamination on humans focused much attention on these pollutants. Polychlorinated biphenyls (PCBS) are toxic aromatic compounds that are often present in industrial rejects. These substances often have no remarkable effects in short-lived creatures, but can be of devastating impacts in long-lived species that have high positions in trophic networks. Nuclear waste is also a big source of contamination that leads to genetic mutations of unpredictable effect. The impairment of the populations of top predators is crucial for ecosystem functioning, since their role is extremely important in structuring trophic networks by removing defective individuals of prey species and in controlling the population explosions of potential monopolizers of communities that, with their numbers, can affect the functioning of ecosystems. Contaminants such as tributyl tin, widely employed in antifouling paints, do have effects on species with intermediate positions in food webs, such as some gastropods. These substances act as endocrine disruptors and can cause phenomena such as imposex. The ban of tributyl tin from antifouling paints is a way to prevent the effects of this contaminant. Similar measures must be designed so as to cope with all substances that are known to have effects on the physiology of marine organisms. Drugs used for human use, from antibiotics to hormones, do arrive to marine systems through sewage discharges. Also these can have unpredictable effects on marine biota, acting also at the lowest levels of food webs. Antibiotics, for instance, can have a role in shaping microbial communities. Oil spills are another important source of contamination. These can derive from the wreck of oil tankers, or from the impairment of extraction platforms, as it happened recently in the Gulf of Mexico. Also in this case, prevention is the best solution, but remediation measures must be envisaged in case of particularly hazardous and unavoidable activities. The Minamata disease affected Japanese fishermen that lived near a factory that discharged mercury in the water. After having identified the cause of the disease, it became evident that heavy metals, in general, are harmful to human health when their concentrations are above safe levels. Bioaccumulation of contaminants became a very important issue to warrant the health of seafood. For many of these contaminants, safe levels are established a priori and seafood analysis in markets is currently carried out. The choice of seafood species is also important: top predators of large size such as sharks and tunas accumulate toxic substances at higher rates than species at lower levels in food webs. Also in this case, prevention is much needed, with the development of sustainable models of production, making no use of toxic compounds. Education of consumers is also advisable, encouraging the consumption of species that have lower positions in food webs, releasing pressures on the much exhausted populations of top predators. Pathogens and parasites are other types of contaminants, of biological origin, that can affect human health due to seafood consumption. Bivalves can be vectors of diseases such as cholera or

hepatitis, but this can be avoided by stabulation. Paralytic shellfish poisoning is due to the accumulation of toxins deriving from dinoflagellate species consumption by organisms then used as seafood. The presence of parasites is a further harm to human health, ensuing from seafood consumption. Nematodes such as *Anisaxis* are increasingly common in some seas, such as the Mediterranean. The pathogenicity, in this case, derives from the consumption of raw seafood, whereas cooking prevents effects on humans. Information of consumers is a good prevention measure and it has good effects also on fish populations. Avoidance of massive consumption of top predators releases them from overfishing, due to lower demand from the market. Whereas higher consumption of smaller species, such as anchovies and sardines, or of bivalves, leads to a better use of natural resources, while informing consumers about the risks of consuming raw seafood. Parasites, however, can be killed by thermal abatement, so as to allow the consumption of raw seafood.

Descriptor nr. 10. Marine litter does not cause harm. In 1963 Giulio Natta was awarded the Nobel Prize in Chemistry for his studies on crystalline polymers, that posed the basis for the synthesis of polypropylene, the basic component of plastic. Since then, plastic has become a basic component of our everyday life, being used to build a vast array of products. The new material, however, has an inconvenient that led to a global problem. Plastic objects end up in the seas and are transported by currents. They accumulate on the sea bottom and on beaches, and are fragmented in tiny particles: microplastics. These can enter food chains and impair the metabolism of many species, also obstructing their gut and causing premature death. Marine species do not recognize the harm of plastic objects and tend to eat them, treating them as normal prey. Marine turtles often do feed on jellyfish and they tend to ingest plastic bags due to their resemblance with gelatinous animals. Marine litter, in recent years, is being perceived as a global and primary problem for the good environmental status of marine systems. Besides plastic, other main sources of litter can be classified into: wood, metal, leather, paper, cloths. Of course, the problem of litter will be solved when we will stop producing waste that is not easily recycled. Meanwhile, however, the presence of litter is altering radically our seas and beaches, with a series of impacts that are just starting to be properly evaluated and monitored. The costs of cleaning the seas from marine litter are enormous, and the cost of not cleaning them are probably even larger. Economic harms are great: tourists do have a low willingness to pay to spend their time on a beach full of litter; fishing gear is impaired by the presence of litter; the costs of cleaning are on the shoulders of local communities. The harm to ecosystems is mediated through the damage of predators that ingest non digestible materials. The harm to human health resides in the potential contamination of seafood. The battle to eradicate marine litter is to be fought at different levels: reduce the disposal of litter in rivers or directly in the sea; reduce the use of non recyclable materials; the adoption of large scale recycling processes. Currents transport litter from source sites to sink sites, and this calls for identifying the responsibility of marine littering.

Descriptor nr. 11. Introduction of energy (including underwater noise) does not adversely affect the ecosystem. Human activities can impact ecosystems through the introduction of energy. Oil prospects, for instance, use air guns, producing very intense noises at very high rates. Sonars use the same principles. These sounds have a direct impact on animals that use echolocation, such as cetaceans. It is possible that massive strandings of marine mammals occur due to these intense noises. Submarine cables produce electric fields that can have impacts on fish that are sensitive to this source of energy and that identify prey based on changes in electric fields. Sharks are apparently very sensitive to electric perturbations. Heath is another source of energy

that is widely injected into marine environments due to the use of marine water in the cooling systems of coastal firms. The effects of energy inputs is rather subtle and still not completely explored, being based more on observations on single species than on entire ecosystems. The disturbance of large predators such as cetaceans and sharks, however, do have impacts on ecosystem functioning, due to the important role of these top predators in controlling the rest of food webs. The injection of heat in the sea, furthermore, can favour the establishment of tropical species that can use warmed up areas as a platform for building populations that might then spread also elsewhere, once acclimation will be accomplished. Offshore platforms are another source of energy introduction, both in the installation phase and in the operational life of the structures. These possible impacts call for careful assessment of the impact of these activities and on the application of the precautionary principle, in case of lack of knowledge. The environmental costs of actions that lead to economic gains (as is the case for the search of oil through air gun prospects) must be very carefully considered, in order to achieve sustainable economic development. This consideration is of course valid for all the descriptors of Good Environmental Status. Blue Growth will be sustainable only if the requirements of GES will be met in all European seas, as prescribed by the Marine Strategy Framework Directive of the European Union.

Upgrading the observation systems so as to assess the state of the Descriptors of Good Environmental Status. The definition of GES through its 11 Descriptors is a real revolution in the way we assess the quality of the environment. The possibility that stressors can act in synergy led to shift the focus on the impacted systems and not simply on the impacts. The variables to measure, thus, are not simply of physical and chemical nature, with some expansion to biogeochemistry. Biodiversity and ecosystem functioning are the pillars of GES. Current Observation Systems had a miraculous development in the last decades, with the use of satellites, buoys, gliders, Remotely Operated Vehicles and a vast array of sensors. At present, however, there are no sensors that measure the state of biodiversity, and no sensors can assess the functioning of ecosystems while taking into account the complexity of food webs. Marine biodiversity is far from having been completely explored in terms of species, and marine habitats are far from having been mapped, since the water column is not explored under this respect, with the identification of Cells of Ecosystem Functioning based on connectivity. The Marine Directive requires that GES is reached in all EU waters by 2020. If this will be achieved, the Marine Protected Areas will serve just to protect charismatic expressions of biodiversity, while becoming, when organized in networks, the natural sensors of the state of biodiversity and ecosystem functioning. Marine Stations, also organized in networks, are the large infrastructures where to carry out the assessment of most of the descriptors of GES, with Long-Term Observation series that will have to be planned in a strategic fashion. The use of such infrastructures will represent the natural upgrade of the current observation systems, also to develop new types of sensors and automated monitoring devices that will allow to appreciate the state of the descriptors of GES. This evolution of observation systems calls for the training of new experts in biodiversity and ecosystem functioning, treasuring the experience of naturalists in the light of new technological advances. It will be also important to train scientists able to integrate the deluge of data that stem from current and future observation systems. So as to transform information into knowledge, then leading to wise management.

These concepts have been developed during the EU Projects CoCoNet and Perseus, the Flagship Project RITMARE, and a PRIN Project of MIUR. Alberto Gennari produced the artwork.

A. ZOPPINI, S. AMALFITANO, N. ADEMOLLO, M. BENSI¹, D. BERTO², L. BONGIORNI³,
A. CAMPANELLI⁴, B. CASENTINI, L. PATROLECCO

Istituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA), CNR, Area della Ricerca RM1,
Via Salaria km 29,300 - 00015 Monterotondo (RM), Italia.

¹Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste, Italia.

²Istituto Superiore per la protezione e la Ricerca Ambientale, Chioggia (VE), Italia.

³Istituto di Scienze Marine, CNR, Venezia, Italia.

⁴Istituto di Scienze Marine, CNR, Ancona, Italia.

L'IMPATTO DI UNA PIENA FLUVIALE DI ELEVATA INTENSITÀ SU UN ECOSISTEMA MARINO COSTIERO: RELAZIONI TRA GLI APPORTI DI ORIGINE ALLOCTONA E L'ATTIVITÀ MICROBICA

THE IMPACT OF A HIGH INTENSITY RIVER FLOOD ON A MARINE COSTAL ECOSYSTEM: RELATIONS BETWEEN THE LOADS OF ALLOCHTHONOUS ORIGIN AND MICROBIAL ACTIVITIES

Abstract - The coastal systems act as receptors basins of nutrients and pollutants generated by human activities. Microbial communities play an important role in the biogeochemical processes and in the pollutant biodegradation. Surface water samples were analyzed for physical, chemical and microbial properties during a high intensity flood event along three transects perpendicular to the Po river delta. Under these conditions this area was moderately affected by PAHs pollution (range 21-48 ngΣPAHs/L) and enriched in organic matter of allochthonous origin (Sal vs a_{CDOM}^{280} , $r=0.60$, $p<0.0$; Sal vs $\delta^{13}C$, $r=0.76$, $p<0.01$). Prokaryote biomass increased according to salinity ($r=0.85$, $p<0.01$) whereas prokaryote C production rate (PCP) was inversely correlated (Sal vs PCP, $r=-0.72$, $p<0.01$). These results together with the inverse relation observed between cell specific production (PCP/cell) and $\delta^{13}C$ ($r=-0.71$, $p<0.05$), suggested that the riverine input can stimulate microbial metabolism. In conclusion, a high intensity river flood can alter the C-flux between the organic matter and the microbial cells with potential implications for the coastal marine system.

Key-words: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), metals, organic matter, microbial communities.

Introduzione - Le aree costiere sono i recettori finali dei sistemi idrografici che veicolano i carichi di inquinanti generati dalle attività umane. Gli elevati apporti di nutrienti e sostanza organica stimolano la produttività tanto che queste aree sono considerate, dal punto di vista biogeochimico, le più attive della biosfera (Borges *et al.*, 2005). L'importanza delle comunità microbiche nel controllo dei processi biogeochimici è ampiamente riconosciuta (Caruso *et al.*, 2016). Le alterazioni ambientali possono determinare significative modificazioni delle proprietà funzionali della comunità microbica con ripercussioni sui flussi di energia nella catena trofica. Attualmente i piani di monitoraggio della Direttiva 2008/56/EC, per definire il buono stato ambientale, non considerano gli organismi procarioti. L'obiettivo principale della presente indagine è stato quello di misurare l'effetto di una piena fluviale e del suo carico di sostanza organica, sulla struttura e funzione della comunità microbica residente. Campioni d'acqua superficiale, prelevati nell'area antistante la foce del fiume Po lungo un gradiente di salinità, sono stati analizzati per le caratteristiche chimiche, inclusi alcuni inquinanti organici prioritari (Direttiva 2013/39/EU) e per i parametri strutturali e funzionali della comunità planctonica.

Materiali e metodi - Il campionamento è stato effettuato durante una campagna oceanografica (9-14 dicembre 2014) nell'ambito del Progetto Bandiera RITMARE, subito dopo alcuni giorni di pioggia che hanno innalzato il livello idrometrico e la

portata del fiume Po al di sopra delle medie annuali (picco stazione Pontelagoscuro - FE>5000 m³/s). I campioni d'acqua sono stati prelevati alla quota superficiale di 1 m, lungo tre transetti, per un totale di 14 stazioni di campionamento (Fig. 1). I campioni prelevati mediante rosette sono stati caratterizzati per i parametri chimico-fisici tramite una sonda multiparametrica CTD (modello Sea Bird SBE 911). La concentrazione di Idrocarburi Policiclici Aromatici (Σ IPA), data come somma di Naftalene, Acenafte, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3,cd)pirene, è stata analizzata mediante HPLC-fluorescenza. Il contenuto di metalli (Fe, Mn, Al, Ni, Cr, Zn, Cu) (filtrazione 0,2 μ m) è stato misurato mediante ICP-MS in seguito a digestione acida del particolato raccolto ed essiccato. I solidi sospesi (SS) determinati per filtrazione (0,7 μ m) e il materiale organico sospeso (Corg) su filtri GF/F (60 °C, 24 h). Gli isotopi stabili $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, sono stati determinati tramite spettrometro di massa accoppiato ad un analizzatore elementare CHN. I nutrienti disciolti (NH_4 , NO_3 , NO_2 , PO_4 , Si(OH)_4) sono stati analizzati mediante metodo colorimetrico, mentre la clorofilla (*a*, *b* e *c*) tramite HPLC con detector fluorimetrico. I coefficienti di assorbimento della CDOM (*Chromophoric Dissolved Organic Matter*, a_{CDOM}^{280} e a_{CDOM}^{355}) sono calcolati in spettrofotometria mediante l'equazione $a_{\text{CDOM}}(\lambda)=2,303A/l$ dove λ è la lunghezza d'onda, *A* è l'assorbanza e *l* è la lunghezza della cella. La pendenza *S* tra la $\lambda=275$ e 295 ($S_{275-295}$) è stata calcolata mediante l'equazione: $a_{\text{CDOM}}(\lambda)=a(\lambda_0)e^{-S(\lambda-\lambda_0)}$. Le abbondanze delle cellule procariote (Prok), picoeucariote (Peuk) e *Synechococcus* (Syn) sono state determinate tramite citometria a flusso e la produzione procariotica di C (PCP) tramite la misura di tassi di incorporazione di ³H-leucina. L'analisi delle componenti principali (PCA), basata sulla matrice di correlazione, è stata utilizzata per rappresentare gli andamenti e le relazioni tra le principali variabili chimiche, fisiche e microbiologiche.

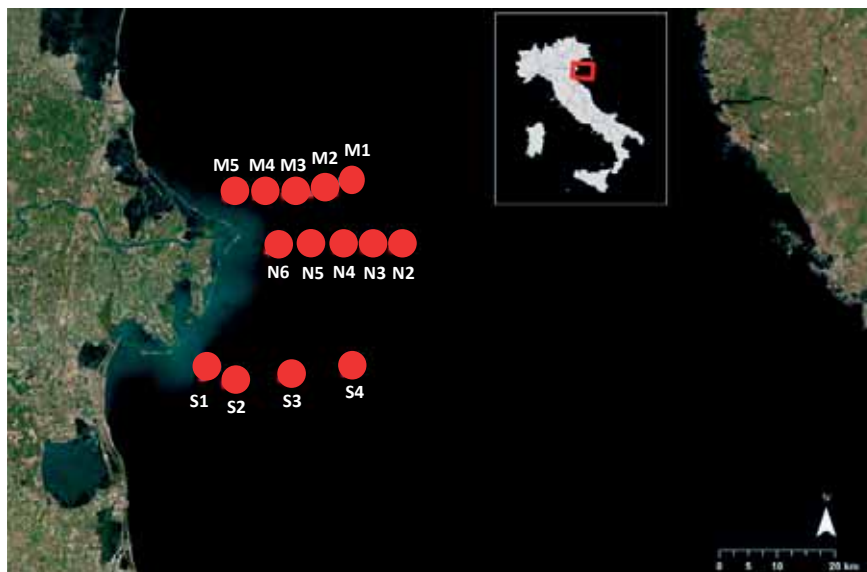


Fig. 1 - Area di studio e siti di campionamento.

Study area and sampling sites.

Risultati - L'area in esame presenta valori di salinità compresi tra 26,86 e 37,93 con i valori più bassi nel transetto S (media $30,71 \pm 3,51$) (Fig. 2). In generale

la concentrazione dei solidi sospesi diminuisce dalla costa al largo così come la frazione inorganica (intervalli 0,2-2,3% Fe; 0,1-1,4% Al e 0,01-0,10% Mn), mentre la componente organica del particolato aumenta (intervallo Corg 2,9-24,5 %) al diminuire del contributo fluviale. I valori dei metalli pesanti (intervalli: Cu 2,3-375 $\mu\text{g/g}$; Zn 2,3-220 $\mu\text{g/g}$; Cr 18,7-341 $\mu\text{g/g}$; Ni 2,3-1657 $\mu\text{g/g}$) sono simili a quelli osservati in letteratura per l'area presa in esame (Pettine *et al.*, 1994). A differenza di quanto atteso, soprattutto per il Cr, non è stata rilevata una correlazione significativa tra la frazione inorganica del materiale particolato e la concentrazione dei metalli pesanti. L'analisi dei dati non evidenzia inoltre correlazioni significative tra le concentrazioni degli IPA totali (ΣIPA), comprese tra 14 e 80 ng/L, e dei solidi sospesi, inclusa la frazione organica del particolato, generalmente più affine a questi composti. Tali concentrazioni risultano essere di circa due ordini di grandezza inferiori rispetto a quelle riportate per ambienti inquinati (Anyakora *et al.*, 2005) e comunque inferiori a quelle misurate nella stessa area, in precedenti campagne di prelievo (ΣIPA 64-122 ng/L). Il composto che contribuisce maggiormente è il naftalene (16,5 ng/L; 23,3 ng/L e 20,1 ng/L come media delle concentrazioni misurate rispettivamente nei transetti N, M e S rispettivamente). Inoltre in tutti i siti tra il 58% e il 75% del totale risulta costituito da isomeri con 2-3 anelli aromatici, probabilmente per via della loro minore idrofobicità. In questa indagine solo il congenere Benzo(g,h,i)perilene supera il limite fissato a 0,82 ng/L come concentrazione massima ammissibile per la definizione dello standard di qualità ambientale (DLgs. 172/2015). I valori di salinità (Sal) sono correlati positivamente alla $a_{\text{CDOM}^{280}}$ (Sal vs $a_{\text{CDOM}^{280}}$, $r=0,60$, $p<0,05$), al $\delta^{13}\text{C}$ del particolato (Sal vs $\delta^{13}\text{C}$, $r=0,76$, $p<0,01$) e ai valori di $S_{275-295}$ (Sal vs $S_{275-295}$, $r=0,89$, $p<0,01$).

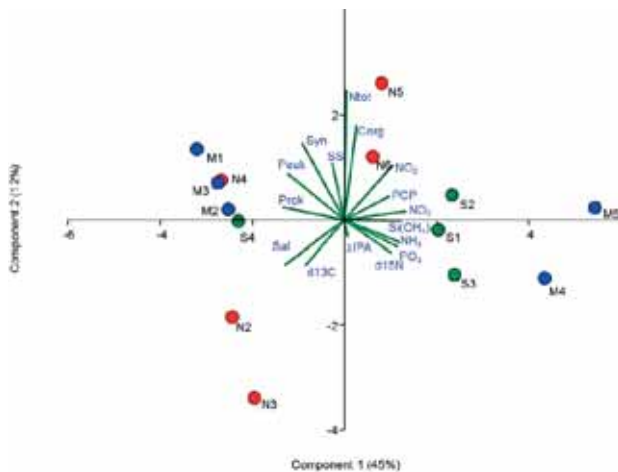


Fig. 2 - Analisi delle componenti principali (PCA), basata sulla matrice di correlazione tra le variabili ambientali e le proprietà delle comunità microbiche. Vedi il testo per i simboli.

Principal Component Analysis (PCA) based on the correlation matrix including environmental variables and microbial properties. See the text for symbols.

Questi andamenti descrivono la presenza di sostanza organica sia disciolta che particolata di origine terrigena/fluviale (Helms *et al.*, 2008) quindi con potenziali caratteristiche di refrattarietà alla degradazione. I valori di $\delta^{15}\text{N}$ del particolato sono correlati ai nutrienti azotati disciolti, ($\delta^{15}\text{N}$ vs NO_3 , $r=0,72$, $p<0,05$; $\delta^{15}\text{N}$ vs NH_4 , $r=0,66$, $p<0,05$) e negativamente alle abbondanze delle cellule procariote ($\delta^{15}\text{N}$ vs Prok, $r=-0,671$, $p<0,01$). La tendenza all'arricchimento del ^{15}N rispetto al ^{14}N conferma da un lato l'apporto di nutrienti e sostanza organica di origine alloctona

e dall'altro suggerisce una maggiore attività metabolica mediata dalla componente batterica. Le abbondanze delle cellule procariote, comprese tra $0,58$ e $2,27 \times 10^5$ cell/mL, rappresentano la componente dominante della biomassa picoplanctonica e tendono ad aumentare con la salinità ($r=0,85$, $p<0,01$). I valori di PCP, compresi tra, $0,036$ - $0,125 \mu\text{g C L}^{-1} \text{ h}^{-1}$, seguono invece un andamento inverso (Sal vs PCP, $r=-0,72$, $p<0,01$). Questi risultati, confermati dalla relazione inversa tra la produzione specifica (PCP/cell) e il $\delta^{13}\text{C}$ del particolato ($r=-0,71$, $p<0,05$), suggeriscono che il materiale trasportato dal fiume è in grado di stimolare la velocità di produzione di biomassa, ma non l'incremento del numero di cellule (Fig. 2). Questo risultato può essere determinato da numerosi fattori tra cui la presenza di sostanze persistenti di origine alloctona (Zoppini *et al.*, 2015a).

Conclusioni - Questo approccio dimostra come una piena fluviale di elevata intensità possa influenzare, oltre alla qualità dell'acqua, i processi deputati alla trasformazione della sostanza organica (Fig. 2) con potenziali implicazioni per il sistema marino costiero. Laddove gli apporti fluviali sono più consistenti si è osservato un aumento dei tassi di PCP ma non delle abbondanze di cellule procariote. La composizione della sostanza organica di origine alloctona, che comprende anche gli inquinanti, potrebbe essere una delle cause determinanti questo risultato. Recenti indagini hanno dimostrato come un incremento della concentrazione di IPA sia correlato negativamente all'efficienza di crescita batterica delle comunità microbiche residenti (Zoppini *et al.*, 2015b). Inoltre, sebbene l'ipotesi sia da confermare, i nostri risultati potrebbero suggerire cambiamenti sostanziali nella composizione delle comunità microbiche, a vantaggio delle popolazioni più abili nella degradazione di materia organica di origine alloctona.

Bibliografia

- ANYAKORA C., OGBECHE A., PALMER P., COKER H. (2005) - Determination of polynuclear aromatic hydrocarbons in marine samples of Siokolo Fishing Settlement. *J. Chromatogr. A*, **1073** (1): 323-330.
- BORGES A.V., DELILLE B., FRANKIGNOULLE M. (2005) - Budgeting sinks and sources of CO_2 in the coastal ocean: diversity of ecosystems counts. *Geophys. Res. Lett.*, **32**, doi: 10.1029/2005GL023053.
- CARUSO G., LA FERLA R., AZZARO M., ZOPPINI A., MARINO G., PETOCHI T., CORINALDESI C., LEONARDI M., ZACCONE R., FONDA UMANI S., CAROPPO C., MONTICELLI L., AZZARO F., DECEMBRINI F., MAIMONE G., CAVALLO R.A., STABILI L., HRISTOVA TODOROVA N., KARAMFILOV V.K., RASTELLI E., CAPPELLO S., ACQUAVIVA M.I., NARRACCI M., DE ANGELIS R., DEL NEGRO P., LATINI M., DANOVARO R. (2016) - Microbial assemblages for environmental quality assessment: knowledge, gaps and usefulness in the European Marine Strategy Framework Directive. *Crit. Rev. Microbiol.*, **42** (6): 883-904.
- HELMS J.R., STUBBINS A., RITCHIE J.D., MINOR E.C., KIEBER D.J., MOPPER K. (2008) - Absorption spectral slopes and slope ratios as indicators of molecular weight, source, and photobleaching of chromophoric dissolved organic matter. *Limnol. Oceanogr.*, **53** (3): 955-969.
- PETTINE M., CAMUSSO M., MARTINOTTI W., MARCHETTI R., PASSINO R., QUEIRAZZA G. (1994) - Soluble and particulate metals in the Po River: factors affecting concentrations and partitioning. *Sci. Total Environ.*, **145** (3): 243-265.
- ZOPPINI A., ADEMOLLO N., AMALFITANO S., DELLISANTI W., LUNGARINI S., MISEROCCHI S., PATROLECCO L., LANGONE L. (2015b) - Linking the microbial community processes to the contamination by priority organic substances: in situ observations on coastal sediments of the Adriatic Sea (Italy). Proceedings PERSEUS Scientific Conference "Integrated Marine Research in the Mediterranean and the Black Sea". Brussels, 7-9 December 2015: 118-122.
- ZOPPINI A., LUNGARINI S., AMALFITANO S. (2015a) - Biodegradazione della sostanza organica disciolta in aree costiere. *Biol. Mar. Mediterr.*, **22** (1): 213-214.

C. CAROPPO, S. MISEROCCHI¹, P. PAGLIARA², M. AZZARO³

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

¹Istituto di Scienze Marine (ISMAR), CNR, Via Gobetti, 101 - 40129 Bologna, Italia.

²DISTEBA, Università del Salento, Via Provinciale Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

³IAMC-CNR, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLA BIOMASSA E DIVERSITÀ DEL FITOPLANCTON NELLE ACQUE COSTIERE ARTICHE

CLIMATE CHANGE EFFECTS ON PHYTOPLANKTON BIOMASS AND DIVERSITY IN THE COASTAL ARCTIC WATERS

Abstract - *In the Kongsfjorden, an Arctic fjord (Spitsbergen, Svalbard) considered as a model site for studies on the impact of climate changes in the Arctic, a monitoring was carried out over a short time scale to study phytoplankton biomass and composition in the late summer period. The hydrological variability exerted its effects on phytoplankton physiognomy, which dramatically changed, and dinoflagellate blooms were detected. Our findings represent a novelty for the Arctic, if we consider the high phytoplankton biomass values and the species involved in the bloom. An increase of temperate species respect to the boreal and glacial species identified in the past was observed.*

Key-words: *phytoplankton bloom, harmful species, climate change, Kongsfjorden, Svalbard Islands.*

Introduzione - Negli ultimi anni gli effetti dei cambiamenti climatici sono risultati particolarmente accentuati negli ecosistemi polari, condizionando sempre più frequentemente la produttività, la biodiversità e la fenologia (dinamica temporale) delle comunità naturali autoctone, comprese quelle fitoplanctoniche. Considerando il ruolo critico di questi microrganismi negli oceani, ed in generale nel ciclo del carbonio globale terrestre, la comprensione degli effetti dei cambiamenti climatici sul fitoplancton è cruciale per prevedere come questi fenomeni potrebbero condizionare la vita sulla Terra nel futuro (Kubiszyn *et al.*, 2014). L'ecosistema del Kongsfjorden è molto studiato da molti anni e, per le sue caratteristiche idrologiche, è considerato un "sito modello" per gli studi sull'impatto del cambiamento climatico in Artide (Hop *et al.*, 2002; Azzaro *et al.*, 2014). Questo fiordo è influenzato sia dalle acque entranti di origine Atlantica, sia dallo scioglimento dei ghiacciai, che determina un'elevata immissione di acqua dolce nel fiordo. Lo stato dell'arte fino ad oggi disponibile fa ritenere che entrambi questi effetti, considerati importanti per la crescita e la composizione specifica del fitoplancton, si accentueranno nel prossimo futuro (Wiktor e Wojciechowska, 2005; Sommaruga, 2015). Con queste premesse, l'obiettivo di questa ricerca è stato quello di studiare per una settimana la variabilità dell'abbondanza, biomassa e diversità del fitoplancton nel periodo tardo estivo in una stazione fissa del Kongsfjorden, influenzata sia dall'intrusione di acque atlantiche che dall'*input* di acqua dolce dalla terraferma e dai ghiacciai.

Materiali e metodi - Le operazioni di campionamento sono state condotte a bordo della *r/v Teisten* dal 5 all'11 settembre 2013 in una stazione costiera nel Kongsfjorden (MDI, 78° 54,859' N; 12° 15,411' E, profondità ~102 m). I campioni d'acqua sono stati raccolti nella stazione MDI a sei diverse profondità (superficie, 5, 25, 50, 75 e 100 m) con una bottiglia Niskin della capacità di 10 litri e fissati con una soluzione di Lugol. Il conteggio è stato effettuato usando un microscopio invertito con contrasto di fase (Axiovert 200M Zeiss), con ingrandimento di 400× e 630× e seguendo il

metodo di Utermöhl (1958). I campioni che presentavano aggregati algali associati a sedimenti (“farina glaciale”) sono stati analizzati seguendo il metodo di Totti *et al.* (2004), già utilizzato per il conteggio del microfitorbenthos di substrati mobili. Il biovolume è stato calcolato assegnando a ciascuna cellula una forma geometrica, o in alcuni casi, una combinazione di forme geometriche diverse. I biovolumi ottenuti sono stati convertiti in biomassa (in termini di contenuto di carbonio) usando i fattori di conversione riportati in Zingone *et al.* (2010).

Risultati - Durante il periodo di studio è stato osservato un incremento esponenziale dei valori di abbondanza e biomassa fitoplanctonica, particolarmente negli ultimi tre giorni di campionamento dal 9 all’11 settembre. Infatti, l’abbondanza fitoplanctonica ponderata nei primi 100 m della colonna d’acqua, aumentava da 76,9 (5 settembre) a $1803,9 \times 10^6$ cellule m^{-3} (11 settembre), mentre la biomassa da 3,6 a $1405,7$ mg C m^{-3} negli stessi giorni (Fig. 1). L’incremento dei valori era dovuto a una fioritura di dinoflagellati, rinvenuti in aggregazione con materiale particellato e sedimento ed era imputabile ad una pioggia abbondante che aveva interessato l’area di campionamento dal 4 all’8 settembre 2013.

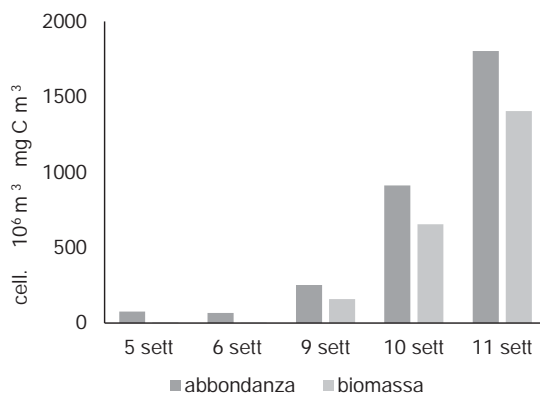


Fig. 1 - Distribuzione temporale della abbondanza e biomassa integrata del fitoplancton (0-100 m) rilevata nella stazione MDI del Kongsfjorden (Artide).

Temporal distribution of the integrated (0-100 m) phytoplankton abundances and biomass at the MDI station of the Kongsfjorden (Arctic).

I valori più elevati sono stati registrati l’11 settembre quando alla profondità di 50 m *Prorocentrum cf. gracile* Schütt e *Alexandrium minutum* Halim raggiungevano rispettivamente la concentrazione massima di $4,7 \times 10^6$ cellule L^{-1} e $1,8 \times 10^6$ cellule L^{-1} e la biomassa di 3,9 mg C L^{-1} e 1,6 mg C L^{-1} . Da un punto di vista qualitativo la comunità era dominata dai dinoflagellati in termini di abbondanza (fino al 89,9% del totale) e biomassa (fino al 99,4% del totale) (Fig. 2). Oltre alle specie responsabili del bloom, essi erano rappresentati da un numero elevato di specie, e tra le più abbondanti risultavano *Gymnodinium* sp., *Gymnodinium cf. pulchellum* J. Larsen, *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) J.D. Dodge, *Protoperidinium* sp., *Gyrodinium* sp., *Alexandrium* spp. Per quanto riguarda i fitoflagellati, essi raggiungevano le percentuali più elevate nei primi giorni di campionamento (fino all’87,2% delle abbondanze e al 53,8% della biomassa), mentre negli ultimi giorni si riducevano drasticamente (fino al 7,6% delle abbondanze e 0,2% della biomassa). Da un punto di vista qualitativo, essi erano rappresentati prevalentemente da piccole forme di incerta classificazione tassonomica, prasinoficee, crisoficee ed euglenoficee. I

coccolitoforidi risultavano componenti relativamente più importanti della comunità nei primi giorni di campionamento. In particolare essi raggiungevano il 13,9% delle abbondanze ed il 20,2% della biomassa; le specie più rappresentative erano *Emiliania huxleyi* (Lohmann) Hay et Mohler e *Syracosphaera pulchra* Lohmann. Per quanto riguarda invece le diatomee, le loro abbondanze (fino all'1,0% del totale) e biomassa (fino al 9,9% del totale) risultavano piuttosto basse per tutto il periodo considerato. Le specie più frequenti erano *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J.C. Lewin, *Pseudo-nitzschia delicatissima* group, *Navicula* sp. e *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle.

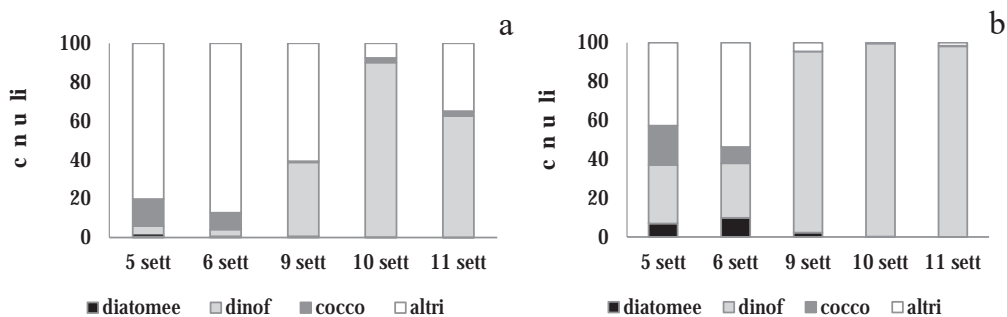


Fig. 2 - Distribuzione temporale dell'abbondanza (a) e biomassa (b) percentuale dei principali gruppi fitoplanctonici rilevati nella stazione MDI di Kongsfjorden (Artide).

Temporal distribution of the percentage abundances (a) and biomass (b) of the main phytoplankton groups at the MDI station of the Kongsfjorden (Arctic).

Conclusioni - Negli anni recenti l'Oceano Artico ha subito una evidente riduzione dell'ispessimento dei ghiacciai, che ha determinato una maggiore esposizione alla radiazione solare del fitoplancton ed un incremento della produzione primaria in queste acque. Allo stesso tempo, la presenza delle acque dolci ha determinato una stratificazione delle acque che ha notevolmente ridotto la disponibilità di nutrienti nella zona eufotica, con effetti piuttosto evidenti sulla composizione tassonomica del fitoplancton. Nelle aree costiere un altro fattore che ha condizionato la dinamica fitoplanctonica è la presenza del materiale in sospensione apportato dallo scioglimento dei ghiacciai, che è ricco di materiale minerale e di nutrienti organici e inorganici. Nel corso del presente studio, i valori di abbondanza e biomassa fitoplanctonica sono risultati sorprendentemente più elevati rispetto a quelli riscontrati in precedenza (Hop *et al.*, 2002). Si può presumere che il dilavamento del terreno deglaciato, causato dalla pioggia nei primi giorni di campionamento, abbia reso disponibile un surplus di nutrienti prontamente utilizzato dai dinoflagellati. In particolare, *Prorocentrum* cf. *gracile* Schütt e *Alexandrium minutum* Halim, responsabili del bloom, sono risultati presenti come aggregati associati ai minerali in sospensione mobilizzati dalla terraferma. Durante il presente studio, la comunità fitoplanctonica è apparsa differente rispetto a quella descritta in passato poiché la dominanza di specie di piccole dimensioni (<20 μm), ossia fitoflagellati e coccolitoforidi, tipica del periodo tardo estivo (Hop *et al.*, 2002), è stata riscontrata soltanto i primi due giorni di campionamento. Il bloom delle suddette specie di dinoflagellati pertanto, rappresenta una novità per il Kongsfjorden e per le acque costiere artiche. Anche la composizione tassonomica ha mostrato dei cambiamenti rispetto alle condizioni passate; nell'ambito delle specie rinvenute è stato infatti osservato un incremento delle specie temperate

rispetto a quelle tipiche di acque fredde (Hop *et al.*, 2002; Wiktor e Wojciechowska, 2005). Inoltre, il rinvenimento di specie dannose e potenzialmente tossiche come le diatomee *Pseudo-nitzschia delicatissima* group, *Pseudo-nitzschia* sp. e i dinoflagellati *Alexandrium minutum* Halim, *A. cf. tamarense* (Lebour) Balech, *Amphidinium carterae* Hulburt, *Dinophysis acuminata* Claparède & Lachmann, *Dinophysis* sp., *Gonyaulax* sp., *Lingulodinium polyedrum* (Stein) Dodge e *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) J.D. Dodge, dimostrano una estensione dell'area di distribuzione di tali specie ed un pericolo emergente per la salute dell'ambiente e umana. I dati presentati, anche se preliminari, indicano una necessità urgente di approfondire la conoscenza della dinamica e diversità del fitoplancton in un ambiente soggetto a profonde variazioni come il Kongsfjorden, soprattutto considerando i problemi connessi ai cambiamenti climatici che riguardano non solo le regioni polari, ma anche quelle temperate, *Mare Nostrum* compreso.

Bibliografia

- AZZARO M., LA FERLA R., MAIMONE G., AZZARO F., DECEMBRINI F., CAROPPO C., LANGONE L., GIGLIO F., MISEROCCHI S., ALIANI S. (2014) - Dynamics of microbial biomass and respiratory activity during late summer in a site of Arctic Kongsfjorden. In Front. Mar. Sci. Conference Abstract. IMMR International Meeting on Marine Research. Peniche, Portugal, 10-11 July 2014, doi: 10.3389/conf.fmars.2014.02.00132.
- HOP H., PEARSON T., HEGSETH E.N., KOVACS K.M., WIENCKE C., KWASNIEWSKI S., EIANE K., MEHLUM F., GULLIKSEN B., WLODARSKA-KOWALCZUK M., LYDERSEN C., WESLAWSKI J.M., COCHRANE S., GABRIELSEN G.W., LEAKEY R.J.G., LØNNE O.J., ZAJACZKOWSKI M., FALK-PETERSEN S., KENDALL M., WÄNGBERG S.-A., BISCHOF K., VORONKOV A.Y., KOVALTCHOUK N.A., WIKTOR J., POLTERMANN M., DI PRISCO G., PAPUCCI C., GERLAND S. (2002) - The marine ecosystem of Kongsfjorden, Svalbard. *Polar Res.*, **21**: 167-208.
- KUBISZYN A.M., PIWOSZ K., WIKTOR J.M.JR., WIKTOR J.M. (2014) - The effect of inter-annual Atlantic water inflow variability on the planktonic protist community structure in the West Spitsbergen waters during the summer. *J. Plankton Res.*, **36** (5): 1190-1203.
- SOMMARUGA R. (2015) - When glaciers and ice sheets melt: consequences for planktonic organisms. *J. Plankton Res.*, **37** (3): 509-518.
- TOTTI C., DE STEFANO M., FACCA C., GHIRARDELLI L.A. (2004) - Microphytobenthos. In: Gambi M.C., Dappiano M. (eds), Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (Suppl. 1): 247-266.
- UTERMÖHL H. (1958) - Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol.*, **9**: 1-38.
- WIKTOR J., WOJCIECHOWSKA K. (2005) - Differences in taxonomic composition of summer phytoplankton in two fjords of West Spitsbergen, Svalbard. *Pol. Polar Res.*, **26**: 259-268.
- ZINGONE A., TOTTI C., SARNO D., CABRINI M., CAROPPO C., GIACOBBE M.G., LUGLIÈ A., NUCCIO C., SOCAL G. (2010) - Fitoplancton: metodiche di analisi quali-quantitativa. In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (eds), Metodologie di studio del plancton marino. *ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 213-237.

Questo studio è stato finanziato con i fondi dei progetti Strategia Marina e Premiale ARCA (ARtico: cambiamento Climatico Attuale ed eventi estremi del passato).

S. CARONNI, C. CALABRETTI¹, G. CECCHERELLI², M.A. DELARIA², M. GRECHI,
G. MACRI³, A. NAVONE⁴, A. OCCHIPINTI AMBROGI

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

¹Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra,
Università di Milano Bicocca., Milano, Italia.

²Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari, Sassari, Italia.
³Mac Pro e GIS, Pavia, Italia.

⁴Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo, Olbia, Italia.

GLI EFFETTI DELLA MUCILLAGINE DELLA MICROALGA INVASIVA *CHRYSOPHAEUM TAYLORII* LEWIS & BRYAN (PELAGOPHYCEAE) SULLA RESILIENZA DELLE MACROALGHE AL DISTURBO MECCANICO

THE EFFECTS OF MUCILAGE BY THE INVASIVE MICROALGA CHRYSOPHAEUM TAYLORII LEWIS & BRYAN (PELAGOPHYCEAE) ON MACROALGAL RESILIENCE FROM MECHANICAL DISTURBANCE

Abstract - In the summer of 2014, a manipulative field experiment was conducted in Tavolara Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (North eastern Sardinia) in order to investigate the effects of a mucilaginous bloom of the invasive microalga *Chrysothrix taylorii* Lewis & Bryan (Pelagophyceae) on hard benthic macroalgal communities exposed to mechanical disturbance.

Key-words: experimental research, algae, mucilage, algal bloom, *Chrysothrix taylorii*.

Introduzione - Negli ultimi anni l'impatto della diffusione di specie invasive sulle comunità native è stato oggetto di numerosi studi (es. Mack *et al.*, 2000); tuttavia, un aspetto poco indagato delle bioinvasioni è quello della resilienza delle comunità autoctone (soprattutto quelle in cui più stress agiscono sinergicamente) in seguito all'insediamento di una specie invasiva (Bulleri *et al.*, 2010). Relativamente alla microalga produttrice di mucillagine *Chrysothrix taylorii* (Lewis & Bryan, 1941), specie tipica delle regioni tropicali e sub-tropicali dell'Atlantico e del Pacifico che sta espandendo il suo areale distributivo anche in Mediterraneo (Caronni *et al.*, 2014), poco si conosce sull'impatto che le sue fioriture mucillaginose possono avere sulle comunità bentoniche autoctone ed, in particolare, sui popolamenti macroalgali che, essendo composti da organismi fotosinteticamente attivi, giocano un ruolo chiave nel funzionamento dell'intero ecosistema marino costiero (Caronni *et al.*, 2011). Nelle sue regioni d'origine gli effetti delle fioriture di *C. taylorii* non hanno mai assunto grande rilevanza rispetto a quelle di altre specie (Shaffelke *et al.*, 2004) e in Mediterraneo, d'altro canto, la sua presenza è stata riconosciuta solo di recente e le informazioni raccolte a riguardo sono ancora poche (Caronni *et al.*, 2011). Obiettivo di questo studio, condotto nell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo (AMP TPCC), è stato indagare, attraverso un esperimento manipolativo, l'impatto della mucillagine prodotta da *C. taylorii* sulla resilienza dei popolamenti macroalgali di substrato duro sottoposti a disturbo meccanico, stress ritenuto particolarmente impattante per la comunità in oggetto (Kraufvelin, 2007). Il fine è stato quello di verificare se la presenza sul substrato di ammassi mucilluginosi possa amplificare gli effetti di altri stress, come ipotizzato da Reynolds (2007) nel corso di altri studi focalizzati su microalghe.

Materiali e metodi - La zona scelta per l'allestimento dell'esperimento manipolativo è stata quella circostante la baia di Punta Don Diego, lungo la costa madre della zona nord dell'AMP (40°52'34.62" N; 9°39'21.19" E), dove le fioriture di *C. taylorii* sono state particolarmente abbondanti negli ultimi anni (Caronni *et al.*, 2014). Sul campo, alla profondità di massima densità della specie (1,5 m) (Caronni *et al.*, 2015), sono state preparate 18 unità sperimentali attribuite, a gruppi di sei, a tre differenti trattamenti: rimozione totale (R100) o parziale (R50) delle specie macroalgali presenti e controllo (C). Per ciascun gruppo, tre unità sono state ripulite manualmente ogni settimana dalla mucillagine prodotta da *C. taylorii* (M-) mentre le altre tre sono state lasciate intatte (M+). La risposta dei popolamenti macroalgali è stata stimata in ciascuna unità sperimentale all'inizio e alla fine dell'esperimento (T₀: metà luglio; T₁: metà settembre), valutando la copertura percentuale del substrato ad opera di ciascun *taxon* presente (campionamento fotografico; Bohnsack, 1979). L'analisi delle immagini è stata realizzata al computer, utilizzando la metodologia descritta da Dethier *et al.* (1993): ogni immagine è stata suddivisa in 25 sub-quadrati (4×4 cm) ed è stato attribuito un punteggio compreso tra 0 (assenza di copertura nel sub-quadrato) e 4 (copertura totale della superficie del sub-quadrato) per ogni *taxon* in esso presente, sommando i 25 valori così ottenuti. I dati raccolti sono stati analizzati con due PERMANOVA (una per T₀ e una per T₁) a 2 fattori (disturbo meccanico e mucillagine, trattati come fissi, con 3 e 2 livelli rispettivamente) ed effettuando il confronto a coppie (*pairwise test*) tra gruppi relativamente ai trattamenti significativi. Inoltre, per individuare i *taxa* maggiormente responsabili di tali differenze è stato utilizzato il test SIMPER.

Risultati - La lettura delle immagini ha portato all'identificazione complessiva di 9 *taxa*. I popolamenti sono risultati composti prevalentemente da alghe brune filamentose formanti feltri (DFA), seguite in ordine di abbondanza dalle alghe calcaree appartenenti alle Corallinophycidae. Inoltre, seppur con percentuali di ricoprimento più basse, in molte delle unità sperimentali sono state osservate alghe rosse appartenenti al genere *Laurencia*, alghe brune appartenenti all'ordine delle Dictyotales e l'alga verde *Acetabularia acetabulum* (Linneo) Silva. All'inizio dell'esperimento (T₀) le analisi statistiche non hanno messo in luce differenze significative nella composizione dei popolamenti macroalgali considerati, salvo che per il disturbo meccanico (PERMANOVA_{dist}: F_{2,12}=12,3478; P_{perm}<0,01; *pairwise test*: R100<R50<C). Al termine dell'esperimento (T₁), invece, differenze significative nella composizione della comunità macroalgale sono state osservate tra diversi trattamenti, sia in relazione al disturbo meccanico (PERMANOVA_{dist}: F_{2,12}=3,1908; P_{perm}<0,05; *pairwise test*: R100=R50<C) sia alla presenza di mucillagine (PERMANOVA_{mucj}: F_{2,12}=3,2997; P_{perm}<0,05). Percentuali di ricoprimento significativamente più basse di Corallinophycidae, Dycitiales e alghe appartenenti al genere *Laurencia* sono state osservate, in particolare, nel trattamento di rimozione totale (R100), rispetto ai controlli (C) (Fig. 1). Le differenze tra unità M+ ed M-, invece, sono state dovute alle percentuali di ricoprimento significativamente più basse di alghe filamentose a feltro (DFA), Corallinophycidae e alghe del genere *Laurencia* osservate in presenza di mucillagine (M+) (Fig. 1).

Conclusioni - I risultati delle analisi statistiche confermano l'effetto negativo sulla comunità macroalgale sia del disturbo meccanico, come osservato da Torn *et al.* (2010) nel corso di altri studi simili, sia della presenza di mucillagine prodotta da *C. taylorii*, come ipotizzato da Lugliè *et al.* (2008). Nonostante lo studio sia stato condotto all'interno di un'area marina protetta e lo stato di conservazione delle comunità macroalgali sia elevato (Ceccherelli *et al.*, 2006), a tre mesi dall'inizio

dell'esperimento, i popolamenti sono apparsi molto meno vari e strutturati nelle unità soggette a disturbo meccanico (R100 e R50) rispetto a quelle di controllo (C). L'effetto della mucillagine rallenta il recupero delle macroalghe. Nelle unità soggette al disturbo più intenso (R100M+, rimozione totale macroalghe e presenza mucillagine), sono state registrate percentuali di ricoprimento del substrato particolarmente basse non solo per le macroalghe erette, come quelle appartenenti all'ordine delle Dictyotales ed al genere *Laurencia*, ma anche per le Corallinophycidae, generalmente caratterizzate da tempi di recupero breve in caso di disturbo meccanico (Piazzini *et al.*, 2012). I feltri algali (DFA), invece, sembrano aver subito minori effetti da parte del disturbo meccanico, ma, al contrario, sono apparsi particolarmente influenzati dalla presenza di mucillagine. Questi risultati suggeriscono che la presenza di mucillagine prodotta da *C. taylorii* può ridurre significativamente la resilienza delle comunità macroalgali, amplificando, attraverso un'interazione sinergica, gli effetti del disturbo meccanico (Reynolds, 2007).

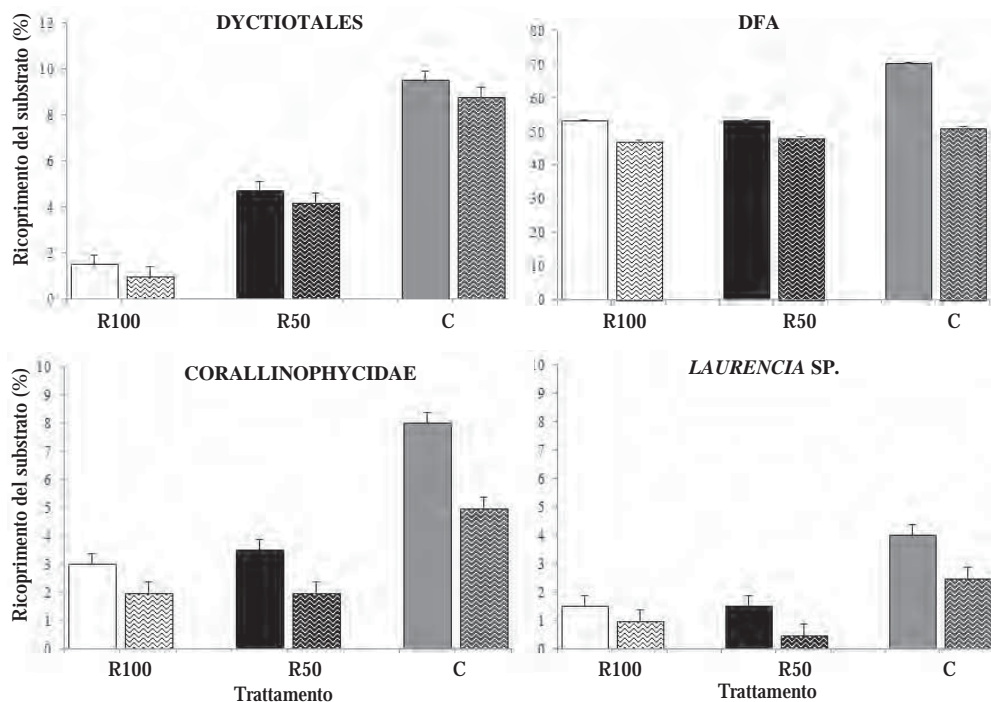


Fig. 1 - Ricoprimento medio (+ES) dei taxa che hanno maggiormente contribuito alle differenze osservate tra trattamenti a fine esperimento.

Mean (+ES) coverage of the substratum of the taxa that mostly contributed to the differences observed among treatments at the end of the experiment.

Bibliografia

- BOHNSACK J.A. (1979) - Photographic quantitative sampling of hard-bottom benthic communities. *Bull. Mar. Sci.*, **29** (2): 242-252.
- BULLERI F., BALATA D., BERTOCCI I., TAMBURELLO L., BENEDETTI-CECCHI L. (2010) - The seaweed *Caulerpa racemosa* on Mediterranean rocky reefs: from passenger to driver of ecological change. *Ecology*, **91** (8): 2205-2212.

- CARONNI S., BRESCIANI A., DELARIA M.A., MELONI F., NAVONE A., PANZALIS P., HEIMANN K., CECCHERELLI G. (2015) - Ecology of the benthic mucilage-forming microalga *Chrysophaeum taylorii* in the W Mediterranean Sea: substratum and depth preferences. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **161**: 38-45.
- CARONNI S., CECCHERELLI G., NAVONE A., PANZALIS P., PINNA S., SECHI N. (2011) - I popolamenti bentonici nell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo (Sardegna nord-orientale) dopo una fioritura della microalga *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan. *Studi Trent. Sci. Nat.*, **89**: 107-110.
- CARONNI S., DELARIA M.A., NAVONE A., PANZALIS P., SECHI N., CECCHERELLI G. (2014) - Relevant scales of variability of the benthic allochthonous microalga *Chrysophaeum taylorii*. *Mar. Biol.*, **161**: 1787-1798.
- CECCHERELLI G., CASU D., PALA D., PINNA S., SECHI N. (2006) - Evaluating the effects of protection on two benthic habitats at Tavolara-Punta Coda Cavallo MPA (North-East Sardinia, Italy). *Mar. Environ. Res.*, **61** (2): 171-185.
- DETHIER M.N., GRAHAM E.S., COHEN S., TEAR L.M. (1993) - Visual versus random-point percent cover estimations: 'objective' is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **96**: 93-100.
- KRAUFVELIN P. (2007) - Responses to nutrient enrichment, wave action and disturbance in rocky shore communities. *Aquat. Bot.*, **87**: 262-274.
- LUGLIÈ A., SATTA C., PADEDDA B., PULINA S., SECHI N. (2008) - What is *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan doing in Sardinia (Tyrrhenian Sea, Mediterranean)? *Harmful Algae News*, **36**: 4-6.
- MACK R.N., SIMBERLOFF D., LONSDALE W.M., EVANS H., CLOUT M., BAZZAZ F.A. (2000) - Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.*, **10**: 689-710.
- PIAZZI L., GENNARO P., BALATA D. (2012) - Threats to macroalgal coralligenous assemblages in the Mediterranean Sea. *Mar. Poll. Bull.*, **64** (12): 2623-2629.
- REYNOLDS C.S. (2007) - Variability in the provision and function of mucilage in phytoplankton: facultative responses to the environment. *Hydrobiologia*, **578**: 37-45.
- SHAFFELKE B., HEIMANN K., MARSHALL P.A., AYLING A.M. (2004) - Blooms of *Chrysocestis fragilis* on the Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, **23**: 514.
- TORN K., MARTIN G., KOTTA J., KUPP M. (2010) - Effects of different types of mechanical disturbances on a charophyte dominated macrophyte community. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **87** (1): 27-32.

Lavoro finanziato con fondi L'Oréal Unesco, nell'ambito del premio L'Oréal Unesco per le Donne e la Scienza, vinto nel 2014 da Sarah Caronni.

A. SFRISO, A. BUOSI, C. FACCA, P. FRANZOI, A.A. SFRISO

Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica (DAIS), Università di Venezia,
Via Torino, 155 - 30172 Mestre (VE), Italia.
sfrisoa@unive.it

MACROFITE E STATO ECOLOGICO DELL'AREA INDIVIDUATA PER IL PASSAGGIO DELLE GRANDI NAVI NELLA LAGUNA DI VENEZIA

MACROPHYTES AND ECOLOGICAL STATUS OF THE AREA SELECTED FOR LARGE SHIP TRANSIT IN VENICE LAGOON

Abstract - *Macrophyte distribution and the main ecological parameters of the area between the historical centre of Venice and the industrial area of Porto Marghera were investigated. A map of macrophytes was carried out by sampling 150 sites in July 2015. Four sites were monitored from July to October 2015 by sampling both macrophytes and nutrient concentrations in the water column and surface sediments. The aim was to determine the trophic conditions and the ecological status of that area before the digging of a new canal to create a new access to the large ships that arrive in Venice.*

Key-words: *macroalgae, standing crop, check-list, environmental quality, alien taxa.*

Introduzione - La laguna di Venezia ogni anno è attraversata da 3500-4000 (3667 nel 2012) grandi navi di cui oltre 650 sono navi traghetto o navi da crociera (667 nel 2012, <http://www.datajournalism.it/tag/grandi-navi>) che transitano direttamente davanti piazza San Marco, con il rischio di incidenti che possono provocare seri danni sia alla città che alla popolazione. Per eliminare o ridurre al minimo questo rischio è stato proposto lo scavo di un nuovo canale che colleghi il canale Malamocco-Marghera (Canale dei Petroli) con il Canale Vittorio Emanuele, arrivando così in città da Ovest senza transitare per il centro storico. Il nuovo canale, la cui localizzazione non è ancora ben definita, sarà lungo ca. 1,2 km, largo 90-120 m e profondo 10,5 m. Lo scavo comporterà l'esportazione di 2,7 milioni di m³ di fanghi inquinati. Quest'operazione si teme abbia un forte impatto sulla qualità ambientale della laguna, non solo per la dispersione di inquinanti ma anche per l'alterazione del regime idrodinamico, che può incrementare l'erosione dei fondali ed abbassare ulteriormente la batimetria, con gravi danni ambientali e per il centro storico. Lo studio intende approfondire le conoscenze ecologiche di quest'area attraverso il rilevamento delle associazioni di macrofite e dei parametri che ne governano l'accrescimento. A questo scopo è stata mappata la vegetazione acquatica dell'area in cui si propone di scavare il canale e in 4 stazioni sono stati rilevati anche i parametri che caratterizzano la colonna d'acqua, i sedimenti superficiali, il particolato e i tassi di sedimentazione. Altri ricercatori si sono occupati del rilevamento del benthos e della macrofauna ittica e di tutti gli aspetti idrodinamici e sedimentologici.

Materiali e metodi - Campioni di macroalghe sono stati prelevati in luglio 2015 in 150 stazioni per mappare la biomassa, la copertura e le specie dominanti (Fig. 1a). Campionamenti bimensili sono stati effettuati da inizio luglio a fine ottobre (8 campagne) anche in 4 stazioni (Fig. 1b), assieme a vari parametri ambientali, ai tassi di sedimentazione, a misure di erosione dei fondali e alle concentrazioni di nutrienti nella colonna d'acqua, nei sedimenti superficiali e nel particolato allo scopo di monitorare sia lo stato ecologico che la trofia dell'area indagata.



Fig. 1 - Area di studio e stazioni di campionamento: a) 150 stazioni campionate in luglio 2015 per la mappatura delle macroalghe; b) 4 stazioni campionate da luglio ad ottobre 2015.

Study area and sampling sites: a) 150 sampling sites sampled in July 2015 for macroalgal mapping; b) 4 sites sampled from July to October 2015.

Risultati - L'area di ca. 15 km², posizionata a ridosso dell'area industriale di Porto Marghera e dell'isola delle Tresse, costruita con i fanghi inquinati di tipo C (Ministero dell'Ambiente, 1993) provenienti da vari scavi di canali veneziani, presenta condizioni piuttosto omogenee e, nonostante l'elevato grado di confinamento, è interessata da un discreto ricambio soprattutto tra il canale Vittorio Emanuele, che collega il centro storico alla zona industriale, e il canale Malamocco-Marghera dove transitano le navi commerciali, provenienti dalla bocca di Malamocco, verso l'area industriale. La vegetazione era costituita prevalentemente da alghe tionitrofile, soprattutto Gracilariaceae, Ulvaceae filamentose e Solieriaceae (Fig. 2). La specie più abbondante è risultata la specie aliena *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss (784 g m⁻², peso fresco, seguita da *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) Steentoft *et al.* (691 g m⁻²), *Ulva polyclada* Kraft e alcune *Cladophorae* (323 g m⁻²), *Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva (226 g m⁻²), *Gracilariopsis longissima* (S.G. Gmelin) Steentoft *et al.* ed altre due specie aliene: *Agardhiella subulata* (C. Agardh) Kraft *et M.J. Wynne* (171 g m⁻²) e *Hypnea flexicaulis* Yamagishi & Masuda (144 g m⁻²) (Fig. 2a). La biomassa media delle 150 stazioni era di ca. 2,40 kg m⁻² peso fresco. Questo dato, se estrapolato a tutta l'area, corrisponde ad una biomassa di oltre 35.000 tonnellate, di cui l'86% alghe rosse e il 46% specie aliene. La distribuzione spaziale della biomassa totale e di *G. vermiculophylla* sono riportate in Fig. 3a,b. La biomassa media delle 4 stazioni durante i 4 mesi considerati (luglio-ottobre, 8 campionamenti) è stata di 2,32 kg m⁻², peso fresco, risultando quasi identica ai valori medi delle 150 stazioni. Anche in questo caso le alghe rosse rappresentavano il 93% della biomassa totale mentre le specie aliene erano intorno al 41%. La lista tassonomica rilevata nei substrati incoerenti delle 4 stazioni ad inizio luglio e a fine ottobre per la valutazione dello stato ecologico mediante l'applicazione dell'indice MaQI (*Macrophyte Quality Index*; Sfriso *et al.*, 2014) annovera 29 taxa ed evidenzia che nell'area non erano presenti né fanerogame acquatiche, né macroalghe di elevato valore ecologico. Tutte e quattro le stazioni sono state classificate come *POOR* senza rilevanti differenze. In termini di biomassa i taxa dominanti erano prevalentemente alghe rosse (82%), mentre il rimanente 18% era costituito da Ulvaceae filamentose e Cladophoraceae. Le alghe rosse più abbondanti erano *G. gracilis* (40%) e *G. vermiculophylla* (25%). Le alghe verdi variavano tra il 4 e il 6% del totale. Le specie più abbondanti erano ancora

G. gracilis e *G. vermiculophylla* ma erano presenti con un'abbondanza significativa anche *Agardhiella subulata* e *Gracilariopsis longissima* (Fig. 2b). I valori dei parametri ambientali rilevati nelle 4 stazioni mostrano un gradiente Nord-Sud e Ovest-Est. Sebbene le differenze siano poco significative, la maggior concentrazione di nutrienti è stata rilevata nella St. 1 (Arco Nord), posizionata presso il canale Malamocco-Marghera e maggiormente influenzata dagli scarichi della zona industriale (Fig. 1a). Questa stazione presenta anche sedimenti più fini delle altre e un fondale minore. Le acque erano mediamente meno ossigenate e più torbide con tassi di sedimentazione piuttosto elevati. Viceversa, la stazione che presentava condizioni ecologiche relativamente migliori, anche se non sufficienti per aumentare la valutazione di stato ecologico ottenuta mediante l'applicazione dell'indice MaQI, era la stazione 4 (Tresse Sud), posizionata a maggior distanza dall'area industriale e caratterizzata da un maggior ricambio idrico, un fondale maggiore e tassi di sedimentazione minori.

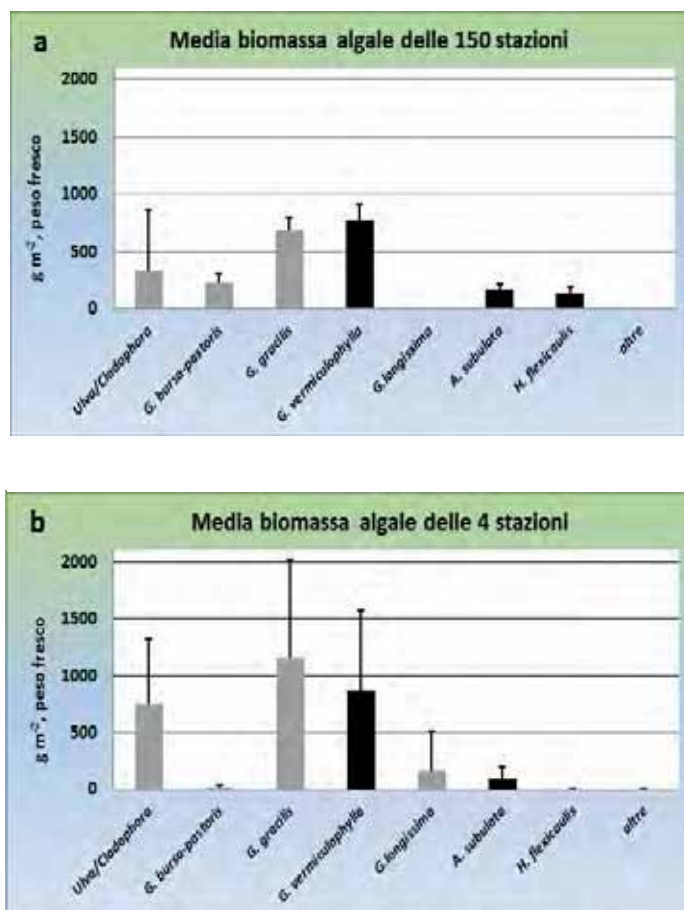


Fig. 2 - Macroalghe dominanti: a) nelle 150 stazioni della mappatura dell'intera area di studio campionate in luglio 2015 e b) nelle 4 stazioni campionate da luglio ad ottobre 2015. In nero le specie aliene. Le barre rappresentano la deviazione standard.

Dominant macroalgae in a) the 150 sites monitored in July 2015 to map the biomass in the whole study area and b) in the 4 sites sampled from July to October 2015. In black the alien species. Bars are the standard deviation.

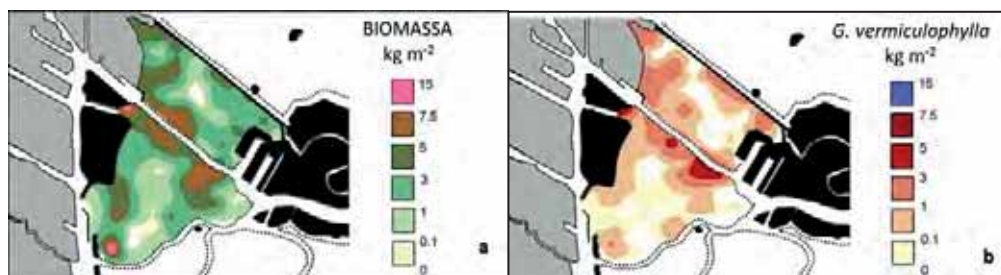


Fig. 3 - a) Mappa della distribuzione della biomassa macroalgale nelle 150 stazioni campionate in luglio 2015; b) mappa della biomassa di *Gracilaria vermiculophylla*.

a) Map of the macroalgal distribution in the 150 sites sampled in July 2015; b) map of the biomass of *Gracilaria vermiculophylla*.

Conclusioni - La tipologia di macrofite e i valori dei parametri ambientali rilevati nell'area di studio evidenziano elevati valori di trofia e la dominanza di specie di scarso valore ecologico inquadrando l'area in uno stato ecologico *POOR*. Le concentrazioni di nutrienti e i tassi di sedimentazione decrescevano dall'area industriale procedendo verso il centro storico di Venezia, anche se le differenze non sono tali da distinguere differenti classi di qualità ambientale. Le macroalghe dominanti erano soprattutto le alghe rosse del genere *Gracilaria* e tra queste *G. vermiculophylla* (ca. 33% del totale), una specie aliena di recente introduzione (Sfriso *et al.*, 2010), è risultata la specie più abbondante. Le Ulvaceae, nonostante l'elevata trofia dell'area, erano poco abbondanti a causa dell'elevata torbidità delle acque e dell'elevata sedimentazione che ricoprendo i talli algali ne limitava l'accrescimento. Lo scavo del nuovo canale per il passaggio delle grandi navi probabilmente aumenterà la torbidità dell'acqua per il rilevante incremento del moto ondoso riducendo l'accrescimento delle macroalghe a favore del fitoplancton con ulteriore degrado dell'area.

Ringraziamenti: Gli Autori ringraziano l'Autorità Portuale di Venezia (APV) e il Consorzio per il coordinamento delle ricerche inerenti al sistema Lagunare Veneziano (CoRiLa) per il finanziamento delle attività oggetto di questo lavoro.

Bibliografia

- MINISTERO DELL'AMBIENTE (1993) - *Criteri di sicurezza ambientale per gli interventi di escavazione, trasporto e reimpiego dei fanghi estratti dai canali di Venezia*: 23 pp.
- SFRISO A., FACCA C., BONOMETTO A., BOSCOLO R. (2014) - Compliance of the macrophyte quality index (MaQI) with the WFD (2000/60/EC) and ecological status assessment in transitional areas: the Venice lagoon as study case. *Ecol. Indicators*, **46**: 536-547.
- SFRISO A., MAISTRO S., ANDREOLI C., MORO I. (2010) - First record of *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariales, Rhodophyta) in the Po Delta lagoons, Mediterranean Sea (Italy). *J. Phycol.*, **46**: 1024-1027.

A. BUOSI, C. FACCA, E. CENTANNI, F. RAMPAZZO*, E. PONIS*,
A. BONOMETTO*, R. BOSCOLO*, A. SFRISO

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

*Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), Chioggia (VE), Italia.

LE FANEROGAME COME INDICATORI DI STATO TROFICO IN LAGUNA DI VENEZIA

THE SEAGRASS AS INDICATOR OF TROPHIC STATE IN VENICE LAGOON

Abstract - *The seagrass growing in the northern Venetian lagoon was compared with the environmental parameters of water and sediment. The results showed that the main limiting factors for the development of seagrass were a high water nutrient concentration and turbidity and the elevated concentration of the sediment organic phosphorus.*

Key-words: *seagrass, Venetian lagoon, trophic state, nutrient concentration.*

Introduzione - Le praterie di fanerogame giocano un ruolo ecologico importante nell'ecosistema marino e lagunare. La loro crescita e il loro sviluppo sono legati ai caratteri fisico-chimici sia dell'acqua sia del sedimento. Tra i fattori abiotici, la luce, come nelle macroalghe, è uno dei parametri cardine che regola la vita e l'espansione delle fanerogame. Come descritto da Duarte (1991), queste piante sopportano quantità minime di luce, che si attesta a circa il 10% dell'irradiazione superficiale. Questa stima teorica non è applicabile a tutte le specie ed in tutti gli ambienti, ma dipende anche da altri fondamentali parametri, come la temperatura e la chimica del sedimento (Krause-Jensen *et al.*, 2000; Nielsen *et al.*, 2002). Chimica e natura del substrato, infatti, influenzano fortemente lo sviluppo di queste piante, poiché il sedimento diventa, tramite rizoma e radici, piano di ancoraggio, ma anche fonte di assorbimento di nutrienti. L'assorbimento dei nutrienti (azoto e fosforo) avviene anche dall'acqua attraverso le foglie, ma risulta molto più limitato rispetto al fitoplancton e alle macroalghe (Hemminga e Duarte, 2000). Per questa ragione, la concentrazione di nutrienti in acqua diventa un parametro determinante per la loro colonizzazione e lo sviluppo degli ecosistemi marino-lagunari. Le fanerogame, inoltre, sono considerate ottimi indicatori di stato ecologico, infatti la presenza di sviluppate praterie, favorisce una maggiore ricchezza di biodiversità e un ecosistema in buono "stato di salute". Questa ricerca, che ha l'obiettivo di valutare la stretta relazione tra le componenti abiotiche e lo sviluppo di queste piante acquatiche, si inserisce all'interno del Progetto Life SeResto (LIFE12 NAT/IT/000331), che ha lo scopo di ripristinare le praterie di fanerogame nella parte settentrionale della laguna di Venezia, attraverso trapianti di zolle di fanerogame, prelevate all'interno delle valli da pesca, dove le condizioni ecologiche sono rimaste inalterate. Il progetto prevede una serie di monitoraggi e campionamenti sia relativi alla crescita e sviluppo delle fanerogame, sia dei parametri ambientali nell'acqua e nel sedimento.

Materiali e metodi - Durante i mesi di maggio e giugno del 2014 sono state trapiantate in 17 stazioni (Fig. 1a), 9 zolle di 30 cm di diametro per ogni area, suddivise in 3 gruppi disposti a triangolo equilatero di lato pari a circa 5 m (Fig. 1b). Le specie di fanerogame trapiantate e prese in esame in questa ricerca sono state *Zostera marina* Linnaeus e *Zostera noltei* Hornemann. Successivamente al trapianto,

durante i mesi estivi e invernali del 2014 e nel 2015 in ogni stazione sono stati misurati la percentuale di sopravvivenza e gli incrementi di crescita per ogni zolla, fino a dicembre 2015. Per quanto riguarda la misura dei parametri ambientali nell'acqua e nel sedimento, nelle 17 stazioni è stato eseguito un campionamento di entrambe le matrici nel mese di giugno del 2014. Inoltre in 8 stazioni (staz. 1-5-8-10-12-15-16-17) sono stati effettuati dei monitoraggi mensili dei parametri dell'acqua per un anno (aprile 2014-marzo 2015), mentre per i sedimenti i campionamenti sono stati effettuati in autunno e in primavera. I parametri dell'acqua considerati sono: temperatura, salinità, pH, Eh (potenziale redox), ossigeno disciolto (DO%), fosforo reattivo (RP), fosforo totale disciolto (TDP), nitrati, nitriti, ammoniaca, silicati, particolato sospeso (TSS), % luce al fondo, carbonio organico disciolto (DOC), carbonio organico particolato (POC), azoto totale disciolto (TDN), azoto particolato totale (TPN), clorofilla-*a* e feopigmenti. Nel sedimento, i parametri determinati sono stati: granulometria, densità, umidità, porosità, fosforo inorganico (IP), fosforo organico (OP), carbonio totale (CTot), carbonio organico (Corg) e azoto totale (NTot).

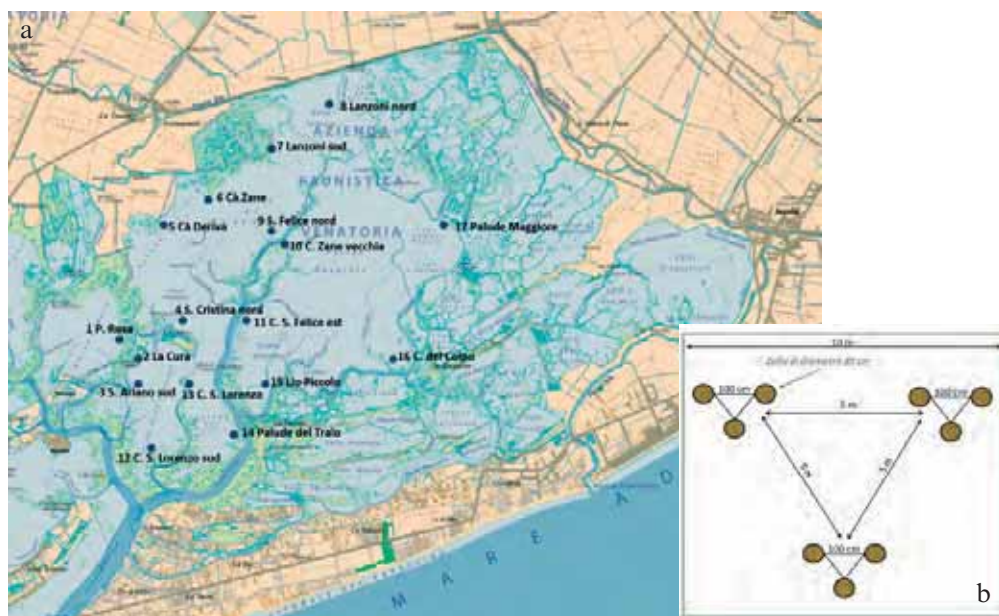


Fig. 1 - a) Mappa delle 17 stazioni; b) schema trapianto rizomi.

a) Map of the 17 stations; b) rhizomes transplants scheme.

Risultati - I risultati dei trapianti delle fanerogame, ottenuti nei due anni di monitoraggio dell'accrescimento zolle (Fig. 2), mostrano come nelle stazioni 1, 2, 4, 5 e 6 le zolle siano scomparse. Nella stazione 16 nel primo anno non ci sono stati accrescimenti, ma nel secondo anno si è osservato un incremento medio totale del 33%. Viceversa, nella stazione 9 si evince come le zolle abbiano avuto una notevole crescita nel 2014 (incremento di 277%) mentre nel 2015 non abbiamo misurato alcun incremento. Nelle rimanenti stazioni è possibile notare come l'incremento medio totale sia stato maggiore nel 2014 rispetto al 2015 come valori medi percentuali, pari a 145% e 85%, rispettivamente. Le aree in cui si è ottenuto il maggior sviluppo sono la 17, 14, 8 e 13 con incrementi medi nel 2015 del 198%, 209%, 189% e 185%, rispettivamente.

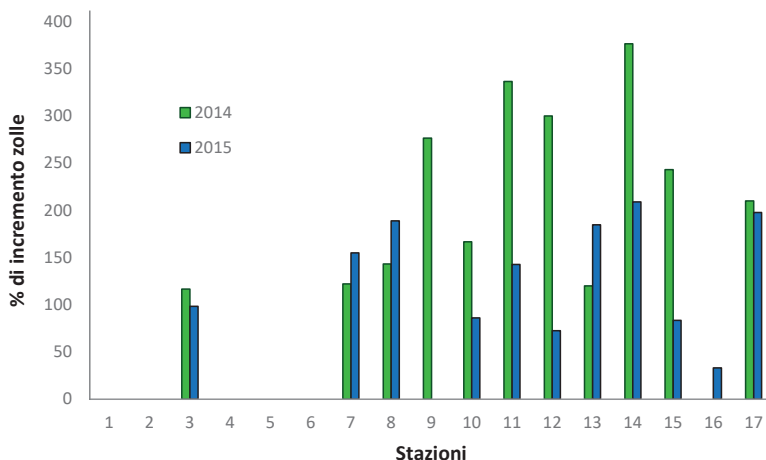


Fig. 2 - Istogramma con gli incrementi % delle zolle nelle 17 stazioni durante il periodo 2014-15.
Histogram with percentage increases of plates in 17 stations, during the period 2014-15.

I dati di accrescimento delle zolle sono stati messi in relazione con i parametri rilevati nell'acqua e nei sedimenti. In particolare, sono stati correlati i parametri del sedimento campionati a giugno 2014 con gli accrescimenti delle zolle determinati a fine 2014 in tutte 17 le stazioni, mentre nelle 8 stazioni con monitoraggio mensile sono stati confrontati i valori medi annuali dei parametri dell'acqua con la crescita delle zolle fino al 2015. Utilizzando il software CANOCO v.5 (Ter Braak e Šmilauer, 2012) è stata effettuata l'analisi statistica delle ridondanze (Redundancy Analysis, RDA) applicata a questi dati (Fig. 3a,b). I risultati mostrano come la porosità, umidità e componente fine del sedimento (<math><63 \mu\text{m}</math>) e le concentrazioni di carbonio organico, carbonio inorganico, fosforo organico, azoto totale, siano inversamente correlate con lo sviluppo delle fanerogame (Fig. 3a). Infatti le stazioni dove questi valori risultano alti, l'accrescimento delle zolle risulta limitato o nullo. Per quanto riguarda i parametri dell'acqua nelle 8 stazioni monitorate mensilmente per un anno (Fig. 3b), la RDA evidenzia come l'incremento delle zolle sia negativamente influenzato dalle alte concentrazioni di nutrienti (nitriti, nitrati, ammoniaca e fosforo), dei silicati e dal particolato sospeso, il quale è strettamente correlato alla torbidità dell'acqua. In queste stazioni l'elevata concentrazione di nutrienti favorisce l'accrescimento di specie macroalgali opportuniste e tionitrofile che ricoprono completamente le zolle trapiantate, soffocandole.

Conclusioni - Questo è il primo intervento di trapianto di fanerogame acquatiche effettuato su larga scala con piccoli interventi a basso impatto ambientale, in concomitanza al rilevamento dei parametri fisico-chimici della colonna d'acqua e dei sedimenti superficiali. I risultati preliminari evidenziano una stretta relazione tra alcuni di questi parametri e l'accrescimento delle piante. Infatti, le stazioni più critiche rivelano un'elevata trofia, in particolare per la concentrazione di fosforo nei sedimenti superficiali, soprattutto per quanto riguarda la frazione organica che spesso supera quella inorganica. Le stazioni più critiche, in cui i nutrienti risultano maggiori e la torbidità dell'acqua limita lo sviluppo delle fanerogame, presentano una abnorme produzione di biomasse algali, in particolare Ulvaceae a rapido accrescimento, che ricoprono i fondali per gran parte dell'anno ostacolando o

impedendo del tutto l'attecchimento e l'accrescimento delle fanerogame acquatiche. Tali considerazioni preliminari possono evidenziare come gli ambienti lagunari con minore trofia nell'acqua e nel sedimento, tipicamente caratterizzati da maggior ricambio di acqua e assenza di apporti fluviali, possono essere considerati ideali per attività di trapianto di queste specie.

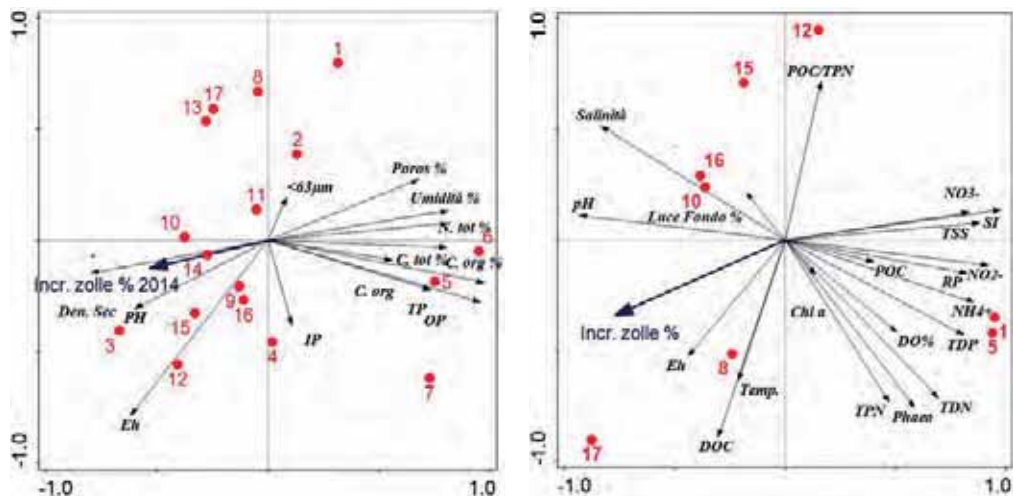


Fig. 3 - Risultati della RDA (a) per le 17 stazioni con i parametri del sedimento; (b) per le 8 stazioni con i parametri della colonna d'acqua. Freccia blu=incremento delle zolle, frecce nere=parametri ambientali, cerchi rossi=stazioni di campionamento.

RDA results (a) for the 17 sites with sediment data; (b) for the 8 sites with water column data. Blue arrow=sod increase, black arrows=environmental parameters, red circles=sampling sites.

Bibliografia

- DUARTE C.M. (1991) - Seagrass depth limits. *Aquat. Bot.*, **40**: 363-377.
- HEMMINGA M.A., DUARTE C.M. (2000) - *Seagrass ecology*. Cambridge University Press: 298 pp.
- KRAUSE-JENSEN D., MIDDELBOE A.L., SAND-JENSEN K., CHRISTENSEN P.B. (2000) - Eelgrass, *Zostera marina*, growth along depth gradients: upper boundaries of the variation as a powerful predictive tool. *Oikos*, **91**: 233-244.
- NIELSEN S.L., SAND-JENSEN K., BORUM J., GEERTZ-HANSEN O. (2002) - Depth colonization of eelgrass (*Zostera marina*) and macroalgae as determined by water transparency in Danish coastal waters. *Estuaries*, **25**: 1025-1032.
- TER BRAAK C.J.F., ŠMILAUER P. (2012) - *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0)*. Microcomputer Power, Ithaca, NY: 496 pp.

Il progetto LIFE+ SeResto (LIFE12 NAT/IT/000331) gode del contributo finanziario LIFE dell'Unione Europea e si colloca nell'ambito della rete Natura 2000 (SIC IT3250031-Laguna di Venezia Settentrionale).

E. BURGOS-JUAN, M. MONTEFALCONE, M. FERRARI, C. MORRI, C.N. BIANCHI

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italy.
eburgosjuan@gmail.com

A CENTURY OF CHANGE IN SEAGRASS MEADOWS OF LIGURIA

UN SECOLO DI CAMBIAMENTO NELLE PRATERIE DI FANEROGAME MARINE DELLA LIGURIA

Abstract - Historical qualitative information and historical and recent cartographic quantitative information were combined to assess changes in extent and composition of seagrass meadows of Liguria since the beginning of the XX century. *Posidonia oceanica* lost a total of near 2700 ha, corresponding to 38% of the estimated original extent, while *Cymodocea nodosa* increased by 44% in the last 20 years, compensating for the loss of *P. oceanica* in terms of total seagrass extent, but implying the dysfunction of the ecosystem.

Key-words: seagrass, *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, ecosystem change, Liguria.

Introduction - *Posidonia oceanica* L. (Delile) is a seagrass that constitutes extensive meadows from the surface down to 40-45 m depth, considered as a climax ecosystem on infralittoral bottoms of the Mediterranean Sea (Boudouresque *et al.*, 2012). *P. oceanica* meadows are a high valuable ecosystem in terms of the goods and services they provide (Borum *et al.*, 2004). Despite their importance, meadows are declining all along the Mediterranean coast due to climate change (Marbà *et al.*, 2014), introduction of alien species (Boudouresque *et al.*, 2012), and direct human impacts (Montefalcone *et al.*, 2006). Structural degradation of *P. oceanica* ecosystem may result in the progressive replacement of this seagrass by opportunistic and less productive macrophytes (Montefalcone *et al.*, 2015). Substitutes may be either native, such as the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, or alien, such as some algae of the genus *Caulerpa* (Montefalcone *et al.*, 2007). The loss in *P. oceanica* meadow structure and the shift to dominance of different species compromise the functioning of the ecosystem (Montefalcone *et al.*, 2015), and its ecological, economic, and social values decline (Vassallo *et al.*, 2013). To manage properly seagrass ecosystems it is necessary to assess their long-term changes (Leriche *et al.*, 2004). This work aims to evaluate trajectories of changes of seagrass meadows in Liguria over the last century, combining historical qualitative information, the oldest dating back the beginning of the last century, with historical and recent quantitative cartographic information.

Materials and methods - Evolution of seagrass meadows (i.e., *P. oceanica* and *C. nodosa*) has been evaluated along the 300 km of the coastline of Liguria (Italy). This region is composed by four provinces bordering the Ligurian Sea and named Imperia, Savona, Genoa and La Spezia (from West to East). The baseline, or reference condition, of *P. oceanica* meadow extent was estimated considering the single available historical descriptive information provided by Issel (1912, 1918). The extent of *P. oceanica* in 1960 was estimated from Bianchi (1988). Six cartographies represent the quantitative historical information. The oldest are fishing maps (Santi, 1962; Fusco, 1968, 1972) where only "algal bottoms" are reported. Overlying these maps with the most recent cartography showed that these bottoms could be likely considered as seagrass meadows. Maps from the '80s indicate the location of seagrass meadows without distinguishing between the two species (Cattaneo *et al.*,

1980) or distinguishing *P. oceanica* from *C. nodosa* only in the areas of Savona and Genoa (Tunesi *et al.*, 1985) and La Spezia (Giorgetti, 1988). Two recent cartographies contain complete and reliable information about the extent of both *P. oceanica* and *C. nodosa*: the *Atlas of marine phanerogams of Liguria* (Bianchi and Peirano, 1995) and the *Atlas of the marine habitats of Liguria* (Diviacco and Coppo, 2006): the latter represents the most recent and detailed cartographic information, which has been updated in 2009 on a GIS platform. All the printed maps were scanned at 600 dpi resolution and processed in ArcMap® 10.2 to obtain raster data. These data were georeferenced using the projection system UTM metric coordinates, and successively, the borders of seagrass meadows were digitalized by manual tracing. Finally, the extent of each meadow, at each time, was calculated on the basis of the area of the obtained polygons. All measures were combined with the historical estimates to reconstruct the history of *P. oceanica* and *C. nodosa* meadows in terms of extent (hectares) in function of time (years).

Results - The estimated *P. oceanica* extent in Liguria was 7000 ha in the 1910s and 5500 ha in the 1960s, whilst the most recent information provided a total extent of 4459 ha in 1990 and 4306 ha in 2009 (Fig. 1 and Tab. 1). It was not possible to calculate the total extent, along the whole Liguria coastline, of *C. nodosa* before 1990. In 1990 the area covered by *C. nodosa* was 2308 ha, which represents the 34% of the total seagrass meadows extent, while in 2009 it covered 3328 ha, rising to 44% of the total seagrasses extent.

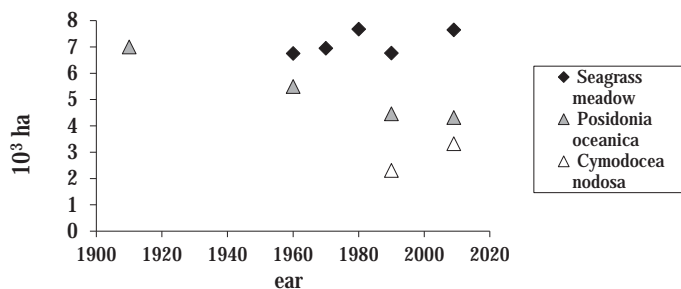


Fig. 1 - Extent (10^3 hectares) of *P. oceanica*, *C. nodosa* and seagrass meadows in function of time (years). The seagrass meadow extent represents the sum of *P. oceanica* and *C. nodosa* extents in 1990 and 2009. Before 1990 the two species were not distinguished.

Superficie (10³ ettari) di P. oceanica, C. nodosa e delle praterie di fanerogame in funzione del tempo (anni). La superficie delle praterie di fanerogame è data dalla somma di P. oceanica e C. nodosa nel 1990 e nel 2009. Prima del 1990 le due specie non venivano distinte.

The total extent of seagrass meadows in Liguria was 6743 ha in the 1960s, 6947 ha in the 1970s, and 7682 ha in 1980 (Fig. 1 and Tab. 1). These data are consistent with the more recent cartographies, reporting a total of 6767 ha in 1990 and 7649 ha in 2009. Although the total extent of seagrasses appears slightly variable in time, the extent of the meadows in each Ligurian province exhibited different trends. In the last three decades, the extent of the meadows increased in Imperia, while the meadows showed a slight decrease in Savona and Genoa. In La Spezia the meadows extent was always lower than in all the other provinces, and this is likely to be due to natural factors (Bianchi and Peirano, 1995). Nevertheless, the regression was more manifest in this province, where the extent of the meadows in 2009 was nearly half of the extent in 1960 (Tab. 1).

Tab. 1 - Extent (ha) over time of *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* and seagrass meadows. NA=data not available.

Variatione nel tempo della superficie in ettari di *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* e delle praterie di fanerogame. NA=dati non disponibili.

		Imperia	Savona	Genoa	La Spezia	LIGURIA
1910	<i>P. oceanica</i>	NA	NA	NA	NA	7000
1960	<i>P. oceanica</i>	NA	NA	NA	NA	5500
1960	Seagrass	2101	2653	1428	561	6743
1970	Seagrass	3575	1710	943	720	6947
1980	<i>P. oceanica</i>	NA	1286	1388	401	NA
	<i>C. nodosa</i>	NA	1453	795	319	NA
	Seagrass	2040	2739	2183	720	7682
1990	<i>P. oceanica</i>	2267	972	1102	118	4559
	<i>C. nodosa</i>	661	834	751	62	2308
	Seagrass	2928	1806	1853	180	6767
2009	<i>P. oceanica</i>	2527	629	1025	125	4306
	<i>C. nodosa</i>	1148	1591	503	86	3328
	Seagrass	3689	2220	1528	212	7649

The extent of *C. nodosa* relative to *P. oceanica* (C/P) remained below 1 over the years in Imperia, Genoa and La Spezia, because of the larger extent of *P. oceanica*. In contrast, in Savona this rate increased from 1.1 in 1980 to 2.5 in 2009 (Fig. 2), due both to the decrease of *P. oceanica* and the expansion of *C. nodosa*.

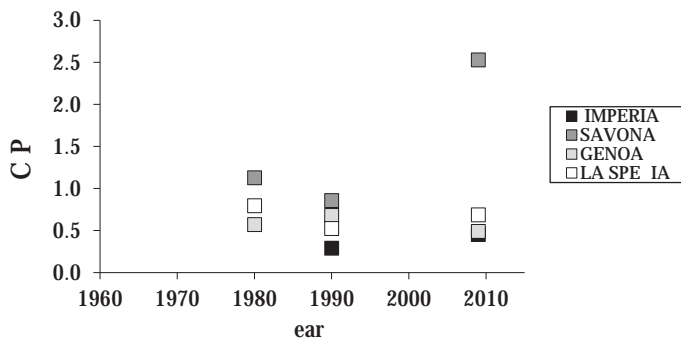


Fig. 2 - Change over time of *C. nodosa* extent relative to *P. oceanica* (C/P).

Cambiamento nel tempo della superficie di *C. nodosa* rispetto a quella di *P. oceanica* (C/P).

Conclusions - Our results show the decline of *P. oceanica* since the beginning of the XX century and the slowdown of the regression since 1990, with a 38% of the original extent being lost. On the contrary, *C. nodosa* increased by 44% in the last 20 years, especially in the province of Savona, possibly due to harbour development and beach replenishment. Overall, the extent of seagrass meadows in Liguria remained relatively constant. However, replacement of *P. oceanica* by *C. nodosa* implies a loss of ecosystem functioning in terms of habitat provision, species richness, and biomass (Montefalcone *et al.*, 2015). Further studies on long-term changes of seagrass meadows

in Liguria should apply spatial models (Vacchi *et al.*, 2014) to verify our estimation of the original extent of *P. oceanica* meadows and to define a more accurate baseline.

References

- BIANCHI C.N. (1988) - L'inquinamento in Mar Ligure. In: *Liguria viva*. Consulta Ligure, Genova: 61-65.
- BIANCHI C.N., PEIRANO A. (1995) - *Atlante delle fanerogame marine della Liguria: Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa*. ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 146 pp.
- BORUM J., DUARTE C.M., KRAUSE-JENSEN D., GREVE T.M. (2004) - *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*. The M & MS Project, Copenhagen: 95 pp.
- BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., RUITTON S., TUNESI L. (2012) - *Protection and conservation of Posidonia oceanica meadow*. RAMOGE and RAC/SPA Publisher, Tunis: 202 pp.
- CATTANEO R., SIRIGU A.P., TOMMEI A. (1980) - *Mare di Liguria*. Centro Studi Unione Camere Commercio Liguri, Genoa, Italy: 162 pp.
- DIVIACCO G., COPPO S. (2006) - *Atlante degli habitat marini della Liguria*. Regione Liguria, Genoa, Italy: 205 pp.
- FUSCO N. (1968) - *Il fondo del mare da Capo di Noli a Sestri Levante*. Ministero della Marina Mercantile, Direzione Generale della Pesca Marittima: 190 pp.
- FUSCO N. (1972) - *Il fondo del mare dal confine francese a Capo di Noli*. Ministero della Marina Mercantile, Direzione Generale della Pesca Marittima: 175 pp.
- GIORGETTI A. (1988) - *Carta da pesca e dell'ambiente marino*. Delfino Ed.
- ISSEL R. (1912) - Il bentos animale delle foglie di *Posidonia* studiato dal punto di vista bionomico. *Zool. Jahrb.*, **33**: 379-420.
- ISSEL R. (1918) - *Biologia Marina*. Hoepli, Milano: 607 pp.
- LERICHE A., BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., DENIS J. (2004) - A one-century suite of seagrass bed maps: can we trust ancient maps? *Est. Coast. Shelf Sci.*, **59** (2): 353-362.
- MARBÀ N., DÍAZ-ALMELA E., DUARTE C.M. (2014) - Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) loss between 1842 and 2009. *Biol. Conserv.*, **176**: 183-190.
- MONTEFALCONE M., LASAGNA R., BIANCHI C.N., MORRI C., ALBERTELLI G. (2006) - Anchoring damage on *Posidonia oceanica* meadow cover: a case study in Prelo cove (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Chem. Ecol.*, **22** (1): 207-217.
- MONTEFALCONE M., MORRI C., PEIRANO A., ALBERTELLI G., BIANCHI C.N. (2007) - Substitution and phase shift within the *Posidonia oceanica* seagrass meadows of NW Mediterranean Sea. *Est. Coast. Shelf Sci.*, **75** (1): 63-71.
- MONTEFALCONE M., VASSALLO P., GATTI G., PARRAVICINI V., PAOLI C., MORRI C., BIANCHI C.N. (2015) - The exergy of a phase shift: ecosystem functioning loss in seagrass meadows of the Mediterranean Sea. *Est. Coast. Shelf Sci.*, **156**: 186-194.
- SANTI G. (1962) - *Il pescatore dilettante con ami in acque marine*. Hoepli, Milano: 444 pp.
- TUNESI L., ROMEO G., PEIRANO A. (1985) - *Carta biometodica per il pescatore*. Istituto Idrografico della Marina.
- VACCHI M., MONTEFALCONE M., PARRAVICINI V., ROVERE A., VASSALLO P., FERRARI M., BIANCHI C.N. (2014) - Spatial models to support the management of coastal marine ecosystems: a short review of best practices in Liguria, Italy. *Mediterr. Mar. Sci.*, **15** (1): 189-197.
- VASSALLO P., PAOLI C., ROVERE A., MONTEFALCONE M., MORRI C., BIANCHI C.N. (2013) - The value of the seagrass *Posidonia oceanica*: a natural capital assessment. *Mar. Pollut. Bull.*, **75** (1-2): 157-167.

E. CATUCCI, M. SCARDI

Dipartimento di Biologia, Università di Roma 'Tor Vergata',
Via della Ricerca Scientifica snc - 00133 Roma, Italia.
catucci.elena@gmail.com, mscardi@mclink.it

UN APPROCCIO MODELLISTICO ALLA VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELLE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE

A MODELLING APPROACH TO ASSESS VULNERABILITY OF POSIDONIA OCEANICA (L.) DELILE MEADOWS

Abstract - A distribution model for *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Italian seas was developed using a Random Forest. As all the Italian *P. oceanica* meadows have been thoroughly mapped, the main purpose of the model was to assess habitat suitability, which was expressed as the probability of *P. oceanica* presence. The estimated probability of presence was not independent of meadow status and it was lower where dead matte prevailed on living meadows. This evidence suggested that the estimated probability of *P. oceanica* presence could be regarded as a proxy for meadow vulnerability and therefore it might prove useful to support conservation and monitoring actions.

Key-words: distribution, habitat suitability, modelling, *Posidonia oceanica*.

Introduzione - Negli ultimi due decenni l'interesse per i modelli di distribuzione delle specie è cresciuto notevolmente (Guisan e Thuiller, 2005). Questi modelli, infatti, mettono in relazione le occorrenze di una specie con un set di variabili ambientali al fine di identificare i siti idonei alla sua presenza (Hirzel *et al.*, 2006). Per tale motivo, il loro impiego è stato particolarmente utile nell'affrontare la valutazione degli impatti antropici e le problematiche della conservazione (Guisan e Zimmermann, 2000). Le praterie di fanerogame marine, e in particolare quelle di *Posidonia oceanica* (L.) Delile 1813, si collocano tra gli ecosistemi più preziosi della Terra in termini di beni e servizi ecosistemici forniti (Hemminga e Duarte, 2000). Nella seconda metà del XX secolo nelle zone costiere del Mediterraneo la pressione antropica è rapidamente aumentata e gli effetti di questa pressione, per quanto evidenti, non sono ancora pienamente valutabili, specialmente in rapporto ai cambiamenti climatici in atto. Anche per ciò che riguarda *P. oceanica*, forse la specie più rappresentativa e meglio studiata del Mediterraneo, l'informazione relativa alla sua distribuzione spaziale è ancora limitata, almeno in parte del bacino (Telesca *et al.*, 2015). Fortunatamente, i dati per il nostro Paese, anche se non sempre aggiornatissimi, garantiscono una copertura completa. Nell'ambito del presente studio è stato sviluppato un modello di distribuzione di *P. oceanica* relativo ai mari italiani che non ha la finalità di prevedere la sua presenza o assenza, essendo questa pienamente conosciuta. L'obiettivo è piuttosto quello di esplorare la possibilità di supportare, attraverso una valutazione dell'idoneità dell'habitat, una stima della potenziale vulnerabilità delle praterie e, indirettamente, anche del loro stato ecologico.

Materiali e metodi - Per lo sviluppo del modello è stata utilizzata una *Random Forest* (Breiman, 2001) addestrata su informazioni relative alla presenza (indifferentemente di prateria vitale o *matte* morta, volendo focalizzare l'attenzione sull'idoneità dell'habitat) o all'assenza di *P. oceanica*, derivate dalle mappature eseguite per conto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare tra il 1985 e il 2004 e su un insieme di variabili predittive. Queste ultime sono quelle utilizzate nell'ambito del progetto MEDISEH (Giannoulaki *et al.*, 2013), al quale si può fare riferimento per maggiori informazioni anche per ciò che riguarda

l'impiego della *Random Forest*. Le mappe relative alla distribuzione delle praterie vitali e quelle relative alle aree di *matte* morta sono state rasterizzate separatamente, utilizzando *pixel* di un quarto di minuto di lato, ovvero la stessa risoluzione utilizzata per le variabili ambientali. A differenza di quanto fatto nell'ambito del progetto MEDISEH, in questo caso è stato realizzato *ad hoc* un algoritmo di rasterizzazione di tipo conservativo, ovvero un algoritmo che “accende” un *pixel* anche nel caso in cui il tematismo che esso rappresenta ne occupi solo una minima parte. Questa modalità di rasterizzazione ha permesso di meglio rappresentare la distribuzione di *P. oceanica* e di identificare anche i *pixel* in cui sono presenti sia aree di prateria vitale, sia aree di *matte* morta. I dati sono stati poi suddivisi in un *training set* e in un *test set*, assegnando a quest'ultimo aree in cui sono presenti anche Aree Marine Protette, in modo tale da risultare rappresentative del più ampio spettro possibile di condizioni ecologiche delle praterie di *P. oceanica* (Fig. 1). Nelle sei aree di test ricadono complessivamente 27084 *pixel*, ovvero il 21,6% del totale.

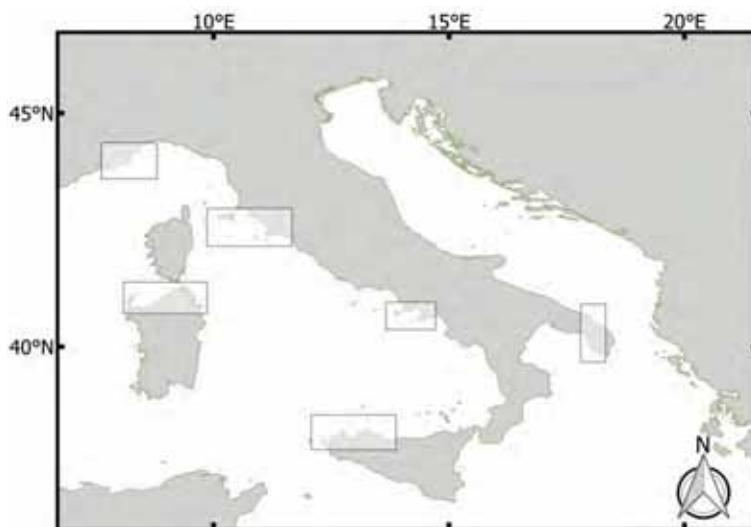


Fig. 1 - I rettangoli mostrano le aree di test usate per validare la *Random Forest*.

Boxes show test areas used to validate the Random Forest.

La qualità delle stime ottenute è stata valutata mediante il k di Cohen (1960) e naturalmente mediante le *Correctly Classified Instances* (CCI). Inoltre, l'analisi della curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) per il *test set* ha consentito di definire il valore soglia ottimale di binarizzazione, per distinguere le previsioni di assenza da quelle di presenza, mentre l'*Area Under Curve* (AUC) ha permesso di valutare l'accuratezza del modello. Per confrontare fra loro le distribuzioni della probabilità stimata di presenza di *P. oceanica* in aree nelle quali è nota la presenza di praterie vitali, in quelle in cui è presente esclusivamente *matte* morta e in quelle in cui entrambe le condizioni coesistono, è stato utilizzato il test di Kolmogorov-Smirnov, applicando la correzione di Bonferroni a causa della non indipendenza dei tre diversi test effettuati.

Risultati - Le stime di presenza di *P. oceanica* ottenute dalla *Random Forest*, utilizzando un valore soglia di binarizzazione “naturale” pari a 0,5, mostravano un

valore di CCI pari al 76,7% ed un valore del k di Cohen pari a 0,453 ($p < 0,01$). La capacità predittiva del modello è stata successivamente migliorata mediante l'analisi della curva ROC, che ha fissato in 0,28 il valore soglia per la binarizzazione. L'output finale mostrava valori di CCI e di k pari a 77,09% e 0,524 ($p < 0,01$), rispettivamente. Inoltre, con un valore di AUC pari a 0,841, l'accuratezza del modello può essere considerata, per convenzione, come "ottima". In Fig. 2 si può osservare la distribuzione dei valori di probabilità stimata di presenza di *P. oceanica* (senza distinzione per il suo stato) ottenuti dalla *Random Forest*. Il 95% dei *pixel* in cui *P. oceanica* è effettivamente assente sono identificati correttamente, mentre a destra della linea tratteggiata che indica la soglia ottimale di binarizzazione, che discrimina fra stime di assenza e di presenza, cade l'84% dei *pixel* in cui è presente solo prateria vitale, il 70% di quelli con condizioni miste e solo il 62% di quelli con sola *matte* morta.

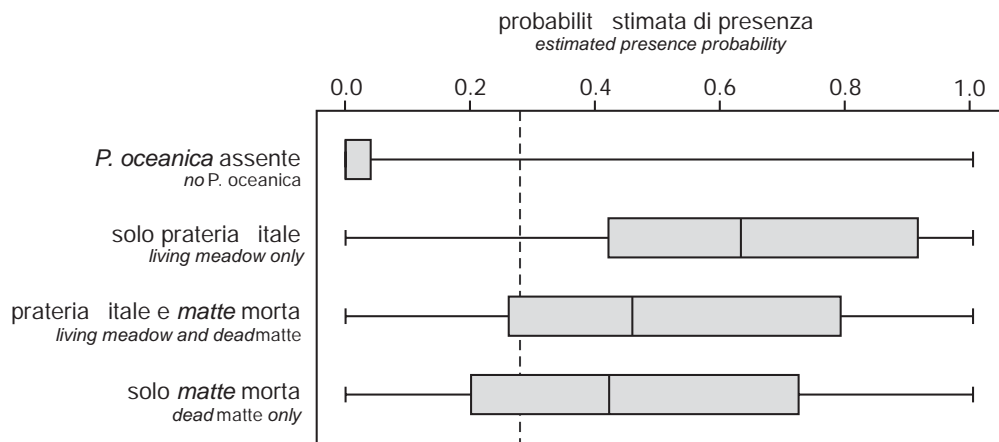


Fig. 2 - Box-plot delle probabilità stimate di presenza di *P. oceanica* nelle 4 possibili condizioni osservate. La linea tratteggiata identifica il valore di soglia di 0,28 utilizzato per la binarizzazione.

Box-plots of the estimated presence probability of P. oceanica in the 4 possible observed conditions. The dashed line shows the 0.28 threshold value used for binarization.

Concentrandosi solo sugli ultimi tre casi, in base al test di Kolmogorov-Smirnov l'ipotesi nulla di uguale distribuzione della probabilità di presenza di *P. oceanica* nei *pixel* di sola prateria vitale e nei *pixel* di sola *matte* morta è stata rigettata, con un valore di $D_{\max} = 0,220$ e $p < 0,0001$. Anche nel confronto tra i siti con sola prateria vitale e quelli con condizioni miste (sia prateria vitale che *matte* morta) l'ipotesi nulla di uguale distribuzione è stata rigettata, con $D_{\max} = 0,219$ e $p < 0,0001$. Infine, è stata rigettata anche l'ipotesi nulla di uguale distribuzione della probabilità di presenza di *P. oceanica* tra siti di sola *matte* morta e siti con condizioni miste, con $D_{\max} = 0,107$ e $p < 0,0001$.

Conclusioni - Il modello di distribuzione di *P. oceanica* ottenuto per i mari italiani è risultato molto valido, come testimoniano i valori di k di Cohen e AUC, e molto simile per accuratezza a quello sviluppato per l'intero Mediterraneo nell'ambito del progetto MEDISEH (Giannoulaki *et al.*, 2013), nonostante la differente strategia di rasterizzazione delle mappe di distribuzione di *P. oceanica*. L'interesse del risultato ottenuto non sta tanto nella capacità predittiva del modello, che non avrebbe

applicazioni pratiche in un Paese che ha mappato tutte le praterie di *P. oceanica* dei suoi mari, quanto piuttosto nell'interpretazione della probabilità stimata di presenza delle praterie. Questa, infatti, si basa sulla valutazione dell'idoneità delle condizioni ambientali, ma ad una scala spaziale molto più ampia di quella che lega meccanicisticamente la presenza o l'assenza di questa specie alle variabili ambientali più direttamente influenti (es. profondità). Infatti, alla scala adottata (un quarto di minuto di lato per *pixel*) è piuttosto possibile valutare l'effetto combinato di un ampio spettro di pressioni diffuse, che modificano su grande scala spaziale l'idoneità della fascia costiera ad ospitare praterie di *P. oceanica*. In particolare, il risultato più interessante è che il modello, pur essendo stato sviluppato in un'ottica di *habitat suitability*, e quindi considerando come siti con presenza di *P. oceanica* sia quelli con praterie vitali che quelli con *matte* morta, restituisce valori di probabilità di presenza differenti in relazione allo stato delle praterie. Infatti, le stime di presenza mostrano valori tendenzialmente più bassi nei siti in cui è presente *matte* morta mista a prateria vitale ed ancor più bassi laddove è presente solo *matte* morta. Su grande scala, quindi, esso può indicare le aree nelle quali la vulnerabilità delle praterie è potenzialmente maggiore. Ciò può avere interessanti applicazioni pratiche, ad esempio ai fini della conservazione o della prescrizione di azioni compensative del danno ambientale, così come, in abbinamento a valutazioni sullo stato delle praterie a grande scala (es. frammentazione), per supportare stime relative allo stato ecologico della fascia costiera.

Bibliografia

- BREIMAN L. (2001) - Random forests. *Mach. Learn.*, **45** (1): 5-32.
- COHEN J. (1960) - A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ. Psychol. Meas.*, **20** (1): 37-46.
- GIANNOULAKI M., BELLUSCIO A., COLLOCA F., FRASCHETTI S., SCARDI M., SMITH C., PANAYOTIDIS P., VALAVANIS V., SPEDICATO M.T. (EDS) (2013) - *Mediterranean Sensitive Habitats*. DG MARE Specific Contract SI2.600741. Final Report: 557 pp. <http://mareaproject.net/download/71/>
- GUIBAN A., THUILLER W. (2005) - Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecol. Lett.*, **8** (9): 993-1009.
- GUIBAN A., ZIMMERMANN N.E. (2000) - Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol. Model.*, **135** (2-3): 147-186.
- HEMMINGA M.A., DUARTE C.M. (2000) - *Seagrass ecology*. Cambridge University Press: 298 pp.
- HIRZEL A.H., LE LAY G., HELFER V., RANDIN C., GUIBAN A. (2006) - Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Ecol. Model.*, **199** (2): 142-152.
- TELESCA L., BELLUSCIO A., CRISCOLI A., ARDIZZONE G., APOSTOLAKI E.T., FRASCHETTI S., GRISTINA M., KNITTWEIS L., MARTIN C.S., PERGENT G., ALAGNA A., BADALAMENTI F., GAROFALO G., GERAKARIS V., PACE M.L., PERGENT-MARTINI C., SALOMIDI M. (2015) - Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. *Scientific Reports*, **5**, doi: 10.1038/srep12505.

M. CABRINI, R. AURIEMMA, A. BERAN, F. CERINO, A. DE OLAZABAL,
E. DI POI, D. FORNASARO, F. NASI

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS),
Via A. Piccard, 54 - 34151 Trieste, Italy.
mcabrini@inogs.it

HARMFUL AND NON INDIGENOUS SPECIES IN THE PORT OF TRIESTE (ADRIATIC SEA)

SPECIE DANNOSE E NON INDIGENE NEL PORTO DI TRIESTE (MAR ADRIATICO)

Abstract - The occurrence of harmful and Non Indigenous Species (NIS) was investigated in plankton and benthic assemblages in the port of Trieste in 2014-2015. The diatom *Pseudo-nitzschia multistriata* (Takano) Takano, 1995 and the copepod *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913 were reported as NIS in plankton assemblages, whereas among macrofaunal communities the non-indigenous polychaete *Notomastus aberans* Day, 1957 and the bivalve *Arcuatula senhousia* Benson in Cantor, 1842 were recorded. Different harmful microalgae were also found. Finally, cysts of the dinoflagellate *Alexandrium margalefii* Balech, 1994 were identified in the sediments and reported for the first time in this area.

Key-words: non-indigenous species, harmful microalgae, zooplankton, macrofauna, cysts.

Introduction - The introduction of Non Indigenous Species (NIS) and harmful microalgae through ships ballast water is recognized by United Nations as one of the four most serious threats to human health, environment and resources. In the world, 3-5 billion tons of ballast waters are annually discharged from the ships with the consequence that 7.000 species among microorganisms, plants and animals can be transferred in other marine ecosystems. For this reason, ports are considered as potential areas of NIS introduction by discharged ballast waters. In the frame of the Ballast Water Management System for Adriatic Sea Protection project (BALMAS), four surveys were performed in the port of Trieste from 2014 to 2015 in order to identify harmful microalgae and NIS eventually occurred in phyto-, zooplankton and macrofauna communities and among dinoflagellate cysts.

Materials and methods - Six stations in the port of Trieste and the reference site (C1) located inside the Marine Reserve of Miramare were seasonally monitored. For phytoplankton analyses, 500 ml-water samples were collected at surface and bottom depths using Niskin bottles for a quantitative assessment, while for the qualitative one, vertical and horizontal net (mesh size of 20 μm) were performed at each station. For zooplankton analyses, samples were collected by vertical hauls from the bottom to surface, using a WP 2 net. For macrofauna community, the soft bottom were sampled by van Veen grab (0.1 m^2) and collected sediments were sieved through a 1000 μm size mesh. For dinoflagellate cysts, surface sediments were collected by means of a box corer and using a tube corer of the diameter of 13 cm. At each station, three replicates were taken from the tube corer by means of 60 ml cutted syringes. To verify the taxonomic identification, the germination of some cysts was also performed.

Results - Among phytoplankton species, one NIS, the diatom *Pseudo-nitzschia multistriata*, was recorded. This species was observed in September 2014 and in January 2015 with mean abundance values of 372 and 283 cells l^{-1} , respectively (Fig. 1). Several potentially harmful taxa were also found. Among diatoms, undetermined

species belonging to the genus *Pseudo-nitzschia* were recorded in May, June, September 2014 and January 2015, with mean abundance values of 21144, 567, 32891 and 127 cells l⁻¹, respectively. The species *P. cf. galaxiae* Lundholm and Ø. Moestrup, 2002 was recorded only in May with a mean abundance value of 1237 cells l⁻¹. Among dinoflagellates, 12 potentially harmful taxa were found. *Alexandrium* spp. and *A. pseudogonyaulax* (Biecheler) Horiguchi ex Kita and Fukuyo, 1992 were recorded in May, June and September with low abundance values (maximum value of 170 cells l⁻¹ in May). This genus results potentially implicated in the Paralytic Shellfish Poisoning (PSP). In the same period species belonging to the genera *Dinophysis* (*D. caudata* Saville-Kent, 1881, *D. fortii* Pavillard, 1923, *D. sacculus* Stein, 1883, *D. tripos* Gourret, 1883) and *Phalacroma* [*P. mitra* Schütt, 1895 and *P. rotundatum* (Claparède and Lachmann) Kofoid and Michener, 1911] were observed with abundance values lower than 300 cells l⁻¹. These taxa are producer of okadaic acid (OA) and other toxins implicated in the Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP). *Prorocentrum cordatum* (Ostenfeld) Dodge, 1975 (mean abundance value of 4663 cells l⁻¹ and maximum value of 18550 cells l⁻¹ in June), a species that produces venerupin (an hepatotoxin), and *Protoceratium reticulatum* (Claparède and Lachmann) Bütschli, 1885, a species that produces yessotoxin, which may accumulate in bivalves, were also recorded mainly in late spring and summer. The copepod *Pseudodiaptomus marinus* (Calanoida, Copepod) was recorded in all stations in the port (Fig. 2).

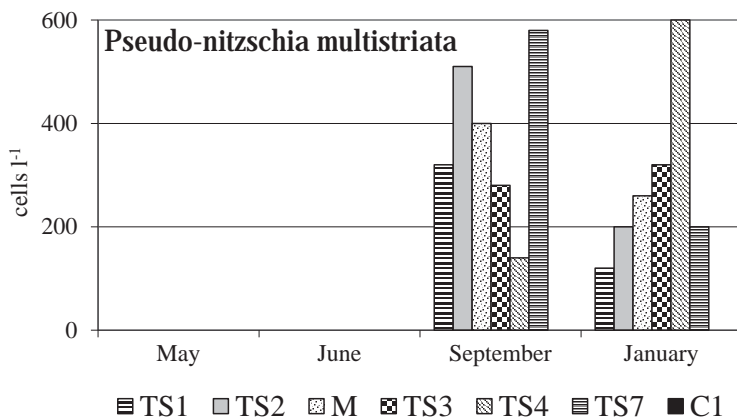


Fig. 1 - Abundances of the NIS *P. multistriata* at the 6 stations during the 4 sampling.

Abbondanze di *P. multistriata* NIS nelle 6 stazioni durante i 4 campionamenti.

As far as macrofaunal community, *Arcuatula senhousia* was found as NIS. In the port of Trieste, *A. senhousia* was recorded at st. TS4 (May 2014) with a mean abundance of 20 ind. m⁻². The polychaete *Notomastus aberans* was reported for the first time in the port of Trieste (TS1, TS2 and TS4). *N. aberans* was recorded in May 2014 and in October 2014 with a mean abundance of 15 ind. m⁻². Some of the cysts analysed were determined as *Alexandrium margalefii*. The presence of cysts of this species in low numbers has been detected in sediments of sites TS1, TS2, TS3 and TS4, located within the port of Trieste and at the control site C1. To confirm the diagnosis, cysts were isolated and incubated for further studies. After germination the vegetative cells were reisolated and cultured. The strain OGS 1018 was examined using calcofluor and the typical conformation of plate 1' and 6'' constituting the theca of vegetative cells, confirmed this diagnosis.

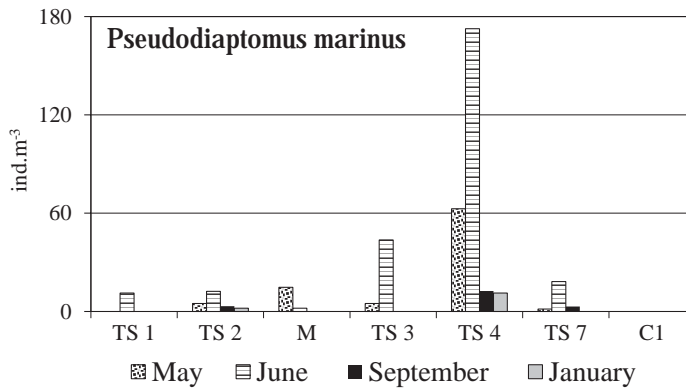


Fig. 2 - Distribution of the NIS *P. marinus* at the 6 stations during the 4 samplings.
Distribuzione di *P. marinus* NIS nelle 6 stazioni durante i 4 campionamenti.

Conclusions - In the frame of the BALMAS project, biological parameters were sampled both in water and sediments in the port of Trieste to identify NIS and harmful microalgae in order to discover possible sources of human pressure and make appropriate management decisions. The diatom *Pseudo-nitzschia multistriata* was originally described from Takano (1993) as a species common at inlets of southern Japan. It is present near the tropics, and it is generally observed in temperate waters. It is considered a NIS for the Mediterranean Sea (Corriero *et al.*, 2016). It is a potentially toxic species, being able to produce domoic acid (DA), a toxin responsible for Amnesic Shellfish Poisoning. This species has already been recorded in the reference site C1 since 2005 and it is sporadically present in this site all around the year (Cabrini *et al.*, 2012). All harmful taxa observed in the port stations resulted usually present also in the reference station C1. *Alexandrium margalefii* has been reported previously only for coastal regions of the Atlantic and the western Mediterranean and there limited to the Catalan and Balearic coasts (Bravo *et al.*, 2006) and Sicily (Penna *et al.*, 2008). This species has never been reported in Adriatic neither from plankton nor from sediment samples. The highest concentration of cysts was detected in the port of Trieste in this study for the first time. Therefore it cannot be excluded that the species has been introduced into the northern Adriatic through ballast water. The NIS *Pseudodiptomus marinus* was found in the port stations. It has been observed in the Gulf of Trieste for the first time in May 2009 (de Olazabal and Tirelli, 2011). This species typically lives in tropical and temperate shallow coastal waters, exclusively in estuarine and protected areas, where it can inhabit fresh to hypersaline waters. Tropical species can enter into the Mediterranean Sea through either the Suez Canal (Lessepsian migration) or the Strait of Gibraltar. It is highly probable that *P. marinus* arrived in the Adriatic Sea in consequence of human activity linked to vessel traffic or aquaculture. The bivalve *Arcuatula senhousia* was reported as NIS in this study. Its native range is Asian continent from Siberian coast to Malay Peninsula and in Red Sea, at present it has a worldwide introduced distribution. Its first records in Mediterranean were in the South-eastern part, in Israel (1964) and in Egypt (1971) (Barash and Danin, 1972). The widespread dispersion of *A. senhousia* is probably strictly linked with shellfish farming and trading but other possible mechanisms include transport in ships seawater systems or in ballast water, or as hull fouling (Mistri, 2003). The polychaete *Notomastus aberans* lives in convoluted burrows where it is a selective deposit feeder exploiting mainly detritus in the sediments. It is native of South eastern Atlantic (South Africa) and Indo-Pacific

sector. Its first record in Mediterranean Sea was in Crete (Aegian Sea) in 1983 (Çinar *et al.*, 2005). *N. aberans* most probably was introduced in the Mediterranean Sea via the Suez Canal and expanded its distribution to the West Mediterranean Sea. For this reason it is considered Lessepsian migrant species (Zenetos *et al.*, 2010). Our results confirmed that the ports are good hotspots of NIS and harmful species transfers. New species reports were recorded from different ecological compartments. To increase the knowledge about their presence and potential negative effects on biodiversity and in some case on human health it is necessary to conduct broad monitoring programs in both port and coastal areas to provide an integrated plan in according to international regulations such as Marine Strategy Framework Directive (MSFD/2008).

References

- BARASH A., DANIN Z. (1972) - The Indo-Pacific species of Mollusca in the Mediterranean and notes on a collection from the Suez Canal. *Israel J. Zool.*, **21** (3-4): 301-374.
- BRAVO I., GARCÉS E., DIOGÈNE J., FRAGA S., SAMPEDRO N., FIGUEROA R.I. (2006) - Resting cysts of the toxigenic dinoflagellate genus *Alexandrium* in recent sediments from the western Mediterranean coast, including the first description of cysts of *A. kutnerae* and *A. peruvianum*. *Eur. J. Phycol.*, **41** (3): 293-302.
- CABRINI M., FORNASARO D., COSSARINI G., LIPIZER M., VIRGILIO D. (2012) - Phytoplankton temporal changes in a coastal northern Adriatic site during the last 25 years. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **115**: 113-124.
- ÇINAR M.E., BILECENOĞLU M., ÖZTÜRK B., KANTAGAN T., AYSEL V. (2005) - Alien species on the coasts of Turkey. *Mediterr. Mar. Sci.*, **6** (2): 119-146.
- CORRIERO G., PIERRI C., ACCORONI S., ALABISO G., BAVESTRELLO G., BARBONE E., BASTIANINI M., BAZZONI A.M., BERNARDI AUBRY F., BOERO F., BUIA M.C., CABRINI M., CAMATTI E., CARDONE F., CATALETTO B., CATTANEO VIETTI R., CECERE E., CIBIC T., COLANGELO P., DE OLAZABAL A., D'ONGHIA G., FINOTTO S., FIORE N., FORNASARO D., FRASCHETTI S., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., GRAVILI C., GUGLIELMO R., LONGO C., LORENTI M., LUGLIÈ A., MAIORANO P., MAZZOCCHI M.G., MERCURIO M., MASTROTOTARO F., MISTRI M., MONTI M., MUNARI C., MUSCO L., NONNIS-MARZANO C., PADEDDA B.M., PATTI F.P., PETROCELLI A., PIRAINO S., PORTACCI G., PUGNETTI A., PULINA S., ROMAGNOLI T., ROSATI I., SARNO D., SATTA C.T., SECHI N., SCHIAPARELLI S., SCIPIONE B., SION L., TERLIZZI A., TIRELLI V., TOTTI V., TURSI A., UNGARO N., ZINGONE A., ZUPO V., BASSET A. (2016) - Ecosystem vulnerability to alien and invasive species: a case study on marine habitats along the Italian coast. *Aquat. Conserv.*, **26**: 392-409.
- DE OLAZABAL A., TIRELLI V. (2011) - First record of the egg-carrying calanoid copepod *Pseudodiaptomus marinus* in the Adriatic Sea. *Marine Biodiversity Records*, **4**, doi: 10.1017/S1755267211000935.
- MISTRI M. (2003) - The non-indigenous mussel *Musculista senhousia* in an Adriatic lagoon: effects on benthic community over a ten year period. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **83**: 1277-1278.
- PENNA A., FRAGA S., MASÓ M., GIACOBBE M.G., BRAVO I., GARCÉS E., VILA M., BERTOZZINI E., ANDREONI F., LUGLIÈ A., VERNESI C. (2008) - Phylogenetic relationships among the Mediterranean *Alexandrium* (Dinophyceae) species based on sequences of 5.8S gene and Internal Transcript Spacers of the rRNA operon. *Eur. J. Phycol.*, **43** (2): 163-178.
- TAKANO H. (1993) - Marine diatom *Nitzschia multistriata* sp. nov. common at inlets of southern Japan. *Diatom*, **8**: 39-41.
- ZENETOS A., GOFAS S., VERLAQUE M., ÇINAR M.E., GARCIA RASO J.E., BIANCHI C.N., MORRI C., AZZURRO E., BILECENOĞLU M., FROGLIA C., SIOKOU I., VIOLANTI D., SFRISO A., SAN MARTIN G., GIANGRANDE A., KATAGAN T., BALLESTEROS E., RAMOS-ESPLA A.A., MASTROTOTARO F., OCANA O., ZINGONE A., GAMBI M.C., STREFTARIS N. (2010) - Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. *Mediterr. Mar. Sci.*, **11** (2): 381-493.

R. AURIEMMA, F. NASI, P. DEL NEGRO

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

THE MACROZOOBENTHIC FAUNA OF THE BOTTOMS NEARBY THE UNDERWATER SEWAGE DUCT OF TRIESTE (NORTHERN ADRIATIC SEA)

LA FAUNA MACROZOOBENTONICA DEI FONDALI PROSPICIENTI LA CONDOTTA DI REFLUI URBANI DI TRIESTE (ALTO ADRIATICO)

Abstract - Macrozoobenthic communities living nearby the sewage outfall of Trieste were sampled in April 2015. These communities were analysed using uni- and multivariate techniques. Considering the overall abundance, the polychaetes were by far the dominant group, followed by molluscs and crustaceans. The diversity indices showed decreasing values moving away from the duct, except for the species evenness. Also the faunal composition showed differences among the stations located nearby the outfall and those far from it, with a more complex structure nearby the sewage duct, where the presence of two polychaetes species, indicator of organic enrichment was ascertained.

Key-words: benthos, outfalls, biodiversity, northern Adriatic Sea.

Introduction - Excess of organic input in marine coastal environments is considered to be a direct consequence of increasing population densities along coastlines (Grall and Chauvaud, 2002). Indeed one of the main input of organic matter in the marine environment is sewage discharge (Gray and Elliott, 2009). Higher organic and nutrient loading in coastal waters leads to an increased primary production and results in organic matter input to the sediments that is immediately available for heterotrophic organisms and especially for macrofaunal grazers and detritus feeders (Heip, 1995). Benthic communities are sensitive to eutrophication and to the related possible oxygen depletion (Jorgensen and Richardson, 1996). Therefore, benthic species have been used in several studies as indicators of organic enrichment (Grall and Chauvaud, 2002 and the references therein). The benthic communities show different structural changes depending on the magnitude of the organic matter loads and on the hydrological characteristics of the water bodies. In the most extreme cases it is possible to observe a total lack of oxygen, the presence of hydrogen sulfide in the sediment and a corresponding azoic environment (Elliott and de Jonge, 2002), whilst a moderate organic enrichment can promote an increase in benthic diversity, numerical abundance and biomass compared to undisturbed conditions (Pearson and Rosenberg, 1978). To monitor the health of the coastal ecosystem, it is crucial to identify what are the initial effects of the eutrophic stress on coastal benthic communities (Grall and Chauvaud, 2002). The aim of this study was to evaluate the diversity and the structure of the macrozoobenthic communities that were sampled in the sediments nearby the sewage outfall duct of Trieste (northern Adriatic Sea).

Materials and methods - The Gulf of Trieste is located at the North-eastern end of the Adriatic Sea; it is a shallow embayment with coastline of about 100 km, surface close to 600 km² and maximum depth of 25 m (Ogorelec *et al.*, 1991). This semi-enclosed basin shows peculiar natural factors that influence the characteristics of the composition and evolution of its benthic communities. The sewage disposal plant of Trieste is the main one of the entire Gulf and serves about 270,000 inhabitants. Its primary treatment has been based on chemical precipitation and the treated waters

are discharged via two adjacent submerged ducts (6.5 and 7.5 km) ending more than 5 km far from the coastline at 23 m depth, with several diffusers (Cibic *et al.*, 2008). The macrozoobenthic communities were sampled at 15 stations in the nearby bottom of the longest duct of the disposal plant. These stations were positioned along a decreasing gradient of organic load, from the ending diffusional zone, the source of organic inputs. In detail stations were located as follows:

1. 2 stations (0D and 0M) very close to the duct (<5 m)
2. 5 stations (1D, -1D, 1M, -1M and T1) 100 m far from the duct
3. 4 stations (2D, -2D, 2M and T2) 200 m far from the duct
4. 4 stations (T3, T4, T5 and RS) more than 300 m far from the duct.

Sampling was performed with a 0.1 m² Van Veen grab in April 2015. At each station, three grabs (0.3 m²) were collected. A small fraction of each grab was preserved for grain size and total organic carbon (TOC) analyses. The collected sediments were washed through a 1 mm sieve mesh and fixed in a 4% formaldehyde solution in sea water (Gambi and Dappiano, 2004). The fauna was identified at the lowest possible taxonomical level. The significance of the differences between communities near and far away from the duct was assessed using nonparametric One-Way Analysis of Variance (Kruskal-Wallis ANOVA) for the diversity indices (H' Shannon, d Margalef and J' Pielou), number of species and abundance; while a multivariate qualitative approach was used to detect differences in community composition and structure (Bray-Curtis dissimilarities, MDS ordination and SIMPER). Significant differences in community composition among sampled stations were determined using ANOSIM test.

Results - Considering all the 15 stations together, 1,808 organisms from 149 taxa were identified. The polychaetes were by far the dominant group with 610 organisms (65% of the total), followed by molluscs with 137 organisms (15%) and crustaceans with 125 organisms (13%). Together, they constituted 93% of the total abundance. Echinoderms with 27 organisms (3%) and “others” (the remaining groups that are usually scarcely represented: ascidians, anthozoans, sipunculids, nemertines and turbellarians) with 43 organisms (4%) complete the list; in “others” the anthozoans amounted to the 52%. In terms of species numbers the polychaetes turned out to be also the richest group 51 species (41%), followed by crustaceans 30 species (24%), molluscs 23 species (19%), echinoderms 9 species (7%) and “others” 11 taxa (9%). Shannon’s diversity index (H') varied from 4.7 at the station 0M to 2.7 at the station T4 (Tab. 1), showing decreasing values moving away from the duct. Indeed there are statistical differences between the stations located near the duct (≤ 100 m) and those far from the duct (>100 m) (K-W ANOVA $H=6.1$; $d.f.=1$; $p<0.05$).

Tab. 1 - Ecological parameters measured at the 15 sampling stations (0M-RS): numbers of species (n); abundance (per m²); Shannon-Wiener diversity index (H' log_e); Margalef richness index (d) and Pielou evenness index (J').

Parametri ecologici misurati nelle 15 stazioni campionate (0M-RS): numero di specie (n); abbondanza al m²; diversità H' di Shannon-Wiener; ricchezza d di Margalef ed equità J' di Pielou.

	0M	0D	1M	-1M	1D	T1	-1D	2M	2D	-2D	T2	T3	T4	T5	RS
Dis n c o u c	5	5	100	100	100	100	100	200	200	200	200	300	600	1200	2000
n	74	46	62	64	48	35	42	51	43	39	40	46	36	52	50
A u n c 2	959	373	679	1156	353	200	210	303	243	183	170	356	180	340	316
H	4.70	4.49	4.57	4.15	4.24	3.46	3.74	4.11	4.03	2.80	3.60	3.48	2.70	4.20	3.89
	8.09	6.77	7.18	6.77	5.88	3.86	4.25	5.32	5.35	2.80	4.41	3.87	2.76	6.57	5.55
	0.88	0.93	0.90	0.81	0.92	0.91	0.96	0.94	0.95	0.84	0.92	0.87	0.81	0.89	0.87

Also the number of species and the Margalef d index show higher values in proximity of the sewage inputs, the two groups of stations differ for these two parameters (≤ 100 m vs >100 m) (K-W ANOVA of $H=5.95$; d.f.=1; $p<0.05$ and $H=6.08$; d.f.=1; $p<0.05$ respectively). The overall increased biodiversity near the duct is not affected by the dominance of one or few species: the Pielou's evenness index shows high values at all the stations (mean value 0.89 ± 0.04) without any statistical differences between stations near the duct (≤ 100 m) and those far from the duct (>100 m) ($H=3.07$; d.f.=1; $p=0.2$). The non-metric MDS analysis based, on square root transformed abundance matrix and the Bray-Curtis dissimilarity index, shows that the communities are distributed along an increasing distance from the duct (Fig. 1).

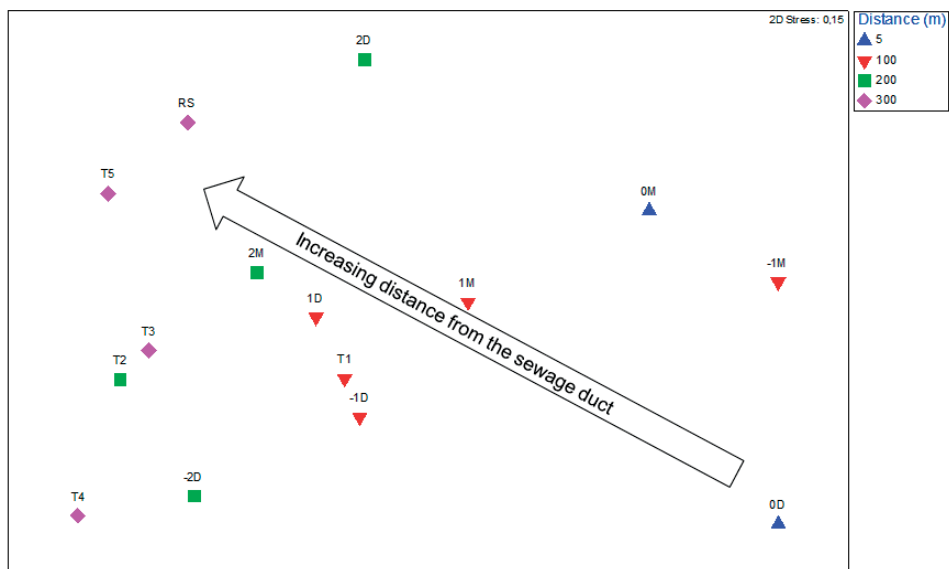


Fig. 1 - nMDS ordination plot of faunal assemblage, based on square root transformed data and Bray-Curtis dissimilarity index.

Ordinamento nMDS della macrofauna, basato sull'indice di dissimilarità di Bray-Curtis previa trasformazione dei valori di abbondanza con radice quadra.

This monotonic change in community composition with increasing distance from the sewage duct is confirmed by the ordered ANOSIM analysis performed configuring as ordered factors the distance from the source of organic matter. The sampled stations were divided into 4 groups (according to the distance from the duct): 0M and 0D first group; 1M, -1M, 1D, -1D and T1 second group; 2M, 2D, -2D and T2 third group; T3, T4, T5 and RS fourth group. ANOSIM revealed statistical differences in the community assemblage along the tested gradient ($R=0.478$; $p<0.001$). The SIMPER analysis revealed that the species mostly contributing to these differences are *Eunice vittata* (Delle Chiaje, 1828), *Atlantella distorta* (Poli, 1791) and *Heteromastus filiformis* (Claparède, 1864) more abundant near the outfall though they do not reach a high dominance value. These semi-opportunistic species can take advantage from a moderate organic enrichment in the environment. Two worldwide known indicator species of organic enrichment, i.e. the opportunistic *Capitella capitata* (Fabricius, 1780) and *Schistomeringos rudolphi* (Delle Chiaje, 1828) were observed only at station

OD but in very low amounts (two and one organisms respectively). Nevertheless, the high value of diversity indices and the presence of echinoderms such as *Ophiura grubei* (Heller, 1863) and *Oestergrenia digitata* (Montagu, 1815) underlines a medium impact in this area, because this taxon is, generally, the first one to disappear with a strong organic enrichment (Cibic *et al.*, 2008).

Conclusions - The significant high values of the diversity indices, the overall composition of the macrozoobenthic communities and the concurrent presence of species linked to organic enrichment in the area surrounding the sewage outfall of Trieste, suggest that these soft bottoms are affected by a moderate organic stress. The results hereby shown are in agreement with the Pearson and Rosenberg model (1978) and further indicate a borderline situation susceptible to a possible worsening of the ecological condition in case of an additional organic input.

References

- CIBIC T., ACQUAVITA A., ALEFFI F., BETTOSO N., BLASUTTO O., DE VITTOR C., FALCONI C., FALOMO J., FARESI L., PREDONZANI S., TAMBERLICH F., FONDA UMANI S. (2008) - Integrated approach to sediment pollution: a case study in the Gulf of Trieste. *Mar. Pollut. Bull.*, **56**: 1650-1667.
- ELLIOTT M., DE JONGE V.N. (2002) - The management of nutrients and potential eutrophication in estuaries and other restricted water bodies. *Hydrobiologia*, **475/476**: 513-524.
- GAMBI M.C., DAPPIANO M. (2004) - Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (Suppl. 1): 604 pp.
- GRALL J., CHAUVAUD L. (2002) - Marine eutrophication and benthos: the need for new approaches and concepts. *Glob. Change Biol.*, **8**: 813-830.
- GRAY J.S., ELLIOTT M. (2009) - *Ecology of marine sediments: from science to management*. Oxford University Press: 256 pp.
- HEIP C. (1995) - Eutrophication and zoobenthos dynamic. *Ophelia*, **41**: 113-136.
- JORGENSEN B.B., RICHARDSON K. (1996) - *Eutrophication in coastal marine ecosystems*. American Geophysical Union, Washington, D.C.: 272 pp.
- OGORELEC B., MIŠIĆ M., FAGANELI J. (1991) - Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): sedimentological aspects. *Mar. Geol.*, **99**: 79-92.
- PEARSON T.H., ROSENBERG R. (1978) - Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol.*, **16**: 229-311.

A. GORRINO, F. BELCI, D. PESSANI

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.
andregorrino@gmail.com

CARIDEI (CROSTACEI DECAPODI)
DI STRATO FOGLIARE DI *POSIDONIA OCEANICA*:
POSSIBILI INDICATORI DELLA CONDIZIONE AMBIENTALE

CARIDEANS (DECAPOD CRUSTACEANS)
OF POSIDONIA OCEANICA FOLIAR STRATUM:
POSSIBLE INDICATORS OF ENVIRONMENTAL STATUS

Abstract - *Caridean assemblage strictly linked with Posidonia oceanica foliar stratum has been analyzed in three meadows off the northern coast of Elba Island, subject to different environmental protection and exposition. The obtained results highlight that Carideans (through biodiversity and specimens number) can be considered possible, even if indirect, indicators of the (natural and anthropogenic) strengths which act on the meadows.*

Key-words: *biological reserve, anthropogenic trouble, Hippolyte inermis, seagrass meadow, Elba Island.*

Introduzione - I Crostacei Decapodi Caridei associati allo strato fogliare di *Posidonia oceanica* (L.) Delile sono una rilevante componente della comunità bentonica (Ledoyer, 1962; Sánchez-Jerez *et al.*, 1999) costituendo, per abbondanza e ruolo trofico, uno dei principali *taxa* di fauna vagile. I Caridei sono depositivori, si nutrono di micro-alghe e micro-invertebrati presenti sulle foglie di posidonia (Gambi *et al.*, 1992) e, a loro volta, sono parte integrante della dieta di pesci adulti e giovani (ad esempio: *Scorpaena* spp., *Serranus* spp., *Symphodus* spp.) (Zupo e Stübing, 2010). L'Isola d'Elba è circondata da praterie di *P. oceanica* esposte a differenti condizioni ambientali ed a differente impatto antropico. Sono state prese in esame 3 praterie del versante Nord: Le Ghiaie (LG) situata nell'unica zona dell'Isola sottoposta (dal 1971) a tutela biologica, Enfola Nord (EN) ed Enfola Sud (ES), situate rispettivamente sui versanti Nord e Sud dell'istmo omonimo. Riguardo all'esposizione ai venti del quadrante settentrionale, mentre EN è solo parzialmente protetta da Capo Enfola (con conseguente scarso turismo nautico e discreta attività di pesca locale) e LG gode della protezione di Capo Enfola e di Capo Bianco, ES è situata in moda riparata, subendo, durante il periodo estivo, il forte impatto legato al turismo nautico (F. Belci e N. Nurra, oss. pers.). Questo lavoro ha lo scopo di evidenziare se eventuali differenze quali-quantitative riscontrate tra le comunità a Caridei delle 3 praterie possano essere imputabili, unitamente alla condizione delle praterie stesse, al diverso livello di tutela od impatto ambientale.

Materiali e metodi - Precedenti osservazioni hanno evidenziato che le 3 praterie hanno simile sviluppo batimetrico e substrato di impianto; pertanto, effettuato il conteggio dei fasci fogliari nelle 3 principali fasce nelle quali si sviluppano le 3 praterie (superiore= -5 m, intermedia= -15 m, profonda= -30 m), si è provveduto, nel mese di settembre, termine della stagione turistica, alla raccolta dei Caridei (1 campione diurno ed 1 notturno, con relative repliche), alle stesse profondità e mediante retino manovrato a mano (Russo e Vinci, 1991). Dopo l'identificazione specifica ed il conteggio degli esemplari (fissati in soluzione 1:10 di formalina in acqua di mare, tamponata con Na₂B₄O₇), si è proceduto ad analizzare i dati mediante *General Linear Model* (GLM) (Fournier *et al.*, 2012), collegando l'abbondanza di specie, di esemplari e l'indice di equitabilità (Pielou, 1977) con i fattori sito e profondità.

Risultati - La densità dei fasci fogliari di *P. oceanica* (Tab. 1) nelle 3 praterie evidenzia la rigogliosità di LG e l'atteso decremento nel numero di fasci al crescere della profondità (ad eccezione di EN a -15 m).

Tab. 1 - Densità dei fasci fogliari (fasci/m²) e condizione della prateria (secondo Pergent *et al.*, 1995). LG, EN, ES, vedere il testo; DE, DN, DB=densità eccezionale, normale, bassa.

Shoot density (shoots/m²) and meadow status (according to Pergent et al., 1995). LG, EN, ES, see the text; DE, DN, DB=exceptional, normal, low density.

Fascia/prateria	LG		EN		ES	
	densità	status	densità	status	densità	status
superiore (-5 m)	906±4,9	DE	637±54,7	DN	493±68,2	DB
intermedia (-15 m)	318±1,8	DN	201±17,9	DB	254±30,7	DB
inferiore (-30 m)	193±3,5	DN	223±36,5	DN	179±52,8	DN

Complessivamente sono stati campionati 1866 esemplari adulti di Caridei, appartenenti a 17 specie. *Hippolyte inermis* Leach, 1861, caratteristica dell'ecosistema a *P. oceanica*, domina numericamente sulle altre specie (61%) ed è ubiquitaria rispetto a sito e profondità. Seconda in abbondanza (22%) è *Thorulus cranchii* Leach, 1817, specie preferenziale, reperita quasi esclusivamente di notte: questo risultato influenza il rapporto numerico delle presenze notturne (65%) rispetto a quelle diurne. *H. leptocerus* Heller, 1863, *H. holthuisi* Zariquiey Alvarez, 1953 ed *Athanas nitescens* Leach, 1814, unite alle 2 specie citate, coprono il 96% dell'abbondanza totale. Nella Tab. 2 sono riportati i dati quali-quantitativi per prateria e profondità.

Tab. 2 - Numero di individui (n) e di specie (sp) per profondità e sito di campionamento.

Number of specimens (n) and species (sp) according to sampling depth and site.

	Totale		-5 m		-15 m		-30 m	
	n	sp	n	sp	n	sp	n	sp
LG	515	13	92	7	62	5	361	9
EN	336	11	202	6	45	4	89	8
ES	1015	11	475	11	114	5	426	7
Totale	1866	-	769	-	221	-	876	-

Il GLM evidenzia come il fattore "numero di individui" discrimini significativamente ES rispetto alle altre due praterie e la fascia intermedia (-15 m) rispetto a quella superiore ed inferiore (Tab. 3).

Conclusioni - Considerando la densità dei fasci fogliari come un parametro per stimare lo stato di salute di una prateria di *P. oceanica*, i risultati ottenuti rilevano condizioni ottimali o normali per LG, mentre le altre due praterie mostrano segnali di sofferenza, in particolare nella zona intermedia: questo ultimo dato trova conferma nell'abbondanza quali-quantitativa dei Caridei che proprio a -15 m esprime i suoi valori minimi. La bassa densità dei fasci fogliari e, in generale, la medio-bassa biodiversità dei Caridei possono, in EN, trovare spiegazione nell'esposizione a cui la prateria è sottoposta, che frena il turismo nautico e balneare ma consente attività di pesca.

Tab. 3 - Risultati del GLM (sp, n=numero di specie e di esemplari; J'=valori dell'indice di Pielou (1977); contrasts=coppie di valori esaminati; estimate=valori ottenuti).

GLM results (sp, n=number of species and specimens; J'=Pielou's (1977) index value; contrasts=pair of examined factors; estimate=obtained value).

<i>Contrasts</i>	<i>sp</i>		<i>n</i>		<i>J'</i>	
	<i>Estimate</i>	<i>p</i>	<i>Estimate</i>	<i>p</i>	<i>Estimate</i>	<i>p</i>
EN / ES	0,276	-	0,741	**	-0,760	-
EN / LG	0,090	-	0,070	-	-0,276	-
LG / ES	0,366	-	0,841	***	-0,484	-
-5 m / -15 m	0,031	-	-0,749	*	0,213	-
-5 m / -30 m	0,129	-	0,046	-	0,924	-
-30 m / -15 m	-0,098	-	-0,646	**	-0,711	-

***=p<0,001; **=p<0,01; *=p<0,05; -=p<1,0

In LG i Caridei sono presenti con il maggior numero di specie ma basso numero di esemplari, in confronto alle condizioni ambientali: disponibilità e rigoglio dello strato fogliare, assenza di disturbo antropico, moderata esposizione. Si può ipotizzare che LG abbia raggiunto la condizione di stabilità ambientale, specialmente nelle fasce superiore ed intermedia, sottolineata dalla grande abbondanza di pesci (Biagi *et al.*, 1997) che però controllano le comunità ad invertebrati (ad esempio quella malacologica; Nurra *et al.*, 2013). I Caridei (quasi esclusivamente *T. cranchii*) diventano decisamente più abbondanti a -30 m (rispetto alla fascia intermedia) dove si può ipotizzare quindi una minor pressione predatoria. La specie più abbondante, *H. inermis*, vive quasi esclusivamente sullo strato fogliare e modifica il suo *pattern* cromatico a seconda dell'età delle foglie, riuscendo a nascondersi ai predatori (pesci), anche di giorno (García-Raso, 1990). Confrontando le presenze della specie a LG ed ES si nota tuttavia come essa sia meno abbondante nella prima prateria rispetto alla seconda (288 esemplari contro 606), dove la presenza dei pesci possibili predatori è molto ridotta (almeno alle profondità esaminate; F. Belci, oss. pers.), probabilmente a causa del disturbo provocato dal turismo nautico. In ES è presente un ampio campo boe in cui i corpi morti sono posti proprio nella fascia intermedia, con conseguente scarrocciamento delle catene di collegamento con le boe. Le imbarcazioni che non trovano posto nel campo boe si ancorano al di fuori di esso, direttamente nella prateria (fascia intermedia; N. Nurra, oss. pers.). Nurra *et al.* (2013) sottolineano come il disturbo antropico abbia influenza sulla fauna ad invertebrati (ad esempio, i molluschi) associati allo strato fogliare di *P. oceanica*; inoltre, secondo Milazzo *et al.* (2004), l'attività di ancoraggio può causare un decremento della densità dei fasci fogliari, della complessità strutturale della prateria e di conseguenza della ricchezza della fauna associata. Anche se Sánchez-Jerez *et al.* (2000) affermano che in generale i Decapodi non possano essere considerati un buon indicatore ecologico poiché mobili e con larve mobili, che non consentono lo stabilirsi di popolazioni locali, tuttavia si può ipotizzare che le specie fortemente legate allo strato fogliare possano subire l'effetto negativo provocato da fattori ambientali (esposizione) od antropogenici (ancoraggi e, anche, attività di pesca). Lo scenario delineato dall'analisi dei Caridei di strato fogliare evidenzia 3 situazioni: caso LG - la protezione ambientale favorisce la presenza dei pesci che a loro volta predano massicciamente i Caridei (medio-basso numero di individui, buona diversità specifica); caso EN - i Caridei soffrono dei fattori ambientali naturali (esposizione e, probabilmente, pesca locale) che agiscono sulla prateria, comportando medio-bassa biodiversità, numero di individui basso;

caso ES - il più problematico: le condizioni di moda riparata facilitano abbondanza e biodiversità dei Caridei, ad eccezione della fascia intermedia, sottoposta al forte impatto legato al turismo nautico. In conclusione i Caridei, proprio perché fortemente legati alle foglie di posidonia, si possono considerare un possibile (anche se indiretto) indicatore dello stato ambientale determinato dalle forze (naturali od antropogeniche) che agiscono sulle praterie.

Ringraziamenti: Gli Autori desiderano ringraziare i Dr. Rocco Mussat Sartor e Nicola Nurra per i suggerimenti ed i preziosi consigli per il lavoro in campo ed in laboratorio e, unitamente al Dr. Livio Favaro, per la revisione del testo.

Bibliografia

- BIAGI F., GAMBACCINI S., ZAZZETTA M. (1997) - Popolamento ittico di un'area protetta all'Isola d'Elba. *Biol. Mar. Mediterr.*, **4** (1): 466-468.
- FOURNIER D.A., SKAUG H.J., ANCHETA J., IANELLI J., MAGNUSSON A., MAUNDER M.N., NIELSEN A., SIBERT J. (2012) - AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optim. Method Softw.*, **27**: 233-249.
- GAMBI M.C., LORENTI M., RUSSO G.F., SCIPIONE M.B., ZUPO V. (1992) - Depth and seasonal distribution of some groups of the vagile fauna of the *Posidonia oceanica* leaf stratum: structural and trophic analyses. *Mar. Ecol.*, **13** (1): 17-39.
- GARCÍA-RASO J.E. (1990) - Study of a Crustacea Decapoda taxocoenosis of *Posidonia oceanica* beds from the Southeast of Spain. *Mar. Ecol.*, **11** (4): 309-326.
- LEDOYER M. (1962) - Étude de la fauna motile des herbiers superficiels de Zosteracees et de quelques biotopes d'algues littorales. *Rec. Trav. Station Marine Endoume*, **25** (39): 117-235.
- MILAZZO M., BADALAMENTI F., CECCHERELLI G., CHEMELLO R. (2004) - Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **299**: 51-62.
- NURRA N., BELCI F., MUSSAT SARTOR R., PESSANI D. (2013) - Monitoring of a *Posidonia oceanica* bed (Punta Manara, Eastern Ligurian Sea, Italy) and the associated molluscs twenty years after: what's new? *Aquat. Bot.*, **104**: 162-169.
- PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F. (1995) - Utilisation de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée*, **54**: 3-27.
- PIELOU E.C. (1977) - *Mathematical Ecology*. John Wiley & Sons, New York: 385 pp.
- RUSSO G.F., VINCI D. (1991) - The hand-towed net method in *Posidonia oceanica* beds: 1. A preliminary study on the sample size for gastropod taxocene in a shallow stand. *Posidonia Newsletter*, **4** (1): 27-31.
- SÁNCHEZ-JEREZ P., BARBERÁ CEBRIÁN C., RAMOS ESPLÁ A.A. (1999) - Comparison of the epifauna spatial distribution in *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* and unvegetated bottoms: importance of meadow edges. *Acta Oecol.*, **20**: 391-405.
- SÁNCHEZ-JEREZ P., BARBERÁ-CEBRIÁN C., RAMOS ESPLÁ A.A. (2000) - Influence of the structure of *Posidonia oceanica* meadows modified by bottom trawling on crustacean assemblages: comparison of amphipods and decapods. *Sci. Mar.*, **64** (3): 319-326.
- ZUPO V., STÜBING D. (2010) - Diet of fish populations in *Posidonia oceanica* meadows off the Island of Ischia (Gulf of Naples, Italy): assessment of spatial and seasonal variability. *Natural Science*, **2**: 1274-1286.

P. BURZIO¹, M. BATTUELLO^{1,2}, R. MUSSAT SARTOR^{1,2}, N. NURRA^{1,2}, D. PESSANI¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.

²Pelagosphera Soc. Coop., Via Cosmo, 17 bis - 10131 Torino, Italia.
rocco.mussat@unito.it

ANALISI DELL'ITTIOFAUNA E DEL MACROBENTHOS SESSILE COME STRUMENTO DI CONFRONTO IN AREE MARINE SOTTOPOSTE A DIFFERENTE GRADO DI TUTELA

ANALYSIS OF THE ICHTHYOFAUNA AND SESSILE MACROBENTHOS AS A COMPARISON TOOL IN MARINE AREAS SUBJECTED TO DIFFERENT DEGREES OF PROTECTION

Abstract - *The composition of the sessile macrobenthos and the necto-benthic fish fauna populating areas with different degrees of protection was compared in order to assess the effectiveness of the protection. On hard bottom, the photographic sampling on quadrat with subsequent cover area estimation and the visual census along a transept were respectively used. Differences among the study areas were tested by species richness and Shannon-Wiener indices, ANOSIM, and MDS. The results highlight that communities significantly differed among the study areas, pointing out the importance of the integral protection in determining local biodiversity. However, whereas the fish biodiversity seems to reflect the protection degree, the sessile macrobenthic biodiversity is negatively correlated with it, showing to be a poor indicator of the area protection.*

Key-words: *MPA effectiveness, Ligurian Sea, Tuscan Archipelago, hard bottom, anthropogenic trouble.*

Introduzione - Il recente tasso di perdita di biodiversità globale, in ragione delle sue ripercussioni sull'ecosistema e sulla società umana (Cardinale *et al.*, 2012), ha portato alla necessità di tutelare specie ed ambienti naturali mediante l'istituzione di aree protette. Tuttavia, soprattutto in ambiente marino, è possibile che determinate attività, anche se svolte all'esterno dei confini di un'area protetta, possano andare a impattare l'area stessa (Allison *et al.*, 1998). Lo studio dell'efficacia delle AMP nel conservare la biodiversità riveste perciò un'importanza fondamentale per poter definire al meglio eventuali linee di gestione per la tutela di specie e habitat in pericolo. Questo è vero soprattutto per il Mar Mediterraneo, considerato *hotspot* di biodiversità globale (Myers *et al.*, 2000), ma che subisce la più forte pressione antropica al mondo (Ameer e Linden, 2008; Gabrié *et al.*, 2012). Sebbene sia nota l'importanza delle AMP per gruppi di interesse commerciale, come i pesci (Halpern, 2003), rimane ancora poco chiaro il ruolo che queste giocano nella conservazione degli habitat e delle comunità di invertebrati che le abitano (Volpi *et al.*, 2009). Con questo lavoro si intende perciò analizzare, mediante metodologie non invasive, la composizione dei popolamenti ittici necto-bentonici e di macrobenthos sessile di fondo duro in aree sottoposte a diverso grado di protezione, per valutarne l'efficacia rispetto all'impatto diretto dell'uomo su di esse.

Materiali e metodi - I rilevamenti sono stati condotti, in immersione subacquea, in aree sottoposte a diverso grado di tutela per valutare l'effetto protezione. Nell'aprile 2013 sono stati analizzati i fondali dell'Isola di Pianosa (LI) (=Pia), come area a protezione integrale. Tra aprile e maggio 2014 sono stati studiati i fondi duri nella zona A dell'AMP Isola di Bergeggi (SV) (=Ber) e sulla Secca di S. Stefano (IM) (=Ste), rispettivamente come aree a protezione intermedia (zona A comunque aperta al turismo subacqueo) e nulla. Nelle tre aree sono stati esaminati biotopi con le medesime biocenosi (precoralligeno e coralligeno di parete), sottoposti allo stesso regime idrodinamico e con esposizione da sud a est. Il macrobenthos è stato censito

mediante rilievo fotografico (Bianchi *et al.*, 2003) a circa -30 m, su una superficie di 1 m² suddivisa in 16 sub-quadrati (25×25 cm) con successiva stima dell'area di ricoprimento, utilizzando il *software* (*Fiji Is Just*) *ImageJ* (Schindelin *et al.*, 2012). Per la fauna ittica è stata invece utilizzata la metodologia del *Belt Transect* (Bianchi *et al.*, 2003), a circa -25 m, su transetto di 25 m, per un volume d'acqua investigato di 625 m³ (25 m di lunghezza×5 m di larghezza×5 m di profondità). Per ogni area di studio sono stati individuati 3 siti, in ciascuno dei quali si sono condotte tre repliche in maniera casuale per ciascuna metodologia. Per ogni campionamento è stato calcolato il numero di specie censite, l'indice di ricchezza specifica (n° di specie censite/n° di specie totali di tutte e 3 le aree investigate) e l'indice di diversità di Shannon-Wiener (Spellerberg e Fedor, 2003), mentre la similarità tra le tre aree di studio è stata valutata mediante ANOSIM e MDS (rispettivamente *Analysis Of Similarities* e *MultiDimensional Scaling*) (Clarke, 1993).

Risultati - In totale sono stati censiti 44 *taxa* bentonici sessili e 31 specie ittiche. Ad eccezione dei tunicati, tutti i *taxa* zoobentonici censiti presentano un'abbondanza media maggiore a Ste, con andamento discendente da Ber a Pia, mentre i *taxa* vegetali mostrano aree di ricoprimento più elevate a Ber. Lo stesso andamento è confermato dal numero di *taxa* censiti e dagli indici di ricchezza specifica e di Shannon-Wiener (Fig. 1a).

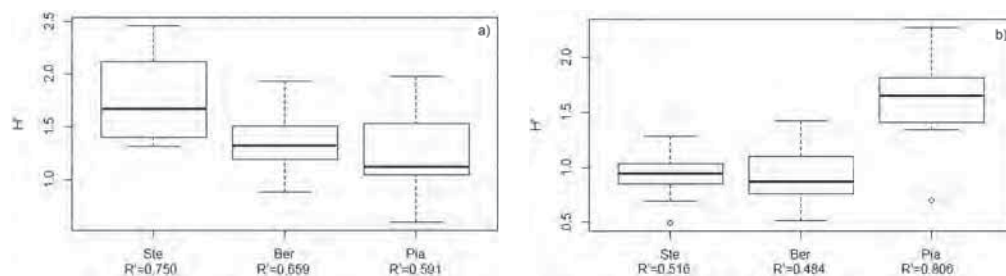


Fig. 1 - *Box plot* rappresentante gli indici di Shannon-Wiener (H') per il macrobenthos (a) e dell'ittiofauna (b) per area di studio. R' =indice medio di ricchezza specifica.

Box plot representing Shannon-Wiener indices (H') regarding to macrobenthos (a) and ichthyofauna (b) data per study area. R' =mean species richness index.

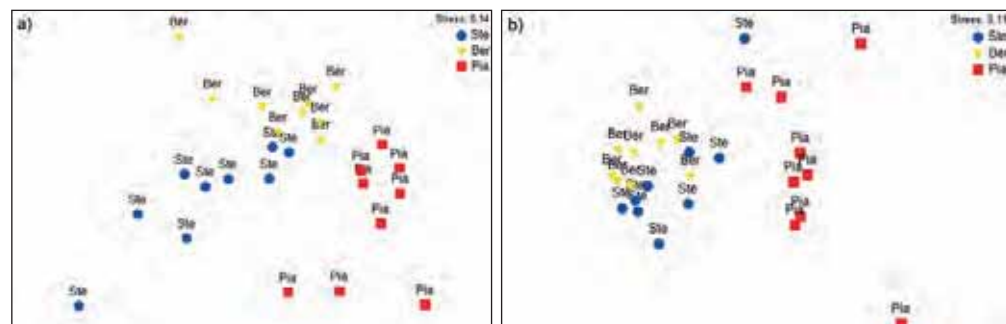


Fig. 2 - MDS rappresentante la similarità tra i popolamenti delle aree di studio per il macrobenthos (a) e l'ittiofauna (b).

MDS representing the similarity among the study areas communities for the macrobenthos (a) and ichthyofauna (b).

Per quanto riguarda l'ittiofauna, tutte le famiglie censite, ad eccezione dei labridi, presentano invece abbondanza nettamente maggiore a Pia, mentre sono simili nelle altre due aree di studio, con lieve andamento discendente da Ber a Ste. Lo stesso andamento è confermato dagli indici di Shannon-Wiener e di ricchezza specifica: molto elevati a Pia rispetto alle altre due aree, simili tra loro (Fig. 1b). Le differenze nella composizione dei due diversi popolamenti tra le aree di studio valutate tramite ANOSIM sono risultate sempre fortemente significative ($P \leq 0,001$) con una discreta separazione tra di esse ($R \geq 0,5$). Come mostrato in Fig. 2, Pianosa si discosta sempre più marcatamente dalle altre due aree di studio.

Conclusioni - I risultati ottenuti dall'analisi del macrobenthos sembrano evidenziare una correlazione negativa tra il grado di protezione dell'area e la composizione qualitativa dei popolamenti che vi abitano. Andamenti contraddittori di questo tipo sono riportati da Frascchetti *et al.* (2005) e Volpi *et al.* (2009). Si possono elaborare due ipotesi a spiegazione del fatto. La prima è che le condizioni dell'acqua e/o del substrato esulino dalla protezione stessa: un organismo sessile non percepisce il fattore protezione, ma le condizioni ecologiche necessarie alla sua sopravvivenza. La seconda ipotesi si rifà invece alla *teoria del disturbo intermedio*, formulata da Connell nel 1978, secondo la quale ecosistemi parzialmente turbati possiedono una biodiversità maggiore rispetto ad ecosistemi completamente protetti. Pur essendo i risultati ottenuti in accordo con tale teoria, si auspica che successivi studi possano essere svolti per approfondire meglio il legame tra benthos di substrato duro (biocenosi coralligene) e protezione. L'andamento degli indici descrittivi dei popolamenti ittici segue invece il gradiente di protezione. Infatti, sebbene a Ber sia stata censita una specie in meno rispetto a Ste, nella prima area si riscontra comunque un'abbondanza relativa maggiore (Fig. 1b). Scopo fondamentale di un'AMP è quello di fornire alle specie un ambiente protetto dove riprodursi e, nel tempo, ripopolare l'area fino a superarne la capacità portante e uscirne nuovamente dai confini (effetto *spillover*: Gell e Roberts, 2003). A sottolineare l'importanza dell'istituzione di un'AMP vi è da notare l'andamento, direttamente proporzionale al grado di protezione, dell'abbondanza dei serranidi ed in particolare della cernia bruna (*Epinephelus marginatus* Lowe, 1834), considerata l'archetipo di specie dipendente da protezione in Mediterraneo (Andrello *et al.*, 2013). In ogni caso, il fatto che Pia si discosti maggiormente dalle altre due aree di studio in entrambi i grafici (Fig. 2a,b), suggerisce che la protezione di tipo integrale, più delle altre, giochi un ruolo fondamentale nel determinare la composizione dei popolamenti e che la sola diversità macrobentonica sessile non sia un buon indicatore della tutela della zona. In conclusione, sebbene i risultati mostrino l'importanza della protezione totale, almeno per la componente ittica, non sempre è possibile creare aree con questo livello di tutela. Bisogna considerare che le aree protette (marine o terrestri), infatti, non hanno solo lo scopo di proteggere direttamente le specie che vivono al loro interno, ma anche quello di sensibilizzare la popolazione sull'importanza di conservare la biodiversità. Non avrebbe senso, dopotutto, creare solo limitazioni senza mostrare al pubblico i risultati che queste producono.

Ringraziamenti: Si ringraziano il dott. Simone Bava, Direttore dell'AMP Isola di Bergeggi, ed il Bergeggi Diving School per il supporto logistico.

Bibliografia

- ALLISON G.W., LUBCHENCO J., CARR M.H. (1998) - Marine reserves are necessary but not sufficient for marine conservation. *Ecol. Appl.*, **8** (Suppl. 1): S79-S92.
- AMEER A., LINDEN O. (2008) - *Maritime traffic effects in biodiversity in the Mediterranean Sea*. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga: 184 pp.

- ANDRELLO M., MOUILLOT D., BEUVIER J., ALBOUY C., THUILLER W., MANEL S. (2013) - Low connectivity between Mediterranean Marine Protected Areas: a biophysical modeling approach for the dusky grouper *Epinephelus marginatus*. *PLoS ONE*, **8** (7), doi: 10.1371/journal.pone.0068564.
- BIANCHI C.N., PRONZATO R., CATTANEO-VIETTI R., BENEDETTI CECCHI L., MORRI C., PANSINI M., CHEMELLO R., MILAZZO M., FRASCHETTI S., TERLIZZI A., PEIRANO A., SALVATI E., BENZONI F., CALCINAI B., CERRANO C., BAVESTRELLO G. (2003) - I fondi duri. In: Gambi M.C., Dappiano M. (eds), Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (Suppl.): 199-232.
- CARDINALE B.J., DUFFY J.E., GONZALEZ A., HOOPER D.U., PERRINGS C., VENAIL P., NARWANI A., MACE G.M., TILMAN D., WARDLE D.A., KINZIN A.P., DAILY G.C., LOREAU M., GRACE J.B., LARIGAUDERIE A., SRIVASTAVA D.S., NAEEM S. (2012) - Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, **486**: 59-67.
- CLARKE K.R. (1993) - Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust. J. Ecol.*, **18**: 117-143.
- CONNELL J.H. (1978) - Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, **199** (4335): 1302-1310.
- FRASCHETTI S., TERLIZZI A., BUSSOTTI S., GUARNIERI G., D'AMBROSIO P., BOERO F. (2005) - Conservation of Mediterranean seascapes: analyses of existing protection schemes. *Mar. Environ. Res.*, **59** (4): 309-332.
- GABRIÉ C., LAGABRIELLE E., BISSERY C., CROCHELET E., MEOLA B., WEBSTER C., CLAUDET J., CHASSANITE A., MARISQUE S., ROBERT P., GOUTX M., QUOD C. (2012) - *The status of the Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea*. MedPAN & RAC/SPA, Marseille: 254 pp.
- GELL F.R., ROBERTS C.M. (2003) - Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends Ecol. Evol.*, **18** (9): 448-455.
- HALPERN B.S. (2003) - The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter? *Ecol. Appl.*, **13** (Suppl. 1): S117-S137.
- MYERS N., MITTERMEIER R.A., MITTERMEIER C.G., DA FONSECA G.A.B, KENT J. (2000) - Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, **403**: 853-858.
- SCHINDELIN J., ARGANDA-CARRERAS I., FRISE E., KAYNIG V., LONGAIR M., PIETZSCH T., PREIBISCH S., RUEDEN C., SAALFELD S., SCHMID B., TINEVEZ J.Y., WHITE D.J., HARTENSTEIN V., ELICEIRI K., TOMANCAK P., CARDONA A. (2012) - Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nature Methods*, **9** (7): 676-682.
- SPELLERBERG I.F., FEDOR P.J. (2003) - A tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the 'Shannon-Wiener' Index. *Global Ecol. Biogeogr.*, **12**: 177-179.
- VOLPI C., BENVENUTI D., BORRI M., CANNICCI S., LAZZARA L., SARTONI G., NUCCIO C., TROMBETTI C. (2009) - *BioMarT: Atlante della Biodiversità - Individuazione di biocenosi vulnerabili e hotspot di biodiversità in ambiente costiero di substrato duro e censimento di specie rare nel mare della Toscana*. Centro stampa Giunta Regione Toscana, Firenze: 260 pp.

Lavoro svolto in parte con i fondi del Parco Nazionale Arcipelago Toscano: progetto "Monitoraggio delle biocenosi bentoniche e delle popolazioni ittiche presso l'Isola di Pianosa - CIG 474560444E".

M. BATTUELLO^{1,2}, G. DI MUZIO¹, R. MUSSAT SARTOR^{1,2}, N. NURRA^{1,2}, P. BRIZIO³,
M.C. ABETE³, S. SQUADRONE³

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.

²Pelagospha Soc. Coop. di servizi in ambiente acquatico, Via U. Cosmo, 17bis - 10131 Torino, Italia.
marco.battuello@unito.it, info@pelagospha.com

³Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta,
Via Bologna, 148 - 10154 Torino, Italia.

CHETOGNATI COME BIOINDICATORI DI METALLI IN TRACCIA IN UN ECOSISTEMA COSTIERO

CHAETOGNATHS AS TRACE ELEMENTS BIOINDICATORS IN A MARINE COASTAL ENVIRONMENT

Abstract - *Chaetognaths* are found in all marine habitats and their abundance in the zooplankton is often second only to copepods. We analyzed the concentrations of 20 trace elements in *Chaetognaths* from a highly productive coastal region of the Ligurian Sea. Aluminum, copper, iron and zinc are the major elements, reaching the concentrations of 15.51, 84.60, 29.60 and 98.15 mg kg⁻¹ w.w. respectively. *Chaetognaths* were found to be significant accumulators of metals and the bioaccumulation factors (BAFs) were in the range of 41 (cobalt) to 61877 (iron) in these coastal surface waters.

Key-words: *bioaccumulation factor, Chaetognaths, coastal environment, trace elements.*

Introduzione - I Chetognati, invertebrati marini prevalentemente planctonici, sono diffusi in tutti i mari con ampia ripartizione nella colonna d'acqua (Ghirardelli, 2010). Hanno vita media relativamente lunga (da sei mesi a oltre due anni) e rappresentano quindi un utile indicatore ambientale, anche riguardo la presenza di metalli nell'ambiente acquatico. Essi sono i principali consumatori secondari zooplanctonici, predando principalmente Cladoceri e Copepodi; raggiungono il picco di presenza quali-quantitative in tarda primavera - inizio estate. Numerose indagini riguardanti l'abbondanza e la distribuzione verticale dei Chetognati nel Mar Mediterraneo, dimostrano come *Sagitta inflata* (Grassi, 1881) e *Sagitta minima* (Grassi, 1881) siano le specie dominanti, con valori massimi di presenza nella porzione più superficiale della colonna d'acqua (0-50 m) (Kehayias e Kourouvakalis, 2010). I contaminanti inorganici agiscono sugli organismi marini attraverso varie modalità. In forma disciolta sono assorbiti direttamente dall'acqua, in forma particellare possono essere ingeriti con il cibo e una volta assimilati dall'organismo passano ai livelli trofici superiori. La maggior parte dei dati sulla presenza di elementi in traccia nelle comunità planctoniche è riferita ai Copepodi, mentre risultati riguardanti i Chetognati sono assai scarsi (Eisler, 2010); inoltre il *bioaccumulation factor* (BAF) può esser molto diverso in organismi dal corpo molle. Le concentrazioni di 20 elementi in traccia sono state determinate in campioni di Chetognati provenienti da un ecosistema costiero del Mar Ligure, caratterizzato da elevata antropizzazione e dalla presenza di impianti industriali (Battuello *et al.*, 2016).

Materiali e metodi - I campioni di zooplankton sono stati prelevati ad agosto 2015, con pescate orizzontali superficiali, utilizzando retini standard WP-2 con vuoto di maglia di 300 µm. In laboratorio sono stati identificati, conteggiati e separati differenti gruppi tassonomici e trofici di planctonti. La determinazione di Al, As, Be, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, La, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V e Zn è stata effettuata previa digestione acida (HNO₃ e H₂O₂) in forno a microonde ad alta temperatura (ETHOS 1 Milestone, Shelton, CT, USA), tramite spettrometria di massa a plasma accoppiato

induttivamente (ICP-MS Xseries II, Thermo Scientific, Bremen, Germany). Rodio e germanio sono stati utilizzati come standard interni; le prestazioni analitiche sono state verificate tramite l'utilizzo di Materiali di Riferimento Certificati (*Oyster Tissue* - SRM 1566b NIST). Il limite di quantificazione degli elementi analizzati (LOQ) è 0,010 mg kg⁻¹. Le concentrazioni di Be e Tl sono risultate <LOQ.

Risultati - *S. enflata* si conferma specie dominante (4,83±2,03 ind. m⁻³) rappresentando fino al 91% dell'intera popolazione. Le concentrazioni dei metalli analizzati si attestano nel seguente ordine: Zn (98,12 mg kg⁻¹) >Cu>Fe>Al>Ni>Mn>Pb>Se>Cr>Sn>As>Co>Cd>V>Mo=Sb>Ce>La (0,013 mg kg⁻¹). Per gli elementi zinco, rame, ferro, manganese, alluminio, nickel, cadmio, piombo e cobalto sono stati calcolati i *bioaccumulation factors* (BAFs) che nel caso specifico corrispondono al rapporto fra la concentrazione dei metalli nei Chetognati e nell'acqua marina campionata contemporaneamente. I BAFs sono risultati, in ordine decrescente: Cu: 61877, Al:10346, Fe:12484, Zn: 8589, Cd: 2899, Mn: 800, Pb: 281, Ni: 95, Co: 41.

Conclusioni - L'analisi qualitativa dei campioni raccolti evidenzia come in Mediterraneo, caratterizzato da distanze contenute tra le coste, sia difficile osservare la netta separazione tra specie neritiche (*S. enflata*) e pelagiche (*S. minima*). L'uso di organismi viventi per monitorare l'inquinamento da contaminanti chimici è in grado di fornire maggiori indicazioni sullo stato di salute di un ecosistema marino rispetto alle sole analisi chimico-fisiche. Le concentrazioni di Zn, Cu, Fe nei Chetognati ne confermano sia il ruolo di elementi essenziali, sia la loro naturale presenza nella colonna d'acqua. È noto, inoltre, che essi possono essere concentrati in maniera rilevante negli organismi acquatici, come dimostrato dagli elevati BAFs registrati nel presente studio. Cd e Pb, metalli non essenziali, registrano concentrazioni (0,052 e 0,408 mg kg⁻¹ rispettivamente) comparabili con quelle dello zooplancton di zone costiere del Mediterraneo (Rossi e Jamet, 2008). Tuttavia, la capacità dei Chetognati di bio-concentrare tali metalli, potenzialmente tossici, è elevata in particolare per il cadmio (BAF: 2899); il dato è probabilmente attribuibile alla loro dieta strettamente carnivora. In ambiente acquatico il Cd è accumulato da fitoplancton e macrofite e trasferito agli invertebrati marini nei quali tende a concentrarsi da 300 fino a 10.000 volte (Ghidini *et al.*, 2000). I Chetognati rappresentano un sensibile bioindicatore della presenza e biodisponibilità di elementi essenziali e non essenziali nell'ambiente acquatico, svolgendo un ruolo importante nel trasferimento di metalli nella catena alimentare.

Bibliografia

- BATTUELLO M., BRIZIO P., MUSSAT SARTOR R., NURRA N., PESSANI D., ABETE M.C., SQUADRONE S. (2016) - Zooplankton from a North Western Mediterranean area as a model of metal transfer in a marine environment. *Ecol. Indicators*, **66**: 440-451.
- EISLER R. (2010) - *Compendium of Trace Metals and Marine Biota. Vol. 1: Plants and Invertebrates*. Elsevier Science: 638 pp.
- GHIDINI S., DELBONO G., CAMPANINI G. (2000) - Livelli ed evoluzione di cadmio, mercurio ed arsenico nei pesci dell'Alto Adriatico. *Ann. Facoltà Medicina Veterinaria, Univ. Parma*, **20**: 133-143.
- GHIRARDELLI E. (2010) - Chaetognata. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte II. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (Suppl. 1): 616-618.
- KEHAYIAS G., KOUROUVAKALIS D. (2010) - Diel vertical migration and feeding of chaetognaths in coastal waters of the eastern Mediterranean. *Biologia*, **65** (2): 301-308.
- ROSSI N., JAMET J.L. (2008) - *In situ* heavy metals (copper, lead and cadmium) in different plankton compartments and suspended particulate matter in two coupled Mediterranean coastal ecosystems (Toulon Bay, France). *Mar. Pollut. Bull.*, **56**: 1862-1870.

F. CARELLA, S. ACETO, M.P. MOLLIKA, O. MANGONI, G. DE VICO

Department of Biology, University of Naples 'Federico II', Via Mezzocannone, 8 - 80134 Naples, Italy.
francesca.carella@unina.it

TISSUE LESIONS, GENE EXPRESSIONS,
OXIDATIVE STRESS AND ENVIRONMENTAL DATA
IN WILD POPULATIONS OF *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*
LAMARCK, 1819 FROM THE GULF OF NAPLES

*LESIONI ISTOPATOLOGICHE, ESPRESSIONE GENICA, STRESS
OSSIDATIVO E PARAMETRI AMBIENTALI CORRELATI IN
POPOLAZIONI DI MYTILUS GALLOPROVINCIALIS LAMARCK, 1819
DEL GOLFO DI NAPOLI*

Abstract - Molecular and tissue biomarkers were studied in mussel populations (*Mytilus galloprovincialis*) located in four different areas of the Gulf of Naples characterized by different anthropogenic conditions. The obtained data provided an insight into the biological stress responses of studied bivalves during the year, indicating that such measurements could be a useful addition to biomonitoring programs for the Campanian coastal areas.

Key-words: tissue biomarkers, bio-monitor, gene expression, oxidative stress.

Introduction - In the last few decades, several studies have highlighted the importance of biomarkers integrated approach in environment quality assessment. Bivalves are often used as *sentinel* organisms in monitoring programs to assess environmental integrity. They are exposed to a variety of natural stressors and these factors, together with genetic differences in susceptibility to stress, result in an increased variability of biomarker responses. Based on their physio-ecological characteristics (e.g. capability to filter and accumulate substances present in seawater), the mussels are considered good sentinel organisms whose monitoring can be used to determine the quality of the marine environment. In the present study, we carried out a multi-biomarker approach including tissue lesions (inflammations, tumours, change of sex), expression patterns of several genes namely *mdm*, *p53*, *HSP70*, *MT-10* and *MT-20*, oxidative stress indicators (H_2O_2 released, *SOD* - *SuperOxide Dismutase*) and environmental data (*T*, *S*, inorganic nutrient and *Chla*) during an annual life cycle (Lauenstein, 2012; Cajaraville *et al.*, 2000) of *Mytilus galloprovincialis*. Four different areas of the Gulf of Naples were sampled to establish possible negative biological responses associated with potential sources of stress and to determine spatial and seasonal trends. Moreover, it was also aimed to discriminate between useful biomarkers and those less helpful for environmental assessment.

Materials and methods - Four different stations were selected along the coast of the Campania region (southern Italy). The sites Litorale Domitio (LD), Pozzuoli (PO) and Torre del Greco (TG) are known as marine areas highly contaminated mainly by heavy metals and Naples (PN) has one of the largest tourist and commercial ports in the Mediterranean Sea and receives municipal discharges. Each sampling consisted of a total 60 specimens of *M. galloprovincialis*, used for the different analysis. Animals were processed for histopathology, gene expression (*p53*, *HSP70*, *MT-10* and *MT-20*), oxidative stress and energy (H_2O_2 , *SOD*, Lipid content). Surface temperature, salinity and dissolved oxygen values were acquired using a SBE 911 Plus CTD, water samples for the determination of trophic status (inorganic nutrient and chlorophyll *a*) were collected by means of Niskin bottles. *Principal Component*

Analysis (PCA) was performed using the SPSS 21 (SPSS Inc. 2013) to group the data set into few variables that could explain most of the variance associated to the samples.

Results - Specimens from the different areas showed diverse types of lesions, mostly represented by inflammations of various degree and type and atrophy of epithelial tubules of digestive gland. In particular, inflammatory responses such as haemocytic infiltration, nodules and capsules have been largely recorded in the digestive system of mussels, showing a temporal stratification, occasionally associated to protozoan pathogens. Cases of *Disorders of Sex Development* (DSD) represented by intersex, were present during Spring and Summer in three of the examined areas at higher percentage (10-15%). All but one the genes (*MT-20*) show expression levels generally higher than the acclimated controls during the time course of the samplings. All the examined genes show a peak of expression during the summer, and in some cases (e.g. *MT-10* for the PN sampling) the autumn. PN site showed, during the different times of the year, values significantly lower compared to the other sampling areas. The PN and TG sites show the highest mean values of the biomarkers examined. PCA analysis showed strong correlation with all the parameters, mostly linked to the areas other than to the sampling season. Mussel population showed greater presence of hermaphroditism also showed a strong correlation with the expression levels of *p53*, *MT-10*, *MT-20*, *HSP70* and high inorganic nutrient input. On the other side, presence of infiltrative and nodular inflammations were also linked to *MT-10*, *MT-20* values, but mostly with higher temperature, SOD and NH_4 .

Conclusions - Health status of sessile filter-feeding organisms in contaminated environments often reflect environmental status, both in terms of their ability to accumulate toxicants in their tissues, and through the impacts of such exposure on key biological processes (Rainbow and Phillips, 1993). A number of studies have used a multiple biomarker approach to compare the effects of pollutants on mussels but this is the first study in this area. In this study, PCA was run to identify those factors governing the principal components that explained the variability in biomarkers recorded throughout the monitoring period. Although there were seasonal differences, the sampling sites were clearly distinguishable based on the environmental data and biomarker responses. The occurrence of gonadal disorders, very rare in this species, was quite relevant, in literature linked to specific kind of pollutants, interfere with the physiological hormonal function in wildlife. In this study the obtained data provided insight into the biological stress responses of mussels into areas during the year, indicating that such measurements could be a useful addition to biomonitoring programs in the Gulf of Naples.

References

- CAJARAVILLE M.P., BEBIANNO M.J., BLASCO J., PORTE C., SARASQUETE C., VIARENGO A. (2000) - The use of biomarkers to assess the impact of pollution in coastal environments of the Iberian Peninsula: a practical approach. *Sci. Total Environ.*, **247**: 295-311.
- LAUENSTEIN G. (2012) - NOAA Flexes Mussels for Tracking Pollution. Available at <https://usresponserestoration.wordpress.com/2012/01/11/noaa-mussel-watch-program/>
- RAINBOW P.S., PHILLIPS D.J.H. (1993) - Cosmopolitan biomonitors of trace metals. *Mar. Pollut. Bull.*, **26** (11): 593-601.

E. CECERE, G. PORTACCI, A. PETROCELLI

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), CNR, Via Roma, 3 - 74123 Taranto, Italy.
antonella.petrocelli@iamc.cnr.it

ALIEN SEAWEEDS AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL IMPACT: THE CASE OF THE PHLEGREAN LAKES FUSARO AND MISENO (GULF OF NAPLES, TYRRHENIAN SEA)

MACROALGHE ALIENE COME INDICATORI DI IMPATTO AMBIENTALE: IL CASO DEI LAGHI FLEGREI FUSARO E MISENO (GOLFO DI NAPOLI, MAR TIRRENO)

Abstract - Alien seaweeds were investigated in the Campania Phlegrean lakes, within the framework of the Flagship Project RItMare Project. One species, *Hypnea cornuta* (Rhodophyta, Gigartinales) was found in the Fusaro Lake; three species were detected in the Miseno Lake: *Caulerpa cylindracea* (Chlorophyta, Bryopsidales), *Codium fragile* subsp. *fragile* (Chlorophyta, Bryopsidales) and *Gigartina* cf. *pistillata* (Rhodophyta, Gigartinales). Importation of aquaculture organisms seems the most likely hypothesis for their introduction.

Key-words: alien species, Phlegrean lakes, phytobenthos, Transitional Water Systems, Tyrrhenian Sea.

Introduction - Transitional Water Systems (TWSs) are coastal ecosystems characterised amongst the others by shallow depth, high variability in environmental parameters, high productivity (Faulwetter *et al.*, 2008). Benthic vegetation plays an important role in the functioning of TWSs. Its composition is strongly influenced by anthropogenic activities and, in fact, the wide spreading of alien species, recorded in the last decades, mainly interested TWSs (Cecere *et al.*, 2011). Together with coastal areas, these ecosystems are the site of most activities, which favour the introduction of alien species (e.g. aquaculture, port activities, mussel importation, yachting) (Pérez-Ruzafa *et al.*, 2011).

Materials and methods - In the framework of the Flagship Project RItMare, a summer sampling campaign was carried out in September 2013 in the Gulf of Naples, one of the Project sites of interest, aiming to detect the possible presence of alien seaweed species. In particular, since no previous data about the local phytobenthos were available, the Phlegrean Lakes, which are among the Campania TWSs, were investigated, performing only qualitative samplings. Those lakes, i.e. the Fusaro Lake, in ancient times named *Palus Acherusia*, and the Miseno Lake, the first Naval base of the Roman Empire in the Mediterranean, were commonly used for mollusc and fish farming by the ancient Romans. In the '70s, due to cholera outbreak, those activities were forbidden inside the lakes. Nowadays, mussel farming is again allowed into the Fusaro Lake, as the only brackish water zone in Campania, but also along the coastline of both the lakes, representing 38% of the regional mussel production.

Results - Four alien seaweeds were found, on a total of 29 species. One species, *Hypnea cornuta* (Kützinger) J. Agardh, was collected in the Fusaro Lake. Three species, *Caulerpa cylindracea* Sonder, *Codium fragile* (Suringar) Hariot subsp. *fragile* and *Gigartina* cf. *pistillata* (S.G. Gmelin) Stackhouse, were collected in the Miseno Lake. Moreover, the identification of a species belonging to the genus *Polysiphonia* is ongoing.

Conclusions - Apart from *C. cylindracea*, previously found in the Miseno area at the end of the nineties (Buia *et al.*, 2001), none of these species was ever reported

from the Gulf of Naples. Really, if the identification will be confirmed, *G. pistillata* should be the first report also for the Mediterranean Sea. Concerning the Miseno Lake, also the presence of three alien molluscs was reported recently: *Haminoea japonica* Pilsbry, 1895 (Mollusca, Gastropoda), *Anteaeolidiella foulisi* (Angas, 1864) (Mollusca, Gastropoda), *Gibbula albida* (Gmelin, 1791) (Mollusca, Gastropoda) (Crocetta *et al.*, 2013). This confirms one more time that TWSs are elective sites for alien species introduction. Due to the presence of mussel farming activities near the sampling area, it is highly probable that the introduction of alien seaweeds and alien molluscs could have occurred through the importation of edible molluscs from geographical areas where they are already present. Indeed, it is known that microscopic propagules and/or larvae may be present in intervalvar water and/or settled on the shells of the imported molluscs (Cecere *et al.*, 2016; Crocetta *et al.*, 2013). Therefore, concerning seaweeds, since in that occasion also some berths of the Naples harbour and the marinas of the local Naval League were object of sampling, and no alien species was found, we can state that once again the importation of aquaculture organisms for different purposes could prove to be the most important vector for alien introduction, as already reported for other Italian zones (Cecere *et al.*, 2016). Moreover, since a few thalli of *C. fragile* were observed flowing in and out of the Miseno Lake, according to the tide, and through the communication canal with the sea, a possible exchange of organisms between the TWS and the open sea is assumable for the future.

References

- BUIA M.C., GAMBI M.C., TERLIZZI A., MAZZELLA L. (2001) - Colonization of *Caulerpa racemosa* along the southern Italian coast: I. Distribution, phenological variability and ecological role. In: Gravez V., Ruitton S., Boudouresque C.F., Le Direac'h L., Meinesz A., Scabbia G., Verlaque M. (eds), *4th International Workshop on Caulerpa taxifolia*. GIS Posidonie Publisher: 352-360.
- CECERE E., MORO I., WOLF M.A., PETROCELLI A., VERLAQUE M., SFRISO A. (2011) - The introduced seaweed *Grateloupia turuturu* (Rhodophyta, Halymeniales) in two Mediterranean transitional water systems. *Bot. Mar.*, **54**: 23-33.
- CECERE E., PETROCELLI A., BELMONTE M., PORTACCI G., RUBINO F. (2016) - Activities and vectors responsible for the biological pollution in the Taranto seas (Mediterranean Sea, southern Italy): a review. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, **23**: 12797-12810.
- CROCETTA F., MACALI A., FURFARO G., COOKE S., VILLANI G., VALDÉS Á. (2013) - Alien molluscan species established along the Italian shores: an update, with discussions on some Mediterranean "alien species" categories. *ZooKeys*, **277**: 91-108.
- FAULWETTER S., GOTSIS P., REIZOPOULOU S., ORFANIDIS S., KEVREKIDIS T., NICOLAIDOU A., SIMBOURA N., MALEA P., DOUNAS C., MOGIAS A., VALAVANIS V., ARVANITIDIS C. (2008) - EInet: The Greek biodiversity transitional waters information system. An exemplar for the development of distributed information networks in Europe. *Aquat. Conserv.*, **18**: S135-S142.
- PÉREZ-RUZAFÁ Á., MARCOS C., PÉREZ-RUZAFÁ I.M. (2011) - Recent advances in coastal lagoons ecology: evolving old ideas and assumptions. *Transit. Waters Bull.*, **5**: 50-74.

Research carried out within the framework of the Flagship Project RiTMare.

O. DELL'ACQUA, P. DUBOIS*, S. M'ZOUZI*, V. ASNAGHI, M. CHIANTORE

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.
ombretta.dellacqua@gmail.com

*Biologie marine (BIOMAR), Campus du Solbosch, Université Libre de Bruxelles,
CP160/15, Av. F.D. Roosevelt, 50 - 1050 Bruxelles, Belgium.

EFFETTI DELL'ACIDIFICAZIONE OCEANICA SULLE PROPRIETÀ MECCANICHE DELLO SCHELETRO DEL RICCIO ANTARTICO *STERECHINUS NEUMAYERI*

EFFECTS OF OCEAN ACIDIFICATION ON MECHANICAL PROPERTIES OF THE ANTARCTIC SEA URCHIN STERECHINUS NEUMAYERI SKELETON

Abstract - This work investigated the effects of ocean acidification on the Antarctic sea urchin *Sterechinus neumayeri* skeleton after exposure to three different pH levels. Biomechanical measures were performed on ambital and apical plates and spines. Ambital plates resulted affected by pH (showing larger fragility), while apical plates and spines didn't show any significant effect.

Key-words: echinoderms, ocean acidification, sea urchins, Ross Sea, Antarctica.

Introduzione - L'acidificazione oceanica, causata dall'aumento della CO₂ atmosferica, è risaputo essere una minaccia per gli organismi marini (Trathan e Agnew, 2010). Le specie calcificanti (come gli echinodermi) sono particolarmente sensibili, in quanto lo scheletro carbonatico può subire dissoluzione e/o modificazioni strutturali (Gaylord *et al.*, 2011). Questo lavoro si inserisce nell'ambito del progetto PNRA ACAB, che si propone di studiare gli effetti dell'acidificazione oceanica su specie chiave e su reti trofiche delle comunità bentoniche antartiche. In questo studio abbiamo indagato le eventuali alterazioni biomeccaniche della teca del riccio di mare *Sterechinus neumayeri* (Meissner, 1900) dopo l'esposizione a diversi livelli di pH: controllo e quelli previsti dagli scenari IPCC per il 2100.

Materiali e metodi - Gli esemplari di riccio sono stati raccolti in immersione nel litorale di Baia Terra Nova (Mare di Ross, Antartide), nell'estate australe 2014-2015. Dopo 2 settimane di acclimatazione in acquario, sono stati sottoposti per un mese a tre diversi livelli di pH (controllo, cioè 8,16; acidificati: 7,8 e 7,6) con 2 repliche per ciascun livello. Rientrati congelati in Italia, gli esemplari sono stati dissezionati, puliti, essiccati e portati all'Università Libre de Bruxelles, dove le diverse parti dello scheletro sono state sottoposte ai test di bio-meccanica: *three-bending test* per le piastre ambitali, *bending test* per le spine e *compression test* per le piastre apicali (si veda Collard *et al.*, 2016 per dettagli). I test hanno restituito F_{max} (N), la forza necessaria alla rottura e le differenze tra i trattamenti sono stati testati tramite ANOVA (usando il software R).

Risultati - Un significativo effetto del pH è stato rilevato sulla resistenza alla rottura delle piastre ambitali (ANOVA, F_{2,90}=4,5303, p=0,01335). In particolare, la maggior differenza si è osservata tra controllo e pH 7,6 (p=0,0162). Differentemente, piastre apicali e spine non hanno messo in luce alcuna diminuzione di resistenza alla rottura, (F_{2,68}=1,9046, p=0,1567 per le apicali e F_{2,80}=0,5084 p=0,6034 per le spine) (Fig. 1).

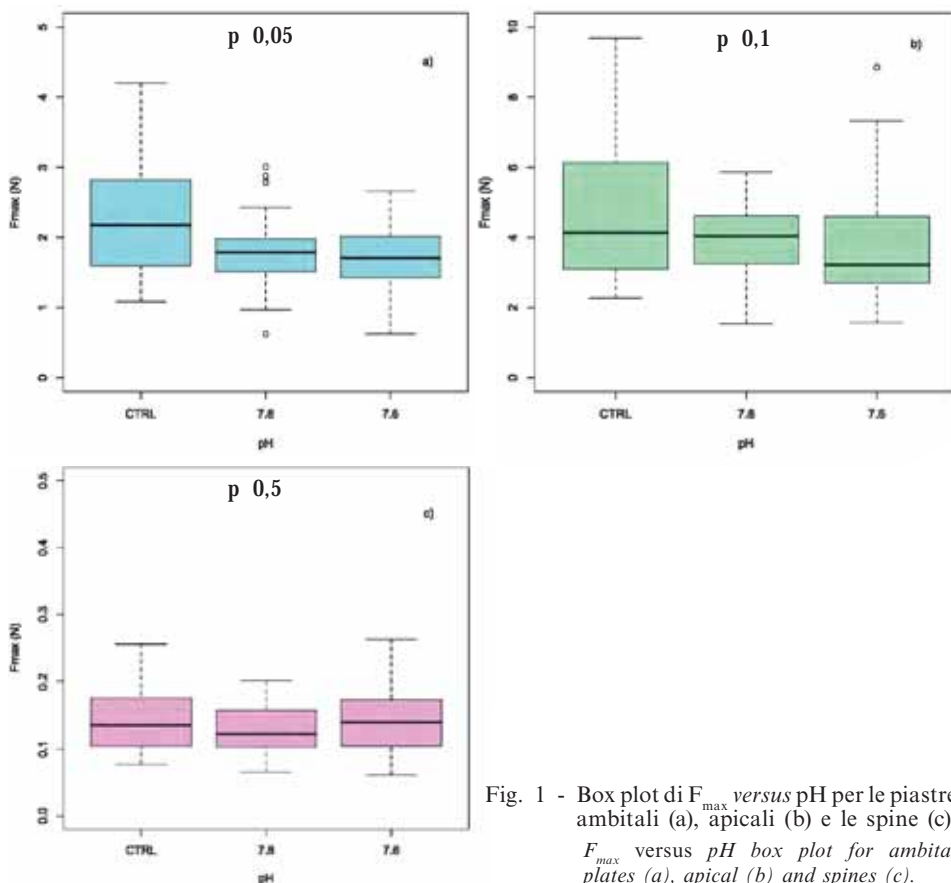


Fig. 1 - Box plot di F_{max} versus pH per le piastre ambitali (a), apicali (b) e le spine (c).
 F_{max} versus pH box plot for ambital plates (a), apical (b) and spines (c).

Conclusioni - I risultati mostrano evidenze preliminari di indebolimento dello scheletro di *S. neumayeri*, localizzato nelle placche ambitali, caratterizzate da maggiore età, da struttura meno compatta e da una minor copertura in materia organica rispetto alle altre strutture. Questa specie chiave del litorale antartico risulterà potenzialmente più predabile in uno scenario di modificazione funzionale delle comunità bentoniche antartiche in relazione al cambiamento globale, che vede l'arrivo di predatori durofagi (Aronson e Blake, 2001).

Bibliografia

- ARONSON R.B., BLAKE D.B. (2001) - Global climate change and the origin of modern benthic communities in Antarctica. *Amer. Zool.*, **41**: 27-39.
- COLLARD M., RASTRICK S.P.S., CALOSI P., DEMOLDER Y., DILLE J., FINDLAY H.S., HALL-SPENCER J.M., MILAZZO M., MOULIN L., WIDDICOMBE S., DEHAIRS F., DUBOIS P. (2016) - The impact of ocean acidification and warming on the skeletal mechanical properties of the sea urchin *Paracentrotus lividus* from laboratory and field observations. *ICES J. Mar. Sci.*, **73** (3): 727-738.
- GAYLORD B., HILL T.M., SANFORD E., LENZ E.A., JACOBS L.A., SATO K.N., RUSSELL A.D., HETTINGER A. (2011) - Functional impacts of ocean acidification in an ecologically critical foundation species. *J. Exp. Biol.*, **214**: 2586-2594.
- TRATHAN P.N., AGNEW D. (2010) - Climate change and the Antarctic marine ecosystem: an essay on management implications. *Antarct. Sci.*, **22** (4): 387-398.

S. LO BRUTTO, D. IACIOFANO, E. SCHIMMENTI, H. LUBINEVSKY¹, B.S. GALIL¹, G. BAZAN²

Section of Animal Biology, Dept. STeBiCeF, University of Palermo,
Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italy.
sabrina.lobrutto@unipa.it

¹National Institute of Oceanography, I.O.L.R. - 31080 Haifa, Israel.

²Section of Botany and Plant Ecology, Dept. STeBiCeF, University of Palermo, Palermo, Italy.

ENVIRONMENTAL QUALITY OF SOFT-BOTTOM IN HAIFA BAY (ISRAEL): AMPHIPOD ASSEMBLAGES

QUALITÀ AMBIENTALE DEI FONDI MOBILI NELLA BAIÀ DI HAIFA (ISRAELE): FAUNA A CROSTACEI ANFIPODI

Abstract - Ecological information concerning amphipods and representation of their spatial distribution through GIS provides an estimate of local environmental quality.

Key-words: eastern Mediterranean Sea, Geographic Information System (GIS).

Introduction - Haifa Bay is impacted by urban, industrial and agricultural wastes; the seabed biota is mainly composed of short-lived, opportunistic pollution-tolerant species. The crustacean amphipod assemblages are proposed as descriptors of environmental quality of polluted soft bottoms.

Materials and methods - Amphipod crustaceans, collected at 41 sites, at depths between 5 and 30 m, during monitoring surveys between 2010 and 2014, were analysed. At each site, three replicate samples were collected using a 32×35 cm Van-Veen grab, preserved in 70% alcohol and sieved through a 250 µm mesh. A total of 8413 specimens were identified to 34 genera. Of these, members of 6 genera (*Ampelisca* spp., *Bathyporeia* sp., *Cheiriphotis* sp., *Perioculodes* sp., *Photis* sp., *Urothoe* sp.), which made up about 78% of the total abundance, and considered sensitive to organic enrichment (Borja *et al.*, 2000) were analyzed. We used ESRI ArcGIS 10.2 software to present the spatial spread and display faunal patterns. A distribution map was built by locating samples (including replicates) in 276 points. The number of specimens was presented by 5 size classes and displayed as graduated circles of different size; absence was indicated by a cross-mark.

Results - No variation in abundance was observed for *Bathyporeia* sp. and *Urothoe* sp., while unexpected and occasionally increases were detected for the other four taxa (Fig. 1), not directly associated with high organic load. In 2010, *Cheiriphotis* sp. populations increased in the southern part of Haifa Bay (N=55) whereas *Perioculodes* sp. populations increased in the northern part of Bay (four sites, 52<N<224). In 2011, in the southern part of Haifa Bay, *Cheiriphotis* sp. (N=241) and *Photis* sp. (N=118) populations increased in a highly polluted area (one site), whereas *Ampelisca* spp. (N=52) and *Perioculodes* sp. (N=283) populations increased in a nearby yet less polluted area (one station). In 2014, in the northern part of Haifa Bay, a similar event was observed near the Na'aman stream (one site): *Cheiriphotis* sp. (N=1792) and *Photis* sp. (N=751) greatly increased; while in a nearby yet less polluted area *Ampelisca* spp. (N=7) and *Perioculodes* sp. (N=42) abundances remained low.

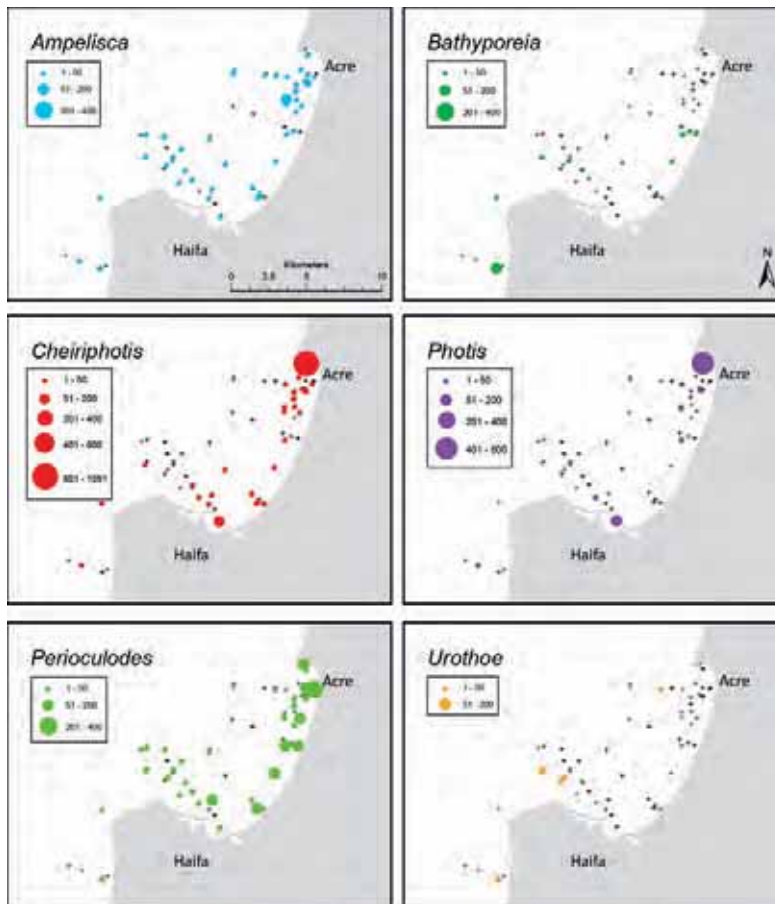


Fig. 1 - Abundance and distribution of 6 amphipod taxa in Haifa Bay (Israel), 2010-2014.

Abbondanza e distribuzione di 6 taxa di anfipodi, nella Baia di Haifa, raccolti tra il 2010 e il 2014.

Conclusions - With the exception of *Urothoe* sp. and *Bathyporeia* sp., the analyzed taxa represent the most common genera in a highly polluted urbanized bay. Our findings contradict the premise of Borja *et al.* (2000) that species of the genera *Ampelisca*, *Periocolodes* and *Photis* are “very sensitive to organic enrichment and present under unpolluted conditions” (*Cheiriphotis* was not evaluated). We propose that such genera are tolerant of organic enrichment. Their greatly increased abundance in 2014 was concomitant with the establishment of a population of an Erythraean alien species, *Grandidierella bonnieroides* Stephensen, 1948 (Lo Brutto *et al.*, 2016), and merits further research.

References

- BORJA A., FRANCO J., PÉREZ V. (2000) - A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Mar. Pollut. Bull.*, **40** (12): 1100-1114.
- LO BRUTTO S., IACIOFANO D., LUBINEVSKY H., GALIL B.S. (2016) - *Grandidierella bonnieroides* Stephensen, 1948 (Amphipoda, Aoridae). First record of an established population in the Mediterranean Sea. *Zootaxa*, **4092** (4): 518-528.

M. MAGAGNINI, D. BIGAZZI, L. GIACCAGLIA, V. CATALANO¹, F. PEDUTO¹, F. SESSA¹,
F. DI STEFANO², M. ARMENI, D. RANESI¹

EcoTechSystems S.r.L., Via Caduti del Lavoro, 27 - 60131 Ancona, Italia.
magagnini@ecots.it

¹Provincia di Salerno, Via R. Mauri, 63 - 84129 Salerno, Italia.

²Associazione Italiana Scienze Ambientali (AISA), Via Nicolò V, 19 - 00165 Roma, Italia.

BIODIVERSITÀ DEL MACROZOOBENTHOS NEI SEDIMENTI COSTIERI DEL GOLFO DI SALERNO

BIODIVERSITY OF MACROZOOBENTHOS IN COASTAL SEDIMENTS OF THE GULF OF SALERNO

Abstract - Abundance and biodiversity of macrozoobenthos, together with the physico-chemical features of water column and the concentrations of inorganic nutrients, were investigated along 7 transects in the Gulf of Salerno. Results indicated an oligotrophic environment, characterized by a slight increase of nutrients in proximity of the coast and of riverine inputs. The abundance and biodiversity of macrozoobenthos displayed a clear pattern in all transects, increasing with depth and distance from the coast. Such distribution could be influenced by differences in sediment grain size and anthropogenic impacts.

Key-words: macrozoobenthos, biodiversity, inorganic nutrients, sediment, Gulf of Salerno.

Introduzione - Nell'ambito Grande Progetto "Interventi di difesa e ripascimento del litorale del Golfo di Salerno" è stata condotta una caratterizzazione biocenotica dei sedimenti costieri dell'area marina da Pontecagnano Faiano a Capaccio, al fine di determinare le condizioni ambientali *ex ante* per i futuri interventi di difesa della costa. I popolamenti macrobentonici di fondo molle sono, infatti, di primaria importanza per la loro capacità di rispondere a variazioni ambientali sia di origine naturale che antropica, in quanto dipendenti da fattori biotici ed abiotici caratterizzati da una notevole variabilità sia spaziale che temporale, quali l'idrodinamismo, la granulometria del substrato e la presenza di sostanze inquinanti.

Materiali e metodi - Campioni di sedimento sono stati prelevati nell'aprile 2014 su un totale di 35 stazioni localizzate lungo 7 transetti costa-largo posti nell'area costiera del Golfo di Salerno. Il campionamento è stato effettuato a profondità comprese tra 2 e 20 m. Le specie riscontrate in ciascuna stazione sono state confrontate con quelle caratteristiche delle biocenosi bentoniche di fondi mobili descritte da Pérès e Picard (1964). Sono stati determinati: 1) numero di individui totali e per specie; 2) numero di specie; 3) indice di diversità specifica (Shannon e Weaver, 1949); 4) indice di dominanza (Simpson, 1949); 5) indice di ricchezza specifica (Margalef, 1958); 6) indice di equitabilità (i.e. *evenness*; Pielou, 1966); 7) AMBI ed M-AMBI (Borja e Dauer, 2008). Sono inoltre state determinate le caratteristiche fisico-chimiche delle acque, quali salinità, temperatura, concentrazione di ossigeno disciolto, concentrazione di nutrienti inorganici (NH_4 , NO_2 , NO_3 , azoto totale, fosforo totale e SiOH_4) secondo Strickland e Parsons (1972).

Risultati - Nel corso della presente indagine sono stati osservati un totale di 145 *taxa* differenti. Il gruppo tassonomico con più elevata ricchezza specifica è risultato quello dei molluschi, con 55 specie, seguito da policheti e crostacei, rispettivamente con 47 e 36 specie individuate. Tra gli echinodermi sono state osservate soltanto 3 specie. Sono stati rinvenuti per lo più organismi tipici delle biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC; Pérès e Picard, 1964). Alcune tra le specie caratteristiche

esclusive di questa biocenosi, come i bivalvi *Pharus legumen* (Linnaeus, 1758) e *Solen marginatus* Pulteney, 1799, l'anellide *Sigalion mathildae* Audouin & Milne Edwards in Cuvier, 1830 ed il cumaceo *Iphinoe trispinosa* (Goodsir, 1843), nonché specie caratteristiche preferenziali come gli anellidi *Owenia fusiformis* Delle Chiaje, 1844 e *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, sono state individuate in tutti i transetti ed a tutte le batimetriche considerate. Il numero di specie, compreso tra 6 e 54, ha mostrato un incremento dei valori all'aumentare della profondità fino alla batimetrica dei 10 m, dove sono state registrate le abbondanze più elevate nella maggior parte dei transetti. Un andamento simile è stato osservato per gli indici di biodiversità di Margalef (D) e di Shannon (H'), con range di valori medi compresi rispettivamente tra 0,51 e 4,98, e tra 1,10 e 3,10. In generale, è stato osservato un incremento della biodiversità passando dalle stazioni meno profonde a quelle più profonde fino alla batimetrica dei 10-15 m. Altresì, tra i 15 e i 20 m di profondità, è stato registrato, nella maggior parte dei transetti, un lieve decremento in termini di ricchezza specifica. L'indice di Pielou (range 0,60-0,98) evidenziava una minore ripartizione delle specie entro la batimetrica dei 5 m rispetto alle stazioni più profonde. L'indice di Simpson ha evidenziato i massimi valori di ogni transetto entro i 5 m di profondità (range 0,07-0,49). Per quanto concerne l'indice AMBI, i valori registrati in tutta l'area, compresi tra 0,81 e 3,45, permettono di associare alla maggior parte delle stazioni un grado di disturbo "lieve". I valori dell'indice M-AMBI riscontrati (range 0,33-0,96) indicavano generalmente stati ecologici peggiori (povero-buono) nelle stazioni più prossime alla costa, e migliori (buono-elevato) nelle stazioni poste oltre i 10 m di profondità. Le acque costiere, pur risultando complessivamente oligotrofiche, hanno mostrato salinità più ridotte e concentrazioni di nutrienti inorganici (composti dell'azoto e del fosforo) e di silicati più elevate in prossimità della linea di riva o in presenza di foci di fiumi e di torrenti.

Conclusioni - I chiari gradienti osservati nell'abbondanza e biodiversità del macrozoobenthos rappresentano potenzialmente l'effetto delle differenze di granulometria osservate tra i sedimenti prossimi alla linea di riva e quelli posti verso il largo, unitamente alle più elevate pressioni antropiche insistenti in prossimità della costa, ed in particolare nelle vicinanze di fiumi e scarichi, che possono influenzare la qualità delle acque modificandone localmente le caratteristiche chimico-fisiche e trofiche.

Bibliografia

- BORJA A., DAUER D.M. (2008) - Assessing the environmental quality status in estuarine and coastal systems: comparing methodologies and indices. *Ecol. Indicators*, **8**: 331-337.
- MARGALEF R. (1958) - Information theory in ecology. *Gen. Syst.*, **3**: 36-71.
- PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Méditerranée. *Rec. Trav. St. mar. Endoume*, **31**: 1-137.
- PIELOU E.C. (1966) - The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, **13**: 131-144.
- SHANNON C.E., WEAVER W. (1949) - *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, Illinois: 117 pp.
- SIMPSON E.H. (1949) - Measurement of diversity. *Nature*, **163**: 688.
- STRICKLAND J.D.H., PARSONS T.R. (1972) - A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, **167**: 311 pp.

S. REDOLFI BRISTOL, F. CAVRARO, R. FIORIN*, M. ZUCCHETTA, P. FRANZOI

Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica (DAIS), Università Ca' Foscari di Venezia,
Via Torino, 155 - 30172 Venezia Mestre, Italia.
simone.redolfibristol@unive.it

*Laguna Project snc, Castello 6411 - 30122 Venezia, Italia.

MONITORAGGIO BIENNALE DEGLI INGRESSI DI UOVA, LARVE E GIOVANILI DI PESCI IN LAGUNA DI VENEZIA

TWO YEARS MONITORING OF EGGS, LARVAE AND JUVENILES OF FISHES IN THE VENICE LAGOON

Abstract - *The distribution of early life stages of marine migrant fish is an important component to assess the ecological connectivity between the sea and the lagoon. This study of the whole ichthyoplanktonic component, the first quantitative study in the Venice lagoon, described the concentration of latter life stages (larvae and juveniles) of marine migrant fishes in lagoon waters where they reach higher densities than in the sea.*

Key-words: *lagoons, fish, ichthyoplankton, migratory species.*

Introduzione - Un aspetto cruciale per la funzionalità delle lagune costiere è rappresentato dalla connettività con il mare e, in particolare, dal flusso di organismi dal mare alla laguna e viceversa. A questo riguardo, una componente estremamente significativa è rappresentata dalle specie ittiche appartenenti al gruppo dei “migratori marini giovanili” (MM) le quali, durante le prime fasi di vita, utilizzano le lagune come aree di *nursery* (Sheaves *et al.*, 2015). Vengono qui riportati i risultati dei primi due anni di monitoraggio dell’ingresso di uova, larve e giovanili di teleostei marini in laguna di Venezia. Lo scopo dello studio è quello di stabilire una condizione di riferimento della connettività mare-laguna antecedente alla messa in opera del Mo.S.E. (il sistema di barriere mobili per la difesa di Venezia dalle acque alte). Una volta in funzione tale opera, interrompendo temporaneamente gli scambi di acqua fra il mare e la laguna, potrebbe infatti alterare il flusso di organismi in transito.

Materiali e metodi - Il piano di campionamento, biennale e su base stagionale, ha previsto la raccolta di 240 campioni di ittioplancton e di 104 campioni di giovanili, utilizzando rispettivamente retini di tipo *bongo net* e una sciabica da spiaggia a maglia fitta. I campionamenti sono stati condotti, lungo un gradiente mare-laguna, nel sottobacino Nord della laguna di Venezia e nell’area marina prossima alla bocca di Porto di Lido (Fig. 1). Per valutare la connettività fra mare e laguna è stato calcolato, per la sola componente dei MM e separatamente per i differenti stadi di sviluppo, un indice di colonizzazione delle acque lagunari, definito come rapporto fra la densità media di individui all’interno della laguna rispetto alla densità totale (somma delle densità medie registrate in mare e in laguna). L’indice valuta il grado di ritenzione all’interno dell’ambiente lagunare e può variare tra 0, quando gli individui sono presenti solo in mare, e 1, quando le presenze sono concentrate esclusivamente in laguna.

Risultati - Durante i campionamenti sono state rinvenute uova e larve attribuibili complessivamente a 30 differenti *taxa*, dei quali almeno 8 ascrivibili al gruppo dei MM (Fig. 1). Considerando i soli giovanili, sono stati catturati esemplari riconducibili a 34 specie, 14 delle quali appartenenti al gruppo dei MM. Limitatamente alle densità

di MM, si sono osservate differenze significative tra mare e laguna solo nel caso delle uova, con densità minori in laguna. L'indice di colonizzazione ha evidenziato differenze tra stadi di sviluppo (Fig. 1): le uova, trasportate passivamente dalle correnti, sono più abbondanti in mare, mentre i giovanili tendono a concentrarsi all'interno della laguna.

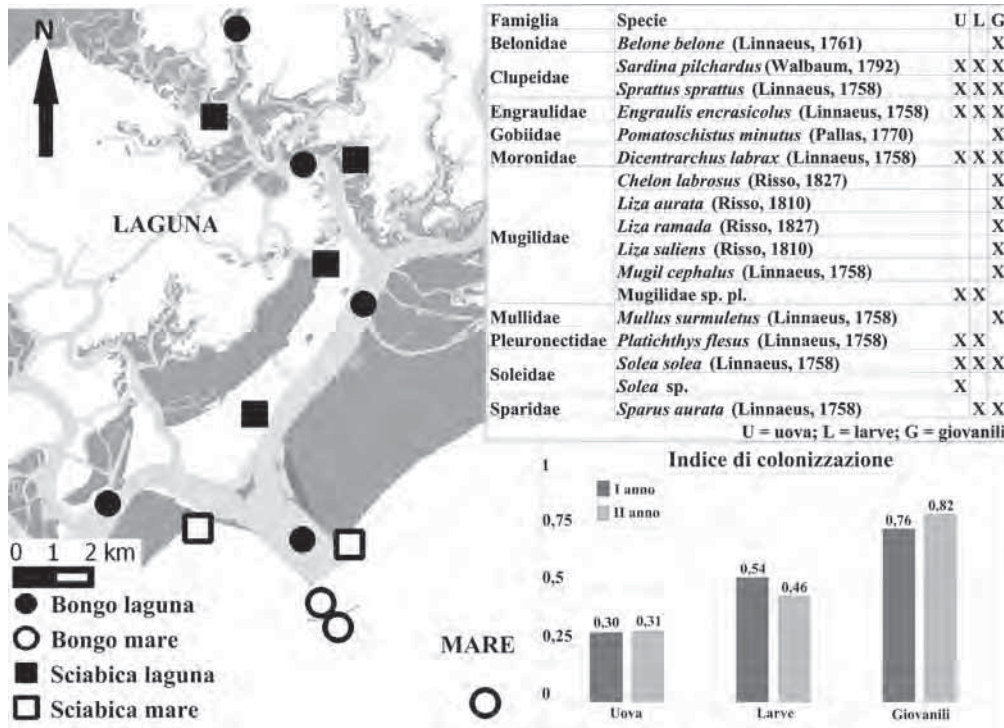


Fig. 1 - Sinistra: localizzazione delle stazioni di campionamento. Destra: elenco dei taxa migratori marini rinvenuti nei campioni (sopra), indice di colonizzazione (sotto).

Left: sampling sites. Right: list of marine migrant taxa (top), accumulation index (down).

Conclusioni - Nel complesso i risultati hanno evidenziato che i MM, dopo essersi riprodotti in mare, sono presenti in laguna a differenti stadi di sviluppo (uova ma soprattutto larve e giovanili). La distribuzione di questa componente biotica sembra quindi rappresentare un adeguato indicatore biologico delle caratteristiche idrodinamiche del sistema lagunare (Chiappa-Carrara *et al.*, 2003) e della connettività mare-laguna, che potrebbe essere modificata dall'interruzione dei flussi mare-laguna a seguito della messa in funzione delle barriere mobili del sistema Mo.S.E.

Bibliografia

CHIAPPA-CARRARA X., SANVICENTE-AÑORVE L., MONREAL-GÓMEZ A., SALAS DE LEÓN D. (2003) - Ichthyoplankton distribution as an indicator of hydrodynamic conditions of a lagoon system in the Mexican Caribbean. *J. Plankton Res.*, **25** (7): 687-696.
 SHEAVES M., BAKER R., NAGELKERKEN I., CONNOLLY R.M. (2015) - True value of estuarine and coastal nurseries for fish: incorporating complexity and dynamics. *Estuar. Coasts*, **38**: 401-414.

L. RIZZO², M.I. ACQUAVIVA¹, E. CECERE¹, M. NARRACCI¹, A. PETROCELLI¹,
L. STABILI^{1,2}, R.A. CAVALLO¹

¹Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, CNR, U.O.S. di Taranto, Via Roma, 3 - 70400 Taranto, Italia.
rosanna.cavallo@iamc.cnr.it

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

L'ALGA INVASIVA *UNDARIA PINNATIFIDA*
(LAMINARIALES, PHAEOPHYCEAE):
UNA FONTE DI COMPOSTI ANTIBATTERICI

THE INVASIVE SEAWEED UNDARIA PINNATIFIDA
(LAMINARIALES, PHAEOPHYCEAE):
A SOURCE OF ANTIBACTERIAL COMPOUNDS

Abstract - In the present study we evaluated the antibacterial activity of blade, sporophyll and holdfast lipidic extracts of the invasive seaweed *Undaria pinnatifida*, against some *Vibrio* species. The results showed that the alga has antibacterial activity against the *Vibrio* strains tested. These results are noteworthy considering the resistance against antibiotics developed by bacteria and the need to control fish diseases due to vibriosis.

Key-words: Adriatic Sea, antimicrobial activity, *Undaria pinnatifida*.

Introduzione - In Mediterraneo sono state segnalate circa 1000 specie non-indigene. Tra queste l'alga bruna *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar, è attualmente inclusa nell'elenco delle 100 specie a maggiore potenziale d'invasione per il Mediterraneo (Streftaris e Zenetos, 2006). La Laguna di Venezia è un sito particolarmente recettivo per le specie non-indigene, data la presenza di un intenso traffico marittimo e di numerosi impianti di acquacoltura. *Undaria pinnatifida* è stata segnalata nei primi anni '90 per la prima volta in laguna, per poi diffondersi progressivamente negli anni successivi lungo i canali di Chioggia e di Venezia, diventando così la specie dominante, per densità e biomassa, nel periodo dell'anno che va da febbraio a giugno (Sfriso e Facca, 2013). Tuttavia, se da un lato le macroalghe non indigene rappresentano una minaccia per la biodiversità (Williams e Smith, 2007), dall'altro rappresentano una fonte potenziale per la produzione di metaboliti quali polisaccaridi, lipidi, proteine, carotenoidi, vitamine, steroli, enzimi, antibiotici (Colwell, 1983). Nel presente lavoro è stata condotta un'indagine sugli estratti lipidici di *U. pinnatifida* al fine di verificare la presenza di attività antibatterica.

Materiali e metodi - Alcuni talli di *U. pinnatifida* sono stati raccolti nella Laguna di Venezia nel marzo 2015, in corrispondenza del periodo di crescita dello sporofito. I talli, una volta raccolti sono stati accuratamente lavati con acqua sterile, suddivisi in lamina fogliare, sporofillo e rizoide ed essiccati (60 °C per 48 ore). Gli estratti algali sono stati ottenuti mediante l'utilizzo di un estrattore Soxhlet (55-60 °C per 24 ore) usando una soluzione di cloroformio/metanolo 2:1. L'estratto algale ottenuto è stato quindi essiccato, risospeso in etanolo con una concentrazione finale di 5 mg/ml e utilizzato per valutare l'attività antimicrobica mediante saggio di inibizione di crescita batterica in piastra (metodo Kirby Bauer; Bauer *et al.*, 1966). Per tali saggi sono stati utilizzati alcuni ceppi di vibroni marini coltivati in *Marine Broth*. La concentrazione di tali batteri è stata determinata spettrofotometricamente a 540 nm e corretta fino al raggiungimento di 10⁻⁸ CFU ml⁻¹. Per l'esecuzione del saggio di attività antibatterica un'aliquota pari a 100 µl di ciascuna sospensione batterica è stata seminata per *spread plate* su piastre contenenti 30 ml di Marine Agar.

Su ogni piastra, sono stati adagiati dischetti di carta Whatman N° 1 sterili di 6 mm di diametro imbevuti con 100 µl dei differenti estratti algali da saggiare. Il controllo negativo è stato effettuato procedendo con lo stesso metodo e utilizzando dischetti imbevuti con 100 µl del solo solvente. Dopo il periodo di incubazione (24 ore a 30 °C) la zona di inibizione attorno al disco evidenziava l'attività antibatterica dell'estratto relativo.

Risultati - Tutti gli estratti algali testati, esibiscono attività antibatterica contro i vibrioni saggiati. In particolare, l'estratto lipidico dello sporofillo e del rizoide hanno attività antibatterica contro i vibrioni *Vibrio littoralis*, *V. mediterranei* e *V. inusitatus*. La lamina fogliare ha una maggiore azione antibatterica, infatti presenta anche attività contro *V. diazotrophicus*, *V. chagasii* e *V. splendidus* (Tab. 1).

Tab. 1 - Attività antibatterica dell'alga invasiva *Undaria pinnatifida*.
Antibacterial activity of invasive seaweed *Undaria pinnatifida*.

	Lamina fogliare	Sporofillo	Rizoide
<i>V. littoralis</i>	+	+	+
<i>V. mediterranei</i>	+	+	+
<i>V. inusitatus</i>	+	+	+
<i>V. diazotrophicus</i>	+	-	-
<i>V. chagasii</i>	+	-	-
<i>V. splendidus</i>	+	-	-

Conclusioni - L'alga invasiva *U. pinnatifida* possiede capacità antibatterica contro i vibrioni. In particolare, la lamina fogliare inibisce tutti i vibrioni testati. Poiché la sovrapproduzione di biomassa di alghe invasive rappresenta una potenziale minaccia per gli ecosistemi marini in tutto il mondo, lo sfruttamento di queste biomasse con potenziali proprietà antimicrobiche dovrebbe essere incoraggiato e potrebbe rappresentare una valida alternativa alle irrealistiche campagne di eradicazione (Mollo *et al.*, 2015). L'evidenza di nuovi composti antibatterici estratti dall'alga esaminata, capaci di agire contro i vibrioni, è pertanto interessante sia considerando l'aumentata frequenza della patogenicità di alcuni vibrioni per i pesci d'allevamento, sia valutando l'aumento delle malattie di organismi marini associate ai vibrioni in svariati Paesi, legato ai cambiamenti climatici su scala globale.

Bibliografia

- BAUER A.W., KIRBY W.M., SHERRIS J.C., TURCK M. (1966) - Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am. J. Clin. Pathol.*, **45**: 493-496.
- COLWELL R.R. (1983) - Biotechnology in the marine science. *Science*, **222**: 19-24.
- MOLLO E., CIMINO G., GHISELIN M.T. (2015) - Alien biomolecules: a new challenge for natural product chemists. *Biol. Invasions*, **17** (3): 941-950.
- SFRISO A., FACCA C. (2013) - Annual growth and environmental relationships of the invasive species *Sargassum muticum* and *Undaria pinnatifida* in the lagoon of Venice. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **129**: 162-172.
- STREFTARIS N., ZENETOS A. (2006) - Alien Marine Species in the Mediterranean. The 100 'Worst Invasives' and their impact. *Mediterr. Mar. Sci.*, **7**: 87-118.
- WILLIAMS S.L., SMITH J.E. (2007) - A global review of the distribution, taxonomy, and impacts of introduced seaweeds. *Annu. Rev. Ecol. Evol. S.*, **38**: 327-359.

S. SQUADRONE, L. FAVARO¹, P. BRIZIO, G. MONACO, V. ISAJA², M.C. ABETE

Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta,
Via Bologna, 148 - 10154 Torino, Italia.
Stefania.Squadrone@izsto.it

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.

²Zoom Torino, Strada Piscina, 36 - 10040 Cumiana (TO), Italia.

CONTENUTO DI ELEMENTI IN TRACCIA NELLE PENNE DI PINGUINI AFRICANI (*SPHENISCUS DEMERSUS* LINNAEUS, 1758) OSPITATI *EX-SITU*

TRACE ELEMENTS IN FEATHERS OF CAPTIVE AFRICAN PENGUINS (SPHENISCUS DEMERSUS LINNAEUS, 1758)

Abstract - Bird feathers have been proven to be reliable indicators of metal exposure originating from contaminated food and polluted environments. The concentrations of 15 essential and non-essential metals were determined in the feathers of a large captive colony of African penguins. Mercury levels reflected the bioaccumulation phenomena that occur through marine food chains. Concentrations of chromium, manganese, and nickel were comparable to those registered in feathers of birds living in polluted areas. These findings suggest that the colony was affected by a moderate contamination. Our results are important for comparative studies regarding the health, nutrition and welfare of seabirds kept under human care.

Key-words: captive seabirds, heavy metals, jackass penguin.

Introduzione - L'analisi dei metalli in traccia contenuti nel piumaggio è diventato il metodo più utilizzato per valutare la contaminazione da metalli pesanti negli uccelli (Abbasi *et al.*, 2015). Diversi metalli hanno, infatti, una forte affinità per i gruppi sulfidrilici e vengono pertanto incorporati nella cheratina delle piume (Dmowski, 1999). Durante la loro crescita, le piume sono irrorate dai vasi sanguigni e i metalli ingeriti con il cibo vengono immagazzinati al loro interno, riflettendo così il livello di contaminazione a cui è soggetto l'animale (Burger, 1993). I pinguini sono uccelli marini al vertice della catena alimentare e pertanto possono accumulare metalli a concentrazioni di parecchi ordini di grandezza superiori a quelle presenti nell'ambiente circostante (Markowski *et al.*, 2013). In numerosi zoo ed acquari Europei, i pinguini hanno una dieta essenzialmente composta da aringhe. Questo pescato può contenere livelli elevati di contaminanti (Pohl e Hennings, 2009). Inoltre, i pinguini *ex-situ* sono direttamente esposti ai contaminanti di origine antropica poiché spesso le strutture che li ospitano sono in prossimità di aree metropolitane altamente industrializzate.

Materiali e metodi - 0,2 g di piume sono stati prelevati, prima della muta annuale, a ciascuno dei 49 pinguini africani ospitati presso il bioparco Zoom di Torino. In questa struttura i pinguini vivono in un'area all'aperto di 1500 m². Il taglio è stato effettuato a livello del calamo, in modo da non causare nessuna sofferenza agli animali. Inoltre, è stato prelevato ed analizzato anche un campione di pesce utilizzato per l'alimentazione (i.e. *Clupea harengus* Linnaeus, 1758). In laboratorio la quantificazione di Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Sb, Se, Sn, V e Zn è stata effettuata tramite spettrometro di massa a plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS Xseries II, Thermo Scientific) e previa digestione acida con HNO₃ e H₂O₂ in forno a microonde ad alta temperatura. Rodio e germanio sono stati utilizzati come standard interni e le prestazioni analitiche sono state verificate tramite l'utilizzo di Materiali di Riferimento Certificati (Oyster Tissue-SRM 1566b NIST). Il mercurio è stato determinato con analizzatore diretto di Hg (DMA-80, Milestone srl). Il limite di quantificazione del metodo (LOQ) per gli elementi analizzati è di 0,010 mg Kg⁻¹.

Risultati - Le concentrazioni medie riscontrate per ogni elemento (Fig. 1) seguono il seguente andamento: Fe>Zn>Ni>Al>Cu>Cr>Mn>Se>Hg>Sn>Pb>Cd>V>Co>As.

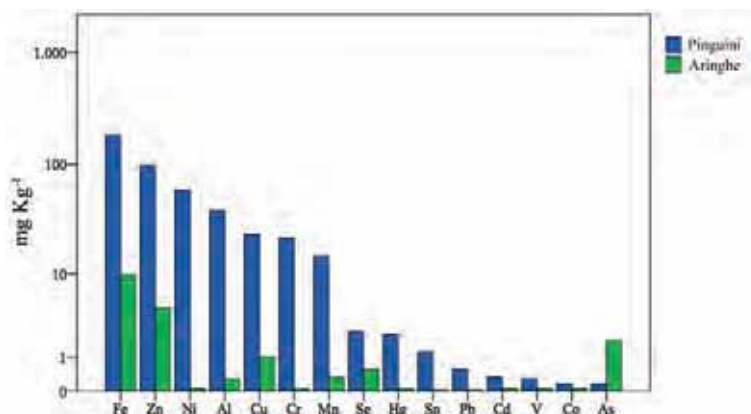


Fig. 1 - Concentrazioni medie degli elementi in traccia nelle penne dei pinguini e nelle aringhe.
Mean concentrations of trace elements in penguin feathers and herrings.

Il ferro, oligoelemento essenziale, è l'elemento più abbondante e la sua concentrazione riflette la biodisponibilità riscontrata anche nel cibo dei pinguini. Si ipotizza che gli alti livelli di Zn nella colonia esaminata siano un adattamento alla contaminazione da Cd e Hg che i pinguini assumono attraverso la dieta (Burger, 1993). Questi due elementi presentano, infatti, livelli superiori a quelli attesi. Inoltre, i livelli di Ni, Cr e Mn rilevati sono paragonabili a quelli riscontrati in altri uccelli che vivono in prossimità di aree industrializzate (Abbasi *et al.*, 2015). Questo può essere spiegato dal fatto che il bioparco Zoom si trova nella Pianura Padana, l'area più industrializzata del Nord Italia.

Conclusioni - È noto che esiste una correlazione tra la concentrazione dei metalli presenti nella dieta dei pinguini e quella riscontrata nelle piume. La colonia da noi esaminata segue una dieta omogenea composta esclusivamente da aringhe del Nord Atlantico (zona FAO 27). Questo spiega il livello riscontrato nelle piume di metalli come Hg e Cd, che biomagnificano nella catena alimentare marina. Inoltre, i livelli riscontrati di Ni, Cr e Mn indicano che all'interno dell'area di studio i pinguini sono esposti a ricadute di polveri contaminate, probabilmente correlate all'elevato grado di urbanizzazione dell'area.

Bibliografia

- ABBASI N.A., JASPERS V.L.B., CHAUDHRY M.J.I., ALI S., MALIK R.N. (2015) - Influence of taxa, trophic level, and location on bioaccumulation of toxic metals in bird's feathers: a preliminary biomonitoring study using multiple bird species from Pakistan. *Chemosphere*, **120**: 527-537.
- BURGER J. (1993) - Metals in avian feathers: bioindicators of environmental pollution. *Rev. Environ. Contam. T.*, **5**: 203-311.
- DMOWSKI K. (1999) - Birds as bioindicators of heavy metal pollution: review and examples concerning European species. *Acta Ornithologica*, **34**: 1-25.
- MARKOWSKI M., KALIŃSKI A., SKWARSKA J., WAWRZYŃIAK J., BAŃBURA M., MARKOWSKI J., ZIELIŃSKI P., BAŃBURA J. (2013) - Avian feathers as bioindicators of the exposure to heavy metal contamination of food. *B. Environ. Contam. Tox.*, **91**: 302-305.
- POHL C., HENNINGS U. (2009) - Trace metal concentrations and trends in Baltic surface and deep waters. HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheets 2009. Available at www.helcom.fi.

Tema

INNOVAZIONI IN ACQUACOLTURA:
PRODUZIONI E TECNOLOGIE

G. SARÀ

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

VERSO LE NUOVE SFIDE DELL'ACQUACOLTURA ITALIANA ATTRAVERSO UNA VISIONE PROATTIVA ED ECOSISTEMICA IN UN CONTESTO DI CAMBIAMENTO GLOBALE

A PROACTIVE ECOSYSTEM APPROACH TO COPE WITH NEW CHALLENGES IN ITALIAN AQUACULTURE IN A GLOBAL CHANGE CONTEXT

Abstract - *Aquaculture has shaped local cultures, boosting socio-economic innovations that are still rooted in traditions and activities linked to fish and shellfish industries. Improve management strategies, encompassing mitigation, proactive adaptation to provide a holistic view of relevant ecological, socio-economic aspects is the major challenge of aquaculture in the next years. Here, I propose a mechanistic view of how we can achieve these goals by emphasising the role of a bottom-up approach to cope with new challenges and to plan future aquaculture in a context of conflict-solving.*

Key-words: *aquaculture, multiple stressor, marine spatial planning, IMTA, functional trait.*

Introduzione - L'allevamento di pesci e di invertebrati ha contribuito in modo sostanziale allo sviluppo delle società costiere mediterranee. Insieme alla pesca, l'acquacoltura ha influenzato e plasmato le culture delle società locali, favorendo l'innovazione socio-economica con elementi che sono ancora oggi visibili nelle tradizioni di molte comunità costiere (Sarà, 1998). Per la Banca Mondiale, la domanda globale di proteine dal mare è in crescita esponenziale: essa raggiungerà oltre 150 centinaia di milioni di tonnellate nel 2030, con un incremento di oltre il 30% rispetto al 2010 (FAO, 2014). Tale incremento non potrà però essere soddisfatto con la sola frazione di organismi catturati dalla pesca (Béné *et al.*, 2016), e se ancora oggi la pesca sembra proporsi come la principale sorgente di proteine animali per oltre un miliardo di persone su questo pianeta (Thilsted *et al.*, 2016), molte specie *target* della pesca hanno raggiunto e superato la massima soglia sostenibile di sfruttamento. Pertanto, se l'offerta di proteine dalla sola pesca nel prossimo futuro non potrà più essere sufficiente, l'acquacoltura assumerà un ruolo cruciale per sostenere tale incremento in domanda. Così "vecchie" sfide (come quelle derivanti dall'effetto sull'ambiente dovuto all'arricchimento organico, la diffusione di infezioni negli stock selvatici, l'effetto dell'introduzione di specie alloctone sulla biodiversità, la ridotta accettabilità da parte del consumatore rispetto alle stesse specie pescate) che avevano ispirato soluzioni su scala locale grazie alla spinta di singoli ricercatori o amministrazioni regionali, ora dovranno ispirare soluzioni con carattere mandatorio. Si dovranno affrontare con soluzioni su scala nazionale sistemica, che dovranno tenere conto sia delle realtà locali che della realtà transfrontaliera che caratterizza molte acque territoriali del Mediterraneo. L'approccio per far fronte ad un tale potenziale incremento di domanda dovrà evolvere in modo da tenere in considerazione "nuove" soluzioni sostenibili per minimizzare - in modo contestuale - gli impatti ambientali e paesaggistici, ecologici, sociali, culturali ed economici. Le soluzioni basate sulla conoscenza di meccanismi causa-effetto sembrano le più idonee per affrontare tali nuove sfide. In questo studio, è riportata una analisi dello stato dell'acquacoltura marina italiana, delle potenziali minacce e delle possibili soluzioni in un'ottica di sostenibilità e di *Blue Growth*.

Le minacce: gli stressor antropici multipli. La sostenibilità delle pratiche di pesca e dell'acquacoltura è ulteriormente minacciata dall'interazione tra più *stressor* antropici [i.e. una variabile abiotica che come risultato dell'attività umana eccede l'intervallo di normale variazione e manifesta il suo effetto a partire dai tratti funzionali (morfologici, fisiologici e comportamentali) delle singole specie e può propagarsi attraverso la gerarchia ecologica influenzando le risposte di popolazione, comunità ed il funzionamento ecosistemico; Piggott *et al.*, 2015] che trasversalmente agiscono dalla scala locale sino a quella globale (Helmuth *et al.*, 2014). Questo rende la risoluzione di queste sfide ancor più complessa ed articolata. La maggior parte della letteratura scientifica prodotta sin qui, ha riportato dati sull'effetto della variabilità ambientale e antropica sulle produzioni in acquacoltura e sui loro effetti ecologici ed ambientali (Sarà, 2007). Spesso la maggior parte degli studi scientifici ha tenuto in considerazione solo un fattore alla volta, come messo in evidenza da una revisione sistematica della letteratura condotta qui a questo scopo (Tabb. 1-2; Fig. 1; e.g. effetto della variabilità termica o delle caratteristiche di un tipo di mangime sull'accrescimento o dell'aumento di azoto inorganico sulle caratteristiche della colonna d'acqua etc.).

Tab. 1 - La revisione sistematica (ricerca effettuata su SCOPUS e WoS al 31/05/2016) mostra quanti lavori sono stati prodotti sull'azione di variabili fisico-chimiche etc. (= *stressor*) in acquacoltura. In totale, oltre 3871 studi sono stati prodotti negli ultimi 35 anni. Le parole chiave sono state mantenute volontariamente in inglese in modo da garantire la massima ripetibilità della ricerca sui database SCOPUS e WoS. La metodologia seguita nel produrre questa SR è riportata in Mangano *et al.* (2015).

List of searched stressors and related search strings and number of retrieved hits (source: SCOPUS and WoS; search at 31/05/2016). The search showed that in the last 35 years, 3,871 studies were produced when talking about stressors and aquaculture. Details on search methodology is reported in Mangano et al. (2015).

Stringhe di ricerca	<i>Stressor</i>	N. studi
"Aquaculture" AND "marine" AND ("disease*" OR "pathogen*" OR "virulence promotion")	Diseases	1107
"Aquaculture" AND "marine" AND "pollution"	Pollution	866
"Aquaculture" AND "marine" AND "temperature"	Temperature	636
"Aquaculture" AND "marine" AND ("Eutrophication" OR "organic enrichment" OR "organic matter")	Eutrophication	391
"Aquaculture" AND "marine" AND "salinity"	Salinity	345
"Aquaculture" AND "marine" AND "algal bloom*"	Algal blooms	142
"Aquaculture" AND "marine" AND "invasive species"	Invasive species	93
"Aquaculture" AND "marine" AND ("anti-fouling" OR "anti-fouling")	Anti-fouling	70
"Aquaculture" AND "marine" AND "plastic"	Plastic	62
"Aquaculture" AND "marine" AND "acidification"	Acidification	62
"Aquaculture" AND "marine" AND ("run-off" OR "runoff" OR "terrestrial input*" OR "terigenous input")	Run-off	51
"Aquaculture" AND "marine" AND "hypoxia"	Hypoxia	29
"Aquaculture" AND "marine" AND ("inorganic nutrient*")	Inorganic nutrient	17

Tab. 2 - Matrice che riporta i 1263 studi che hanno incrociato *stressor* e che mette in evidenza una ampia carenza di sforzo scientifico che riguarda lo studio della combinazione tra alcuni *stressor*. Le parole chiave sono state mantenute volontariamente in inglese in modo da garantire la massima ripetibilità della ricerca sui database SCOPUS e WoS.
Stressor matrix listing the number of records for each stressor combination.

<i>Stressor</i>	Pollution	Temperature	Eutrophication	Salinity	Algal blooms	Invasive sp	Anti-fouling	Plastic	Acidification	Run-off	Hypoxia	Nutrients
Diseases	85	104	22	36	15	9	8	4	6	3	0	1
Pollution		86	139	53	46	15	22	26	17	22	12	6
Temperature			58	191	20	10	5	11	12	10	7	4
Eutrophic				36	47	3	4	5	11	7	10	5
Salinity					9	10	2	6	1	7	3	1
Algal bloom						1	0	2	4	4	1	2
Alien species							2	2	0	1	1	0
Anti-fouling								2	1	0	0	0
Plastic									0	3	0	0
Acidification										4	1	0
Run-off											0	0
Hypoxia												0
Totale	85	190	219	316	137	48	43	58	52	61	35	19

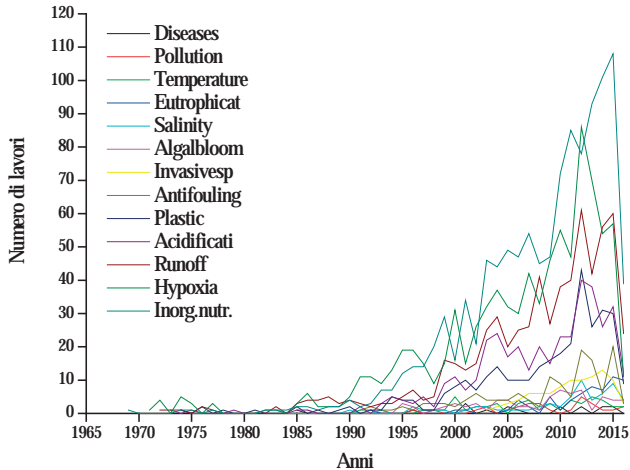


Fig. 1 - Trend temporale dei lavori che hanno riguardato l'analisi degli *stressor* (N=3.871 lavori scientifici; anni 1965-2015).

Temporal trends of each stressors (N=3,871 scientific papers; data from 1965-2015).

Tale revisione (Tab. 2) mostra che solo il 30% dei lavori analizzati (n. studi = 1263 su 3871) ha incrociato *stressor* per studiare le *performance* degli organismi in acquacoltura. E quando questo è avvenuto, è stato fatto senza una specifica “consapevolezza scientifica” e senza alcuna argomentazione. A parte alcuni casi “iper-studiati”, che hanno riguardato ad esempio gli effetti incrociati di contaminazione ed eutrofizzazione (n. studi = 139) o della variazione combinata di temperatura e salinità (n. studi = 191), sono state parecchie le combinazioni poco studiate o del tutto non studiate (e.g. oltre il 50% degli incroci contava un numero di lavori pubblicati inferiore o pari a 10, mentre circa il 18% degli incroci tra *stressor* non è mai stato preso in considerazione in acquacoltura; e.g. specie aliene ed acidificazione e/o microplastiche); questo certamente non perché esse siano irrealistiche o siano poco verificabili in Natura. Tale analisi dimostra come ulteriori sforzi di ricerca dovrebbero essere indirizzati allo studio delle combinazioni tra *stressor* in acquacoltura smorzando gli sforzi che riguardano l'approccio che coinvolge lo studio di uno *stressor* alla volta. Tale approccio, infatti, porta ad una limitata comprensione di come la quota di variabilità dovuta ai fattori antropici interagisca con la variabilità ecosistemica naturale, e ha prodotto quadri di limitato realismo. La spiegazione del perché l'approccio che coinvolge lo studio di uno *stressor* alla volta può generare quadri irrealistici e produrre conclusioni gestionali errate è semplice, ed è essenzialmente connessa ai principi del funzionamento biologico che guidano e controllano il funzionamento degli ecosistemi. Ciò è ancora più vero in sistemi ecologicamente poco diversificati come quelli adottati in acquacoltura intensiva: essa infatti prevede grandi biomasse monospecifiche stipate in poco spazio alimentate da un flusso di energia che risulta essere sostanzialmente mono direzionale (Bardach, 1997). Da un punto di vista ecologico, è dimostrato che la bassa diversità specifica e la ridotta complessità riducono la capacità di resilienza all'azione degli *stressor* multipli (Adams e Ham, 1996; Worm *et al.*, 2006; Loreau e de Mazancourt, 2013) con conseguente aumento della vulnerabilità del sistema (Brugère e De Young, 2015). Alla variabilità indotta dai fattori su scala locale dovuta alla presenza delle grandi biomasse concentrate in uno spazio ridotto è necessario “sommare” quindi le altre componenti di variabilità proveniente dai fattori che agiscono su

scala regionale e globale. Incremento delle temperature, aumento del livello medio marino, acidificazione delle acque ed aumento della frequenza di eventi estremi che risultano dal cambiamento climatico (IPCC, 2014), avranno per esempio effetti su salinità, concentrazione di ossigeno e condizioni trofiche. Come conseguenza di ciò, fenomeni come ipossia, eutrofizzazione, incremento della frequenza dei *bloom* di alghe tossiche e meduse, degli eventi di malattie e della virulenza dei patogeni saranno la manifestazione tangibile di queste interazioni multiscala. L'interazione multipla tra questi *stressor* può generare effetti ambientali su scala locale i cui schemi di azione [interattivi] sono poco prevedibili. Gli *stressor* globali (e.g. acidificazione) manifestano la loro lenta azione su scale temporali più ampie (e.g. decade) anche se i loro effetti possono essere contingenti su scala locale. Gli *stressor* locali invece cambiano rapidamente, su scale prevedibili e molto più definite (e meglio definibili con le azioni di monitoraggio) nello spazio e nel tempo. È il caso per esempio dell'eccesso di nutrienti generato dall'acquacoltura che porta ad arricchimento trofico locale che se sommato a quello generato da attività antropiche contigue (e.g. inquinamento locale da altre attività umane; viz. scarichi fognari) può portare al verificarsi di casi di distrofia. L'effetto combinato è molto più severo di quello promosso da un singolo *stressor* (Crain *et al.*, 2008; Ghedini *et al.*, 2013; Ban *et al.*, 2014; Piggott *et al.*, 2015; Gunderson *et al.*, 2016) e l'interazione con la variabilità naturale gioca un ruolo importante nel guidare la risposta di un sistema ecologico (Fig. 2A). I risultati di queste interazioni sono tanto più imprevedibili [e negativi] quanto più un sistema è poco diversificato (come nel caso dell'acquacoltura intensiva) e possono generare effetti additivi, antagonistici e sinergici (Gunderson *et al.*, 2016; Fig. 2B). I cambiamenti ecologici che ne deriveranno (e.g. alterazione dell'efficienza produttiva degli organismi allevabili e della qualità ambientale locale) produrranno un ampio spettro di impatti come perdita delle produzioni e spostamenti degli equilibri culturali causati dall'alterazione di equilibri sociali ed economici (Selim *et al.*, 2016). Ciò nonostante, l'effetto combinato tra più *stressor* sul funzionamento di un ecosistema sta generando una elevata quantità di ricerca in ecologia e biologia marina (Breitburg *et al.*, 1999; Sala *et al.*, 2000; Zeidberg e Robison, 2007), ma è quasi del tutto ignorato (Tab. 2) in acquacoltura. Se si volessero considerare i meccanismi, il modello proposto da Sokolova *et al.*, 2012 (Fig. 3a,b,c modificata) fornirebbe ottime basi meccanicistico-funzionali per aumentare la nostra comprensione su quando, dove e come gli *stressor* multipli siano in grado di influenzare le *performance* degli organismi allevati e la qualità dell'habitat circostante. La frequenza di esposizione ad uno *stressor* (Miller *et al.*, 2011) è per esempio essenziale per comprendere come un organismo sia in grado di rispondere a condizioni di variabilità stocastica come quella generata dalla combinazione multiscala tra più *stressor*. La giustapposizione temporale dell'esposizione a *stressor* multipli, ossia la relazione temporale in fase o fuori fase tra differenti *stressor* (Gunderson *et al.*, 2016), guida la risposta di un organismo. Essa inoltre dipende dalla durata e dall'intensità di ogni *stressor*, oltre che dalla sua tempistica rispetto al ciclo biologico delle specie, e da come queste caratteristiche si combinano tra esse. Comunque, ciò che sembra risultare importante è il tempo totale di impatto sui tratti funzionali fisiologici generato dall'esposizione agli *stressor* lungo tutto un ciclo di allevamento. Esso si traduce in un extra-costo energetico per mantenere o ritornare all'omeostasi funzionale (Gunderson *et al.*, 2016). La capacità di gestire il ritorno all'omeostasi funzionale è specie-specifica e per lo più sconosciuta (e trascurata) nella maggior parte delle specie allevate e le poche informazioni disponibili sono aneddotiche e derivate dall'esperienza degli allevatori. Anche se tale esperienza risulta essere essenziale, essa non permette di conoscere in modo rigoroso (*i.e.* scientifico) le specifiche soglie di ciascuna specie oltre cui l'effetto di uno *stressor* genera l'eccesso di spesa energetica per controbilanciare l'effetto negativo dovuto all'azione dello *stressor* stesso (Sokolova *et al.*, 2012).

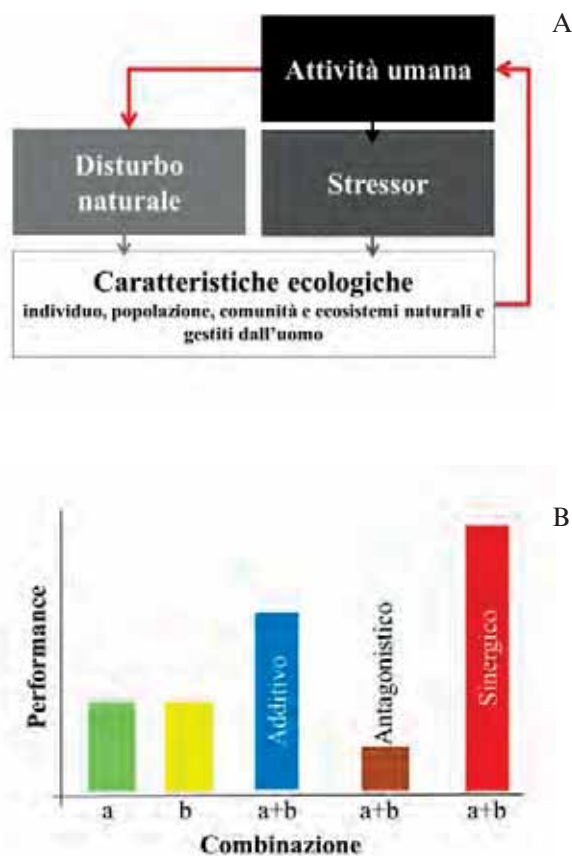
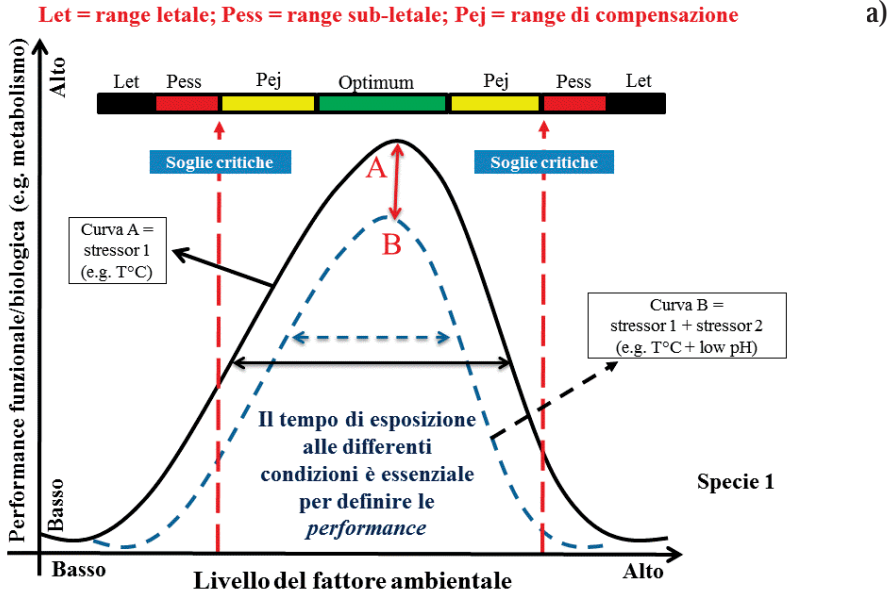


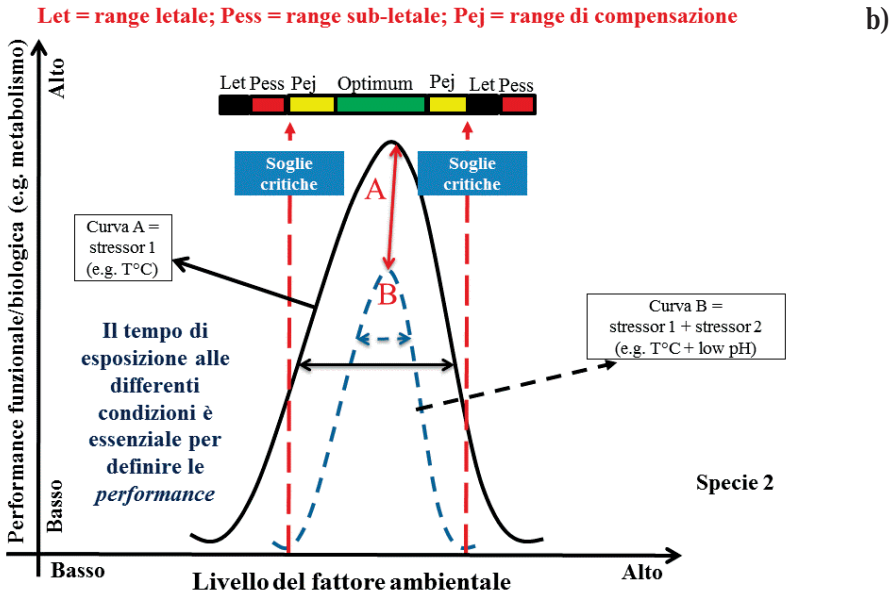
Fig. 2 - A) Una generica attività umana produce effetti da uno o più di uno *stressor*; essi alla fine avranno ripercussioni sulle caratteristiche ecologiche del sistema. Il sistema, che raggiunge una data soglia di deterioramento, genererà *feedback* sulle attività umane stesse con il risultato di potenziare gli effetti del disturbo naturale. B) a e b sono due ipotetici *stressor*. Gli *stressor* possono interagire producendo tre effetti: 1) **additivo**, interazione indipendente; 2) **antagonistico**, meccanismi di azione opposti che riducono la somma dei loro effetti; 3) **sinergistico**, relazione interattiva tra due *stressor* con aumento (secondo schemi spesso non prevedibili) della *performance* del sistema oltre la somma dei loro effetti (Gunderson *et al.*, 2016, modificato).

*A) Schematic multiple stressors chain, generic human activities generate stressors (each human activity can generate one or more than one stressor) exerted on the ecological characteristics; additionally natural disturbance can act. B) Conceptual diagram of possible interactive effects of multiple stressors (a and b represent two stressors). Multiple stressors can interact producing three main effects: 1) **additive**, independent interaction; 2) **antagonistic**, interactive interaction with performance decrease; 3) **synergistic**, interactive interaction with performance increase (from Gunderson *et al.*, 2016, modified).*

Con questi elementi teorici, è facile spiegare come l'effetto degli *stressor* multipli sia in grado di influenzare lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura e come sia possibile gestire tali effetti in termini di mitigazione ed adattamento. In Fig. 4, vi è riportato l'esempio di una cascata (ecologica) di eventi adattato ad una coltura poco diversificata - essenzialmente monospecifica (e.g. spigola e/o orata) - che prende spunto dalle note precedenti, e che è centrato sulle risposte degli organismi ittici allevati intensivamente.



Sokolova et al., 2012



Sokolova et al., 2012

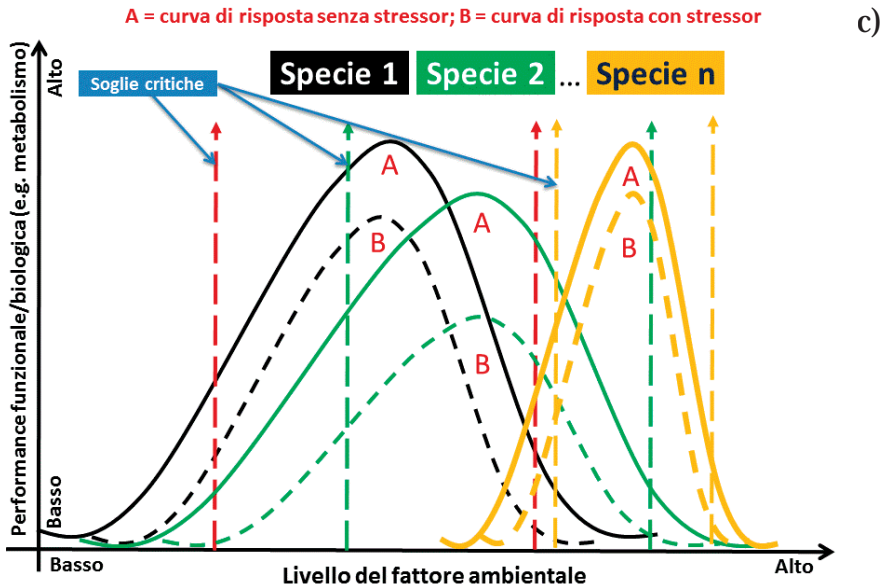


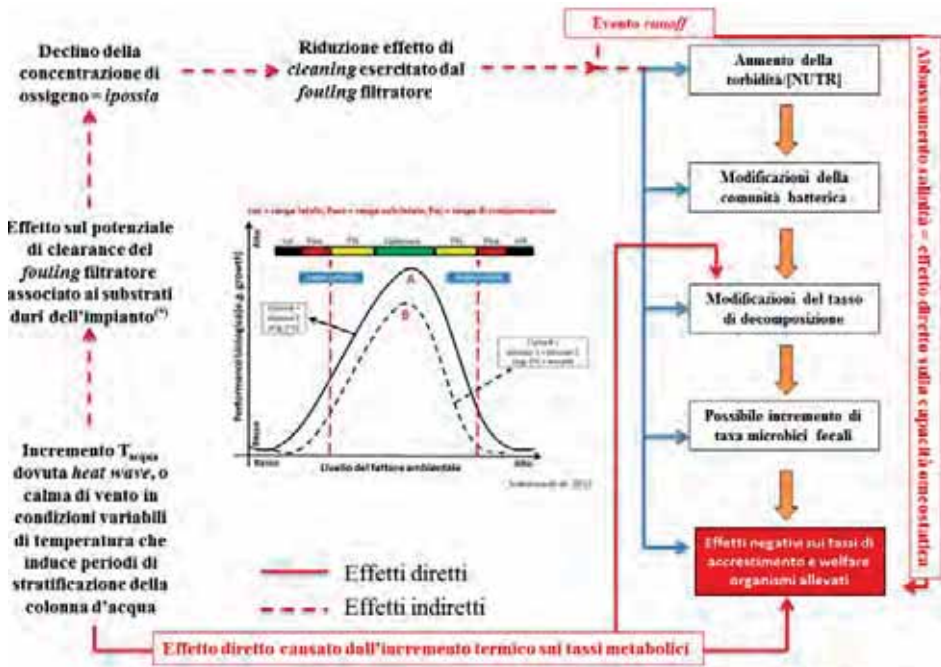
Fig. 3 - I limiti di tolleranza energia-limitati in risposta allo stress che risultano utili per valutare gli effetti degli *stressor* multipli abiotici sulle *performance* biologiche degli organismi posti in allevamento (Sokolova *et al.*, 2012; modificato). La curva A (linee continue) si riferisce a un singolo *stressor* (*stressor* 1), mentre la curva B (linee tratteggiate) si riferisce alla combinazione tra più *stressor* (*stressor* 1 + *stressor* 2) che può negativamente influenzare le spese metaboliche e l'energia allocata a crescita e riproduzione (*viz. scope for growth*) di una certa specie in allevamento. L'azione dello *stressor* 2 in combinazione con lo *stressor* 1 produce un riduzione dell'ampiezza della finestra di tolleranza allo *stressor* 1 (e viceversa). *Stressor* che si combinano insieme agiscono riducendo quasi del tutto la zona di *optimum* (curva B). Il livello di *performance* biologica di un organismo è proporzionale alla disponibilità di energia aerobica (*i.e. aerobic scope* = la differenza tra la massima capacità aerobica di un organismo ed il consumo metabolico basale che determina l'*optimum* di performance). L'*aerobic scope* è generalmente massimizzato attorno all'*optimum*, e si riduce progressivamente quando ci si allontana verso le code della curva (freccia rossa). Questo permette di definire tre zone, oltre la zona centrale di *optimum*: la zona *pejus*, la zona *pessimum* e la zona letale. Forma e simmetria delle curve (la freccia nera definisce l'ampiezza della curva) definiscono la capacità di una specie di rispondere alla fluttuazione ambientale, e queste caratteristiche sono specie-specifiche (a-b), sebbene in generale esse seguono una forma gaussiana che può essere più o meno asimmetrica. Questo tipo di risposta è altamente specie-specifica, ed allora ogni specie coltivata ha una sua specifica finestra e dei propri specifici limiti di tolleranza e può affrontare la variabilità ambientale che deriva dall'azione di *stressor* multipli secondo le sue caratteristiche biologiche (c) (Sarà *et al.*, 2014).

The energy-limited tolerance to stress to assess the effects of multiple environmental stressors (Sokolova *et al.*, 2012; modified). Solid lines (A) refer to a single environmental factor/stressor situation (stressor 1), and dotted lines (B) refer to a combined exposure to multiple stressors (stressor 1 + stressor 2) that can negatively affect the scope for growth of a given cultivated species and thus narrow the tolerance window for another environmental factor/stressor. The level of the biological performance of an organism is proportional to the available aerobic scope and diminishes (red arrow) as an organism transits from the optimum to pejus, pessimum and then lethal range. The shape and the symmetry of the curves (black arrow defining the width of curve) can change depending on the nature of the stressor and depend on species (a-b). Thus, for some stressors the relationship between the level of the stressor and the organism's performance follows a bell-shaped curve, which may also be skewed. As a result, there are lower and upper pejus (pej), pessimum (pess) and lethal (let) ranges for these factors. For other stressors, the optimum lies near zero level of the stressor such as shown by curve B. This type of response is highly specie-specific and then any species cultivated has its own tolerance limits and can cope with environmental variability generated by the effect of multiple stressors according to its species-specificity (c) (Sarà *et al.*, 2014).

L'azione di uno *stressor* globale [e.g. incremento della temperatura dovuto ai cambiamenti climatici che influenza la frequenza di esposizione alle ondate di calore (*heat wave*) etc.] può generare - sinergicamente - almeno due tipi di effetti (*sensu* Nagelkerken *et al.*, 2016): (1) un effetto indiretto sulla qualità dell'habitat attraverso l'alterazione in sede locale delle condizioni chimiche e fisiche (e.g. ipossia, Diaz e Rosenberg, 2008) che potrebbe combinarsi con l'indebolimento della funzione di filtrazione da parte degli organismi incrostanti sospensivori (Lacoste e Gaertner-Mazouni, 2015; Floerl *et al.*, 2016); (2) un effetto diretto sui tratti funzionali della specie allevata e del biota microbico, che esposte all'ondata di calore possono raggiungere ed oltrepassare le soglie specie-specifiche di tolleranza termica (e.g. Fig. 3a,b,c) e/o mostrare alterazioni dei tratti comportamentali (e.g. tasso di alimentazione, abilità al nuoto, uso dello spazio nella gabbia, tassi di decomposizione nel caso dei batteri, etc.). Un evento di precipitazioni intenso ed imprevedibile, ossia l'avvento improvviso di un qualsivoglia secondo *stressor*, potrebbe provocare il repentino abbassamento della salinità e complicare ulteriormente la capacità di risposta da parte degli organismi stipati in una gabbia (Fig. 4). L'assioma di questo esempio è che se un sistema è a bassa diversità specifica può non avere margini per controbilanciare e compensare gli effetti di una serie di eventi di disturbo. Questa teorica cascata di eventi, generata da fenomeni climatici ormai non infrequenti (IPCC, 2014), può produrre più facilmente - in organismi con ridotti livelli di eterozigosi - riduzioni del tasso di accrescimento della specie allevata grazie al ridotto tasso di alimentazione o alle accresciute necessità energetiche per ristabilire l'omeostasi, e creare le condizioni favorevoli per l'instaurarsi di altri fenomeni come l'aumento della frequenza di parassitosi o deviazioni comportamentali come l'aggressività. Così, aumentare la capacità di riconoscimento di come ogni *stressor* manifesti la sua azione su questi sistemi è fondamentale per disegnare le corrette scale spaziali e temporali alle quali la loro azione potrà essere gestita e mitigata (Clarke Murray *et al.*, 2014) con adeguate soluzioni tecnologiche (e.g. IMTA) e per disegnare adeguate misure di adattamento socio-economico.

L'IMTA come possibile soluzione "ecologica" per assorbire in modo più efficiente gli effetti degli stressor multipli. L'acquacoltura multitrofica integrata (IMTA; Sarà *et al.*, 2012) è un artefatto (ecologico) umano che ricrea una comunità naturale con organismi appartenenti a differenti livelli trofici. L'IMTA ha lo specifico intento di diversificare le produzioni all'interno dello stesso sistema ed al contempo di ridurre gli effetti negativi generati dall'arricchimento organico sull'ambiente circostante. Ciò su cui si è meno riflettuto è che il funzionamento dell'IMTA poggia su robuste basi ecologiche che rendono questa pratica estremamente efficiente anche nell'assorbire il disturbo - sia pulsante che cronico - che deriva dagli effetti combinati tra più *stressor*: questo ne fa una soluzione ideale ed auspicabile in un contesto di minacce da *stressor* multipli. La composizione di una comunità basata su una rete trofica semplificata fatta da una *suite* di specie appartenenti a livelli trofici differenti della medesima comunità [e.g. carnivori = spigole/orate/ombrine; sospensivori = molluschi filtratori (mitili, ostriche, vongole)/policheti (sabellidi); detritivori = decapodi/oloturie/cefali; produttori primari = alghe; pascolatori = ricci/gasteropodi] permette di sfruttare i principi della compensazione funzionale e le dinamiche compensatorie che sono efficienti nello stabilizzare le comunità ecologiche in natura, quando sottoposte ad un disturbo antropico (Gonzalez e Loreau, 2009; Ghedini *et al.*, 2015). Le caratteristiche di comunità (e.g. la produzione totale di biomassa all'interno dei limiti della capacità portante) sono stabilizzate grazie alla presenza di più specie con risposte stress-tolleranti differenziate (*sensu* Ruesink e Srivastava, 2001) in termini di ampiezza e tempistica (Fig. 3). Come conseguenza, in una IMTA, l'incremento della diversità di specie rispetto a sistemi monospecifici intensivi può stabilizzare la risposta dell'intera

suite delle specie coinvolte (e.g. in termini di biomassa totale supportabile da un ambiente). In questo modo, è possibile garantire il mantenimento del funzionamento del sistema, preservare la perdita di biomassa totale dovuta al declino funzionale di una specie meno tollerante allo stress e resistere alla pressione del disturbo assicurando la persistenza degli equilibri di queste comunità semplificate (*sensu* Ghedini *et al.*, 2015). L'acquacoltura italiana dovrebbe indirizzare, quindi, maggiori sforzi verso lo studio di combinazioni multitrofiche più efficienti, e non limitarsi a quelle classiche. La ricerca, non solo quella italiana, si è infatti arenata sullo sviluppo di studi sulle specie innovative che potessero sostituire quelle apicali tipiche dell'IMTA (*i.e.* spigola ed orata) mediterranea, mentre è proficuo identificare un *pool* rappresentato da specie efficienti in termini di resa in IMTA che appartengano ai livelli trofici più bassi.



(*) Floerl *et al.*, 2016

Fig. 4 - Una cascata ecologica di eventi ipotizzata qui per mostrare come un sistema monospecifico abbia limitate capacità di assorbire e rispondere in modo resiliente alle condizioni negative dovute all'azione di *stressor* multipli. Se un sistema come questo fosse basato su più specie (e.g. IMTA), la capacità di compensare gli effetti negativi degli *stressor* multipli sarebbe più ampia. La conoscenza dettagliata di come una specie funzioni rappresenta la soglia informativa minima che se in possesso degli *stakeholder* permetterebbe loro di aumentare la capacità previsionale in modo da garantire l'azione proattiva al primo segnale di allerta. *Schematic cascade of effects (multiple stressors) that can generate from an unexpected succession of extreme climatic events (first longer extreme heat event and later an extreme runoff event). Biotic responses are essentially centred on the Sokolova et al. (2012) functional response model. An indirect effect on habitat quality is triggered by the heat wave generating the alteration of local chemical and physical conditions (e.g. coastal hypoxia) that derive from bio-ecological functioning impairment of local fouling community (e.g. through a reduced filtration rate of the encrusting suspension foulers). A direct effect of impairment on cultivated organisms functional traits with related attainment of the thermal stress thresholds. Both the effects culminate in alteration in fish metabolic function and behaviour in cages. A second successive occurrence of extreme runoff reinforces the effect of heat wave indirectly through a further local increasing turbidity and nutrient concentration and directly affecting the fish metabolism by lowering local salinity. Although most of cultivated organisms are halo-tolerant, this successive event occurs when fish may be already stressed by the exposure to first stressor.*

Il “downscaling” come prima fase dell’approccio proattivo ed ecosistemico. La pianificazione di strategie ecologiche, sociali ed economiche per far fronte a minacce future, basate sull’interazione multiscale tra *stressor* locali e globali così complesse, è impellente. Tuttavia la scienza ha ancora una limitata abilità nel produrre proattivamente (proattivo = percepire anticipatamente i problemi, le tendenze o i cambiamenti futuri, per pianificare le azioni opportune in tempo; Enciclopedia Treccani) quadri inferenziali realistici per spiegare come l’azione sinergica tra *stressor* multipli influenzi l’uso locale delle risorse. La ricerca si è infatti concentrata su approcci basati su sforzi meta-analitici o su una modellistica predittiva statistico-correlativa (Cheung *et al.*, 2013) che ha avuto certamente il pregio di identificare specie e settori economici più influenzabili dal cambiamento ambientale. Tuttavia, tali approcci hanno mostrato di avere taluni limiti nel fornire l’informazione su scale spazio-temporali rilevanti per le strategie nazionali di gestione, che tra le altre cose devono considerare un’ampia varietà di realtà locali (Koenigstein *et al.*, 2016). Ciò è invece richiesto effettivamente nella gestione dello sfruttamento delle specie commerciali in un contesto sostenibile come quello promosso all’interno di un approccio ecosistemico integrato (EBA; Soto *et al.*, 2008). Lo sviluppo di modelli predittivi su basi meccanicistiche, che partendo dalle “caratteristiche di funzionamento” di una specie da allevare e dai suoi tratti funzionali (caratteristiche per lo più ignote anche per le più comuni specie allevate in Mediterraneo), può permettere di generare previsioni sito-specifiche (*viz.* *downscaling*) di produttività e verificare i potenziali effetti a livello ecosistemico di un ampio ventaglio di scenari di effetti ambientali. L’acquacoltura è il settore ideale per sviluppare modelli predittivi meccanicistici come quelli basati sui tratti funzionali delle singole specie e sulle più moderne teorie energetiche (*e.g.* DEB; Kooijman, 2010; Sarà *et al.*, 2014). I modelli bioenergetico-funzionali permettono di proporre miglioramenti alle previsioni sull’accrescimento nella maggior parte delle specie allevabili sia in intensivo che in estensivo ed IMTA (Sarà *et al.*, 2012), dove gli effetti dell’interazione biotica (*e.g.* competizione per lo sfruttamento dello spazio e risorse, relazioni consumatore-preda, etc.) possono essere controllati dall’uomo con le pratiche di allevamento. L’approfondita conoscenza delle caratteristiche funzionali di una nuova specie da allevare o di una allevata da tempo, e di come tali caratteristiche influenzino i flussi di energia che generano schemi di accrescimento al variare del cambiamento ambientale in un contesto di *stressor* multipli, è cruciale per individuare nuove soluzioni tecnologiche ed innovative. Questo permette di ottimizzare il rapporto tra velocità di raggiungimento della taglia commerciale e i corrispondenti effetti ambientali. Tale rapporto rappresenta la base della relazione costi-benefici che definisce la strategia di gestione delle risorse in un’ottica di sostenibilità. Il miglioramento dei mangimi, delle biotecnologie per il controllo delle malattie, di nuove tipologie e delle migliori combinazioni di specie da comporre in IMTA alle differenti latitudini, di nuove tipologie di biosensori e di una modellistica lagrangiana predittiva (Brigolin *et al.*, 2014), una maggiore conoscenza dei limiti di tolleranza allo stress delle specie allevate che con processi partecipatori siano sintetizzati in database pubblici basati sulle evidenze contenenti informazioni classificate e standardizzate sui tratti biologici (Mangano *et al.*, 2015), sono elementi essenziali che tracciano una via importante in direzione di tale ottimizzazione (Klinger e Naylor, 2014).

L’acquacoltura in un mare di conflitti. Riuscire a predire con elevata accuratezza quali specie, dove e come esse si accresceranno in un prossimo futuro (cosa che permetterebbe di mappare l’AZA - *Allowable Zone for Aquaculture*), e l’ampiezza dei conseguenti effetti sull’ambiente (per mappare l’AZE - *Allocated Zone of Effect*) è solo uno degli aspetti da considerare se si vuole indirizzare la strategia sostenibile di

gestione delle risorse marine. In effetti, riferendoci alla situazione italiana, è possibile notare come lo spazio marino italiano è “affollato”, altamente sfruttato da molteplici attività antropiche come pesca, traffico nautico, usi di varia natura (e.g. piattaforme petrolifere, etc.), o non è fruibile per la presenza di aree di pregio naturalistico, habitat prioritari (*Posidonia oceanica*, *maërl*), *hot spot* di diversità ed aree marine protette, SIC, ZPS, etc. Se allo spazio offerto dallo sviluppo costiero italiano, si sottraessero le aree “non” fruibili a causa di tutte queste attività e si sottraessero esplicitamente le aree non biologicamente idonee (e.g. una specie ad affinità fredda non rende se allevata a latitudini più basse e non ottimizzerebbe il rapporto di sopra), lo spazio marino entro le 12 miglia sfruttabile per l'acquacoltura intensiva *off-shore* o per una qualsivoglia altra pratica (e.g. IMTA o estensivo tipo molluschicoltura) si ridurrebbe di parecchi punti percentuali. Pertanto, oltre ad essere limitato dal modo con cui i cittadini percepiscono gli effetti ambientali generati dall'acquacoltura (Kaiser e Stead, 2002), lo sviluppo dell'acquacoltura lungo le coste italiane è sostanzialmente vincolato dalla carenza di siti idonei.

Conclusioni - In conclusione, soluzioni come (i) favorire la combinazione, l'interpretazione e la comunicazione della conoscenza proveniente da diverse discipline scientifiche per una migliore gestione ecosistemica delle risorse biologiche marine (e.g. Mangano e Sarà, 2017), (ii) lo sviluppo di modelli predittivi sul breve termine basati su un'analisi integrata multi-specie di dati biologici, struttura delle reti trofiche, dati ambientali e impatti antropici, (iii) messa a punto di modelli predittivi per l'accoppiamento spazio-temporale degli effetti interattivi dei cambiamenti climatici (Helmuth *et al.*, 2014) sulle attività di acquacoltura e (iv) l'adeguamento della legislazione nazionale e regionale per favorire lo sviluppo di pratiche IMTA (Alexander *et al.*, 2015), con ogni probabilità porterebbero a consolidare lo sviluppo sostenibile dell'acquacoltura italiana. Tale sviluppo, integrando tutti gli attributi della sostenibilità, contribuirebbe al miglioramento delle condizioni ambientali, paesaggistiche, ecologiche, sociali, culturali ed economiche delle comunità costiere, indirizzando verso la *Blue Growth*.

Ringraziamenti: Ringrazio Mariachiara Chiantore ed il Comitato Acquacoltura per l'invito a introdurre i lavori del Comitato al 47° Congresso della SIBM (Torino, 2016), cosa che mi ha permesso di riflettere, grazie anche a *feedback* di Magnus Johnson, Maria Cristina Mangano e Nova Mieszkowska, su alcuni aspetti che io considero importanti nella gestione delle risorse marine mediterranee. Ringrazio poi, nello specifico, Maria Cristina Mangano che ha curato nella sua interezza la *systematic review* con cui sono state prodotte le Tab. 1 e 2 e la Fig. 1.

Bibliografia

- ADAMS S.M., HAM K.D. (1996) - Current challenges in contaminant effects monitoring: multiple stressors and ecological significance. In: Barton B., MacKinlay D. (eds), *Contaminant Effects on Fish. Symposium Proceedings*. American Fisheries Society, San Francisco, CA: 9-12.
- ALEXANDER K.A., POTTS T.P., FREEMAN S., ISRAEL D., JOHANSEN J., KLETOU D., MELAND M., PECORINO D., REBOURS C., SHORTEN M., ANGEL D.L. (2015) - The implications of aquaculture policy and regulation for the development of integrated multi-trophic aquaculture in Europe. *Aquaculture*, **443**: 16-23.
- BAN S.S., GRAHAM N.A.J., CONNOLLY S.R. (2014) - Evidence for multiple stressor interactions and effects on coral reefs. *Glob. Change Biol.*, **20**: 681-697.
- BARDACH J.E. (1997) - *Sustainable aquaculture*. John Wiley & Sons: 251 pp.
- BÉNÉ C., ARTHUR R., NORBURY H., ALLISON E.H., BEVERIDGE M., BUSH S., CAMPLING L., LESCHEN W., LITTLE D., SQUIRES D., THILSTED S.H., TROELL M., WILLIAMS M. (2016) - Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction: assessing the current evidence. *World Develop.*, **79**: 177-196.

- BREITBURG D.L., SANDERS J.G., GILMOUR C.C., HATFIELD C.A., OSMAN R.W., RIEDEL G.F., SEITZINGER S.P., SELLNER K.G. (1999) - Variability in responses to nutrients and trace elements, and transmission of stressor effects through an estuarine food web. *Limn. Ocean.*, **44**: 837-863.
- BRIGOLIN D., MECCIA V.L., VENIER C., TOMASSETTI P., PORRELLO S., PASTRES R., (2014) - Modelling biogeochemical fluxes across a Mediterranean fish cage farm. *Aquaculture Env. Interact.*, **5**: 71-88.
- BRUGÈRE C., DE YOUNG C. (2015) - Assessing climate change vulnerability in fisheries and aquaculture: available methodologies and their relevance for the sector. *FAO Fish. Aquac. Tech. Pap.*, **597**: 86 pp.
- CHEUNG W.W.L., PAULY D., SARMIENTO J.L. (2013) - How to make progress in projecting climate change impacts. *ICES J. Mar. Sci.*, **70**: 1069-1074.
- CLARKE MURRAY C., MACH M.E., GOLDMAN MARTONE R. (2014) - *Cumulative effects in marine ecosystems: scientific perspectives on its challenges and solutions*. WWF-Canada and Center For Ocean Solutions: 60 pp.
- CRAIN C.M., KROEKER K., HALPERN B.S. (2008) - Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecol. Lett.*, **11**: 1304-1315.
- DIAZ R.J., ROSENBERG R. (2008) - Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science*, **321**: 926-929.
- FAO (2014) - *The State of World Fisheries and Aquaculture 2014*. Rome: 223 pp.
- FLOERL O., SUNDE L.M., BLOECHER N. (2016) - Potential environmental risks associate with biofouling management in salmon aquaculture. *Aquacult. Environ. Interact.*, **8**: 407-417.
- GHEDINI G., RUSSELL B.D., CONNELL S.D. (2013) - Managing local coastal stressors to reduce the ecological effects of ocean acidification and warming. *Water*, **5**: 1653-1661.
- GHEDINI G., RUSSELL B.D., CONNELL S.D. (2015) - Trophic compensation reinforces resistance: herbivory absorbs the increasing effects of multiple disturbances. *Ecol. Lett.*, **18**: 182-187.
- GONZALEZ A., LOREAU M. (2009) - The causes and consequences of compensatory dynamics in ecological communities. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, **40**: 393-414.
- GUNDERSON A.R., ARMSTRONG E.J., STILLMAN J.H. (2016) - Multiple stressors in a changing world: the need for an improved perspective on physiological responses to the dynamic marine environment. *Ann. Rev. Mar. Sci.*, **8**: 357-378.
- HELMUTH B., RUSSELL B.D., CONNELL S.D., DONG Y., HARLEY C.D.G., LIMA F.P., SARÀ G., WILLIAMS G.A., MIESZKOWSKA N. (2014) - Beyond long-term averages: making biological sense of a rapidly changing world. *Clim. Ch. Resp.*, **1**, doi: 10.1186/s40665-014-0006-0.
- IPCC (2014) - *Climate change. The physical basis*. Draft Report: 2216 pp.
- KAISER M., STEAD S.M. (2002) - Uncertainties and values in European aquaculture: communication, management and policy issues in times of "changing public perceptions". *Aquaculture Int.*, **10**: 469-490.
- KLINGER D., NAYLOR R. (2014) - Searching for solutions in aquaculture: charting a sustainable course. *Ann. Rev. Environ. Res.*, **37**: 247-276.
- KOENIGSTEIN S., MARK F.C., GÖBLING-REISEMANN S., REUTER H., POERTNER H.O. (2016) - Modelling climate change impacts on marine fish populations: process-based integration of ocean warming, acidification and other environmental drivers. *Fish & Fisheries*, **17** (4): 972-1004.
- KOOIJMAN S.A.L.M. (2010) - *Dynamic Energy Budget Theory for Metabolic Organisation*. Cambridge University Press, Cambridge: 532 pp.
- LACOSTE E., GAERTNER-MAZOUNI N. (2015) - Biofouling impact on production and ecosystem functioning: a review for bivalve aquaculture. *Rev. Aquaculture*, **7**: 187-196.
- LOREAU M. (2010) - *From Populations to Ecosystems: Theoretical Foundations for a New Ecological Synthesis*. Princeton University Press, Princeton: 328 pp.
- LOREAU M., DE MAZANCOURT C. (2013) - Biodiversity and ecosystem stability: a synthesis of underlying mechanisms. *Ecol. Lett.*, **16**: 106-115.
- MANGANO M.C., O'LEARY B.C., MIRTO S., MAZZOLA A., SARÀ G. (2015) - The comparative biological effects of spatial management measures in protecting marine biodiversity: a systematic review protocol. *Env. Evid.*, **4**, doi: 10.1186/s13750-015-0047-2.
- MANGANO M.C., SARÀ G. (2017) - Collating science-based evidence to inform public opinion on the environmental effects of marine drilling platforms in the Mediterranean Sea. *J. Environ. Manage.*, **188**: 195-202.

- MILLER A.D., ROXBURGH S.H., SHEA K. (2011) - How frequency and intensity shape diversity-disturbance relationships. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **108**: 5643-5648.
- NAGELKERKEN I., RUSSELL B.D., GILLANDERS B.M., CONNELL S.D. (2016) - Ocean acidification alters fish populations indirectly through habitat modification. *Nat. Clim. Ch.*, **6**: 89-93.
- PIGGOTT J.J., TOWNSEND C.R., MATTHAEI C.D. (2015) - Reconceptualizing synergism and antagonism among multiple stressors. *Ecol. Evol.*, **5**: 1538-1547.
- RUESINK J.L., SRIVASTAVA D.S. (2001) - Numerical and per capita responses to species loss: mechanisms maintaining ecosystem function in a community of stream insect detritivores. *Oikos*, **93**: 221-234.
- SALA O.E., CHAPIN III F.S., ARMESTO J.J., BERLOW E., BLOOMFIELD J., DIRZO R., HUBER-SANWALD E., HUENNEKE L.F., JACKSON R.B., KINZIG A., LEEMANS R., LODGE, D.M., MOONEY H.A., OESTERHELD M., POFF N.L., SYKES M.T., WALKER B.H., WALKER M., WALL D.H. (2000) - Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, **287**: 1770-1774.
- SARÀ G. (2007) - Ecological effects of aquaculture on living and non-living suspended fractions of the water column: a meta-analysis. *Wat. Res.*, **41**: 3187-3200.
- SARÀ G., REID G.K., RINALDI A., PALMERI V., TROELL M., KOIJMAN S.A.L.M. (2012) - Growth and reproductive simulation of candidate shellfish species at fish cages in the southern Mediterranean: Dynamic Energy Budget (DEB) modelling for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture*, **324-325**: 259-266.
- SARÀ G., RINALDI A., MONTALTO V. (2014) - Thinking beyond organism energy use: a trait-based bioenergetic mechanistic approach for predictions of life history traits in marine organisms. *Mar. Ecol.*, **35**: 506-515.
- SARÀ R. (1998) - *Dal mito all'aliscafo. Storie di tonni e di tonnare. Migrazioni e biologia, leggende, tradizioni e socialità*. Arti Grafiche Siciliane, Palermo: 271 pp.
- SELIM S.A., BLANCHARD J.L., BEDFORD J., WEBB T.J. (2016) - Direct and indirect effects of climate and fishing on changes in coastal ecosystem services: a historical perspective from the North Sea. *Reg. Environ. Ch.*, **16**: 341-351.
- SOKOLOVA I.M., FREDERICH M., BAGWE R., LANNIG G., SUKHOTIN A.A. (2012) - Energy homeostasis as an integrative tool for assessing limits of environmental stress tolerance in aquatic invertebrates. *Mar. Env. Res.*, **79**: 1-15.
- SOTO D., AGUILAR-MANJARREZ J., HISHAMUNDA N. (2008) - Building an ecosystem approach to aquaculture. FAO/Universitat de les Illes Balears. *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings*, **14**: 221 pp.
- THILSTED S.H., THORNE-LYMAN A., WEBB P., BOGARD J.R., SUBASINGHE R., PHILLIPS M.J., ALLISON E.H. (2016) - Sustaining healthy diets: the role of capture fisheries and aquaculture for improving nutrition in the post-2015 era. *Food Policy*, **61**: 126-131.
- WORM B., BARBIER E.B., BEAUMONT N., DUFFY J.E., FOLKE C., HALPERN B.S., JACKSON J.B.C., LOTZE H.K., MICHELI F., PALUMBI S.R., SALA E., SELKOE K.A., STACHOWICZ J.J., WATSON R. (2006) - Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, **314**: 787-790.
- ZEIDBERG L.D., ROBISON B.H. (2007) - Invasive range expansion by the Humboldt squid, *Dosidicus gigas*, in the eastern North Pacific. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, **104**: 12948-12950.

D. BRIGOLIN, A.A. FORCHINO, E.M.D. PORPORATO, R. PASTRES

Department of Environmental Sciences, Informatics and Statistics, Università Ca' Foscari di Venezia,
Via Torino, 155 - 30170 Mestre (VE), Italy.
andrea.forchino@unive.it

COMBINING MODELS AND SATELLITE DATA FOR THE ALLOCATION OF AREAS TO SHELLFISH FARMING ALONG THE ADRIATIC COAST

INTEGRAZIONE DI MODELLI E DATI SATELLITARI PER L'INDIVIDUAZIONE DI AREE IDONEE ALLA MOLLUSCHICOLTURA LUNGO LA COSTA ADRIATICA

Abstract - The selection of Allocated Zone for Aquaculture (AZA) represents a key factor for the sustainable development of this sector. The present study combines satellite data and mechanistic models in order to designate the most suitable areas for shellfish culture. Optimal shellfish conditions combined with environmental and socio-economic indicators were employed for a Spatial Multi-Criteria Evaluation (SMCE). Two different scenarios were carried out in order to highlight most suitable areas for *Mytilus galloprovincialis* and *Crassostrea gigas* culture. The presented results underlined that the integration of multiple instruments can represent an effective strategy to identify optimal sites where mussels farming activities can be located.

Key-words: GIS, mussel culture, mathematical models, remote sensing.

Introduction - The selection of sites/areas allocated to aquaculture plays a key role in supporting the sustainable development of this industry (EATIP, 2012), in compliance with EU Directives and policies, which aim, on one side, at promoting the growth of this sector, [Blue Growth Strategy COM (2012) 494] and, on the other, at preventing for further deterioration and enhancing the status of marine ecosystems (Marine Strategy Framework Directive 2008/56/CE). In this context, the allocation of areas to aquaculture should take into account both the production, ecological and social carrying capacity of a given area and the conflicting uses of a maritime space. The synergistic integration of GIS software and Multi-Criteria Evaluation (MCE) techniques in a Spatial Multi-Criteria Evaluation (SMCE) represent a valid tool able to help decision-makers in solving complex spatial decision problems (Malczewski, 2000). In this paper, we present a methodology for optimizing the selection of areas to be allocated to shellfish culture, taking into consideration both the presence of interfering activities and the biomass yield. The methodology was applied to the Italian coastal area of the Adriatic Sea and, in particular to the Emilia-Romagna coastline in the northern Adriatic, where mussel farming is a consolidated activity. Two suitability scenarios were considered: A) *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 and *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) have been considered to have the same importance; B) the *M. galloprovincialis* farms have a weight three times higher respect the *C. gigas* ones.

Materials and methods - The best areas for allocating shellfish farms were identified by integrating information concerning the trophic potential of areas and the constraints due to the presence of other uses. We achieved this goal by implementing in a GIS environment a multi-criteria analysis (Radiarta *et al.*, 2008) based on the following criteria: time to reach the market size; dry weight at the harvest; depth of the area; constraints due to the presence of other activities. The multi-criteria analysis required two steps: i) the normalization of criteria and the assignment of a weight for each criterion employing an Analytical Hierarchy Process (AHP);

ii) the calculation of a Suitability Index through a Weighted Linear Combination (WLC) technique. Subsequently, the constraints were superimposed. Criteria related to mussel and oyster growth performance were estimated using bioenergetic models (Pouvreau *et al.*, 2006; Brigolin *et al.*, 2009). Chlorophyll *a* concentration (CHL_a) was taken as a proxy of food resources. Time series of monthly Sea Surface Temperature and concentration of CHL_a, estimated from satellite data, were extracted from the EMIS (<http://emis.jrc.ec.europa.eu/>) database for the years 2003-2012. We assumed that shellfish is stocked in June and harvested after 11 months and estimated for the whole study area the above criteria for both *M. galloprovincialis* and *C. gigas*. Subsequently, we calculated, at each grid point, the average value and the standard deviation of each criterion.

Results - The main results highlighted that the total suitable area (Suitability Index > 0.45) resulted of 999 km² and 1494 km² for A and B scenarios, respectively. However, considering constraints, these values showed a reduction down to 531 km² (scenario A) and 783 km² (scenario B). In both scenarios, the whole coastal area comprised within 3 NM was found to be suitable for farming of both mussel and oyster. This is not the case for the area comprised between 3 and 12 NM: the northern part is very suitable, whereas the southern one is less suitable concerning the scenario A. In the B scenario, new farming sites should be located in the northern part of the investigated area, even though the constraints markedly reduce the available surface. For both scenarios, beyond 12 NM, the northern part is still classified as the most suitable one, for setting up a shellfish farm.

Conclusions - The presented results showed that the integration of multiple instruments (such as satellite data and mechanistic models) can represent an effective strategy to identify optimal sites where mussels farming activities can be located, assisting the decision makers in the designation of AZA (Allocated Zone for Aquaculture). In this study, satellite data have not been used as indicators of marine productive capacity, as commonly, but have been provided as input variable to the mathematical models for estimating the potential growth of *M. galloprovincialis* and *C. gigas*. The possibility to include environmental and socio-economic indicators in SMCE analysis represents a valid methodological framework to implement MSP based on an Ecosystem Approach to Aquaculture (EAA).

References

- BRIGOLIN D., DAL MASCHIO G., RAMPAZZO F., GIANI M., PASTRES R. (2009) - An individual-based population dynamic model for estimating biomass yield and nutrient fluxes through an off-shore mussel (*Mytilus galloprovincialis*) farm. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **82**: 365-376.
- EATIP (2012) - The future of European Aquaculture. European Aquaculture Technology and Innovation Platform (EATIP), Liege: 41 pp.
- MALCZEWSKI J. (2000) - On the use of weighted linear combination method in GIS: common and best practice approaches. *Trans. GIS*, **4** (1): 5-22.
- POUVREAU S., BOURLES Y., LEFEBVRE S., GANGNERY A., ALUNNO-BRUSCIA M. (2006) - Application of a dynamic energy budget model to the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, reared under various environmental conditions. *J. Sea Res.*, **56**: 156-167.
- RADIARTA I.N., SAITOH S.I., MIYAZONO A. (2008) - GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan. *Aquaculture*, **284**: 127-135.

M. CHIANTORE, M.P. FERRANTI, G. DE LA FUENTE, M. SHPIGEL¹, H. ROSENFELD¹,
L. BRUNNER², M. KELLY², P. JAMES³, S. SIKAVUOPIO³, G. FANELLI⁴, E. PRATO⁴,
G. BASILE⁵, J. CHAMBERLAIN⁶, P. ADDIS⁷, A. ANGIONI⁷, R. JÓHANSSON⁸,
O. ORN ASMUNDSSON⁹, G. TAMPONI¹⁰, C. HANNON¹¹, A. GUDNASON¹², K. TARRAB¹³

Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DiSTAV), Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italy.

mariapaola.ferranti@gmail.com

¹Israel Oceanographic and Limnological Research, Eilat, Israel.

²Scottish Association for Marine Science, Oban, UK.

³Nofima AS, Trømso, Norway.

⁴IAMC-CNR, Taranto, Italy.

⁵Gigante Srl, Taranto, Italy.

⁶Dunmanus Seafood Limited, Bantry, Ireland.

⁷DiSVA, Università di Cagliari, Cagliari, Italy.

⁸Matis, Reykjavík, Iceland.

⁹Thorisholmi ehf, Stykkisholmur, Iceland.

¹⁰Cedimar Srl, Cagliari, Italy.

¹¹Abalone Connemara Teoranta, Galway, Ireland.

¹²Sæbýli ehf, Eyrarbakki, Iceland.

¹³Ardag Cooperative Agricultural Society Ltd, Eilat, Israel.

RESURCH: RESEARCH & TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT TO IMPROVE ECONOMIC PROFITABILITY AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY OF SEA URCHIN FARMING

RESURCH: RICERCA E SVILUPPO TECNOLOGICO PER MIGLIORARE LA REDDITIVITÀ ECONOMICA E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DELL'ALLEVAMENTO DEL RICCIO DI MARE

Abstract - Sea urchin gonads are a delicacy consumed worldwide, especially Asia, Australasia, the Mediterranean Countries and South America. Nowadays, their massive demand has led to overfishing and decrease of natural stocks. One solution to fill the gap between supply and demand is sea urchin aquaculture, although one major bottleneck is present: growth of juvenile sea urchins to market size over a profitable time. For these reasons, ResUrch is proposed to further develop the technology required to make commercial sea urchin production a reality across Europe. ResUrch consortium includes SME (Small Medium Enterprises) and RTD (Research and Technological Development) partners from 6 countries.

Key-words: sea urchins, echinoculture, feeds, *Paracentrotus lividus*, *Strongylocentrotus droebachiensis*.

Introduction - Sea urchin gonads are worldwide considered a delicacy (Hagen, 1996) and their massive demand on the market led to overfishing and decline of natural stocks (Keesing and Hall, 1998). For this reason, to cope with market demand, alternatives to collection of wild specimens were proposed (Spirlet *et al.*, 2000), such as sea-based and land-based aquaculture, possibly combined with other species, with the aim to reduce the time of juvenile growth to commercial size. In the last 15-20 years the interest in sea urchins farming greatly increased, especially in some countries, such as Japan, France, China, Chile, Philippines, New Zealand, Australia, Canada, Norway, Scotland, Ireland, Italy and United States. Among them, Japan is the largest importer and consumer of the world market for sea urchins (according to 2010 FAO data, it imports more than 85%), followed by France, with an annual consumption of about 100 tons of roe (Hagen, 1996; FAO, 2013), while Chile is considered the largest producer of gonads, mainly in the form of frozen gonads (Miyata, 2010). Given the need to further improve sea urchins rearing techniques, in particular at European level, the project ResUrch (<http://resurchproject.com>) was

financed under FP7 Capacities, with the aim to reduce the time required to grow up juvenile sea urchins to commercial size, testing and optimizing feeds and rearing techniques, validating the results obtained under experimental conditions at semi-commercial scale to assess the technical and economic feasibility, encouraging the development of a network within this aquaculture branch. For project development, a consortium of SMEs (Small Medium Enterprises) and RTDs (research institutes) from 6 different countries, spanning from Norway to Israel, has been set-up (Fig. 1).



Fig. 1 - ResUrch consortium.
Consorzio ResUrch.



Fig. 2 - Holding system types.
Tipologie di holding systems.

Materials and methods - ResUrch project lasted two years (January 2014-2016); in this time frame, several experiments were performed on two edible sea urchin species, *Strongylocentrotus droebachiensis* (O.F. Müller, 1776), green sea urchin, distributed along the coasts of northern Europe, and *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816), purple sea urchin, with a wider distribution, from northern Europe to the South of the Mediterranean. For both species different holding systems and different diets were tested (Fig. 2), both at sea and on land, to verify their performance. As far as the diets, four different feeds, supplied by project partners, were tested: an extruded feed produced by Nofima (Feed 1), already available on the market, and 3 other experimental feeds, different in composition, mainly in the vegetal components: Feed 2 with terrestrial vegetal flours; Feed 3 and Feed 4, containing macroalgae mix, but different in composition and shape (strips for Feed 3 and pellets for Feed 4). The different feeds were tested together in different combinations and in different conditions of temperature, from 10 °C to over 25 °C. Feed stability was also tested (in terms of weight loss and therefore dissolution) at the different temperatures. Concerning the diets, the possible effect of different feeding frequencies was also tested, which is related both to the stability of the feed and to the effectiveness of the production process. In addition to the diets, several holding systems were tested on the basis of farming type, on land or at sea: conical tanks with a surface of 2.4 m², cages made of modular elements of plastic perforated plates, oysters baskets, Sea Nest™ System (holding systems developed in Norway), SEAPA (holding systems developed in France for oysters), tanks with U or V bottom, raceways. Also in this case, the different project partners performed experiments comparing the different systems, both on land and at sea, using respectively *S. droebachiensis* in Norway and

Iceland and *P. lividus* in all other countries. Beyond testing the effectiveness of these holding systems, other farming parameters were tested, such as density of individuals of different size classes.

Results - Results obtained from the different experiments concerning food stability in water showed good performance of most of the tested diets (Fig. 3), also at the high Mediterranean temperatures (feed weight loss in the range of 10-20%, within 24 hours at 24 °C for Feeds 1, 2 and 3).

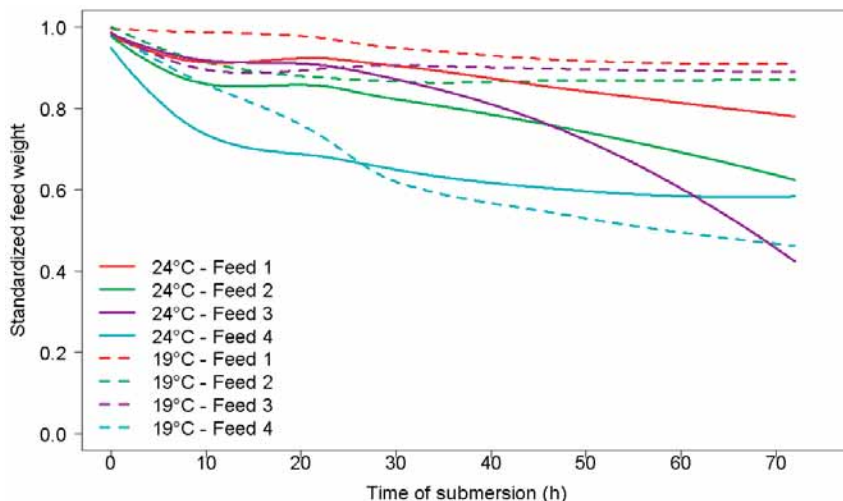


Fig. 3 - Standardized dry weight of feed 1, 2, 3 and 4 in seawater from 0 to 72 h at 19 and 24 °C. Curves are loess curve fits.

Peso secco standardizzato dei mangimi 1, 2, 3 e 4 immersi in acqua di mare da 0 a 72 h, a 19 e 24 °C. Le curve rappresentate sono curve di loess.

The different vegetable based feeds tested produced good results (see also Prato *et al.*, 2016), particularly as far as the gonadic growth and gonad quality, while less satisfactory were the results for the somatic growth, where better performance was achieved by Feeds 1 and 2. As far as gonads quality, the analyses performed on the urchins from UNIGE experiments show that all diets have produced gonads with basically high value nutritional characteristics, given the good presence of poly-unsaturated lipids and in particular omega-3 (in particular Feeds 2 and 3), not dissimilar from the concentrations in sea urchins farmed with wild macroalgae (data not public; Fig. 4). Concerning the comparison between holding systems, not particularly relevant differences were observed, while evident effects (both in terms of mortality and growth) were observed with respect to farming density, especially on small individuals, suggesting as a best practice do not exceed 20-30% coverage of the available surface. According to the increase in sea urchin size, the density should necessarily be reduced (every 2-3 months for small specimens and every 3-4 months for the larger ones).

Conclusions - Despite the aim to produce a feed to optimize sea urchins somatic growth, no notable results were obtained under this point of view, but relevant results were obtained as far as gonadic growth, aspect of considerable importance especially at the commercial level.

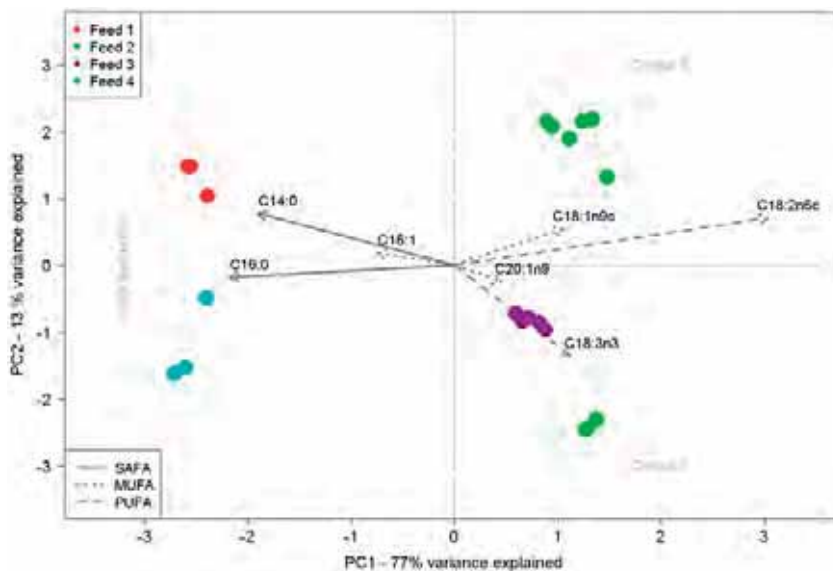


Fig. 4 - Principal component analysis of fatty acids of the gonads of sea urchins which were fed with Feed 1, 2, 3, 4.

Analisi delle componenti principali realizzata sulla composizione in acidi grassi delle gonadi dei ricci nutriti con Feed 1, 2, 3, 4.

Moreover, thanks to the feed stability experiments, carried out also at high temperatures like Mediterranean ones, it was possible to demonstrate that the feeds produced originally for North-European temperatures, such as Nofima diet, can also be used in other areas of the world. Concerning the experiments on the holding systems, we can conclude that the type of holding system does not have a significant impact on the growth and survival of sea urchins, for both species used. Conversely, the starting density at which sea urchins are maintained is particularly important. Therefore, the holding systems should be designed according to capability and practical requirements of individual enterprises, while the density must be maintained to acceptable levels for the entire period that the sea urchins spend inside the holding systems.

References

- FAO (2013) - Aquaculture Production (Quantities and values) 1950-2011. www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en.
- HAGEN N.T. (1996) - Echinoculture: from fishery enhancement to close-cycle cultivation. *World Aquaculture*, **27**: 6-19.
- KEESING J.K., HALL K.C. (1998) - Review of harvests and status of world sea urchin fisheries points to opportunities for aquaculture. *J. Shellfish Res.*, **17**: 1597-1604.
- MIYATA T. (2010) - Reducing overgrazing by sea urchins by market development. *Bull. Fish. Res. Agen.*, **32**: 103-107.
- PRATO E., BIANDOLINO F., ADDIS P., ANGIIONI A., SECCI M., PARLAPIANO I., PAPA L., FANELLI G. (2016) - Qualità sensoriali delle gonadi di *Paracentrotus lividus* allevati con due diete artificiali. *Biol. Mar. Mediterr.*, **23** (1): 160-161.
- SPIRLET C., GROSJEAN P., JANGOUX M. (2000) - Optimization of gonad growth by manipulation of temperature and photoperiod in cultivated sea urchins, *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata). *Aquaculture*, **185**: 85-99.

M. CHIANTORE, D. PECORINO, P. POVERO, E. OLIVARI, D. MONTEGGIA

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

A EUROPEAN SCALE COMPARISON OF OFF-SHORE MARICULTURE FARMS SHOWS GOOD ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AND SCOPE FOR GROWTH

UN CONFRONTO SU SCALA EUROPEA DI IMPIANTI DI MARICOLTURA OFF-SHORE RIVELA UNA BUONA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE E POSSIBILITÀ DI CRESCITA

Abstract - Mariculture, and aquaculture in general, are often associated to a perceived degraded environmental quality, especially in the eye of the public opinion. This perception, often not substantiated by scientific data, creates a bias in legislators and public bodies, that end up opposing to the development of new farms, or the enlargement of those that are already on the market, effectively reducing the scope for 'blue growth' of European coastal areas. This research assesses and compares the impact of three mariculture farms representative of three European marine environments (North-Eastern Atlantic Ocean, North-Western Mediterranean Sea and Eastern Mediterranean Sea) in terms of organic load to the sediments and changes to the macrobenthic community and shows that little, if at all measurable, impact is present at all these conditions.

Key-words: off-shore aquaculture, macrobenthos, blue growth.

Introduction - Sustainability of aquaculture is a complex concept that encompasses the need for economical feasibility, its social acceptability and that it has a neutral or benign effect on the environment (Barrington *et al.*, 2010). While the first is strictly connected to available technology, social acceptability mostly requires environmental sustainability, among others, to be shown to the public, as demonstrated by the fact that stakeholders often give voice to environmental concerns when interviewed about their opinions on aquaculture (Alexander *et al.*, 2016). While a vast literature exists on negative environmental impacts of aquaculture farms (Sarà, 2007), it mostly refers to farms within closed bays or low hydrodynamics environments, where farms effluents tend to sink to the bottom before being washed away and diluted by the action of currents. Off-shore farms, conversely, sit on areas that are farther away from the coast and often suffer from adverse weather conditions. While this makes for higher running and maintenance costs, it also provides ideal conditions for effluents dilution and better environmental conditions that could be used within a marketing strategy to help producers generate a higher income and more efficiently cover production costs. The present research aims at assessing the environmental impact of off-shore mariculture farms by comparing three European farms from three very different environments that are representative of most of European off-shore aquaculture farming landscape.

Materials and methods - Three farms were chosen within the framework of the IDREEM FP7 research project. For the sake of anonymity, these farms are referred to as Farm 1 in the North-eastern Atlantic Ocean, Farm 2 in the North-western Mediterranean Sea and Farm 3 in the Eastern Mediterranean (map in Fig. 1). Farm 1 produces salmon (≈ 1300 tons/year), Farm 2 sea bass and sea bream (≈ 240 tons/year), Farm 3 sea bass, sea bream and meagre (≈ 1000 tons/year). Sediment samples were obtained using a Van Veen grab and sediments dried before quantification of organic matter content following the 'Loss on Ignition' method.

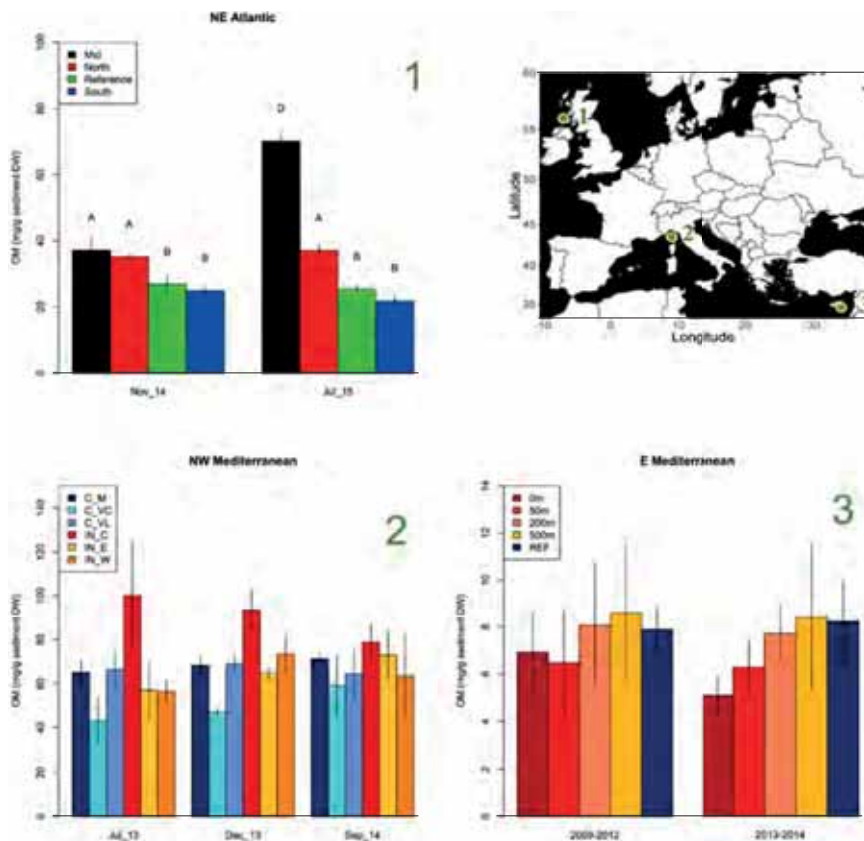


Fig. 1 - Organic matter concentration (mg/g sediment dry weight) at different times in sediments below a farm in North-eastern Atlantic Ocean, North-western Mediterranean Sea and eastern Mediterranean Sea. Error bars are 1 standard deviation.

Concentrazione di sostanza organica (mg/g sedimento peso secco) nei sedimenti sottostanti un impianto nel Nord-Est Atlantico, uno nel Mar Mediterraneo Nord-occidentale e uno nel Mar Mediterraneo orientale. Le barre di errore sono 1 deviazione standard.

Macrofauna was separated from sediment by sieving each sample using a 2 mm mesh sieve, then sorted and classified at the lowest practical taxonomical level. The stations considered for Farm 1 are Mid, under the cages, North and South are ≈ 100 m away from the cages in those direction, and Reference is ≈ 500 m North-East of the farm. Stations for Farm 2 are IN_W, IN_C and IN_E below the cages from West towards East, C_M is ≈ 200 m East of the farm, and C_VC and C_VL are ≈ 200 m West of the farm towards coast and the open sea respectively. Stations for Farm 3 are below the cages (0 m), progressively farther away from the farm (50 m, 200 m and 500 m), and ≈ 7.5 km West of the farm. Three sediment sample replicates were taken from each station. Sampling was carried out in November 2014 and July 2015 at Farm 1; July 2013, December 2013 and September 2014 at Farm 2; and once a year in 2103 and 2014 at Farm 3. Data from Farm 3 were analysed also comparing them to data collected from 2009 to 2012, before the start of the IDREEM project. Current measurements were also carried out.

Results - No significant difference was found in the concentration of organic matter (Fig. 1) at the sampling stations below the cages and progressively farther

away from the farm in the case of Farm 2 and Farm 3 at the chosen sampling times (Farm 2 ANOVA Station $F_{1,102}=0.730$, $p=0.050$, Sampling time $F_{2,202}=1.700$, $p=0.188$; Farm 3 ANOVA Station $F_{1,26}=0.639$, $p=0.413$, Sampling time $F_{1,26}=0.045$, $p=0.833$). For Farm 1 a significant effect of the interaction between station and sampling time was found (ANOVA Station * Sampling time $F_{3,16}=91.667$, $p<0.001$) and a subsequent Tukey's HSD post hoc test confirmed that the concentration of organic matter was significantly higher in station Mid compared to all other stations in July 2015, but it was not in November 2014. MDS (Fig. 2) shows no evident separation of the stations, indicating that the composition of the macrobenthic community is similar between farm stations and control stations at Farm 2 and Farm 3.

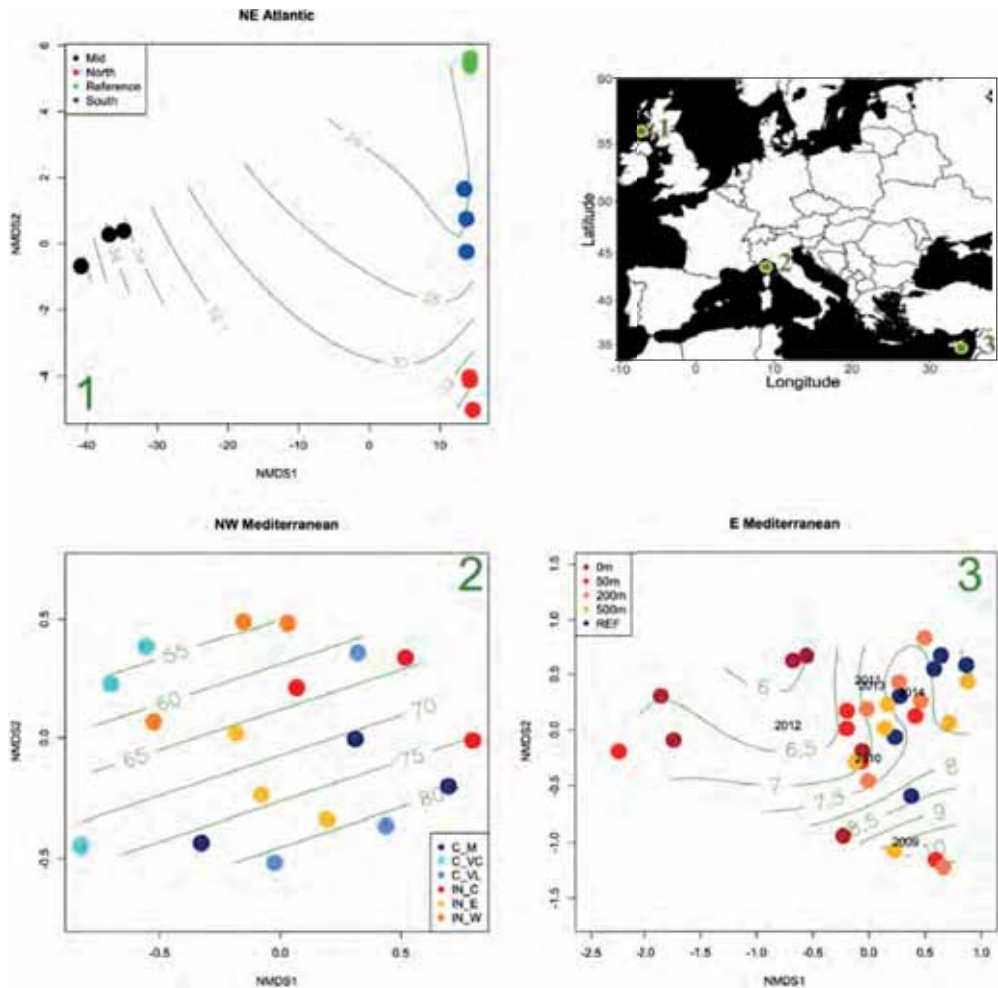


Fig. 2 - MDS of the macrobenthic community from a farm in North-eastern Atlantic Ocean, North-western Mediterranean Sea and eastern Mediterranean Sea. The contour lines indicate the same concentration of organic matter in sediments, and were obtained by extrapolating results from a GAM model fitted to the MDS ordination results.

MDS della comunità macrobentonica nei sedimenti sottostanti un impianto nel Nord-Est Atlantico, uno nel Mar Mediterraneo Nord-occidentale e uno nel Mar Mediterraneo orientale. Le curve verdi indicano linee con la stessa concentrazione di sostanza organica nei sedimenti e sono state ottenute per estrapolazione da un modello GAM sui risultati dell'MDS.

In the case of Farm 1 the station Mid below the cages is set apart from the other stations, indicating that the macrobenthic community is affected by the presence of the fish effluents. In this case, contour lines show that the Mid station is also characterized by a higher organic load, which is not present at the other stations. No clear correlation in the organic matter concentration of sediments and stations position is apparent at Farm 2 and Farm 3. Current average and maximum speeds were ≈ 7 and ≈ 21 cm/s at Farm 1, ≈ 18 and ≈ 99 cm/s at Farm 2, and ≈ 15 and ≈ 50 cm/s at Farm 3, and characterizes these sites as high energy.

Conclusions - Farm 2 and Farm 3 appear to have no impact on the environmental quality of the area they insist on, as measured by organic load on sediments and macrobenthic community composition. Farm 1 has a very limited impact that quickly dissipates and is not measurable at stations North and South just ≈ 100 m from the farm cages. These results show that off-shore farms in Europe generate a low, if at all measurable, environmental impact. This contrasts with observations in enclosed coastal areas and points to the possibility of pursuing a sustainable *blue growth*, as intended by the European Community, by fostering the development of off-shore farming activities. Furthermore, these results reinforce the potential for decision-making in spatial planning for selecting Allocated Zones for Aquaculture (Resolution GFCM/36/2012/1).

References

- ALEXANDER K.A., ANGEL D., FREEMAN S., ISRAEL D., JOHANSEN J., KLETOU D., MELAND M., PECORINO D., REBOURS C., ROUSOU M., SHORTEN M., POTTS T. (2016) - Improving sustainability of aquaculture in Europe: stakeholder dialogues on Integrated Multi-trophic Aquaculture (IMTA). *Environ. Sc. Pol.*, **55**: 96-106.
- BARRINGTON K., RIDLER N., CHOPIN T., ROBINSON S., ROBINSON B. (2010) - Social aspects of the sustainability of integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult. Int.*, **18**: 201-211.
- GFCM (2012) - Resolution GFCM/36/2012/1 on guidelines on Allocated Zones for Aquaculture (AZA).
- SARÁ G. (2007) - Ecological effects of aquaculture on living and non-living suspended fractions of the water column: a meta-analysis. *Water. Res.*, **41**: 3187-3200.

F. TULLI, M. BRUNO, M. MESSINA, G. CARDINALETTI, G. GIORGI¹, I. GALGANI¹,
M.R. TREDICI¹, G. CHINI ZITTELLI², B.M. POLI¹, E. TIBALDI

Dipartimento di Scienze Agroalimentari, Ambientali e Animali (Di4A), Università di Udine,
Via Sondrio, 2 - 33100 Udine, Italia.
francesca.tulli@uniud.it

¹Dip. di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Università di Firenze, Firenze, Italia.

²CNR-Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, Firenze, Italia.

RISPOSTA DEL BRANZINO (*DICENTRARCHUS LABRAX*) A DIETE CHE INCLUDONO MICROALGHE MARINE QUALI INGREDIENTI SOSTENIBILI

RESPONSE OF EUROPEAN SEA BASS (DICENTRARCHUS LABRAX) TO DIETS INCLUDING MARINE MICROALGAE BIOMASS AS SUSTAINABLE INGREDIENTS

Abstract - For a sustainable aquaculture industry, current levels of fish meals/oils in aquafeeds need to be drastically reduced and mostly replaced by alternate counterparts. In this context, the use of marine microalgae in aquafeeds has recently attracted much scientific attention due to their high protein content and lipid levels, including ω -3 long-chain PUFAs. In the present study, we investigated the growth performance and body composition of sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L., 1758) in response to diets where graded levels of a blend of two marine microalgae (*Isochrysis aff. galbana* (T-ISO) and *Tetraselmis suecica*) were included in low fish meal/oil diets. The microalgae-containing aquafeeds were also compared to a diet (negative control) with a 30:70 fish to vegetable protein-lipid ratios. Fish given the positive control feed and those fed diets including graded levels of microalgae showed similar growth performance and feed conversion ratios which were significantly better than those attained by fish fed the negative control diet (B.W. 420 vs 388 g, SGR 0.69 vs 0.61, FCR, 1.7 vs 1.9, $p < 0.05$). The effects of the dietary microalgae inclusion on fillet fatty acid composition and intestinal brush border enzyme activity were also considered.

Key-words: *Isochrysis* (T-ISO), *Tetraselmis suecica*, fish quality, growth performance, *Dicentrarchus labrax*.

Introduzione - Negli ultimi decenni la ricerca ha esplorato possibili alternative alle farine e agli oli di pesce impiegati nell'alimentazione delle specie ittiche ad uso commerciale. Tale interesse finora si è rivolto soprattutto verso ingredienti vegetali di origine terrestre spesso in competizione con l'uso diretto per l'alimentazione animale e umana o più recentemente per la produzione di biomasse a fini energetici (Kaushik *et al.*, 2004; Messina *et al.*, 2013; Tibaldi *et al.*, 2006). Grazie anche alle innovazioni tecnologiche che fanno presagire una disponibilità maggiore ed economicamente più sostenibile (Tredici e Rodolfi, 2004; Bosma *et al.*, 2010), di recente è stata considerata la possibilità di impiegare le microalghe quali possibili ingredienti nelle diete composte per l'alimentazione di specie ittiche (Tulli *et al.*, 2012; Valente *et al.*, 2006) al di là del loro impiego consolidato nelle avannotterie (Kiron *et al.*, 2012; Nandeeshia *et al.*, 2001; Palmegiano *et al.*, 2005; Vizcaino *et al.*, 2014; Walker e Berlinsky, 2011). In particolare due specie di microalghe marine presentano caratteristiche che rispondono allo scopo: *Tetraselmis suecica* (Kylin) Butcher, 1959 e *Isochrysis galbana* Parke, 1949. La prima si caratterizza per un tenore proteico medio-elevato (49% sulla sostanza secca) e recenti ricerche ne hanno evidenziato le possibilità di impiego in parziale sostituzione della farina di pesce nell'alimentazione in fase giovanile di diverse specie ittiche sia onnivore che carnivore. Anche nel branzino, *T. suecica* è stata inclusa con successo nella formulazione dietetica fino a sostituire il 20% della proteina da farina di pesce senza alterarne le prestazioni produttive (Tulli *et al.*, 2012). *Isochrysis* sp., invece, abbina livelli medi di proteina (45% s.s.) con un alto tenore lipidico (27% s.s.) caratterizzato peraltro da un elevato

contenuto in acidi grassi polinsaturi a lunga catena (LC-PUFA), in particolare DHA. Recenti ricerche hanno evidenziato che tale biomassa algale può essere inclusa con successo nella dieta del branzino per sostituire fino al 20% della proteina e il 36% della quota lipidica apportata da fonti marine convenzionali (Tibaldi *et al.*, 2015). In questo contesto, lo scopo della presente ricerca è stato quello di valutare gli effetti dell'inclusione dietetica di una miscela di *T. suecica* e *I. aff. galbana* in sostituzione della farina e dell'olio di pesce sulle prestazioni di accrescimento e sul metabolismo del branzino.

Materiali e metodi - È stata formulata una dieta a base di farina di pesce (FM), farine vegetali convenzionali (glutine di frumento e farina di estrazione di soia), olio di pesce e olio di palma (dieta C+). A partire da tale formulazione sono state disegnate 4 ulteriori diete isoproteiche (47% s.s.) e isolipidiche (17,5% s.s.). Le diete IsoTetra15, IsoTetra30, IsoTetra45 prevedevano la sostituzione della proteina apportata dalla farina di pesce in quote pari al 15, 30 e 45%, con una miscela (2:1) di *Isochrysis aff. galbana* (T-ISO) e *Tetraselmis suecica*. Nella quarta dieta (C-), per simulare le formulazioni commerciali attualmente in uso, il livello di sostituzione della proteina da FM corrispondente alla dieta IsoTetra45, è stato ottenuto con la sola inclusione di farine vegetali convenzionali (Tab. 1). Le diete sono state offerte a sazietà a 180 branzini (*Dicentrarchus labrax*, L., 1758) di peso iniziale $204,3 \pm 1,08$ g suddivisi in 15 vasche per 15 settimane in condizioni ambientali controllate (temperatura 21 °C; salinità 28 psu; ossigeno disciolto 6,14 mg/L; N-NH₃ 0,11 mg/L; N-NO₂ 0,09 mg/L; fotoperiodo 12L:12B) secondo un disegno sperimentale monofattoriale randomizzato con tre repliche per trattamento. Il consumo di alimento è stato registrato giornalmente. I pesci sono stati pesati per gruppo in condizioni di moderata sedazione (soluzione alcolica di olio di chiodi di garofano 70% v/v) a cadenza quindicinale dopo 24 ore di digiuno. Le biomasse microalgali sono state prodotte presso l'Istituto per lo studio degli Ecosistemi del CNR (FI) mediante fotobioreattori verticali Green Wall Panel (GWP®-I) (Chini Zittelli *et al.*, 2013; Tredici e Rodolfi, 2004), successivamente liofilizzate e conservate a -20 °C fino al loro impiego come ingredienti nelle formulazioni.

Tab. 1 - Caratteristiche delle diete sperimentali.

Characterization of the experimental diets.

	C+	IsoTetra15	IsoTetra30	IsoTetra45	C-
Lipidi da farina ed olio di pesce (%)	50	45	40	36	50
Lipidi da microalghe (%)	0	7	14	21	0
Proteina da FM (%)	50	44	38	32	30
Proteina da fonti vegetali convenzionali (%)	50	50	50	50	70
Proteina da microalghe (%)	0	6	12	18	0
Sostituzione della proteina da FM con proteine da microalghe (%)	0	15	30	45	0

Al termine della prova, sulla base dei rilievi ponderali e dei consumi di alimento per gruppo/vasca, sono stati valutati i principali parametri zootecnici (tasso di accrescimento specifico, TAS; indice di conversione alimentare, ICA) e 2 animali per vasca sono stati sacrificati per la caratterizzazione chimica della porzione edule [lipidi totali (Folch *et al.*, 1957) e acidi grassi mediante gascromatografia (Christie, 2003)] e per la valutazione dell'attività a livello dell'orletto a spazzola di alcuni enzimi (maltasi, saccarasi, fosfatasi alcalina, γ -glutamyl-transpeptidasi) in diversi tratti

(cieco pilorico, intestino anteriore e posteriore) del digerente (Tibaldi *et al.*, 2006). I dati sperimentali sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA) e, se opportuno, le medie sono state confrontate tramite il test di Duncan. Le differenze sono state considerate significative per $P < 0,05$.

Risultati - I parametri di accrescimento e di utilizzazione dell'alimento non sono stati influenzati dai trattamenti dietetici (peso finale, $420 \pm 14,5g$, TAS, $0,68 \pm 0,003$, ICA, $1,7 \pm 0,11$, $P > 0,05$). La qualità della componente lipidica dei filetti, invece, è risultata sostanzialmente influenzata dai trattamenti dietetici. La caratterizzazione chimica degli acidi grassi del filetto ha messo in evidenza come le diete che includevano le biomasse microalgali sono risultate in un rapporto PUFA n3/n6 significativamente più elevato rispetto alla dieta C- ($1,4$ vs $1,2$; $P < 0,05$) (Tab. 2). La presenza delle microalghe non ha indotto, altresì, alterazioni delle capacità digestive e di integrità intestinale come evidenziato dai valori di attività enzimatica riscontrati nei diversi tratti del digerente ($5,71 \pm 0,78$ e $1,75 \pm 0,15$ U/mg proteina, rispettivamente per maltasi e saccarasi; $286,9 \pm 10,79$ e $3,07 \pm 0,55$ U/mg proteina, rispettivamente per fosfatasi alcalina e γ -glutamyl-transpeptidasi, $P > 0,05$).

Tab. 2 - Composizione (%) in acidi grassi del filetto di branzini alimentati con le diete sperimentali per 15 settimane.

Fillet muscle fatty acids composition (%) of sea basses fed with the test diets over 15 weeks.

	C+	IsoTetra15	IsoTetra30	IsoTetra45	C-	ESM (g.l. 40)
SFA	31,6 ^{bc}	33,3 ^a	32,4 ^{ab}	32,7 ^{ab}	31,1 ^c	1,40
MUFA	33,5 ^a	32,4 ^{ab}	31,0 ^c	31,7 ^{bc}	33,5 ^a	1,58
n-6PUFA	13,6 ^{bc}	13,1 ^c	13,8 ^b	14,0 ^b	14,6 ^a	0,71
n-3PUFA	18,3 ^{ab}	18,3 ^{ab}	18,8 ^a	18,6 ^{ab}	17,8 ^b	2,00
n-3/n-6	1,3 ^{ab}	1,4 ^a	1,4 ^a	1,33 ^{ab}	1,2 ^b	0,15

Conclusioni - Le biomasse microalgali marine possono contribuire a contenere l'impiego di farine ed oli di pesce nell'alimentazione delle specie ittiche carnivore senza inficiarne le prestazioni produttive e migliorando alcuni aspetti della qualità del prodotto. Considerata la risposta integrata del branzino, l'impiego dietetico di una miscela che combina i pregi nutrizionali di entrambe le specie microalgali oggetto del presente studio si è dimostrato idoneo a sostituire i derivati del pesce in misura superiore rispetto all'impiego quale ingrediente dietetico della sola *T. suecica* (Tulli *et al.*, 2012) o *Isochrysis* (T-ISO) (Tibaldi *et al.*, 2015) sia in termini di accrescimento che di qualità nutrizionale del prodotto.

Ringraziamenti: Si desidera ringraziare G.P. Martincig del Dip. di Scienze Agroambientali, Ambientali e Animali dell'Università di Udine per l'assistenza tecnica durante la sperimentazione.

Bibliografia

- BOSMA R., VERMUË M.H., TRAMPER J., WIJFFELS R.H. (2010) - Towards increased microalgal productivity in photobioreactors. *Int. Sugar J.*, **112** (1334): 74-85.
- CHINI ZITTELLI G., RODOLFI L., BASSI N., BIONDI N., TREDICI M.R. (2013) - Photobioreactors for microalgal biofuel production. In: Borowitzka M.A., Moheimani N.R. (eds), *Algae for Biofuels and Energy*. Springer, London: 115-131.
- CHRISTIE W.W. (2003) - *Lipid Analysis: isolation, separation, identification and structural analysis of lipids*. 3rd ed. The Oily Press: 416 pp.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE STANLEY G.H. (1957) - A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**: 497-509.

- KAUSHIK S.J., COVÈS D., DUTTO G., BLANC D. (2004) - Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, **230**: 391-404.
- KIRON V., PHROMKUNTHONG W., HUNTLEY M., ARCHIBALD I., DE SCHEEMAKER G. (2012) - Marine microalgae from biorefinery as a potential feed protein source for Atlantic salmon, common carp and whiteleg shrimp. *Aquacult. Nutr.*, **18**: 521-531.
- MESSINA M., PICCOLO G., TULLI F., MESSINA C.M., CARDINALETTI G., TIBALDI E. (2013) - Lipid composition and metabolism of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) fed diets containing wheat gluten and legume meals as substitutes for fish meal. *Aquaculture*, **376-379**: 6-14.
- NANDEESHA M.C., GANGADHARA B., MANISSERY J.K., VENKATARAMAN L.V. (2001) - Growth performance of two Indian major carps, catla (*Catla catla*) and rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing different levels of *Spirulina platensis*. *Bioresour. Technol.*, **80**: 117-120.
- PALMEGIANO G.B., AGRADI E., FORNERIS G., GAI F., GASCO L., RIGAMONTI E., SICURO B., ZOCCARATO I. (2005) - *Spirulina* as a nutrient source in diets for growing sturgeon (*Acipenser baeri*). *Aquac. Res.*, **36** (2): 188-195.
- TIBALDI E., CHINI ZITTELLI G., PARISI G., BRUNO M., GIORGI G., TULLI F., VENTURINI S., TREDICI M.R., POLI B.M. (2015) - Growth performance and quality traits of European sea bass (*D. labrax*) fed diets including increasing levels of freeze-dried *Isochrysis* sp. (T-ISO) biomass as a source of protein and n-3 long chain PUFA in partial substitution of fish derivatives. *Aquaculture*, **440**: 60-68.
- TIBALDI E., HAKIM Y., UNI Z., TULLI F., DE FRANCESCO M., LUZZANA U., HARPAZ S. (2006) - Effects of the partial substitution of dietary fish meal by differently processed soybean meals on growth performance, nutrient digestibility and activity of intestinal brush border enzymes in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, **261**: 182-193.
- TREDICI M.R., RODOLFI L. (2004) - Reactor for industrial culture of photosynthetic microorganisms. PCT Patent WO 2004/074423 A2.
- TULLI F., CHINI ZITTELLI G., GIORGI G., POLI B.M., TIBALDI E., TREDICI M.R. (2012) - Effect of the inclusion of dried *Tetraselmis suecica* on growth, feed utilization, and fillet composition of European sea bass juveniles fed organic diets. *J. Aquat. Food Prod. Technol.*, **21**: 1-11.
- VALENTE L.M.P., GOUVEIA A., REMA P., MATOS J., GOMES E.F., PINTO I.S. (2006) - Evaluation of three seaweeds *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture*, **252**: 85-91.
- VIZCAÍNO A.J., LÓPEZ G., SÁEZ M.I., JIMÉNEZ J.A., BARROS A., HIDALGO L., CAMACHO-RODRÍGUEZ J., MARTÍNEZ T.F., CERÓN-GARCÍA M.C., ALARCÓN F.J. (2014) - Effects of the microalga *Scenedesmus almeriensis* as fishmeal alternative in diets for gilthead sea bream, *Sparus aurata*, juveniles. *Aquaculture*, **431**: 34-43.
- WALKER A.B., BERLINSKY D.L. (2011) - Effects of partial replacement of fish meal protein by microalgae on growth, feed intake, and body composition of Atlantic cod. *N. Am. J. Aquacult.*, **73**: 76-83.

La ricerca è stata finanziata da Progetti di Ricerca Scientifica delle Università di Firenze e Udine, Finanziamento EX 60%-2010.

G. CARUSO, G. SARÀ*

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), CNR, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.
gabriella.caruso@iamc.cnr.it

*Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), CoNISMa, Università di Palermo,
Viale delle Scienze Ed. 16 - 90128 Palermo, Italia.

INDAGINI MICROBIOLOGICHE DI SUPPORTO AD ATTIVITÀ DI POLICOLTURA NEL GOLFO DI CASTELLAMMARE (TP, SICILIA)

MICROBIOLOGICAL INVESTIGATIONS IN SUPPORT TO POLY CULTURE ACTIVITIES IN THE GULF OF CASTELLAMMARE (TP, SICILY)

Abstract - During a polyculture experiment in the Gulf of Castellammare, a microbiological study focused on the hygienic-sanitary and trophic conditions of the farming area. The results highlighted that the waters met the requirements of area designed for shellfish culture, and that polyculture did not affect significantly the trophic status of the waters.

Key-words: bacteria, indicators, enzymes, polyculture, Gulf of Castellammare.

Introduzione - Gli impatti ambientali di attività di maricoltura sono oggetto di crescente attenzione. Il Golfo di Castellammare è un'area costiera siciliana da sempre vocata a tali attività, nella quale sono stati condotti precedenti studi microbiologici (Caruso *et al.*, 1998, 2004). Particolare interesse è stato di recente rivolto ad attività di policoltura (molluschicoltura e piscicoltura), capaci di garantire buone rese commerciali e la sostenibilità ambientale (Zenone e Sarà, 2007). La presente nota riferisce le indagini microbiologiche di supporto ad attività di policoltura effettuate nell'ambito del Programma Operativo POR-Sicilia 2006-2007 "Maricoltura integrata" al fine di valutare le condizioni igienico-sanitarie e le caratteristiche trofiche dell'area (Caruso *et al.*, 2003).

Materiali e metodi - Campioni di acqua marina sono stati raccolti durante l'aprile 2007 dalla superficie di 18 siti dislocati nel Golfo (Fig. 1). Sono stati determinati: carica in coliformi fecali-FC, enterococchi-ENT e vibriani alofili a 24 °C (VP) e 35 °C (VPP), presenza di patogeni (*Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus* e *V. cholerae*), attraverso filtrazione e coltura su terreno selettivo (Caruso *et al.*, 1998, 2004). Lotti di molluschi (n=9) appartenenti alle specie *Crassostrea gigas*, *Ostrea edulis*, *Mytilus galloprovincialis* e *Ruditapes philippinarum* sono stati analizzati mediante metodo colturale e *Most-Probable-Number* (MPN). Per la caratterizzazione trofica sono state misurate l'abbondanza procariotica totale, mediante microscopio ad epifluorescenza, e l'attività potenziale di decomposizione enzimatica di proteine, fosfati organici e polisaccaridi, rispettivamente mediante leucina aminopeptidasi [LAP], fosfatasi alcalina [AP] e beta-glucosidasi [Beta-GLU] (Caruso *et al.*, 2010).

Risultati - I valori di FC ($2,0 \times 10^0$ - $5,7 \times 10^1$ CFU/100 ml) hanno presentato un picco di $1,5 \times 10^3$ CFU/100 ml nel sito 1 (antistante la cittadina di Trappeto). I valori di ENT sono stati $\leq 1,0 \times 10^1$ CFU/100 ml, tranne nel sito 1 ($7,0 \times 10^2$ CFU/100 ml). *Salmonella* spp. è risultata assente. Le concentrazioni di VP ($1,9$ - $9,0 \times 10^2$ CFU/100 ml) e VPP ($2,7 \times 10^1$ e $1,2 \times 10^2$ CFU/100 ml) hanno presentato valori maggiori nel sito 1. I conteggi di FC, ENT, VP e VPP sono risultati correlati positivamente con la temperatura (Pearson $r=+0,55$, $+0,54$, $+0,58$ e $+0,64$, $P<0,05$, rispettivamente). Nei molluschi i valori di FC sono risultati ≤ 20 unità MPN/100 g, tranne in un campione

di *Ostrea edulis* (130 MPN/100 g). Non sono stati isolati ceppi di *Salmonella* spp. I tassi di LAP sono variati fra 48,5 e 172,1 nmol/l/h, di Beta-GLU fra 6,6 e 34,5 nmol/l/h, e di AP fra 9,7 e 77,4 nmol/l/h; l'abbondanza procariotica è oscillata fra 2,5 e $9,9 \times 10^4$ CFU/ml.



Fig. 1 - Area di studio e siti di campionamento.
Study area and sampling sites.

Conclusioni - Le acque del Golfo di Castellammare non sono risultate interessate da fonti di contaminazione fecale, come già osservato in precedenti studi (Caruso *et al.*, 1998, 2004); i molluschi allevati hanno presentato valori conformi al limite (<300 MPN/100 g prodotto) previsto per aree classificate come zona A. I residui di mangime e feci rilasciati dalle pratiche produttive possono causare aumenti nell'abbondanza di *Vibrio* spp., correlata con la disponibilità di substrati organici. I tassi elevati di attività enzimatica microbica hanno confermato una efficienza degradativa della comunità microbica tale da prevenire fenomeni di eutrofizzazione (come peraltro suggerito da valori di clorofilla inferiori a 1,0 mg/l, dati non riportati), per cui le attività di policoltura non sono apparse alterare significativamente lo stato trofico delle acque.

Bibliografia

- CARUSO G., DANOVARO R., ZACCONE R., ZOPPINI A.M. (2010) - Attività enzimatiche extracellulari. In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (eds), Metodologie di studio del plancton marino. *ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 195-201.
- CARUSO G., GENOVESE L., MANCUSO M., MODICA A. (2003) - Effects of fish farming on microbial enzyme activities and densities: comparison between three Mediterranean sites. *Lett. Appl. Microbiol.*, **37** (4): 324-328.
- CARUSO G., MAIMONE G., MANCUSO M., MODICA A., GENOVESE L. (2004) - Microbiological controls across the productive cycle of *Dicentrarchus labrax* L. and *Sparus aurata* L.: a study from the environment to the final product. *Aquac. Res.*, **35**: 184-193.
- CARUSO G., ZACCONE R., GENOVESE L., CRISAFI E. (1998) - Microbiological monitoring of Castellammare Gulf (TP) waters for their suitability in marine aquaculture. *Microbiologica*, **21**: 169-182.
- ZENONE A., SARÁ G. (2007) - Policulture as a tool to increase the economic income: a study case in the Gulf of Castellammare. *Ital. J. Anim. Sci.*, **6** (Suppl. 1): 837-838.

A. FABBROCINI, M.M.A. MASELLI, S. PELOSI, R. D'ADAMO

Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), UOS Lesina,
Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.
adele.fabbrocini@fg.ismar.cnr.it

NUOVE TECNOLOGIE PER L'ECHINOCOLTURA:
MATURAZIONE RIPETUTA DI ESEMPLARI
DI *PARACENTROTUS LIVIDUS* STABULATI
IN CONDIZIONI CONTROLLATE

*NEW TECHNOLOGIES IN ECHINOCULTURE:
CONTINUOUS MATURATION OF PARACENTROTUS LIVIDUS
SPECIMENS REARED IN CONTROLLED CONDITIONS*

Abstract - Adult *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) specimens were reared for 24 weeks in a recirculating system after spawning induction, in order to induce a new gamete maturation cycle. Sperm motility and fertilization rates (%) did not differ between the first and the second spawning events, proving the feasibility of a continuous gamete production from the same broodstock in the tested conditions.

Key-words: sea urchin, *Paracentrotus lividus*, recirculating system, sperm motility, fertilization rate.

Introduzione - L'allevamento del riccio di mare *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816), nonostante la sua elevata rilevanza ecologica ed economica, stenta a svilupparsi. Esperienze precedenti (Maurizio *et al.*, 2015) hanno dimostrato la possibilità di affiancare l'echinocoltura ad altre attività di acquacoltura, grazie allo sviluppo di nuove tecnologie, quali le biotecnologie riproduttive. La produzione in continuo di gameti da un numero ridotto di riproduttori selezionati è un punto chiave per lo sviluppo di tali metodologie. Obiettivo di questo lavoro è stato la messa a punto di un sistema di allevamento per la produzione in continuo di gameti da esemplari di *P. lividus* precedentemente sottoposti a un ciclo di induzione della maturazione gonadica.

Materiali e metodi - Venti esemplari adulti di *P. lividus*, allevati in un acquario a ricircolo come descritto in Fabbrocini e D'Adamo (2011), sono stati indotti all'emissione dei gameti mediante iniezione di KCl 0,5 M. Nei gameti provenienti da 4 maschi e 4 femmine, selezionati in modo random, sono stati valutati la capacità di fecondazione e sviluppo larvale (fino allo stadio di pluteo) e la motilità spermatica (Fabbrocini *et al.*, 2016). Mediante Sperm Class Analyzer® sono state analizzate le percentuali di spermatozoi motili (VCL>10 µm/sec) e rapidi (VCL>100 µm/sec); per ognuna delle due sub-popolazioni spermatiche sono state poi valutate le velocità curvilinea-VCL, lineare-VSL e angolare-VAP (µm/sec). I ricci sono stati quindi posti in due vasche separate (9 femmine e 11 maschi, rispettivamente) in un acquario a ricircolo e stabulati per 24 settimane (18 °C, 35‰, fotoperiodo naturale: da 9D/15N a 14D/10N), con mangime artificiale (NIFA feed; 1,5% biomassa/die). Al termine della prova, 4 maschi e 4 femmine sono stati prelevati casualmente; i parametri di motilità spermatica e le percentuali di fecondazione e sviluppo larvale sono stati nuovamente analizzati; inoltre, lo stadio gonadico è stato valutato mediante analisi istologica delle gonadi (Byrne, 1990). Per ogni parametro considerato, le differenze riscontrate nei gameti provenienti dai due cicli di maturazione sono state analizzate mediante ANOVA a una via.

Risultati - In entrambe le prove si è ottenuta l'emissione dei gameti in tutti gli esemplari indotti. I parametri di motilità non presentavano alcuna significativa

differenza tra la prima e la seconda maturazione (Fig. 1A,B), così come le percentuali di fecondazione e di plutei normoformati, sempre superiori al 75%. Tutti gli esemplari avevano gonadi premature o mature (Byrne, 1990).

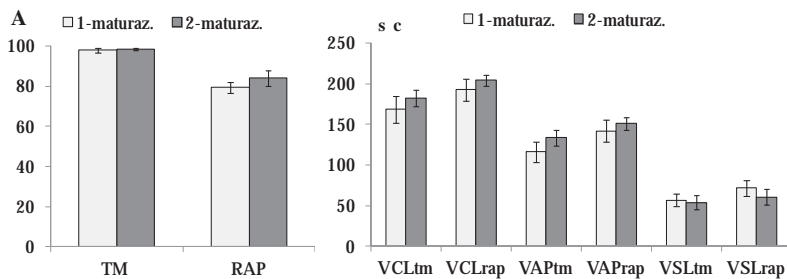


Fig. 1 - Percentuali di spermatozoi motili (A) e parametri di velocità (B) in gameti di *P. lividus* alla prima (t_0) e seconda maturazione (24 settimane). TM: spermatozoi motili; RAP: spermatozoi rapidi (%); VCL: velocità curvilinea; VAP: vel. angolare; VSL: vel. lineare ($\mu\text{m}/\text{sec}$).

Percentages of motile spermatozoa (A) and velocity parameters (B) in semen from *P. lividus* at first (t_0) and second maturation cycle (24 weeks). TM: motile sperm; RAP: rapid sperm (%); VCL: curvilinear velocity; VAP: angular velocity; VSL: straight-line velocity ($\mu\text{m}/\text{sec}$).

Conclusioni - La motilità spermatica ed il tasso di fecondazione e sviluppo larvale presentavano, anche dopo la seconda maturazione, valori comparabili a quelli degli esemplari prematuri e maturi prelevati in campo (Fabbrocini *et al.*, 2016). La produzione di gameti di buona qualità dipende strettamente dalle condizioni di allevamento (Repolho *et al.*, 2011); il sistema qui descritto, che permette il controllo del ciclo riproduttivo e la stabulazione per lunghi tempi (Fabbrocini e D'Adamo, 2011), ha consentito anche la successiva maturazione delle gonadi dopo una prima emissione dei gameti. Il protocollo sperimentato è particolarmente incoraggiante, in quanto permette di produrre in continuo gameti dallo stesso stock di riproduttori, selezionabili in base alle esigenze (banche criogeniche, selezione genetica, produzione di giovanili per ripopolamento). Inoltre, trattandosi di un sistema di dimensioni ridotte e di facile gestione, permette di affiancare l'echinocoltura all'allevamento di altre specie, anche in impianti multifunzione, facilitando la diversificazione delle produzioni e la mitigazione degli impatti.

Bibliografia

- BYRNE M. (1990) - Annual reproductive cycles of the commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and a sheltered subtidal habitat on the west coast of Ireland. *Mar. Biol.*, **104**: 275-289.
- FABBROCINI A., D'ADAMO R. (2011) - Gametes and embryos of sea urchins (*Paracentrotus lividus*, Lmk., 1816) reared in confined conditions: their use in toxicity bioassays. *Chem. Ecol.*, **27** (2): 105-115.
- FABBROCINI A., MAURIZIO D., D'ADAMO R. (2016) - Sperm motility patterns as a tool for evaluating differences in sperm quality across gonad development stages in the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lmk, 1816). *Aquaculture*, **452**: 115-119.
- MAURIZIO D., CARBONARA S., D'ADAMO R., NOVELLI A., FABBROCINI A. (2015) - Gestione integrata di aree marino-costiere: produzione di giovanili di *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) per prove di ripopolamento sperimentale. *Biol. Mar. Mediterr.*, **22** (1): 54-55.
- REPOLHO T.F., COSTA M.H., LUÍS O.J., GAGO J.A. (2011) - Broodstock diet effect on sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) endotrophic larvae development: potential for their year-round use in environmental toxicology assessment. *Ecotox. Environ. Safe.*, **74**: 584-592.

G. FANELLI, F. BIANDOLINO, I. PARLAPIANO, L. PAPA, E. PRATO

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

INDICE DI CONDIZIONE, RESA DELLE CARNI
E INDICE GONADOSOMATICO DI *FLEXOPECTEN GLABER*
(MOLLUSCA, BIVALVIA) NEL GOLFO DI TARANTO

*CONDITION INDEX, MEAT YIELD
AND GONADOSOMATIC INDEX IN FLEXOPECTEN GLABER
(MOLLUSCA, BIVALVIA) FROM THE GULF OF TARANTO*

Abstract - In the present study, condition index, meat yield and gonadosomatic index were monthly evaluated in the scallop *Flexopecten glaber* from the Gulf of Taranto. These indices describe the different investments of the species towards viscera or gonadic tissues. Results reveal that the highest condition index and meat yield were recorded in June, December and April. Maximum gonadosomatic index was observed in the months of July, November, December and April. These results, together with the availability of seed and the growth rate of this species, make *F. glaber* a good candidate to diversify the aquaculture production.

Key-words: *Bivalvia*, *pectinid*, *Flexopecten glaber*, *aquaculture*, *Gulf of Taranto*.

Introduzione - In Italia la produzione del canestrello (*Flexopecten glaber*, Linnaeus, 1758) è rappresentata esclusivamente dallo sfruttamento dei banchi naturali eseguita con ramponi, in particolare nel nord Adriatico (Pranovi *et al.*, 2000). Questa ricerca si inserisce in un più ampio quadro per promuovere l'allevamento di questa specie contribuendo alla diversificazione della maricoltura nazionale. L'acquisizione di conoscenze di base, durante la messa a punto della metodologia di allevamento è un pre-requisito indispensabile per ottenere in breve tempo il passaggio dalla fase sperimentale a quella commerciale. Scopo di questo studio è stato quello di valutare la variabilità temporale dell'indice di condizione (IC), della resa delle carni (RC) e dell'indice gonadosomatico (IGS) di *F. glaber* allevato nel Mar Grande di Taranto.

Materiali e metodi - Giovanili di *F. glaber* sono stati allevati in ceste modulari sospese in un impianto di mitili situato nel Golfo di Taranto (40°26'73"N, 17°13'50"E). L'esperimento ha avuto inizio nel giugno 2013 ed è terminato ad aprile 2014. Circa 50 esemplari sono stati campionati mensilmente e conservati in congelatore (-20 °C) fino al momento dell'analisi. Di ogni esemplare campionato sono stati rilevati la lunghezza totale (LT), con calibro di precisione ($\pm 0,1$ mm), e il peso totale (PT), della conchiglia e della polpa, con una bilancia analitica ($\pm 0,01$ g). La conchiglia, le gonadi e l'insieme dei visceri separati dalle gonadi sono stati poi essiccati in stufa a 105 °C per 48 h. Sulla base dei pesi secchi ottenuti, sono stati calcolati l'IC, espresso dalla formula (peso totale dei visceri/peso conchiglia)*1000, e l'IGS, espresso come (peso gonadi/peso totale visceri)*100; inoltre è stata calcolata la RC espressa come (peso umido visceri/peso totale)*100 (Okumus e Stirling, 1998).

Risultati - La Tab. 1 riporta i dati biometrici e ponderali dei canestrelli in allevamento. Inizialmente gli individui mostravano una lunghezza media totale (LT) di $29,8 \pm 3,3$ mm e un peso medio di $3,76 \pm 1,16$ g raggiungendo la taglia commerciale in gennaio 2014 con individui di taglia media di $40,8 \pm 3,6$ mm e con peso medio di $11,98 \pm 2,72$ g. L'andamento dell'IC è strettamente correlato alla RC ($r=0,92$, t-test, $p<0,001$) mostrando simili variazioni temporali (ANOVA, $F=14,72$ per IC; $F=15,13$ per RC; $p<0,001$) (Fig. 1).

Tab. 1 - Misure biometriche e ponderali di *F. glaber*.*Biometric measurement and total wet weight of F. glaber.*

	Lunghezza (mm)			Peso totale (g)		
	Media \pm SD	Min	Max	Media \pm SD	Min	Max
Giu	29,8 \pm 3,3	22,0	37,1	3,76 \pm 1,1	1,7	6,9
Lug	33,3 \pm 3,3	24,9	42,5	5,57 \pm 1,6	2,1	9,0
Set	33,8 \pm 2,5	29,4	41,0	5,33 \pm 1,2	3,6	8,7
Ott	37,1 \pm 3,2	31,2	43,4	9,08 \pm 2,4	5,1	13,0
Nov	37,9 \pm 3,3	29,3	43,1	11,16 \pm 2,0	6,3	15,4
Dic	39,6 \pm 3,2	32,5	44,7	10,84 \pm 2,7	7,0	17,2
Gen	40,8 \pm 3,5	33,4	49,0	11,97 \pm 2,7	4,9	16,7
Feb	40,9 \pm 3,3	35,5	48,1	10,06 \pm 1,7	6,0	13,9
Mar	42,2 \pm 4,7	30,0	48,4	10,63 \pm 1,7	7,4	15,4
Apr	40,0 \pm 4,1	35,1	45,3	10,04 \pm 2,1	7,0	13,5

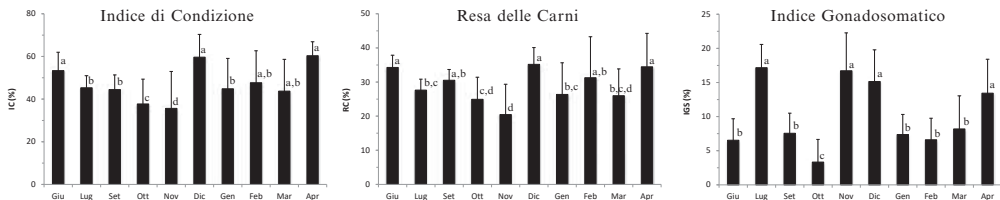


Fig. 1 - Andamento stagionale dell'indice di condizione (IC), resa delle carni (RC) e indice gonadosomatico (IGS) di *F. glaber* allevato nel Golfo di Taranto. Lettere diverse indicano differenze significative, $p < 0,05$.

Seasonal changes of condition index (IC), meat yield (MY) and gonadosomatic index (GSI) of F. glaber reared in the Gulf of Taranto. Data with different superscript letters, differ significantly, $p < 0.05$.

I due indici hanno mostrato i più alti valori in giugno (IC=53,3 \pm 8,6%; RC=34,3 \pm 3,6%, media \pm SD), dicembre (IC=59,6 \pm 10,7%; RC=35,2 \pm 4,9%) e aprile (IC=60,3 \pm 6,5%; RC=36,4 \pm 9,8%), mentre i più bassi valori sono stati osservati in novembre (Fig. 1). L'IGS ha mostrato una variazione significativa durante il periodo di studio (ANOVA; F=52,44; $p < 0,0001$) (Fig. 1). I più alti valori sono stati osservati in luglio (17,1%), novembre (16,7 \pm 5,5%), dicembre (15,1 \pm 4,6%) e aprile (13,4 \pm 5%).

Conclusioni - I risultati ottenuti rappresentano le prime informazioni utili per un possibile allevamento del canestrello nel Golfo di Taranto. I valori di IC e RC fanno presupporre un'elevata qualità del prodotto allevato, soprattutto nei mesi di giugno, dicembre e aprile. Gli elevati valori di IGS indicano un investimento molto elevato verso la riproduzione nei mesi di luglio, novembre, dicembre e aprile, mentre il drastico calo nei mesi autunnali, nei mesi invernali e in giugno fa supporre successive emissioni di gameti, confermando il lungo periodo riproduttivo di questa specie (Prato *et al.*, 2016). Il rapido raggiungimento della taglia commerciale (40 mm) e l'elevata qualità del prodotto ottenuto rendono *F. glaber* una potenziale candidata per l'acquacoltura.

Bibliografia

- OKUMUŞ I., STIRLING H.P. (1998) - Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. *Aquaculture*, **159**: 249-261.
- PRANOVI F., RAICEVICH S., FRANCESCHINI G., FARRACE M.G., GIOVANARDI O. (2000) - Rapido trawling in the northern Adriatic Sea: effects on benthic communities in an experimental area. *ICES J. Mar. Sci.*, **57**: 517-524.
- PRATO E., BIANDOLINO F., PARLAPIANO I., GIANGUZZA P., FANELLI G. (2016) - The recruitment of scallops (and beyond) by two different artificial collectors (Gulf of Taranto, Mediterranean Sea). *Aq. Res.*, **47**: 3319-3331.

D. MONTEGGIA¹, D. PECORINO¹, C. ANGELINI¹, A. MANDICH^{1,2}, M. BONALDO^{1,2}

¹Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università di Genova, Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

²INBB, Consorzio Interuniversitario Istituto Nazionale Biostrutture e Biosistemi, Viale delle Medaglie d'Oro, 305 - 00136 Roma, Italia.
mandich@unige.it

FOOD SAFETY AND ANIMAL WELFARE IN IMTA FARMS: OLD CONCERNS IN A NEW SCENARIO

SICUREZZA ALIMENTARE E BENESSERE ANIMALE NEGLI IMPIANTI DI ACQUACOLTURA IMTA: VECCHIE PROBLEMATICHE IN UN NUOVO SCENARIO

Abstract - *Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) on a commercial scale is, in Europe, a new concept, although it has been widespread in Asia for centuries. Public perception associates concerns about food safety and animal health with farming different species in close proximity. This study aims at addressing these concerns by gathering data on the concentration of pollutants in finfish, filter feeders and seaweed farmed in IMTA conditions, and by measuring stress biomarkers in finfish.*

Key-words: *IMTA, aquaculture, food safety, animal health.*

Introduction - Food safety and animal health are two focal points in aquaculture, both in terms of consumers health and marketing purposes. As such, they are often the pivotal arguments around which concerns of stakeholders revolve, especially when dealing with the products of Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA; Alexander *et al.*, 2016). IMTA producers farm organisms at different trophic levels (e.g. finfish, filter feeders and seaweed) in close proximity one to the other in order to increase productivity while leaving feed input unchanged, since only finfish is fed directly, while extracting organisms grow on particulate and dissolved farm effluents. At present, very little information on the passage or accumulation of pollutants from one IMTA organism to another is available, and, although published research shows that mussels and seaweed farmed next to salmon cages in Canada are safe to eat (Haya *et al.*, 2004), more information is necessary to build up evidence, especially on other species, or the same species in other environments. Regarding the concerns that IMTA farmed finfish could suffer from more stressful conditions, due to the increased density of seaweed and/or filter feeders surrounding their cages, no information at all is available, and this creates the opportunity for uninformed speculation to heighten consumers concerns, thus hindering IMTA implementation. The present study aims at developing a base of information on the concentrations of persistent pollutants in IMTA farmed finfish, filter feeders and seaweed, and the concentration of stress biomarkers in IMTA farmed finfish to serve as a basis for future decision making processes and marketing purposes. While doing this, this research also aims at developing a non-destructive technique for tissue sampling and processing for stress biomarkers analyses.

Materials and methods - Six farms within the IDREEM FP7 project framework volunteered to provide samples of their farmed organisms (Fig. 1). For food safety, PCBs, dioxins, PAHs and metals analyses were performed. For these analyses, dry muscle tissue of *Salmo salar* (L., 1758) and dry whole *Alaria esculenta* (L., 1758) were provided by Farms A, B and C, while dry muscle tissue of *Dicentrarchus labrax* (L., 1758) was provided by Farms D and E, and dry *Ulva lactuca* (L., 1758) by Farm F. Farm C also provided dry *Saccharina latissima* (Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders, 2006, and Farm B *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793).

Liver, scales and a snippet of the caudal fin of 10 *D. labrax* samples (Farm D) were quickly removed, stored in RNAlater (EuroClone), processed for RNA extraction and used to study the occurrence of the gene expression of Heat Shock Protein 70 (HSP70) and 90 (HSP90), cytochrome1A1 (Cyp1A1) and metallothioneins (MT) in alternative tissues by PCR.

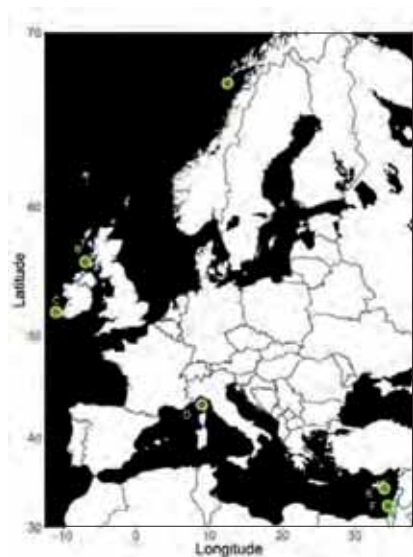


Fig. 1 - Location of the 6 farms that are providing samples for food safety and animal welfare analyses.

Posizione delle 6 imprese di acquacoltura che forniscono campioni per le analisi sulla sicurezza alimentare e il benessere animale.

Results - Data on the concentration of 11 metals, 21 PAHs, 11 dioxin congeners, and the sum of PCBs in the muscle tissue of each species provided by each farm are presented. Data from PCR analyses showed that HSP70, HSP90, Cyp1A1 and MT genes are expressed in scales and caudal fin of *D. labrax*, as well as in the liver tissue, albeit at a lower concentration. These results were used to calibrate scales and caudal fin data in order to develop a technique, which does not involve the sacrifice of fish. The same protocol will be applied to analyse and compare data obtained in *D. labrax* tissues sampled in Farm D. Correlation analyses will highlight relationship between concentration of contaminants in muscle tissues and changes in stress biomarkers concentrations.

Conclusions - This research will provide the first database of quantitative data on food safety and animal welfare of IMTA products, thus providing the knowledge for informed policy makers and customers' decisions, and marketing strategies. The development of a non-invasive protocol for stress biomarkers quantification will also contribute to the improvement of the perception of IMTA products, while also providing a quicker and more easily acceptable way of running these analyses.

References

- ALEXANDER K.A., ANGEL D., FREEMAN S., ISRAEL D., JOHANSEN J., KLETOU D., MELAND M., PECORINO D., REBOURS C., ROUSOU M., SHORTEN M., POTTS T. (2016) - Improving sustainability of aquaculture in Europe: stakeholder dialogues on Integrated Multi-trophic Aquaculture (IMTA). *Environ. Sci. Pol.*, **55**: 96-106.
- HAYA K., SEPHTON D., MARTIN J., CHOPIN T. (2004) - Monitoring of therapeutants and phycotoxins in kelps and mussels co-cultured with Atlantic salmon in an Integrated Multi-Trophic Aquaculture system. *Bull. Aquac. Assoc. Canada*, **104**: 29-34.

A. PAGLIARANI, F. CIMA*, V. VENTRELLA, M. FABBRI, S. NESCI,
P. SERRATORE, E. VOLPE, S. CIULLI

Dipartimento di Scienze Mediche Veterinarie (DIMEVET), Università di Bologna,
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emilia (BO), Italia.
alessandra.pagliarani@unibo.it

*Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via Ugo Bassi, 58/B - 35131 Padova, Italia.

RISPOSTA ANTIOSSIDANTE E IMMUNITARIA IN VONGOLE (*RUDITAPES PHILIPPINARUM*) ESPOSTE AD UN GERMICIDA COMMERCIALE

*ANTIOXIDANT AND IMMUNE RESPONSES IN CLAMS (*RUDITAPES PHILIPPINARUM*) EXPOSED TO A COMMERCIAL GERMICIDE*

Abstract - The exposure of clams to 1000 ppm strong oxidizing commercial germicide for 3 hours to reduce bacterial load did not modify the catalase activity in the midgut gland. Conversely, far lower germicide doses strongly affected the morphology and functionality of *in vitro* tested cultured haemocytes. The germicide treatment may be promising *in vivo*, in spite of its *in vitro* immunotoxicity.

Key-words: immunotoxicity, catalase activity, germicide treatment, *Ruditapes philippinarum*.

Introduzione - Le vongole veraci filippine (*Ruditapes philippinarum*, Adams & Reeve, 1850), allevate nell'Adriatico settentrionale spesso in acque classificate B e C, sono vendute vive in condizioni che consentono la sopravvivenza di contaminanti microbici, quali *Vibrio* spp., riscontrabili anche dopo la depurazione richiesta prima della commercializzazione (Serratore *et al.*, 2014). Il trattamento sperimentale delle vongole con un germicida commerciale fortemente ossidante, mirato a ridurre la carica batterica, non sembra indurre alterazioni ossidative nei tessuti eduli, anche se *in vitro* il germicida induce stress ossidativo negli emociti, prevedibile in base alle sue caratteristiche ossidanti (Pagliarani *et al.*, 2015). Se i dati finora ottenuti sembrano indicare che il trattamento *in vivo* è compatibile con il consumo dei molluschi, la discordanza di effetti *in vitro* e *in vivo* spinge a chiarire i meccanismi in gioco. In questo studio, parte di un progetto sull'efficacia del germicida su *Vibrio* spp. e virus, abbiamo quindi saggiato: 1) negli animali trattati *in vivo*, l'attività della catalasi (E.C. 1.11.1.6), enzima che inattiva H₂O₂ prodotta anche dal germicida, dismutandola a H₂O e O₂; 2) gli effetti del germicida *in vitro* sulla morfologia e funzionalità degli emociti, come saggio di immunotossicità. Oltre che coinvolta nel sistema antiossidante cellulare, la catalasi è un marker biochimico di stress ambientale e correlato con l'immunità innata nei molluschi (Wang *et al.*, 2013).

Materiali e metodi - La miscela saggiata, contenente pentapotassio-bis(perossimonosolfato)-bis(solfato) 49,8%; sodio esametafosfato 18,5%; sodio dodecilbenzensolfonato 14,95%; acido malico 10%; acido sulfamico 5%; NaCl 1,5%, esplica la sua azione germicida tramite diversi meccanismi, tra cui lo sviluppo di H₂O₂. Su *R. philippinarum* di taglia commerciale provenienti dalla Sacca di Goro, sono state effettuate 4 prove *in vivo* (3 ore in acqua con 1000 ppm di germicida) a luglio, ottobre, novembre, dicembre dello stesso anno per verificare eventuali effetti stagionali. Le vongole suddivise in 4 vasche, di cui 2 trattate (T) e 2 controllo (C), mantenute a 15 °C e a salinità 30‰, sono state campionate come già descritto (Pagliarani *et al.*, 2015). L'attività catalasica è stata determinata nel citosol (sopranatante a 12000 g) della ghiandola digestiva (il cosiddetto epatopancreas) per

via spettrofotometrica (Claiborne, 1985). Su colture di emociti a breve termine (60 min a 25 °C) (Cima *et al.*, 2000) esposti a 100-500 ppm di germicida per 5 min, sono stati valutati *in vitro* parametri morfologici e funzionali con metodi istochimici.

Risultati - L'attività catalasica, pur con valori diversi nelle 4 prove, non è significativamente diversa ($P>0,05$) nelle vongole T e C di ogni prova (Tab. 1).

Tab. 1 - Attività catalasica ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1}\cdot\text{mg proteina}^{-1}$) nella ghiandola digestiva.

Catalase activity ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1}\cdot\text{mg protein}^{-1}$) in midgut gland.

	Luglio	Ottobre	Novembre	Dicembre
C	181,0 \pm 61,0a	291,4 \pm 10,8b	308,4 \pm 51,5b	324,6 \pm 25,8b
T	204,0 \pm 8,1a	250,2 \pm 4,5b	350,8 \pm 64,7b	370,4 \pm 40,5b

In vitro, invece, il germicida ha effetti dose-dipendenti sugli emociti, alterandone la morfologia, inducendo l'apoptosi già a 100 ppm e danneggiando le membrane lisosomiali già a 250 ppm. Il germicida non modifica invece l'attività della β -glucuronidasi lisosomiale fino a 500 ppm, anche se riduce le dimensioni dei lisosomi.

Conclusioni - I dati *in vivo*, in accordo con l'assenza di prodotti di ossidazione nei tessuti eduli (Pagliarani *et al.*, 2015), sembrano confermare il possibile impiego del germicida sui molluschi, almeno per quanto riguarda gli aspetti biochimici studiati. Il germicida tuttavia si dimostra fortemente e immediatamente immunotossico *in vitro*, esponendo quindi le vongole ad una maggiore vulnerabilità. L'assenza di variazioni nelle attività enzimatiche, forse anche riferibile al breve periodo di esposizione, sembra suggerire di limitare l'applicazione del germicida al tempo minimo necessario per l'abbattimento della carica batterica.

Bibliografia

- CIMA F., MATOZZO V., MARIN M.G., BALLARIN L. (2000) - Haemocytes of the clam *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850): morphofunctional characterisation. *Fish Shell. Immunol.*, **10**: 677-693.
- CLAIBORNE A. (1985) - Catalase activity. In: Greenwald R.A. (ed), *CRC Handbook of Methods of Oxygen Radical Research*. CRC Press Boca Raton, FL: 283-284.
- PAGLIARANI A., CIMA F., VENTRELLA V., FABBRI M., NESCI S., SERRATORE P., VOLPE E., CIULLI S. (2015) - Valutazione dello stress ossidativo da impiego di un germicida commerciale per la depurazione di *Ruditapes philippinarum*. *Biol. Mar. Mediterr.*, **22** (1): 56-61.
- SERRATORE P., CIULLI S., PIANO A., CARIANI A. (2014) - Criticism of the purification process of bivalve shellfish. Literature review and our industrial research experiences. In: Hay R.M. (ed), *Shellfish: Human Consumption, Health Implications and Conservation Concerns*. Nova Publishers, New York, US: 1-50.
- WANG C., YUE X., LU X., LIU B. (2013) - The role of catalase in the immune response to oxidative stress and pathogen challenge in the clam *Meretrix meretrix*. *Fish Shellfish Immun.*, **34**: 91-99.

Il lavoro è stato finanziato dal DIMEVET, Università di Bologna, progetti competitivi ricercatori e da un contributo dalla SIBM.

E. PRATO, F. BIANCOLINO, P. ADDIS*, A. ANGIONI*, M. SECCI*,
I. PARLAPIANO, L. PAPA, G. FANELLI

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

*Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università di Cagliari,
Via Fioresi, 1 - 09126 Cagliari, Italia.

QUALITÀ SENSORIALI DELLE GONADI DI *PARACENTROTUS LIVIDUS* ALLEVATI CON DUE DIETE ARTIFICIALI

SENSORY QUALITY OF PARACENTROTUS LIVIDUS GONADS FARMED WITH TWO ARTIFICIAL DIETS

Abstract - The aim of the present work was to test the effects of two diets on the sensory quality of *Paracentrotus lividus* farmed at two sites in the Mediterranean Sea, through two panels of assessors. In Cagliari the best gonad colours were observed in wild sea urchins, while in Mar Grande of Taranto, the best colour was assessed in sea urchin fed Diet 2. The firmness and texture of sea urchins fed different diets, in the two sites, were classified as acceptable. The best taste was obtained in sea urchins fed Diet 1 in the Mar Grande (excellent: very sweet), while in Cagliari the best taste was attributed at sea urchins fed Diet 2 (good: sweet).

Key-words: echinoculture, *Paracentrotus lividus*, artificial diets, gonads, sensory quality.

Introduzione - L'aumentata domanda di gonadi di riccio viola, *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816), considerato un prodotto di alto pregio culinario, ha portato negli ultimi anni ad un declino degli stock naturali. Questa insostenibilità ambientale ha determinato un interesse per l'allevamento di questa specie. Uno dei limiti per lo sviluppo dell'echinocoltura è dato dal fatto che le gonadi degli esemplari allevati con mangimi artificiali non posseggono una qualità accettabile (Pearce *et al.*, 2002; Shpigel *et al.*, 2005). È necessario dunque sperimentare nuove tipologie di alimento artificiale che determinino un incremento ponderale dei tessuti edibili e che conservino le caratteristiche organolettiche affini a quelle del prodotto selvatico. Nell'ambito del progetto FP7 *Capacities "ResUrch"* (<http://resurchproject.com>), uno degli obiettivi era quello di testare differenti diete per verificare la qualità delle gonadi di riccio. Nel presente lavoro sono riportati i risultati delle qualità sensoriali delle gonadi del riccio, allevato con due diete artificiali in due aree del Mediterraneo, e determinate da due *panels* di valutatori.

Materiali e metodi - Giovanili di *P. lividus* sono stati allevati, in ceste sospese, in un impianto di mitili del Mar Grande di Taranto e in un impianto a terra presso il Consorzio Ittico Santa Gilla a Cagliari. Gli esemplari sono stati sottoposti a due trattamenti alimentari: Dieta 1, un *pellet* a base di farine vegetali, e Dieta 2, formulata con il 50% del mangime della Dieta 1 e 50% di *Ulva* sp. Inoltre, informazioni di base sulla qualità sensoriale sono state ottenute da esemplari selvatici (Wild). I *panels* di valutazione erano costituiti da abituali consumatori di ricci di mare (6 per Taranto e 6 per Cagliari). Per la caratterizzazione del profilo sensoriale dei ricci di mare sono stati valutati il colore, il sapore, la tessitura e la fermezza (Pearce *et al.*, 2002; Woods *et al.*, 2008). Per ogni attributo sensoriale i valutatori hanno espresso il loro giudizio attraverso una scala di punteggi da 1 a 5 (rispettivamente dal migliore al peggiore). Ogni membro dei *panels* ha ricevuto, in ordine casuale ed *in blind*, 9 ricci: tre selvatici (Wild), tre alimentati con la Dieta 1 e tre alimentati con la dieta mista (Dieta 2).

Risultati - La Fig. 1 riporta il giudizio complessivo dell'analisi sensoriale, in termini di media dei valori assegnati agli attributi sensoriali descrittivi. Il miglior colore è

stato evidenziato dai ricci selvatici di Cagliari con un punteggio medio di $1,6 \pm 1,2$ (arancione-mango) (ANOVA, $p < 0,05$; Tukey test: Wild > Dieta 2 = Dieta 1); nel Mar Grande di Taranto il miglior colore è stato valutato per la Dieta 2, con un punteggio medio di $2,4 \pm 1,1$ (mango-giallo) (ANOVA, $p < 0,05$; Tukey test: Dieta 2 > Wild = Dieta 1). L'analisi statistica ha evidenziato differenze significative nella tessitura delle gonadi nei ricci allevati in Mar Grande (ANOVA, $p < 0,05$; Tukey test, Wild > Dieta 2 = Dieta 1), ma nessuna differenza nella fermezza (ANOVA, $p > 0,05$). Nessuna differenza è stata osservata nella tessitura e fermezza delle gonadi dei ricci allevati a Cagliari (ANOVA, $p > 0,05$). Le gonadi dei ricci allevati nel Mar Grande con la Dieta 1 hanno mostrato un gusto "eccellente" (molto dolci), con differenze significative rispetto agli altri gruppi (ANOVA, $p < 0,05$; Tukey test, Dieta 1 > Wild = Dieta 2). Al contrario, a Cagliari i ricci con il miglior gusto sono risultati quelli alimentati con la Dieta 2 e quelli selvatici (ANOVA, $p < 0,05$; Tukey test, Dieta 2 = Wild > Dieta 1).



Fig. 1 - Giudizio complessivo dell'analisi sensoriale delle gonadi di *P. lividus*.

Overall assessment of sensory analysis of P. lividus gonads.

Conclusioni - I panels di valutatori selezionati, hanno avuto il ruolo di prevedere i pareri dei consumatori anticipando l'accettabilità dei ricci di mare allevati con questi mangimi sperimentali. Il colore, che rappresenta la caratteristica più immediata per la scelta del prodotto da parte del consumatore, ha rivelato che il mangime artificiale della Dieta 1 deve essere ulteriormente corretto per fornire una pigmentazione più apprezzabile. In entrambi i siti i ricci hanno mostrato una fermezza delle gonadi accettabile (da ferme a soffici), come pure la tessitura. Il gusto delle gonadi dei ricci alimentati con la Dieta 1, nel Mar Grande, è risultato eccellente (molto dolci), mentre a Cagliari il gusto migliore è stato attribuito ai ricci alimentati con la Dieta 2 e ai ricci selvatici indicando gonadi buone (dolci). Le differenze delle caratteristiche organolettiche riscontrate in questo studio preliminare potrebbero essere legate tanto all'influenza del metodo, quanto al sito di allevamento.

Bibliografia

- PEARCE C.M., DAGGETT T.L., ROBINSON S.M.C. (2002) - Effect of binder type and concentration on prepared feed stability and gonad yield and quality of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Aquaculture*, **205**: 301-323.
- SHPIGEL M., McBRIDE S.C., MARCIANO S., RON S., BEN-AMOTZ A. (2005) - Improving gonad colour and somatic index in the European sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Aquaculture*, **245**: 101-109.
- WOODS C.M.C., JAMES P.J., MOSS G.A., WRIGHT J., SIIKAVUOPIO S. (2008) - A comparison of the effect of urchin size and diet on gonad yield and quality in the sea urchin *Evechinus chloroticus* Valenciennes. *Aquacult. Int.*, **16**: 49-68.

A.A. SFRISO, M. GALLO, F. BALDI

Dipartimento di Scienze Molecolari e Nanosistemi, Ca' Foscari University of Venice,
Calle Larga, S. Marta, 2137 - 30123 Venezia, Italy.
asfriso@hotmail.it

CARBOHYDRATE AND AGAR YIELD:
PRELIMINARY INSIGHTS ON SEASONAL VARIATIONS
IN *ULVA* AND THREE GRACILARIACEAE

*PRODUZIONE DI CARBOIDRATI ED AGAR:
CENNI PRELIMINARI SULLE VARIAZIONI STAGIONALI
IN ULVA E TRE GRACILARIACEE*

Abstract - Four seaweeds (*Ulva rigida*, *Gracilaria gracilis*, *Gracilariopsis longissima* and *Gracilaria vermiculophylla*) were monitored monthly from January to December 2014 in two eutrophic areas of the Venice Lagoon. The biochemical variations of total carbohydrates and native agar were measured. The agar yield of *G. longissima* was the highest, reaching 13.2 tonnes per hectare dwt with the highest agar percentages exceeding 70% in January.

Key-words: *Ulva*, *Gracilaria*, *Gracilariopsis*, carbohydrates, native agar.

Introduction - In the recent years a renewed interest in seaweeds has arisen in Italy. Gracilariaceae (Rhodophyta) are a valuable and abundant resource in the Venice Lagoon, produced for commercial purposes abroad (Meena *et al.*, 2008; Freile-Pelegrín and Murano, 2005). Gracilariaceae are worldwide farmed and harvested for agar production but the soluble polysaccharides rich in sulfate ester groups from *Gracilaria* species led to the production of softer gels of less value for the food industry than agars produced from *Gelidium* species. That problem is usually bypassed by warm pretreatments designed to remove the sulfate groups with sodium hydroxide or acetic acid prior to the extraction (Roleda *et al.*, 1997; González-Leija *et al.*, 2009), however leading to a reduction of 55% of the agar yield (Wakibia *et al.*, 2001). The drastic decline of the Manila clam (*Tapes philippinarum* Adams & Reeve) harvesting recorded in Venice lagoon since the 2010 (from 40,000 tonnes to ca. 2000 tonnes), due to the overexploitation of the natural stocks, led to a reduction in employment for fisherman with serious economic implications. In the meantime, the reduction of the clam harvesting activities, and the environmental recovery of the lagoon recorded in the last decade favored the macroalgal recolonization with the production of significant biomasses. In particular, some native Gracilariaceae and a new invasive species: *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss, recorded since 2008 (Sfriso *et al.*, 2012), colonized wide lagoon surfaces characterized by high nutrient concentrations. The availability of those abundant natural biomasses offer new economical opportunities and the possibility for fishermen to replace clam production with macroalgal harvesting. A sustainable exploitation and processing of the seaweeds could be a solution to start a new lagoon economy and reduce the environmental impact due to frequent biomass collapse which trigger anoxic crises with people concern. This study aims at presenting the results of a sustainable exploitation of algal soluble polysaccharide (ulvan and agar) yield along the year in abundant fast-growing species as the green seaweed *Ulva rigida* C. Agardh and in three common Gracilariaceae: *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M. Steentoft *et al.*, *Gracilariopsis longissima* (S.G. Gmelin) M. Steentoft *et al.* and *Gracilaria vermiculophylla*, taking in account the annual net production of those species (Sfriso, 2015).

Materials and methods - Each species was collected monthly, from January to December 2014 in two stations: Tresse (TR) and San Giuliano (SG) on the southern and northern sides of the bridge that connects Venice to the mainland. The seaweeds were oven dried, grinded and stored. The total carbohydrate fraction was determined spectrophotometrically with the phenol-sulphuric acid method of DuBois *et al.* (1956) against a calibration curve of galactose. The soluble polysaccharide fractions were quantified by extraction at 100 °C for 2 hours with bidistilled water. These soluble polysaccharides in *Ulva* and *Gracilaria*, rich in sulfate ester groups, were quantified by the colorimetric method of Soedjak (1994) adding a methylene blue solution to the polysaccharide extract and reading at 559 nm. The calibration curves were made with purified soluble sulfated polysaccharides from the respective seaweeds after sequential ethanol precipitations. All the analyses were performed in triplicate. The standard error was within the 5%.

Results - The mean seasonal variations of total carbohydrates and native agar/ulvan in *Ulva rigida* (Fig. 1), *G. longissima* (Fig. 2), *G. gracilis* (Fig. 3) and *G. vermiculophylla* (Fig. 4) for both stations showed only minimal changes in the total carbohydrate content, with an average 3% variation. The concentrations of native agar displayed higher differences between stations with values 10% higher at TR than at SG. The total carbohydrates yield of *U. rigida* ranged between 35±1.7% and 63±3.1% of the dry biomass (Fig. 1), with a peak in May. The ulvan content, the soluble polysaccharide fraction of the total carbohydrates in *U. rigida*, followed the same pattern of total carbohydrates along the year showing stable concentrations (averagely: 12±4% of total carbohydrate content). The situation was quite different for the red seaweeds. The total carbohydrates in *G. longissima* were averagely 58±8%. Peak scores were found in January reaching 78±3.7%, the highest values ever found for total carbohydrates in the whole year, whereas no differences were observed between July and December (Fig. 2). In *G. longissima* the average agar content was 31±6% with the highest values in January and the lowest in May. These results also match with the highest fractions of insoluble polysaccharides (33±1.4% and 40±1.9% recorded in January and May, respectively) suggesting the production of structural carbohydrates as cellulose and hemicellulose at the expense of agar that is an energetic reserve substance for the seaweeds.

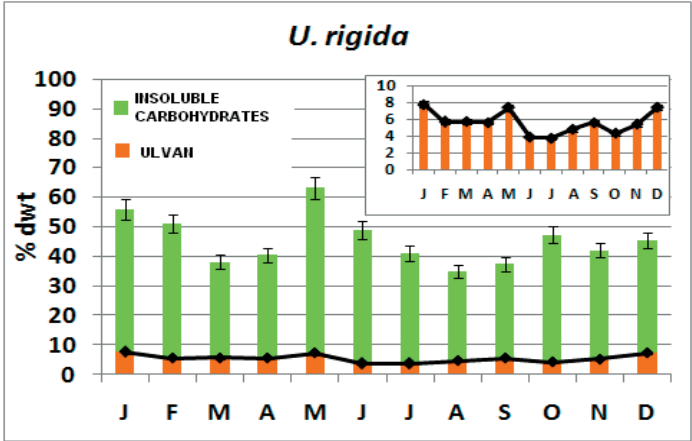


Fig. 1 - Insoluble carbohydrates and ulvan percentages along the year in *U. rigida*. Detail for ulvan.

Percentuali mensili di carboidrati insolubili e ulvano in *U. rigida*. Dettaglio per ulvano.

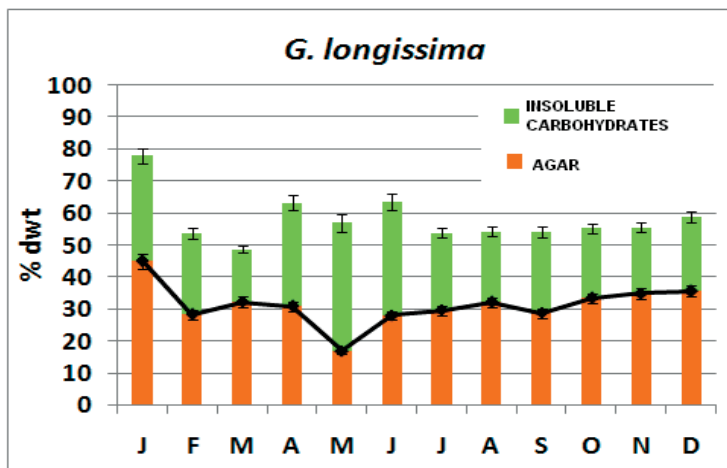


Fig. 2 - Insoluble carbohydrates and agar percentages along the year in *G. longissima*.
 Percentuali mensili di carboidrati insolubili ed agar in *G. longissima*.

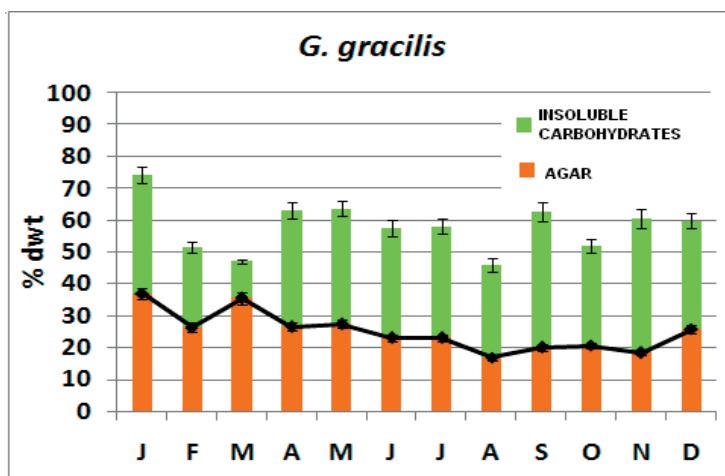


Fig. 3 - Insoluble carbohydrates and agar percentages along the year in *G. gracilis*.
 Percentuali mensili di carboidrati insolubili ed agar in *G. gracilis*.

The average annual fraction of total insoluble carbohydrates was very similar in all the red seaweeds ranging from 57 to 58% of the dry biomass (Tab. 1). Instead, the average annual fraction of agar ranged between 25 and 31% of the dry biomass with the highest value in *G. longissima*. The lowest values of total carbohydrates were recorded in February and March matching with high agar fractions from January to March (between $26 \pm 1.0\%$ and $37 \pm 1.5\%$). *Gracilaria vermiculophylla* displayed the highest annual variations and a significant inverse correlation between the soluble and insoluble carbohydrate fractions (Spearman's rank correlation coefficient=0.76, per $p < 0.05$). The highest agar fractions were recorded in January and February ($37 \pm 1.5\%$ and $47 \pm 2.4\%$, respectively), whereas that soluble carbohydrates varied between $15 \pm 0.6\%$ and $26 \pm 0.9\%$ during the other months.

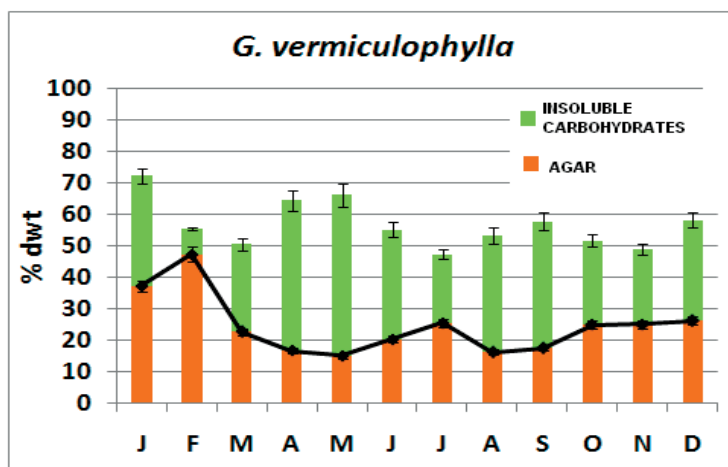


Fig. 4 - Insoluble carbohydrates and agar percentages along the year in *G. vermiculophylla*.
 Percentuali mensili di polisaccaridi insolubili ed agar in *G. vermiculophylla*.

Tab. 1 reports also the overall yield as tonnes per hectare of carbohydrates and ulvan/agar taking into account both the algal production and polysaccharide concentrations in algal tissues. The most productive species was *G. longissima* with 24 tonnes ha⁻¹ y⁻¹ of total carbohydrates and 13 tonnes ha⁻¹ y⁻¹ of agar, followed by *G. vermiculophylla* and *G. gracilis*. These results depend not only by the concentration of polysaccharides in the algal tissues but also from the in field net algal production (Sfriso, 2015).

Tab. 1 - Annual yield (tonnes per hectare) and percentages of total carbohydrates and agar/ulvan.
 Produzione annuale per ettaro e percentuali di carboidrati ed agar/ulvano in tonnellate per ettaro.

TAXA	CARBOHYDRATES		ULVAN/AGAR	
	%	tonnes ha ⁻¹ dwt	%	tonnes ha ⁻¹ dwt
<i>Ulva rigida</i>	46	17	5,6	2,7
<i>G. longissima</i>	58	24	31	13
<i>G. gracilis</i>	58	19	25	7,4
<i>G. vermiculophylla</i>	57	19	25	11

Conclusions - *Gracilariopsis longissima* displayed the highest yield for both total carbohydrates and agar and the highest percentages among the investigated species. *Gracilaria gracilis* and *G. vermiculophylla* displayed a yield quite similar and high scores in agar percentages between January and March. *Ulva rigida* showed an ulvan content five times lower than agar in the red seaweeds and slightly lower carbohydrate percentages. Ulvan was a stable fraction in *U. rigida* during the whole year and its yield followed the algal blooms with the highest peaks in summer. That carbohydrate, less known than those of the red species, could have important applications in the cosmetic products and allows also the exploitation of the Ulvaceae than usually are among the most productive taxa in the transitional environments.

References

- DuBOIS M., GILLES K.A., HAMILTON J.K., REBERS P.A., SMITH F. (1956) - Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, **28** (3): 350-356.
- FREILE-PELEGRÍN Y., MURANO E. (2005) - Agars from three species of *Gracilaria* (Rhodophyta) from Yucatán Peninsula. *Biores. Technol.*, **96**: 295-302.
- GONZÁLEZ-LEIJA J.A., HERNÁNDEZ-GARIBAY E., PACHECO-RUIZ I., GUARDADO-PUENTES J., ESPINOZA-AVALOS J., LÓPEZ-VIVAS J.M., BAUTISTA-ALCANTAR J. (2009) - Optimization of the yield and quality of agar from *Gracilariopsis lemaneiformis* (Gracilariales) from the Gulf of California using an alkaline treatment. *J. Appl. Phycol.*, **21**: 321-326.
- MEENA R., PRASAD K., GANESAN M., SIDDHANTA A.K. (2008) - Superior quality agar from *Gracilaria* species (Gracilariales, Rhodophyta) collected from the Gulf of Mannar, India. *J. Appl. Phycol.*, **20**: 397-402.
- ROLEDA M.Y., MONTAÑO N.E., GANZON-FORTES E.T., VILLANUEVA R.D. (1997) - Acetic acid pretreatment in agar extraction of Philippine *Gelidiella acerosa* (Forsskaal) Feldmann et Hamel (Rhodophyta, Gelidiales). *Bot. Mar.*, **40**: 63-69.
- SFRISO A., WOLF M.A., MAISTRO S., SCIUTO K., MORO I. (2012) - Spreading and autoecology of the invasive species *Gracilaria vermiculophylla* (Gracilariales, Rhodophyta) in the lagoons of the north-western Adriatic Sea (Mediterranean Sea, Italy). *Estuar. Coast. Shelf S.*, **114**: 192-198.
- SFRISO A.A. (2015) - Macroalgae growth rates and biomass production in eutrophic areas of the Venice Lagoon. *Biol. Mar. Mediterr.*, **22** (1): 66-67.
- SOEDJAK H.S. (1994) - Colorimetric determination of carrageenans and other anionic hydrocolloids with methylene blue. *Anal. Chem.*, **66**: 4514-4518.
- WAKIBIA J.G., ANDERSON R.J., KEATS D.W. (2001) - Growth rates and agar properties of three gracilarioids in suspended open-water cultivation in St. Helena Bay, South Africa. *J. Appl. Phycol.*, **13**: 195-207.

L. STABILI^{1,2}, E. CECERE¹, M. FALZONE⁴, A. GIANGRANDE², F. LATERZA⁵, M. LICCIANO²,
M. NOTARANGELO⁵, A. PETROCELLI¹, G. PORTACCI¹, F. SANTAMARIA⁵, B. SICURO³

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

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

loredana.stabili@iamc.cnr.it

³Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Torino,

L.go Braccini, 2 - 10095 Grugliasco (TO), Italia.

⁴Life and Device s.r.l., Spin-off Università di Torino, L.go Braccini, 2 - 10095 Grugliasco (TO), Italia.

⁵Acquacoltura Jonica s.r.l., Viale Ionio, 156 - 70400 Taranto, Italia.

UN MANGIME INNOVATIVO DA POLICHETI E MACROALGHE PER L'ALLEVAMENTO DI STADI GIOVANILI DI *DICENTRARCHUS LABRAX* (LINNAEUS, 1758)

AN INNOVATIVE FEED WITH POLYCHAETES AND ALGAE FOR FARMED JUVENILE EUROPEAN SEABASS DICENTRARCHUS LABRAX (LINNAEUS, 1758)

Abstract - In the present study we prepared an innovative fish feed with polychaetes and algae for farmed juvenile seabass *Dicentrarchus labrax*. We evaluated several productive indexes as well as the histological integrity of the stomach in the reared fish.

Key-words: *Sabella spallanzanii*, *Chaetomorpha linum*, innovative feed.

Introduzione - L'alimentazione degli organismi acquatici e la necessità di ridurre l'impatto ambientale degli impianti di allevamento costituiscono punti nodali dell'acquacoltura biologica (Kobayashi *et al.*, 2015). Il mangime, oltre a garantire i fabbisogni nutrizionali delle specie allevate e la qualità del prodotto per il consumatore, deve ridurre l'impatto ambientale delle produzioni ittiche. La farina di pesce, per l'elevato tenore proteico, l'alta digeribilità e l'ottima appetibilità, rappresenta la fonte proteica ideale nei mangimi per l'acquacoltura. Il suo utilizzo per l'alimentazione delle specie ittiche, tuttavia, invece di ridurre la pressione sugli stock ittici, contribuisce al suo aumento. È chiaro, quindi, che è necessario ricercare, con metodologie innovative, delle fonti alimentari alternative per la realizzazione di mangimi per le specie allevate (Tacon *et al.*, 2011; Ytrestøyl *et al.*, 2015). In questo contesto si inserisce il presente lavoro, nel quale sono riportati i primi risultati relativi alla sperimentazione di un mangime innovativo contenente farina di policheti (*Sabella spallanzanii*) e alghe (*Chaetomorpha linum*), utilizzato per nutrire uno stadio giovanile di spigola (*Dicentrarchus labrax*).

Materiali e metodi - Gli individui di *S. spallanzanii* sono stati raccolti nel Golfo di Taranto mediante immersione subacquea e, successivamente, estratti dai loro tubi. L'alga *C. linum* è stata raccolta dai popolamenti naturali del Mar Piccolo di Taranto mediante un apposito rastrello. Dopo la raccolta, sia gli invertebrati che le macroalghe sono stati ripuliti dagli epibionti e dal detrito presenti, sciacquati con acqua di mare e poi con soluzione fisiologica sterile all'8‰; quindi essiccati in stufa a 60 °C e ridotti in farina per la successiva inclusione nei mangimi sperimentali. Il mangime innovativo è stato ottenuto tramite miscelazione delle materie prime tradizionali con quelle sperimentali (farina di policheti e macroalghe in percentuale variabile dal 5 al 10%) utilizzando un opportuno legante e assicurando un idoneo apporto di vitamine, sali minerali, aminoacidi, lipidi e proteine. Oltre al mangime innovativo, è stato preparato un mangime di controllo, avente la stessa composizione dell'innovativo, ma nel quale la percentuale di proteine e lipidi, derivante da alghe

e policheti, era sostituita da fonti convenzionali. I mangimi sono stati formulati e preparati in modo da essere isoproteici ed isoenergetici (proteine: $46,0 \pm 0,4$ nel controllo e $43,3 \pm 0,3$ nel mangime innovativo). Inizialmente sono stati preparati dei mangimi pellettati che sono stati poi macinati e setacciati attraverso setacci d'acciaio a maglia compresa tra 200 e 1200 μm per ottenere mangimi di diversa granulometria a seconda delle fasi di crescita della specie ittica allevata. I mangimi ottenuti sono stati usati per una prova di accrescimento di spigola (*D. labrax*) e più precisamente di individui giovanili di 36 giorni con un peso iniziale medio pari a $0,05 \pm 0,001$ g. Il piano sperimentale ha previsto l'impiego di tre vasche "trattamento" (individui nutriti con il mangime innovativo) e tre vasche "controllo" (individui nutriti con il mangime di controllo). Durante la sperimentazione, che è durata 2 mesi, sono stati misurati alcuni indici di produttività e sono state effettuate analisi istologiche dello stomaco degli esemplari allevati.

Risultati - Il mangime innovativo contenente farina di policheti e alghe è risultato stabile mantenendo la sua integrità durante la sperimentazione in impianto. Esso non ha rilasciato olio nell'ambiente di allevamento e non ne ha modificato i parametri chimico-fisici, come dimostrato dalle misurazioni effettuate. In Tab. 1 sono riportati i risultati ottenuti inclusi i valori di alcuni indici produttivi. L'analisi statistica non ha evidenziato differenze significative tra i trattamenti e i controlli per tutti i parametri misurati con un guadagno in biomassa pari a $0,55 \pm 0,01$ nel caso del mangime innovativo e di $0,62 \pm 0,04$ nel controllo.

Tab. 1 - Risultati, inclusi alcuni indici produttivi, della sperimentazione condotta.

Data, including some productive indexes, on the performed experimentation.

	Mangime di controllo	Mangime innovativo
Biomass gain (g)	$0,62 \pm 0,04$	$0,55 \pm 0,01$
Tasso specifico di crescita %	$4,32 \pm 0,21$	$4,14 \pm 0,16$
Tasso di sopravvivenza	87 ± 2	96 ± 2
Coefficiente di variazione di lunghezza	$7,08 \pm 0,24$	$6,03 \pm 0,20$

Conclusioni - Il mangime innovativo ha rivelato un'ottima appetibilità per la specie utilizzata verosimilmente poiché gli organismi impiegati per la sua formulazione sono entrambi di origine marina. Le performances di crescita della specie ittica considerata sono state apprezzabili se si considera che il mangime era preparato in via sperimentale. Il mangime innovativo non ha creato problemi di mortalità. Non sono state riscontrate malformazioni negli esemplari allevati con il mangime innovativo e non sono state riscontrate alterazioni istologiche di alcun tipo a livello dello stomaco. Si può perciò ipotizzare di continuare la sperimentazione modificando le percentuali degli organismi impiegati e di verificare la trasferibilità su scala industriale.

Bibliografia

- KOBAYASHI M., MSANGI S., BATKA M., VANNUCCINI S., DEY M.M., ANDERSON J.L. (2015) - Fish to 2030: the role and opportunity for aquaculture. *Aquacult. Econom. Manage.*, **19**: 282-300.
- TACON A.G.J., HASAN M.R., METIAN M. (2011) - Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects. *FAO Fish. Aquacult. Techn. Pap.*, **564**: 87 pp.
- YTRESTØYL T., AAS T.S., ÅSGÅRD T. (2015) - Utilisation of feed resources in production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. *Aquaculture*, **448**: 365-374.

Tema

BIOCOSTRUTTORI

G. BAVESTRELLO, M. BERTOLINO, F. BETTI, C.N. BIANCHI, M. BO,
R. CATTANEO-VIETTI*, M. MONTEFALCONE, C. MORRI

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

*Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università Politecnica delle Marche,
Via Brezze Bianche - 60131 Ancona. Italia.

NUOVE PROSPETTIVE NELLO STUDIO DEL CORALLIGENO MEDITERRANEO

NEW PERSPECTIVES IN THE STUDY OF MEDITERRANEAN CORALLIGENOUS ASSEMBLAGES

Abstract - *In the Mediterranean Sea, coralligenous assemblages are highly diversified biogenic structures, rich in biodiversity and sources of important ecosystem services. According to the European Marine Strategy Framework Directive, the coralligenous habitat can be considered also a significant bioindicator of the environmental quality. In this brief review, we present some new perspectives regarding the study and monitoring of this habitat, aiming at highlighting some of the most recent scientific and conservationist advancements in this field.*

Key-words: *coralligenous assemblages, megabenthos, monitoring, Mediterranean Sea.*

Introduzione - Le biocenosi coralligene mediterranee costituiscono habitat tipici e diversificati, ricchi di biodiversità, generatori di complessità strutturale e fonti di importanti servizi ecosistemici. Queste strutture biogene, dovute alla sovrapposizione di strati carbonatici di origine algale, hanno iniziato a formarsi durante la trasgressione post-wurmiana (circa 15000 anni fa), a profondità comprese tra 30 e 120 m, e costituiscono ambienti in continua evoluzione per la presenza, al loro interno, di elementi costruttori e distruttori. Esattamente dieci anni fa, Ballesteros (2006) faceva il punto delle conoscenze su questa biocenosi, cui ha fatto seguito, nel 2008, il “Piano d’Azione per la conservazione del coralligeno e delle altre concrezioni calcaree del Mediterraneo” (UNEP-MAP-RAC/SPA) che ha indicato la necessità di sviluppare programmi e metodi di monitoraggio standardizzati. Nello stesso anno, la *Marine Strategy Framework Directive* (MSFD, 2008/56/EC) ha introdotto il concetto di “*seafloor integrity*”, e le strutture biogene come il coralligeno sono state riconosciute importanti bioindicatori della qualità ambientale, anche seguendo un approccio di tipo paesaggistico in grado di integrare i vari livelli di informazione, dalla diversità specifica alla struttura dell’habitat. Grazie a questo tipo di approccio e alla ricerca di base condotta nell’ultimo decennio sono stati chiariti, e vengono qui brevemente presentati, alcuni nuovi aspetti relativi al coralligeno.

Complessità strutturale ed evoluzione temporale - Gli habitat coralligeni ospitano una fauna e una flora ricche e diversificate, ma dati quantitativi sugli organismi criptici che vivono all’interno del conglomerato sono ancora scarsi. Tali organismi svolgono un ruolo importante negli scambi di materia ed energia con la colonna d’acqua di cui si deve tenere conto negli studi del funzionamento dell’ecosistema coralligeno. Calcinai *et al.* (2015), ad esempio, hanno messo in evidenza l’importanza dei poriferi endolitici in termini di biodiversità e di biomassa. La spongofauna presente all’interno del conglomerato coralligeno ha anche permesso di ricostruirne l’evoluzione nel tempo: attraverso l’analisi delle spicole delle spugne endolitiche rimaste intrappolate nella roccia biogena sono state descritte le faune che si sono succedute nel conglomerato durante la sua millenaria storia (Bertolino *et al.*, 2014).

Struttura di popolazione e connettività - Sono ancora pochi gli studi di popolazione per le principali specie della biocenosi coralligena. Per alcuni organismi carismatici, come il corallo rosso ed altri gorgonacei, sono state dimostrate un'elevata strutturazione genetica, anche a distanze relativamente brevi (Costantini *et al.*, 2007), e una debole connettività tra i diversi livelli batimetrici (Costantini e Abbiati, 2016).

Mappatura e modelli predittivi di distribuzione - Le conoscenze a diversa scala della distribuzione del coralligeno sono fondamentali per la predisposizione di efficaci programmi di gestione. Alcuni recenti esempi sono forniti da Cánovas-Molina *et al.* (2016a), che hanno utilizzato diverse fonti di dati per produrre la mappatura del coralligeno del Mar Ligure, e da Martin *et al.* (2014) che, sulla base della letteratura e utilizzando predittori, hanno costruito un modello distribuzionale a scala mediterranea.

Impatti e confronti - La biodiversità del Mar Mediterraneo è stata recentemente oggetto di notevoli cambiamenti dovuti all'azione antropica e al riscaldamento globale. Diverse morie di massa transietiche hanno interessato le comunità coralligene, in particolare poriferi e gorgonie (Cerrano *et al.*, 2000; Garrabou *et al.*, 2009). Al di là degli effetti acuti delle morie, poco è noto sugli effetti a lungo termine del cambiamento climatico. La possibilità di confrontare immagini degli stessi ambienti coralligeni liguri a distanza di 25 anni (Bertolino *et al.*, 2016) ha mostrato una semplificazione della struttura della comunità, con riduzione sia delle macroalghe erette sia di *Peyssonnelia* sp., che rappresentava uno dei più tipici elementi della comunità coralligena, mentre i poriferi sembrano più tolleranti. Combinando 70 anni di dati, Gatti *et al.* (2015a) hanno illustrato le modificazioni intervenute negli anni '90 in una secca coralligena ligure, con scostamento della dominanza da gorgonie ad alghe filamentose. Il coralligeno può mostrare importanti fenomeni regressivi anche a causa della pesca, che agisce sia sulle biocostruzioni nel loro insieme, sia sulle componenti cospicue dello strato elevato (Bo *et al.*, 2014). La presenza di queste ultime rende il coralligeno una delle maggiori attrattive per il turismo subacqueo, attività in fortissima espansione durante gli ultimi decenni. Quest'attività rappresenta un fattore di stress per la biocenosi non ancora completamente valutato (Luna *et al.*, 2009).

Indici di valutazione del coralligeno - Per valutare la qualità ecologica del coralligeno sono stati formulati diversi indici che, data la naturale complessità di questo habitat, utilizzano approcci differenti in grado di fornire informazioni a vari livelli. L'indice EBQI (Ruitton *et al.*, 2015) si basa su un approccio di tipo ecosistemico in cui le diverse componenti funzionali del coralligeno sono identificate e per ciascuna di esse è misurato un indice di stato. Gli indici CAI (Deter *et al.*, 2012) ed ESCA (Cecchi *et al.*, 2014) sono entrambi basati su un approccio di tipo biocenotico, dove la comunità del coralligeno viene investigata in termini di composizione, abbondanza e sensibilità delle specie alla qualità delle acque. L'indice COARSE (Gatti *et al.*, 2015b) utilizza un approccio paesaggistico al fine di determinare l'integrità del fondale. Altri indici recentemente proposti sono l'indice OCI (Paoli *et al.*, 2016), che combina misure di complessità strutturale e funzionale, e l'INDEX-COR (Sartoretto *et al.*, 2015), che integra diverse metriche al fine di determinare l'impatto delle attività umane. Viste le differenze concettuali che stanno alla base della costruzione dei diversi indici e i differenti approcci seguiti, è auspicabile, tra gli sviluppi futuri, un'intercalibrazione degli indici ecologici attualmente disponibili.

Coralligeno profondo - Le recenti esplorazioni ROV condotte nella fascia più profonda del circolitorale, tra 80 e 150 m di profondità, hanno messo in evidenza

la presenza di popolamenti megabentonici su fondi duri con copertura di coralline assimilabili a formazioni coralligene profonde (Bo *et al.*, 2012). Ad oggi, tale indagine si focalizza quasi esclusivamente sui popolamenti dello strato elevato, dominati da grandi antozoi arboreoscenti che creano delle imponenti strutture tridimensionali, spesso indicate con il nome di “*coral gardens*”. Per la valutazione dello stato ecologico di questi popolamenti è stato elaborato l'indice MAES (*Mesophotic Assemblages Ecological Status Index*), basato su un approccio di tipo paesaggistico che utilizza fotografie e video ottenuti tramite ROV (Cánovas-Molina *et al.*, 2016b). L'indice è costruito tenendo conto della struttura della comunità, dello stato delle specie erette dominanti e della presenza di segni visibili di impatti umani. La difficoltà di quantificare in remoto il grado di sviluppo della componente algale rimane l'ostacolo più grande per valutare le dinamiche delle bioconcrezioni profonde.

Conclusioni - Nell'ultimo decennio il coralligeno è stato al centro degli interessi dei ricercatori come mai prima. Questo notevole sforzo conoscitivo è stato motivato da intenti conservazionistici e gestionali, prevalentemente sotto lo stimolo della *Marine Strategy Framework Directive* (MSFD, 2008/56/EC). La formulazione di alcuni indici di qualità ambientale ha permesso una visione più olistica, in chiave ecosistemica e paesaggistica, del coralligeno. Ulteriore ricerca sulla struttura delle popolazioni degli organismi del coralligeno e sulla loro distribuzione a scala di bacino è necessaria per fornire indicazioni importanti dal punto di vista ecologico e conservazionistico.

Bibliografia

- BALLESTEROS E. (2006) - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol.*, **44**: 123-195.
- BERTOLINO M., BETTI F., BO M., CATTANEO-VIETTI R., PANSINI M., ROMERO J., BAVESTRELLO G. (2016) - Changes and stability of a Mediterranean hard bottom benthic community over 25 years. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **96**: 341-350.
- BERTOLINO M., CALCINAI B., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., LAFRATTA A., PANSINI M., PICA D., BAVESTRELLO G. (2014) - Stability of the sponge assemblage of Mediterranean coralligenous concretions along a millennial time span. *Mar. Ecol.*, **35**: 149-158.
- BO M., BAVA S., CANESE S., ANGIOLILLO M., CATTANEO-VIETTI R., BAVESTRELLO G. (2014) - Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation. *Biol. Conserv.*, **171**: 167-176.
- BO M., CANESE S., SPAGGIARI C., PUSCEDDU A., BERTOLINO M., ANGIOLILLO M., GIUSTI M., LORETO M.F., SALVATI E., GRECO S., BAVESTRELLO G. (2012) - Deep coral oases in the South Tyrrhenian Sea. *PLoS ONE*, **7** (11), doi: 10.1371/journal.pone.0049870.
- CALCINAI B., BERTOLINO M., BAVESTRELLO G., MONTORI S., MORI M., PICA D., VALISANO L., CERRANO C. (2015) - Comparison between the sponge fauna living outside and inside the coralligenous bioconstruction. A quantitative approach. *Mediterr. Mar. Sci.*, **16**: 413-418.
- CÁNOVAS MOLINA A., MONTEFALCONE M., BAVESTRELLO G., CAU A., BIANCHI C.N., MORRI C., CANESE S., BO M. (2016b) - A new ecological index for the status of mesophotic megabenthic assemblages in the Mediterranean based on ROV photography and video footage. *Cont. Shelf Res.*, **121**: 13-20.
- CÁNOVAS MOLINA A., MONTEFALCONE M., VASSALLO P., MORRI C., BIANCHI C.N., BAVESTRELLO G. (2016a) - Combining literature review, acoustic mapping and *in situ* observations: an overview of coralligenous assemblages in Liguria (NW Mediterranean Sea). *Sci. Mar.*, **80**: 7-16.
- CECCHI E., GENNARO P., PIAZZI L., RICEVUTO E., SERENA F. (2014) - Development of a new biotic index for ecological status assessment of Italian coastal waters based on coralligenous macroalgal assemblages. *Europ. J. Phycol.*, **49**: 298-312.
- CERRANO C., BAVESTRELLO G., BIANCHI C.N., CATTANEO-VIETTI R., BAVA S., MORGANTI C., MORRI C., PICCO P., SARA G., SCHIAPARELLI S., SICCARDI A., SPONGA F. (2000) - A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms

- in the Ligurian Sea (North-western Mediterranean), summer 1999. *Ecol. Lett.*, **3** (4): 284-293.
- COSTANTINI F., ABBIATI M. (2016) - Into the depth of population genetics: pattern of structuring in mesophotic red coral populations. *Coral Reefs*, **35**: 39-52.
- COSTANTINI F., FAUVELOT C., ABBIATI M. (2007) - Genetic structuring of the temperate gorgonian coral (*Corallium rubrum*) across the western Mediterranean Sea revealed by microsatellites and nuclear sequences. *Mol. Ecol.*, **16**: 5168-5182.
- DETER J., DESCAMP P., BALLESTA L., BOISSERY P., HOLON F. (2012) - A preliminary study toward an index based on coralligenous assemblages for the ecological status assessment of Mediterranean French coastal waters. *Ecol. Ind.*, **20**: 345-352.
- GARRABOU J., COMA R., BENSOUSSAN N., BALLY M., CHEVALDONNÉ P., CIGLIANO M., DIAZ D., HARMELIN J.G., GAMBI M.C., KERSTING D.K., LEDOUX J.B., LEJEUSNE C., LINARES C., MARSCHAL C., PÉREZ T., RIBES M., ROMANO J.C., SERRANO E., TEIXIDO N., TORRENTS O., ZABALA M., ZUBERER F., CERRANO C. (2009) - Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. *Glob. Change Biol.*, **15**: 1090-1103.
- GATTI G., BIANCHI C.N., MORRI C., MONTEFALCONE M., SARTORETTO S. (2015b) - Coralligenous reefs state along anthropized coasts: application and validation of the COARSE index, based on a rapid visual assessment (RVA) approach. *Ecol. Ind.*, **52**: 567-576.
- GATTI G., BIANCHI C.N., PARRAVICINI V., ROVERE A., PEIRANO A., MONTEFALCONE M., MASSA F., MORRI C. (2015a) - Ecological change, sliding baselines and the importance of historical data: lessons from combining observational and quantitative data on a temperate reef over 70 years. *PLoS ONE*, **10** (2): doi: 10.1371/journal.pone.0118581.
- LUNA B., VALLE PÉREZ C., SÁNCHEZ-LIZASO J.L. (2009) - Benthic impacts of recreational divers in a Mediterranean Marine Protected Area. *ICES J. Mar. Sci.*, **66**: 517-523.
- MARTIN C.S., GIANNOULAKI M., DE LEO F., SCARDI M., SALOMIDI M., KNITTWEIS L., PACE M.L., GAROFALO G., GRISTINA M., BALLESTEROS E., BAVESTRELLO G., BELLUSCIO A., CEBRIAN E., GERAKARIS V., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., SCHEMBRI P.J., TERRIBILE K., RIZZO L., BEN SOUSSI J., BONACORSI M., GUARNIERI G., KRZELJ M., MACIC V., PUNZO E., VALAVANIS V., FRASCHETTI S. (2014) - Coralligenous and maërl habitats: predictive modelling to identify their spatial distributions across the Mediterranean Sea. *Scientific Reports*, **4**, doi: 10.1038/srep05073.
- PAOLI C., MORTEN A., BIANCHI C.N., MORRI C., FABIANO M., VASSALLO P. (2016) - Capturing ecological complexity: OCI, a novel combination of ecological indices as applied to benthic marine habitats. *Ecol. Ind.*, **66**: 86-102.
- RUITTON S., PERSONNIC S., BALLESTEROS E., BELLAN-SANTINI D., BOUDOURESQUE C.F., CHEVALDONNÉ P., BIANCHI C.N., DAVID R., FÉRAL J.P., GUIDETTI P., HARMELIN J.G., MONTEFALCONE M., MORRI C., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., SARTORETTO S., TANOUE H., THIBAUT T., VACELET J., VERLAQUE M. (2015) - An ecosystem-based approach to assess the status of the Mediterranean coralligenous habitat. In: Bouafif C., Langar H., Ouerghi A. (eds), *Proceedings of the 2nd Mediterranean Symposium on the conservation of Coralligenous and other Calcareous Bio-Concretions*. Portorož, Slovenia, 29-30 October 2014. RAC/SPA publ., Tunis: 153-158.
- SARTORETTO S., DAVID R., AURELLE D., CHENUIL A., GUILLEMAIN D., THIERRY DE VILLE D'AVRAY L., FÉRAL J.P., ÇINAR M.E., KIPSON S., ARVANITIDIS C., SCHOHN T., DANIEL B., SAKHER S., GARRABOU J., GATTI G., BALLESTEROS E. (2015) - An integrated approach to evaluate and monitor the conservation state of coralligenous bottoms: the INDEX-COR method. In: Bouafif C., Langar H., Ouerghi A. (eds), *Proceedings of the 2nd Mediterranean Symposium on the conservation of Coralligenous and other Calcareous Bio-Concretions*. Portorož, Slovenia, 29-30 October 2014. RAC/SPA publ., Tunis: 159-164.

T. CIBIC, M. ROGELJA, S. QUERIN, M. SEGARICH, P. DEL NEGRO

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

MICROPHYTOBENTHIC COMMUNITY DEVELOPMENT UNDER DIFFERENT HYDRODYNAMIC CONDITIONS NEARBY THE ROCKY OUTCROPS OF THE NORTHERN ADRIATIC SEA

SVILUPPO DELLA COMUNITÀ MICROFITOBENTONICA IN DIVERSE CONDIZIONI IDRODINAMICHE NEI PRESSI DEGLI AFFIORAMENTI ROCCIOSI DELL'ALTO ADRIATICO

Abstract - *Microphytobenthic abundance and community composition were studied in the surface sediments collected nearby 12 rocky outcrops and related to the intensity of the prevailing bottom currents obtained from a numerical model. Three groups of outcrops were highlighted in which diverse benthic diatom assemblages developed, according to different hydrodynamic conditions. In the areas characterized by relatively weak bottom currents, mostly taxa that are loosely associated with the sediments proliferated. In contrast, in the areas where the bottom currents are more intense mostly species able to attach to the sediment grains were selected. These preliminary results suggest that the velocity of the prevailing currents is one of the main drivers of the development of different microphytobenthic assemblages nearby the rocky outcrops of the northern Adriatic Sea.*

Key-words: *microphytobenthos, benthic diatoms, rocky outcrops, bottom currents, northern Adriatic Sea.*

Introduction - The sandy-muddy bottom of the northern Adriatic basin is interrupted along the western side by hundreds of rocky outcrops of organogenic-detrital origin, locally named *trezze* or *grebeni*. They represent an evolving ecosystem due to the continuous action of bioconstructing and bioeroding organisms (Ponti *et al.*, 2011) and constitute a favourable environment for the reproduction and development of many different organisms. For this reason they are considered hot-spots of biodiversity. This study is part of a wider research path, carried out within the project “TRECORALA” (TREzze e CORalligeno dell’ALto Adriatico), funded by the INTERREG Italy-Slovenia Program with the aim to enhance and promote the sustainable management of some outcrops located in the territorial waters of the Region Friuli-Venezia Giulia and the Republic of Slovenia. While the overall aim of the project was to define the ecological value of these rocky outcrops by investigating their communities at different trophic levels, the present study was focused on the microphytobenthic (MPB) communities associated to them. Since diatoms, together with prokaryotes and cyanobacteria are the primary colonizers of any substrate in the marine environment (Costerton *et al.*, 1995), they play a pivotal role in the colonization process of increasingly complex organisms. For instance, the epilithic MPB influences the settlement of the dispersive larvae of many sessile invertebrates (e.g. barnacles, oysters) (Jackson *et al.*, 2010). However, due to their limited size, these groups of organisms are usually neglected in the ecological surveys focused on bioconstructors. Therefore, the aims of this study were: i) to investigate the MPB abundance and community composition nearby the rocky outcrops of the northern Adriatic Sea; ii) to test whether different hydrodynamic conditions in the area could influence the development of different MPB assemblages.

Materials and methods - In summer 2013, in the proximity of 12 selected outcrops, three replicate samples of surface sediments were collected by scuba divers by cut off 60-mL plastic syringes for MPB analyses. The photosynthetic available radiation (PAR) was measured using a Li-cor (LI-193SA) probe and the overlying water was sampled for the determination of inorganic nutrients. For the sample processing, nutrient and MPB analyses, the methods described in Cibic *et al.* (2012) were followed. Current velocity fields were extracted from a high-resolution implementation of the MITgcm (Massachusetts Institute of Technology general circulation model) for the northern Adriatic Sea as described in Falace *et al.* (2015). Diversity indices on diatoms and the Principal Component Analysis (PCA) were carried out using PRIMER software v. 5.

Results - PAR at the bottom ranged from 1.6% to 13.5% of the surface PAR and allowed the development of a MPB community that was dominated by diatoms (>96%). Considering all 12 outcrops together, a total of 36 diatom taxa were identified. Among them, the majority were epipelagic living forms, 8 epiphytic, 3 epipsammic, 3 tychoipelagic and only one planktonic. The total abundance (mean±SD) varied from 2945±599 cells cm⁻² nearby “Pali”, to 11674±2655 cells cm⁻² at “Saratoga” (N in Tab. 1). High densities were also observed nearby “Misto” and “Corvine”. Overall, the most represented diatom genus was *Amphora* spp. that was particularly abundant at “Saratoga” and “Nordalti” reaching a relative abundance (RA) of 29.5% and 15.6%, respectively.

Tab. 1 - Coordinates of the rocky outcrops, sampling dates and diversity indices applied to benthic diatoms: S=number of taxa, N=number of cells (per cm²), d=richness (Margalef), J'=equitability (Pielou), H'(log_e)=diversity (Shannon) and λ=dominance (Simpson). Minima are indicated in italics, maxima in bold.

Coordinate degli affioramenti rocciosi, date di campionamento e indici di diversità applicati alle diatomee bentoniche: S=numero di taxa, N=numero di cellule (per cm²), d=ricchezza di Margalef, J'=equitabilità di Pielou, H'(log_e)=diversità di Shannon e λ=dominanza di Simpson. In corsivo sono indicati i valori minimi, in grassetto quelli massimi.

Trezza (outcrop)	Date	S	N	d	J'	H'	λ
Misto (45.5669° N; 13.31003° E)	05/7/2013	32	11121	3.327	0.719	2.492	0.133
Dave (45.53158° N; 13.24935° E)	05/7/2013	28	8327	2.991	0.762	2.538	0.126
Nicola (45.5100° N; 13.22378° E)	09/7/2013	25	8135	2.666	0.700	2.253	0.158
Pinnacoli (45.5976° N; 13.24547° E)	09/7/2013	30	6973	3.277	0.775	2.635	0.096
Meneg (45.62945° N; 13.40817° E)	11/7/2013	24	5691	2.660	<i>0.604</i>	<i>1.921</i>	0.311
Tanti (45.56152° N; 13.3296° E)	26/7/2013	32	8158	3.442	0.739	2.560	0.108
Pali (45.59930° N; 13.35882° E)	26/7/2013	24	<i>2945</i>	2.879	0.749	2.379	0.161
Saratoga (45.5451° N; 13.23625° E)	01/8/2013	34	11674	3.524	0.700	2.467	0.137
Spari (45.55208° N; 13.31673° E)	01/8/2013	32	6177	3.552	0.768	2.663	0.105
Nordalti (45.60453° N; 13.25095° E)	06/8/2013	32	8400	3.431	0.801	2.776	0.085
Corvine (45.60423° N; 13.33425° E)	06/8/2013	31	11028	3.223	0.803	2.759	<i>0.082</i>
Dorsale (45.55667° N; 13.28850° E)	06/8/2013	28	7401	3.031	0.769	2.561	0.104

Interestingly, by averaging the data from all the outcrops, the tychoipelagic forms *Bacillaria paxillifera* (O.F. Müller) T. Marsson 1901, *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve 1873 and *Ceratoneis closterium* Ehrenberg 1839 were the most abundant species (mean±SD: 1028±1034, 913±815 and 639±5381 cells cm⁻², respectively). *B. paxillifera* reached the highest relative abundance (RA) at “Misto” (29.4%), “Dave” (27.8%),

“Nicola” (25.8%) and “Tanti” (18.8%) while *P. sulcata* was well represented at “Meneg” (RA 54.1%) “Pali” (RA 24.7%) and “Spari” (RA 18.5%). The univariate diversity analysis revealed the highest value of richness (d) at “Spari” and the lowest one at “Meneg” in correspondence to the minima of equitability and diversity (Tab. 1). The PCA highlighted three groups of outcrops (Fig. 1, 2): the one encircled in yellow comprised “Corvine”, “Meneg”, “Dorsale”, and “Pali”, in correspondence to the high concentrations of most of the inorganic nutrients; the gathering of the outcrops encircled in red (“Nordalti”, “Saratoga”, and “Pinnacoli”) was due to the major abundance of *Amphora* spp. and *A. ostrearia* Brébisson ex Kützing 1849, and the minima of NH_4^+ ; the outcrops encircled in green (“Tanti”, “Misto”, “Dave”, and “Nicola”) were characterized by the highest densities of the tychopelagic species *C. closterium* e *B. paxillifera* and major depths.

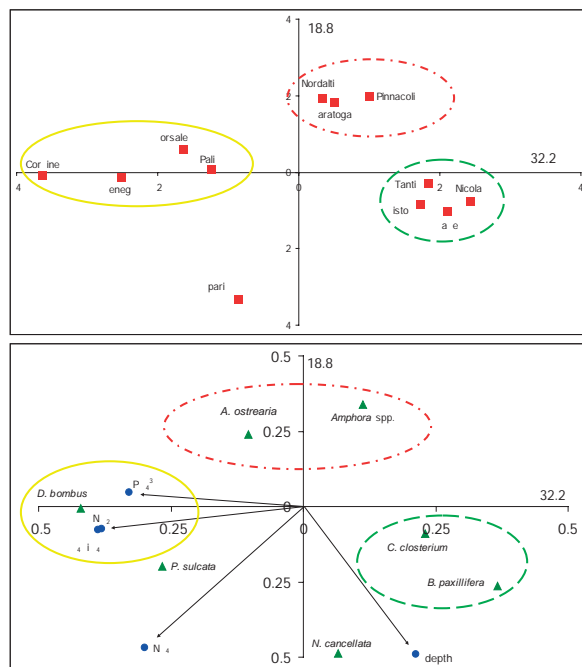


Fig. 1 - Principal Component Analysis (PCA) based on r algorithm, of the rocky outcrops (red squares), biotic variables (taxa, green triangles) and abiotic variables (blue dots).

Analisi delle Componenti Principali (PCA), basata su algoritmo r, degli affioramenti rocciosi (quadrati rossi), delle variabili biotiche (taxa, triangoli verdi) e abiotiche (pallini blu).

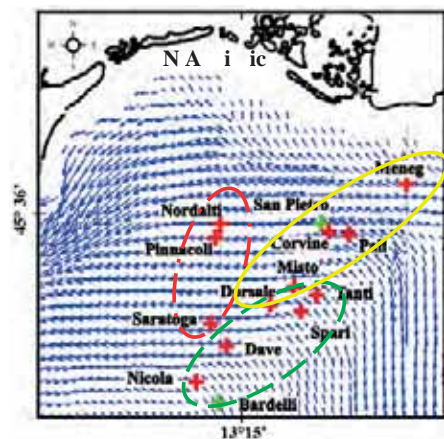


Fig. 2 - Bottom current field (yearly average) reproduced by the numerical model in the area of the rocky outcrops. The groups highlighted in the PCA are superimposed on the plot. Campi di corrente di fondo (media annuale) ottenuti dal modello numerico nell'area degli affioramenti rocciosi, a cui sono stati sovrapposti gli stessi gruppi evidenziati nella PCA.

The outcrop “Spari” was located far from the others probably because of high numbers of *P. sulcata* and high NH_4^+ concentrations. The hydrodynamic model evidenced prevailing westward and north-westward bottom currents, with a yearly velocity (mean \pm SD) of 3.50 ± 0.40 cm s⁻¹ and maximum values below 20 cm s⁻¹ in the surroundings of the outcrops “Nicola”, “Spari”, “Tanti”, “Misto”, and “Dave”. At “Dorsale” and “Meneg” the average velocity was intermediate (4.55 ± 0.35 cm s⁻¹), with maxima reaching 25 cm s⁻¹, whereas the highest values were obtained for “Saratoga”, “Nordalti”, and “Pinnacoli” with average values of 4.83 ± 0.55 cm s⁻¹ and peak velocities ranging from 25 to 31 cm s⁻¹.

Conclusions - The same three groups obtained by the PCA can be reasonably superimposed on the simulated bottom current fields, suggesting that the velocity of the prevailing current can be considered one of the main drivers of the development of different MPB assemblages at the investigated outcrops. Indeed, at the deepest outcrops (encircled with green dashed line), in mild hydrodynamic conditions, the tychopelagic species *C. closterium* e *B. paxillifera* develop reaching high numbers. When the intensity of the bottom current is slightly higher, the tychopelagic forms may be swept away by the current, that probably resuspend also the sediments, enhancing nutrients concentration as well as water turbidity. Therefore, the light availability at the bottom of these outcrops (encircled with yellow full line) is likely lower and a community [with species as *P. sulcata*, *Diploneis bombus* (Ehrenberg) Ehrenberg 1853)] that is well adapted to dim light conditions can develop (Cibic *et al.*, 2012). Finally, with more energetic hydrodynamic conditions, such as those present at the outcrops encircled with red dash-dot line, the maximum velocity of the prevailing currents likely carried away not only the resuspended sediments with their inorganic load, but also the epipelagic diatom forms that inhabit muddy sediments. Here particularly the epipsammic forms, namely *Amphora* spp. and *A. ostrearia* may proliferate because they produce mucilage peduncles and stalks by which they adhere to the sediment grains, enabling them not to be swept away by the current. However, to corroborate these preliminary results, other abiotic variables besides those in this study should be considered, and further statistical analysis would be needed.

Acknowledgments: We wish to thank Lisa Faresi, Saul Ciriaco and Enrico Vinzi for the logistic support during sampling, Martina Kralj for nutrient analysis and Federica Cerino for the critical review of the work.

References

- CIBIC T., COMICI C., BUSSANI A., DEL NEGRO P. (2012) - Benthic diatom response to changing environmental conditions. *Est. Coast. Shelf Sci.*, **115**: 158-169.
- COSTERTON J.W., LEWANDOWSKI Z., CALDWELL D.E., KORBER D.R., LAPPIN-SCOTT H.M. (1995) - Microbial biofilms. *Annu. Rev. Microbiol.*, **49**: 711-745.
- FALACE A., KALEB S., CURIEL D., MIOTTI C., GALLI G., QUERIN S., BALLESTEROS E., SOLIDORO C., BANDELJ V. (2015) - Calcareous bio-concretions in the northern Adriatic Sea: habitat types, environmental factors that influence habitat distributions, and predictive modeling. *PLoS ONE*, **10** (11), doi: 10.1371/journal.pone.0140931.
- JACKSON A.C., UNDERWOOD A.J., MURPHY R.J., SKILLETER G.A. (2010) - Latitudinal and environmental patterns in abundance and composition of epilithic microphytobenthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **417**: 27-38.
- PONTI M., FAVA F., ABBIATI M. (2011) - Spatial-temporal variability of epibenthic assemblages on subtidal biogenic reefs in the northern Adriatic Sea. *Mar. Biol.*, **158** (7): 1447-1459.

A. COSSU, M. DE LUCA

Dipartimento di Architettura, Urbanistica e Design (DADU), Università di Sassari,
Via Piandanna, 4 - 07100 Sassari, Italia.
acossu@uniss.it

INDAGINE SUI FONDI DURI
AI FINI DELLA ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA
DELLA STRATEGIA MARINA - SARDEGNA SETTENTRIONALE
*SEABED SURVEY
TO SUPPORT IMPLEMENTATION OF MARINE STRATEGY
FRAMEWORK DIRECTIVE - NORTHERN SARDINIA*

Abstract - In this paper we present survey data on the deep coralligenous system of the assessment Area 4 "Argentiera-Vignola" (northern Sardinia), carried out as part of the supporting activity to the Marine Strategy Framework Directive (MSFD). The coralligenous assemblages were observed in three sampling areas of 60, 90 and 120-140 m depth and in each, three random transects were carried out by means of Remote Operating Vehicle (ROV) with high resolution camera. The images after were processed in order to describe the biotic component of dominant populations.

Key-words: coralligenous assemblages, Mediterranean Sea.

Introduzione - Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito della Direttiva Quadro "2008/56/CE Marine Strategy", della sezione *Habitat del fondo marino e biodiversità* e si inserisce nelle attività di monitoraggio degli habitat profondi a coralli bianchi, a coralligeno e fondi a maërl. Di seguito vengono presentati i risultati relativi al monitoraggio sui substrati circalitorali effettuato nell'area tra Argentiera e l'Isola dell'Asinara nel *Settore 4 dell'Assessment Areas* della Sardegna settentrionale con lo scopo di dare una iniziale valutazione dello stato delle comunità bentoniche dei fondali.

Materiali e metodi - L'imbarcazione disponeva di due sistemi di posizionamento G.P.S. cartografici tipo *Trimble Juno Sb* e *Lowrance HDS 5* dotato anche di ecoscandaglio. Le riprese video sono state realizzate nel giugno del 2014 con il R.O.V. modello *Seaeye Falcon* dotato di dispositivo SSBL (*underwater acoustic positioning system*) per la rettifica della posizione R.O.V. rispetto all'imbarcazione. La georeferenziazione dei filmati video è stata realizzata dalla registrazione simultanea della posizione del mezzo e del tempo di registrazione. Le stazioni (Fig. 1 - Fornelli, Argentiera e Nurra) sono state individuate dal modello digitale ad alta risoluzione (DTM) dei fondali da rilievi *multibeam* e *backscatter* (Simeone *et al.*, 2015). Nelle tre località, a tre differenti profondità (60, 90 e 120-140 m), sono stati effettuati dei transetti R.O.V. di 150 m di lunghezza. Dai filmati sono state campionate cinque immagini in alta definizione per determinare le coperture del substrato mediante il software *Seascope*, specifico per l'analisi di immagine (Teixidó *et al.*, 2011).

Risultati - Sono state individuate 27 differenti tipologie bentoniche riferite sia a specie, sia a generi di alghe e animali sia a complessi bentonici (*algal, animal or sponge complex*) (Piazzi *et al.*, 2015). Le stazioni a 60 m dei tre siti si caratterizzano da una prevalente copertura della componente algale; la biocenosi Coralligeno (Fig. 2a) mostra tra le alghe calcaree più abbondanti *Mesophyllum expansum*, *Mesophyllum lichenoides*, *Neogoniolithon brassica-florida*, le alghe erette ed incrostanti *Osmundaria volubilis*, *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*, *Peyssonnelia rubra*, *Peyssonnelia inamoena*, i celenterati *Eunicella cavolinii*, *Eunicella singularis*, *Alcyonium acaule*, *Parazoanthus axinellae* e l'echinoderma *Echinus melo*.

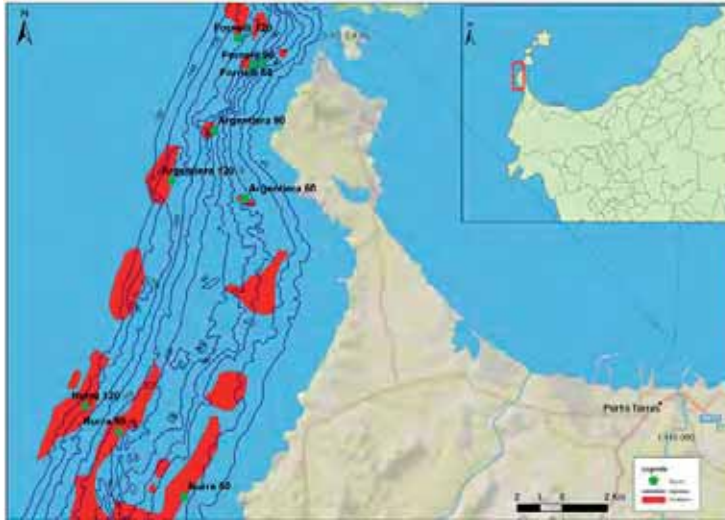


Fig. 1 - Area di studio e stazioni di monitoraggio.

Study area and monitoring stations.

Le stazioni a 90 m si distinguono per l'abbondanza della componente animale di strato elevato come *E. singularis* e *E. cavolinii* con buona presenza di corallinacee incrostanti. A Fornelli si segnala l'associazione a rodoliti (*facies* a *pràlines*) con alghe calcaree a noduli sferoidali (Fig. 2b) e la *facies* a *Paramuricea clavata* nelle stazioni di Nurra, con colonie caratterizzate da elevata densità (Fig. 2c) ad evidenziare la reofilia della zona. Le stazioni a -120 e -140 m mostrano Biocenosi profonde dei fondi rocciosi circalitorali e nelle stazioni dell'Argentera la *facies* a *Callogorgia verticillata* (Fig. 2d).

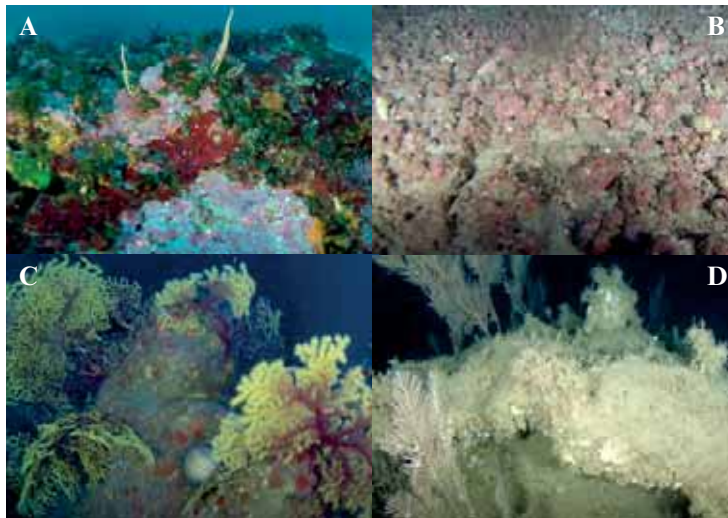


Fig. 2 - Alcune immagini campione delle stazioni: A) Argentera (60 m) - Biocenosi a Coralligeno; B) Fornelli (90 m) - *Facies* a *pràlines*; C) Nurra (90 m) - *Facies* a *P. clavata*; D) Nurra (135 m) - *Facies* a *C. verticillata* nel limite inferiore del circalitorale.

*Sample images of the stations: A) Argentera (60 m) - Coralligenous assemblages; B) Fornelli (90 m) - *Facies* with *pràlines*; C) Nurra (90 m) - *Facies* with *P. clavata*; D) Nurra (135 m) - *Facies* with *C. verticillata* in the lower limit of the circalittoral.*

È da rimarcare la presenza di *Corallium rubrum* nella stazione di Fornelli. La *cluster analysis* (Fig. 3), sulla matrice di similarità di Gower delle stazioni, riferita alla percentuale di copertura del benthos, evidenzia due gruppi di rilievi: a 60 m, caratterizzati da una maggiore presenza della componente algale e dal gruppo 90+120 m caratterizzato dalla abbondanza di specie animali. L'analisi SIMPER (*Similarity Percentage*), permette di identificare le variabili che maggiormente contribuiscono a caratterizzare le differenze tra i due gruppi (Tab. 1); più del 90% della somiglianza, calcolata sulle distanze euclidee, è espressa da 9 variabili rimarcando l'importanza delle specie algali a tallo eretto ed incrostante nella caratterizzazione del coralligeno superiore.

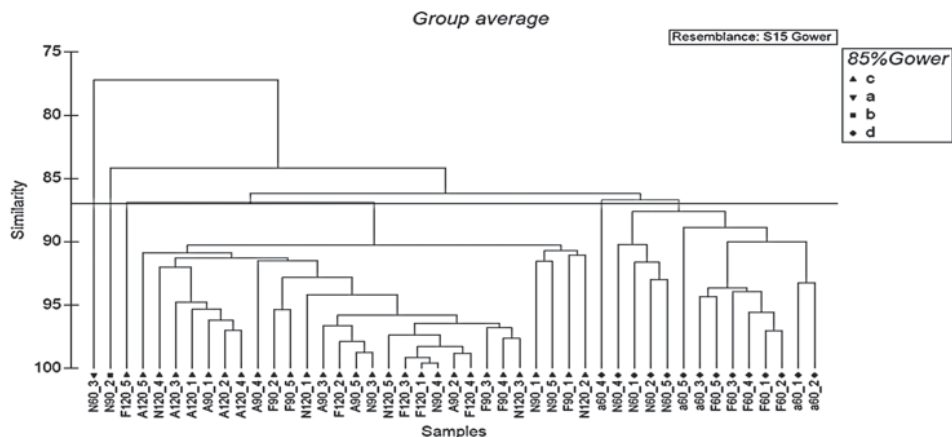


Fig. 3 - *Cluster analysis* sulla matrice di similarità di Gower delle stazioni. I *cluster* vengono separati nella soglia di similarità del 86%. N=Nurra, A=Argentiera, F=Fornelli.

Cluster analysis on the Gower's matrix similarity of the stations. The clusters are separated at the 86% similarity threshold. N=Nurra, A=Argentiera, F=Fornelli.

Tab. 1 - Percentuale della similarità (SIMPER). Contributi delle specie del Gruppo 60 vs Gruppo 90+120.

Similarity Percentage (SIMPER). Species contributions of the Group 60 vs the Group 90+120.

Variable	Av. Value (60)	Av. Value (90+120)	Av. Sq. Dist.	Sq. Dist./SD	Contrib. %	Cum. %
Animal complex	0.32	0.50	0.08	0.87	20.91	20.91
<i>M. lichenoides</i>	0.04	0.24	0.07	0.71	18.41	39.32
<i>P. rubra</i>	0.23	0.00	0.06	1.05	16.97	56.30
Algal complex	0.21	0.01	0.05	1.17	12.51	68.80
<i>C. verticillata</i>	0.00	0.07	0.03	0.40	7.45	76.25
maërl	0.00	0.03	0.02	0.19	5.88	82.14
<i>P. clavata</i>	0.00	0.03	0.02	0.19	4.33	86.47
<i>E. cavolinii</i>	0.04	0.03	0.02	0.32	4.29	90.76

Conclusioni - I rilievi R.O.V. eseguiti nelle aree campione hanno confermato in maniera puntuale la presenza di biocenosi circolitorali di substrato duro indicate nelle prospezioni *multibeam*. Si è altresì evidenziata una sostanziale differenza

tra le formazioni coralligene superficiali e quelle profonde. A tale atteso risultato si aggiunge la conferma di un coralligeno superiore e medio ben strutturato con *facies* a *E. cavolinii* e *P. clavata*. Nella stazione Nurra è presente *C. verticillata* che costituisce una *facies* in buono stato di conservazione diversamente da molte popolazioni italiane dove mostra ampi segni di declino e danneggiamento. Infine, le stazioni dell'Argentiera erano caratterizzate da notevole eterogeneità strutturale ad indicare la buona condizione delle comunità per la presenza di favorevoli fattori ecologici. I risultati suggeriscono la necessità di ulteriori ricerche dal versante di ponente dell'isola dell'Asinara fino a Porto Ferro dove sappiamo della presenza di altre ampie zone a coralligeno (Cooperativa di pesca Polaris, com. pers.) che tuttavia necessitano di una migliore e definitiva caratterizzazione. Altre indagini hanno rivelato delle criticità (Cossu *et al.*, 2009) in alcune limitate aree, come la presenza di diverse reti fantasma e l'azione dello strascico che hanno alterato l'equilibrio del coralligeno di piattaforma, biocenosi ricorrente in quest'area. La copertura delle reti abbandonate, le abrasioni e l'asportazione della componente sessile a sviluppo verticale causano un danno spesso irreversibile su queste delicate comunità a bassa resilienza. La condizione ecologica dell'habitat e dei popolamenti rilevata dal presente lavoro ha un carattere preliminare e vuole essere di stimolo per futuri ulteriori piani di monitoraggio.

Bibliografia

- COSSU A., CHESSA L., GAZALE V., RAGAZZOLA F. (2009) - On the circalittoral benthic communities in the Asinara Marine Park. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 256-257.
- PIAZZI L., GENNARO P., CECCHI E., SERENA F. (2015) - Improvement of the Esca index for the evaluation of ecological quality of coralligenous habitats under the European framework directives *Mediterr. Mar. Sci.*, **16** (2): 419-426.
- SIMEONE S., GUALA I., CONFORTI A., INNANGI A., FERRIGNO F., TONIELLI R., DE FALCO G. (2015) - A first insight into the coralligenous assemblages of the western Sardinia shelf (Italy). In: Bouafif C., Langar H., Ouerghi A. (eds), *Proceedings of the 2nd Mediterranean Symposium on the conservation of Coralligenous and other Calcareous Bio-Concretions*. Portorož, Slovenia, 29-30 October 2014. RAC/SPA publ., Tunis: 165-170.
- TEIXIDÓ N., ALBAJES-EIZAGIRRE A., BOLBO D., LE HIR E., DEMESTRE M., GARRABOU J., GUIGUES L., GILI J.M., PIERA J., PRELOT T., SORIA-FRISCH A. (2011) - Hierarchical segmentation-based software for cover classification analyses of seabed images (seascape). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **431**: 45-53.

A. FALACE, L. PEZZOLESI¹, S. KALEB, A. ALVITO², L. DONNARUMMA³,
F. DI STEFANO³, M. ABBIATI¹, F. BADALAMENTI⁴, G. BAVESTRELLO⁵,
L. BENEDETTI-CECCHI⁶, F. BOERO⁷, R. CANNAS², C. CERRANO⁸, F. MASTROTOTARO⁹,
G. CHIMIENTI⁹, M. PONTI¹, G.F. RUSSO³, R. SANDULLI³, F. RINDI⁸

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste,
Via L. Giorgieri, 1 - 34127 Trieste, Italy.
falace@units.it

¹Dip. Sci. Biol. Geol. Amb., Università di Bologna, Ravenna, Italy.

²Di.S.V.A., Università di Cagliari, Cagliari, Italy.

³Dip. Sci. Amb., Università di Napoli 'Parthenope', Napoli, Italy.

⁴CNR-IAMC, Castellammare del Golfo (PA), Italy.

⁵DISTAV, Università di Genova, Genova, Italy.

⁶Dip. Biol., Università di Pisa, Pisa, Italy.

⁷Di.S.TeB.A., Università del Salento, Lecce, Italy.

⁸DISVA, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy.

⁹Dip. Biol., Università di Bari, Bari, Italy.

DISTRIBUTION OF BIOCONSTRUCTOR CORALLINE ALGAE OF THE GENUS *LITHOPHYLLUM* ALONG THE ITALIAN SHORES

DISTRIBUZIONE DI ALGHE CORALLINACEE BIOCOSTRUTTRICI DEL GENERE LITHOPHYLLUM LUNGO LE COSTE ITALIANE

Abstract - In the Mediterranean biogenic habitat built by coralline algae (orders Corallinales, Hapalidiales and Sporolithales) show a great diversity and a large bathymetric extent. The genus *Lithophyllum* is the most species-diverse coralline genus and plays a key role in the formation of extensive bioconstructions, as the coralligenous concretions in the circalittoral and the "trotoirs" in the mid littoral. As part of a large-scale investigation of the marine bioconstructions of the Italian shores, we account here some results on the distribution, diversity and ecology for *L. byssoides*, *L. cabiochia* and *L. stictaeforme*.

Key-words: benthos, bioconstructors, coralline algae, ecosystem engineers, *Lithophyllum*.

Introduction - Ecosystem engineers are organisms that directly or indirectly modulate the availability of resources to other species, by causing physical state changes in biotic or abiotic materials; in so doing, they modify, maintain and create habitats (Jones *et al.*, 1994). In marine benthic ecosystems, some of the most important ecosystem engineers are bioconstructor species that possess calcareous bodies, skeletons, tubes or shells. When large populations of these species are present, their calcareous structures gradually accumulate and become compacted, forming a biogenic substratum characterized by great spatial heterogeneity. Although the taxonomic range of marine organisms capable to produce biogenic substrata is wide, coralline red algae (orders Corallinales, Hapalidiales and Sporolithales) are the most important bioconstructors in temperate regions. The role of coralline algae as habitat builders at global level is well known. Besides their direct formation of biogenic substratum, these algae act as consolidators of coral reefs in tropical regions (McCoy and Kamenos, 2015) and form extensive rhodolith beds in temperate and cold seas (Hernandez-Kantun *et al.*, 2015). In the Mediterranean, bioconstructions formed by coralline algae reach a diversity, a spatial coverage and a bathymetric extent unknown in other seas. The genus *Lithophyllum* is the most species-diverse coralline genus in the Mediterranean and plays a key role in the formation of several widespread bioconstructions. *Lithophyllum cabiochia* (Boudouresque & Verlaque) Athanasiadis, 1999 and *Lithophyllum stictaeforme* (J.E. Areschoug) Hauck, 1877 are usually the main contributors to the formation of coralligenous concretions in the

circular zone (Ballesteros, 2006). *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie, 1900 is typical of the mid littoral zone, where it occurs on vertical or subvertical surfaces; when it forms large populations, this species may produce thick rims referred to as “trottoirs” (Verlaque, 2010), which are considered indicators of high environmental quality and host a large amount of associated animal and algal diversity (Mannino, 1992, 1994). Overall, coralline algae in Italy have been well studied, but many aspects of their diversity and ecology are still in need of investigation. As part of a large-scale investigation of the marine bioconstructions of the Italian shores, we are currently reassessing the distribution of some key coralline species, with special regard to species of *Lithophyllum*. We report here some partial results for *L. byssoides*, *L. cabiochiaie* and *L. stictaeforme*.

Materials and methods - Field surveys were conducted in the years 2012-15 at many locations along the shores of the Italian mainland and islands. Observations and collections of *L. byssoides* were made by snorkeling; observations and collections of *L. cabiochiaie* and *L. stictaeforme* were made by SCUBA diving. At each site 5 to 30 specimens of each species (depending on the size of the population) were collected and subsequently examined in the laboratory, in order to confirm identification and observe the reproductive condition. The conditions of the populations *in situ* were noted.

Results - *Lithophyllum cabiochiaie* and *L. stictaeforme* were found to be widespread along the Italian shores. We recorded *L. cabiochiaie* from 9 locations and *L. stictaeforme* from 11 locations (Tab. 1). Collections of the two species were made in the infralittoral and circular zones, at depths ranging from -15 to -45 m.

Tab. 1 - Details of collections of *Lithophyllum cabiochiaie* and *L. stictaeforme*.

Dettagli delle raccolte di Lithophyllum cabiochiaie e L. stictaeforme.

Species	Location	Date	Approximate coordinates
<i>L. cabiochiaie</i>	Gallinara Island (SV)	12/6/2013 11/6/2014	44°1'29.01"N, 8°13'47.26"E
<i>L. cabiochiaie</i> <i>L. stictaeforme</i>	Portofino (GE)	-/7/2013	44°17'55.91"N, 9°12'53.91"E
<i>L. cabiochiaie</i> <i>L. stictaeforme</i>	Giannutri Island (GR)	-/6/2013	42°15'48.16"N, 11°6'32.62"E
<i>L. stictaeforme</i>	Tavolara Island (OT)	23/5/2014	40°54'12.17"N, 9°43'2.29"E
<i>L. cabiochiaie</i> <i>L. stictaeforme</i>	Molara Island (OT)	24/5/2014	40°52'34.79"N, 9°44'10.12"E
<i>L. stictaeforme</i>	Masua (CI)	25/9/2013	39°20'2.67"N, 8°24'25.15"E
<i>L. stictaeforme</i>	Buggerru (CI)	25/9/2013	39°23'54.46"N, 8°23'8.83"E
<i>L. cabiochiaie</i>	Capo Spartivento (CA)	2/10/2014	38°52'29.92"N, 8°50'37.99"E
<i>L. stictaeforme</i>	Cala Pira (CA)	1/7/2014	39°10'18.86"N, 9°34'36.31"E
<i>L. cabiochiaie</i> <i>L. stictaeforme</i>	Ponza Island (LT)	31/5/2014	40°53'43.72"N, 12°58'18.9"E 40°54'11.29"N, 12°55'41.3"E
<i>L. cabiochiaie</i>	Ustica Island (PA)	2/7/2014	38°42'55.27"N, 13°9'21.43"E
<i>L. stictaeforme</i>	Castellammare del Golfo (PA)	-/10/2014	38°3'5.55"N, 12°52'7.59"E
<i>L. cabiochiaie</i>	Otranto (LE)	24/7/2014	40°6'26.52"N, 18°31'17.69"E
<i>L. cabiochiaie</i>	S. Caterina (LE)	23/7/2014	40°10'4.76"N, 17°56'27.06"E
<i>L. stictaeforme</i>	Caprara (Tremiti Islands, FG)	8/5/2014	42°8'7.62"N, 15°30'30.84"E
<i>L. stictaeforme</i>	Trezze di S. Pietro e Bardelli (TS)	5/10/2013	-

In some cases, these species could be distinguished morphologically in the field due to the different colour (pink-grayish in *L. stictaeforme*, light purple in *L. cabiochiaie*) and the generally larger size of *L. cabiochiaie*, but their discrimination usually required microscopic examination in the lab. At some locations specimens of both species were collected, whereas at other locations one of the two species was seemingly more abundant, and all specimens collected belonged to the same species (Tab. 1). Many species of macroalgae and invertebrates were associated with *L. cabiochiaie* and *L. stictaeforme*; the frond of large-sized specimens of *L. cabiochiaie*, in particular were colonized by several species of filamentous macroalgae on the upper side and many species of sponges, polychaetes and bryozoans on the lower side. Well-developed populations of *L. byssoides* were recorded from 14 locations (Tab. 2). The specimens were hemispherical or cushion-like, up to 30 cm wide, with a crisped surface made of convoluted lamellae or fan-shaped to finger-like protrusions. Overall the populations sampled appeared in good conditions; they were formed by numerous thalli (tens to hundreds on stretches of shore tens of m in length) with healthy colour (grayish-pink to light purple), without evident breakages or erosions, and without or with limited epiphytic cover. However, large build-ups formed by the coalescence of multiple specimens were observed only occasionally, mainly at Caprara (Tremiti Islands). Most specimens examined microscopically were reproductive and contained tetrasporangial conceptacles; some thalli were found containing both gametangial and tetrasporangial conceptacles.

Tab. 2 - Details of collections of *Lithophyllum byssoides*.

Dettagli delle raccolte di Lithophyllum byssoides.

Location	Date	Approximate coordinates
Gallinara Island (SV)	13/6/2013	44°1'37.31"N, 8°13'32.43"E
Alassio (SV)	11/6/2015	44°0'56.81"N, 8°11'35.91"E
Portofino (GE)	-/7/2013	44°17'54.60"N, 9°13'3.58"E
Baratti (LI)	14/8/2015	43°0'21.88"N, 10°30'36.97"E
Capraia Island (LI)	18/7/2014	43°2'50.25"N, 9°50'47.67"E 43°0'7.4586"N, 9°48'36.7524"E
Giannutri Island (GR)	-/6/2013	42°14'32.07"N, 11°6'43.34"E
Tavolara Island (OT)	24/5/2014	40°54'44.77"N, 9°44'33.99"E 40°53'32.45"N, 9°42'3.41"E
Molara Island (OT)	24/5/2014	40°52'26.61"N, 9°44'20.31"E
Marina di Camerota (SA)	12/6/2013 10/5/2014	39°59'40.92"N, 15°25'30.54"E 40°0'38.94"N, 15°26'14.94"E
Ustica Island (PA)	4/7/2014	38°42'30.65"N, 13°11'55.94"E
Castellammare del Golfo (PA)	-/10/2014	38°3'6.51"N, 12°52'6.74"E
Otranto (LE)	24/7/2014	40°6'38.98"N, 18°31'1.94"E 40°8'48.36"N, 18°30'4.85"E
S. Cesarea Terme (LE)	-/6/2012	40°1'51.29"N, 18°26'48.04"E
Caprara (Tremiti Islands, FG)	5/6/2013	42°8'5.78"N, 15°31'23.47"E

Conclusions - *Lithophyllum byssoides*, *L. cabiochiaie* and *L. stictaeforme* are widely distributed along the shores of Italy, and overall populations of these species appear in healthy conditions. Among the three species, *L. byssoides* is the most endangered due to its distribution limited to a narrow belt in the midlittoral zone, which makes it the most sensitive to anthropic impacts (as well as to long term changes in sea

level related to climatic changes). It is therefore very positive that seven of the populations that we surveyed are located in protected areas (Portofino, Capraia, Giannutri, Tavolara, Ustica, Marina di Camerota, Tremiti Islands), for which the presence of this species enhances the conservational value. *Lithophyllum cabiochiae* and *L. stictaeforme* are among the main constituents of coralligenous assemblages and are therefore directly subjected to the environmental impacts that threaten these communities (Piazzi *et al.*, 2012). In general, the populations we examined did not show evident signs of degradation, but a more precise assessment of their distribution and potential vulnerability requires additional taxonomic work. *Lithophyllum cabiochiae* and *L. stictaeforme* are part of a complex of *Lithophyllum* species in urgent need of taxonomic reassessment and their distinctness at species level is still a matter of debate. Ongoing molecular investigations on their taxonomic relationships indicate a much higher genetic diversity than the morphology of these species suggests.

References

- BALLESTEROS E. (2006) - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **44**: 123-195.
- HERNÁNDEZ-KANTÚN J.J., RIOSMENA-RODRIGUEZ R., HALL-SPENCER J.M., PEÑA V., MAGGS C.A., RINDI F. (2015) - Phylogenetic analysis of rhodolith formation in the Corallinales (Rhodophyta). *Eur. J. Phycol.*, **50**: 46-61.
- JONES C.G., LAWTON J.H., SHACHAK M. (1994) - Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, **69**: 373-386.
- MANNINO A.M. (1992) - Studio fitosociologico della vegetazione mesolitorale a *Lithophyllum lichenoides* Philippi (Rhodophyceae, Corallinales). *Naturalista Sicil.*, Ser. IV, **16**: 3-25.
- MANNINO A.M. (1994) - Osservazioni morfo-anatomiche su *Lithophyllum lichenoides* Philippi (Corallinales Rhodophyta). *Naturalista Sicil.*, Ser. IV, **18**: 57-71.
- MCCOY S.J., KAMENOS N.A. (2015) - Coralline algae (Rhodophyta) in a changing world: integrating ecological, physiological, and geochemical responses to global change. *J. Phycol.*, **51**: 6-24.
- PIAZZI L., GENNARO P., BALATA D. (2012) - Threats to macroalgal coralligenous assemblages in the Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, **64**: 2623-2629.
- VERLAQUE M. (2010) - Field-methods to analyse the condition of Mediterranean *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie rims. *Scient. Rep. Port-Cros Nat. Park, France*, **24**: 185-196.

The study was funded by the Italian Ministry for Education, Universities and Research (P.R.I.N. 2010-2011: project "Marine bioconstructions: structure, function and management").

B. LA PORTA, G. LA PORTA*

ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale,
Via di Castel Romano, 100 - 00128 Roma, Italia.
barbara.laporta@isprambiente.it

*Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università di Perugia,
Via G. Pascoli - 06123 Perugia, Italia.

ANALISI DELLA DINAMICA DI CRESCITA DI POPOLAZIONI DI *SABELLARIA ALVEOLATA* NEL TIRRENO CENTRALE

ANALYSIS OF POPULATION GROWTH DYNAMIC OF SABELLARIA ALVEOLATA IN THE CENTRAL TYRRHENIAN SEA

Abstract - The aim of this study was to analyze the population growth dynamic of *Sabellaria alveolata* assemblages in three different coastal areas of the Tyrrhenian Sea (Mediterranean Sea, Italy). The populations structure in terms of age classes and growth dynamic differs according to different environmental conditions and reflects the development phase of each reef as well as the diversity of the macrozoobenthic associated fauna.

Key-words: biogenic reef, zoobenthos, ecosystem engineer, age determination, growth curves.

Introduzione - *Sabellaria alveolata* (Linnaeus, 1767) è un polichete gregario che vive all'interno di tubi costruiti agglutinando sabbia, gusci di foraminiferi e frammenti di bivalvi. Questa specie è definita come *ecosystem engineer* perché forma biocostruzioni molto complesse anche di notevoli dimensioni, rendendo più eterogenei i fondi sabbiosi dell'ambiente meso-infralitorale da un punto di vista biologico e paesaggistico. La loro evoluzione segue un ciclo di sviluppo che dipende dalle condizioni edafiche locali (es. idrodinamismo, torbidità), dal reclutamento e dalla dinamica di crescita della popolazione associata (Gruet, 1982, 1986). Scopo di questo lavoro è di esaminare la crescita assoluta (Gruet, 1982), in termini di variazioni delle classi di età degli individui in funzione del tempo, di 3 popolazioni di *S. alveolata* nel Tirreno centrale.

Materiali e metodi - I reef a *S. alveolata* sono situati a Punta della Quaglia (PQ, Viterbo), Tor Caldara (TC, Latina) e Torre Paola (TP, Latina), tra 1 e 2,5 m di profondità. I campionamenti sono stati effettuati in tre periodi: febbraio-marzo 2000 (I), agosto-ottobre 2000 (II) e aprile-maggio 2001 (III). In ciascuna delle aree, sono stati prelevati complessivamente 3 blocchi di reef di 20×20×20 cm *sensu* Gruet (1982). Tutti gli individui di *S. alveolata* rinvenuti nei campioni sono stati contati ed il diametro maggiore della corona opercolare (L) è stato misurato su 100 individui prelevati a caso da ogni campione. Gli istogrammi di frequenza dei valori di L con classe di lunghezza di 0,2 mm, sono stati costruiti per individuare le classi d'età o coorti, in cui si ripartiscono le popolazioni (La Porta *et al.*, 2006). L'età attribuita a ciascun individuo, correlata alle dimensioni di L, è stata utilizzata per costruire la curva di crescita di Von Bertalanffy degli individui di *S. alveolata*:

$$L_{(t)} = L_{\infty}(1 - e^{-K(t-t_0)})$$

L(t) è la lunghezza all'età t; L_{∞} è la lunghezza massima teorica che può essere raggiunta da un individuo; K è il tasso di crescita di un individuo, cioè la velocità con cui raggiunge L_{∞} ; t_0 è il punto di intersezione della curva di crescita con l'asse delle età. Per confrontare gli accrescimenti di diverse popolazioni in relazione all'ambiente, è

stato calcolato l'indice di performance della crescita ϕ secondo l'equazione: $\phi = \log K + 2 \log L_{\infty}$. Maggiore è il valore dell'indice e migliore è la condizione di crescita.

Risultati - Nelle tre aree sono stati raccolti rispettivamente 4475 individui di *S. alveolata* a TP, 1164 a TC e 1871 a PQ. L'abbondanza di *S. alveolata* aumenta nel tempo a TP, oscilla a TC ed è relativamente costante a PQ (La Porta *et al.*, 2009). Il numero delle coorti, con le relative frequenze degli individui, è riportato in Tab. 1.

Tab. 1 - Età e frequenza degli individui di *Sabellaria alveolata* per stazione (PQ, TC, TP) e periodo di campionamento (I, II, III).

Age (in months) and frequency of Sabellaria alveolata individuals by stations (PQ, TC, TP) and sampling period (I, II, III).

Età	Mesi compiuti	PQI	PQII	PQIII	TCI	TCII	TCIII	TPI	TPII	TPIII
0+	≤11 mesi	17	5	31	43	3	-	1	29	18
1+	12-23 mesi	24	29	27	54	10	17	46	67	17
2+	24-35 mesi	50	46	32	3	57	33	51	2	60
3+	36-47 mesi	5	13	9	-	22	45	1	2	4
4+	48-59 mesi	4	7	-	-	4	1	-	-	1
5+	60-71 mesi	-	-	1	-	4	4	1	-	-

L'analisi delle classi di età evidenzia che la popolazione a PQ è caratterizzata nel tempo soprattutto da individui adulti (età compresa tra 1+ e 2+). Una discreta frazione di giovani (0+) è presente a primavera 2001, mentre nell'inverno e nell'estate 2000 le frequenze sono basse. In tutti i campioni le classi con età 3+, 4+, 5+, hanno frequenze relativamente basse. L'analisi della crescita della popolazione di *S. alveolata* lascia supporre che le condizioni biologiche e ambientali a PQ siano favorevoli più agli adulti (1-2+) che agli anziani (3-5+). Inoltre, la presenza di giovani è indice di picchi di reclutamento primaverile sia nel 1999, sia nel 2001 mentre i dati di agosto 2000 suggeriscono anche la presenza di un reclutamento regolare negli altri periodi dell'anno. A TC, a marzo 2000, prevalgono i giovani, reclutati nella primavera precedente e gli adulti con meno di 24 mesi (0+, 1+). Ad ottobre 2000 sono presenti principalmente individui adulti ed anziani (2+, 3+), mentre a maggio 2001 le frequenze maggiori sono a carico delle classi 1+, 2+, 3+ con pochi individui delle classi 4+ e 5+, riflettendo una popolazione costituita principalmente da adulti e anziani ma complessivamente ben strutturata. A marzo 2000, la popolazione di TP, è costituita principalmente da adulti (1+ e 2+) mentre il campione di ottobre 2000 è dominato da giovani, reclutati nella primavera precedente e da adulti con meno di 24 mesi d'età. Il campione di maggio 2001 mostra una discreta percentuale di giovani, del recente reclutamento, ed evidenzia una alta frequenza di adulti delle classi 1+ e 2+. Nell'insieme la popolazione di TP è costituita prevalentemente da individui giovani e adulti mentre gli anziani, quando presenti, hanno frequenze molto basse o sono assenti, suggerendo che la popolazione non sia ancora ben strutturata. Il confronto fra i modelli di curva di crescita di Von Bertalanffy, per ogni popolazione di ciascuna area, è mostrato in Fig. 1. Il modello proposto per una crescita delle popolazioni di *S. alveolata* fino ad un'età teorica di sei anni evidenzia differenze negli andamenti delle tre curve (Fig. 1). La curva della popolazione di TC e quella di TP, per i primi due anni, seguono un andamento sovrapponibile, per poi separarsi col passare del tempo, mentre la curva di PQ descrive una traiettoria lontana dalle altre.

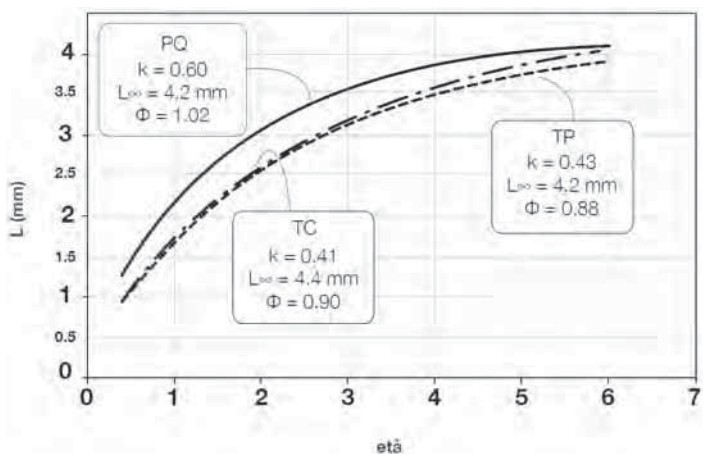


Fig. 1 - Modelli delle curve di crescita di Von Bertalanffy per ogni area con i parametri K , L_{∞} e ϕ (ulteriori dettagli nei materiali e metodi).

Models of the Von Bertalanffy growth curve for each area with the parameters K , L_{∞} and ϕ (more details in materials and methods).

I parametri descrittivi delle curve suggeriscono che la popolazione di PQ raggiunge la lunghezza massima teorica ($L_{\infty}=4,2$ mm) di L con una velocità più elevata ($K=0,6$) e con una condizione di crescita ($\phi=1,02$) migliore rispetto alle altre popolazioni. La popolazione di TP, nonostante abbia una velocità di crescita ($K=0,43$) intermedia tra tutte, viene penalizzata da un valore di $\phi=0,88$ che la porta a raggiungere la lunghezza massima teorica ($L_{\infty}=4,2$) meno efficacemente rispetto alle altre. La popolazione di TC si colloca in una situazione intermedia tra le due precedenti, nonostante la velocità di crescita sia minore ($K=0,41$) e il valore di $L_{\infty}=4,4$ mm sia maggiore rispetto alle altre curve. L'indice $\phi=0,90$ indica delle condizioni di crescita mediamente buone.

Conclusioni - L'analisi della crescita assoluta delle tre popolazioni di *S. alveolata* ha mostrato differenze, nella struttura delle popolazioni e nella loro dinamica di crescita, che riflettono sia la fase di sviluppo del reef sia la biodiversità della fauna associata (La Porta e Nicoletti, 2009; La Porta *et al.*, 2009). A Punta della Quaglia la prevalenza nel tempo di individui adulti e le buone condizioni di sviluppo, lasciano supporre che la popolazione sia in una fase di ripresa che riflette la fase di sviluppo del reef (in ripresa dopo la fase di distruzione) e l'alta biodiversità della fauna associata (La Porta e Nicoletti, 2009; La Porta *et al.*, 2009). A Tor Caldara, l'eterogeneità delle classi di età mostra una popolazione ben strutturata. Inoltre, la curva di crescita indica mediamente buone condizioni di crescita che consentono agli individui di sopravvivere a lungo, anche se sembra siano state periodicamente ostacolate da fattori come l'eccessivo idrodinamismo e/o l'azione antropica (Gruet, 1986; Plicanti *et al.*, 2016). Anche in questo sito, struttura e dinamica della popolazione rispecchiano la fase dello sviluppo del reef (in crescita), in cui i popolamenti macrozoobentonici associati sono risultati più poveri (La Porta e Nicoletti, 2009; La Porta *et al.*, 2009). La popolazione di Torre Paola, dominata da individui giovani e adulti, mostra un andamento della curva di crescita inferiore rispetto alle altre aree. La velocità di crescita è intermedia rispetto alle altre popolazioni, ma le condizioni ambientali sembrano giocare un ruolo relativamente negativo. Anche in questo caso

ciò è potenzialmente legato agli effetti legati al forte idrodinamismo o alla forte pressione antropica stagionale (Gruet, 1986; Plicanti *et al.*, 2016). La struttura della popolazione riflette la condizione di reef definito in una fase di sviluppo intermedia tra distruzione e crescita, la cui fauna associata subisce un drastico calo nel tempo (La Porta e Nicoletti, 2009; La Porta *et al.*, 2009). Per tutte le popolazioni è stato osservato un elevato reclutamento primaverile che suggerisce un picco riproduttivo in questa fase dell'anno, pur mantenendo un reclutamento regolare negli altri periodi dell'anno. Questo dato si differenzia da quanto documentato lungo le coste atlantiche francesi in cui la specie presenta un ciclo riproduttivo continuo nell'arco dell'anno, caratterizzato da due picchi riproduttivi all'inizio della primavera ed in estate inoltrata (Gruet e Lassus, 1983; Wilson, 1971). Non è chiaro quale significato biologico attribuire a questo comportamento, ma si potrebbe ipotizzare che questa specie si comporti diversamente in Mediterraneo, come conseguenza di diverse condizioni ambientali e climatiche.

Bibliografia

- GRUET Y. (1982) - *Recherches sur l'écologie des "recifs" d'hermelles édifiés par l'annélide polychète Sabellaria alveolata (Linné)*. Thèse doctorat d'état, Université de Nantes: 234 pp.
- GRUET Y. (1986) - Spatio-temporal changes of Sabellarian reefs built by the sedentary polychaete *Sabellaria alveolata* (Linné). *Mar. Ecol.*, **7** (4): 303-319.
- GRUET Y., LASSUS P. (1983) - Contribution à l'étude de la biologie reproductive d'une population naturelle de l'annélide polychète *Sabellaria alveolata* (Linné). *Ann. Inst. Océanogr. Paris*, **59**: 127-140.
- LA PORTA B., LA VALLE P., CHIMENZ GUSSO C. (2006) - *Sabellaria alveolata* (Linnaeus): la selezione dei granuli di sedimento per la costruzione dei tubi. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (1): 593-596.
- LA PORTA B., NICOLETTI L. (2009) - *Sabellaria alveolata* (Linnaeus) reefs in the central Tyrrhenian Sea (Italy) and associated polychaete fauna. *Zoosymposia*, **2**: 527-536.
- LA PORTA B., TARGUSI M., LATTANZI L., LA VALLE P., NICOLETTI L. (2009) - Analisi della fauna associata alle biocostruzioni a *Sabellaria alveolata* (L.) in relazione al loro stato di conservazione. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 36-38.
- PLICANTI A., DOMÍNGUEZ R., DUBOIS S.F., BERTOCCI I. (2016) - Human impacts on biogenic habitats: effects of experimental trampling on *Sabellaria alveolata* (Linnaeus, 1767) reefs. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **478**: 34-44.
- WILSON D.P. (1971) - *Sabellaria* colonies at Duckpool, North Cornwall, 1961-1970. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **51**: 509-580.

A. OPRANDI, M. MONTEFALCONE, S. MUSUMECI, C. MORRI,
P. POVERO, G. BAVESTRELLO, C.N. BIANCHI

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

BIOCONSTRUCTION IN THE MARINE PROTECTED AREA OF PORTOFINO (LIGURIAN SEA)

BIOCOSTRUZIONE NELL'AREA MARINA PROTETTA DI PORTOFINO (LIGURIAN SEA)

Abstract - Mediterranean coralligenous reefs are considered indicators of sea-floor integrity. Coralline algae growing in dim light conditions are the main components contributing to the bioconstruction. We measured the bioconstruction potential, focusing on the basal layer (encrusting or with limited vertical growth organisms), of coralligenous reefs of the Marine Protected Area of Portofino under different levels of protection. The percent cover of builders was significantly lower in the zone C with respect to zones A and B. Sedimentation rate, rather than the level of protection, was apparently the major driver influencing bioconstruction, which however remains a largely unpredictable process.

Key-words: coralligenous reefs, bioconstruction, Marine Protected Area, Ligurian Sea.

Introduction - For the assessment of the “good environmental status” of the marine environment, the Marine Strategy Framework Directive (MSFD, 2008/56/EC) introduced the concept of “sea-floor integrity”, intending the integrity at a level that ensures that the structure and functions of the ecosystems are safeguarded and benthic ecosystems are not adversely affected. Biogenic structures, such as the coralligenous reefs, should be adopted as indicators of sea-floor integrity (Rice *et al.*, 2012). Coralligenous concretions, the major calcareous formations of biogenic origin in the Mediterranean Sea, are produced by the accumulation of encrusting algae growing in dim light conditions and thriving in comparatively deep waters (20-120 m depth). Typically, coralligenous concretions develop on almost vertical walls, in grooves, or on overhangs, and occupy small surface areas (Ballesteros, 2006). All plants and animals growing in coralligenous habitats are thus sciaphilic but they can also be found in shallow waters if the required conditions are met, such as in the shadow of *Posidonia oceanica* (L) Delile leaves. Coralligenous reefs are a submerged seascape hosting a set of communities that result from the dynamic balance between the activity of building organisms and destroyers. The bioconstruction is mainly made of encrusting calcified rhodophyta under conditions of weak irradiance but still sufficient for the photosynthesis of sciaphilic algae, relatively low and steady temperature, uniform salinity, clean water and low hydrodynamics. The algal species most responsible for the bioconstruction belong to the genera *Lithophyllum*, *Lithothamnion*, *Mesophyllum*, *Neogoniolithon*, and *Peyssonnelia*. Several indexes have been recently proposed to assess the quality of the coralligenous but the only one that expressly gives attention to specific features of bioconstruction is the COARSE (CORalligenous Assessment by ReefScape Estimation) (Gatti *et al.*, 2015). In addition to biotic cover and conspicuous species richness, the COARSE index takes into account the three-dimensional structure of coralligenous reefs, basing on the rapid visual assessment (RVA) approach proposed by Gatti *et al.* (2012). Three distinct layers, whose status is not necessarily correlated to each other, are considered: (1) basal layer, constituted by encrusting or with limited (<1 cm) vertical growth organisms; (2) intermediate layer, composed by organisms with moderate (1-10 cm) vertical growth; (3) upper layer, characterized by organisms with considerable (>10

cm) vertical growth. Here, we investigate the basal layer, which is the layer that best describes the bioconstruction, in nine underwater sites of the Marine Protected Area (MPA) of Portofino, distributed in the three different zones of protection, A (strict reserve, i.e. no take, no entry zone), B (partial reserve zone) and C (general reserve zone), to evaluate if and how the protection level affect the bioconstruction.

Materials and methods - The MPA of Portofino (Ligurian Sea) was established in 1999. Early studies on the benthic communities of this area date back to the late 1950s (Tortonese, 1958) but are still the object of several investigations because of their great biodiversity and richness. Between summer 2013 and autumn 2014 we collected data on coralligenous reefs (30-40 m depth) in three sites of A zone: Cala dell'Oro West 1 (A1), Cala dell'Oro West 2 (A2), Cala dell'Oro East (A3); three sites of B zone: Punta Altare (B1), Secca Gonzatti (B2), Punta Torretta (B3); and three sites of C zone: Punta Faro (C1), Punta Chiappa (C2), Aurora (C3) (Fig. 1). All field activities were performed by scuba diving using the RVA approach of Gatti *et al.* (2012). As for the basal layer, the percent cover of five benthic categories was visually estimated: encrusting calcified rhodophyta (ECR), non-calcified encrusting algae (NCEA), encrusting animals (AN), turf-forming algae (TURF) and sediment (SED). Thickness of the calcareous concretion was measured in millimeters with a hand-held penetrometer. Percent cover data were analysed after merging the 5 benthic categories in 3 guilds, according to their contribution to bioconstruction: builders (ECR), non builders (NCEA+AN), and sediment, including turf (TURF+SED). Differences in bioconstruction among the three levels of protection were tested trough two-way ANOVAs: protection (3 levels: zone A, B, C) as fixed, sites (3 levels) as random and nested in protection, with $n=3$ observations per combination of factors levels.



Fig. 1 - Marine Protected Area of Portofino: distribution of the nine study sites among the zones A, B and C.

Area Marina Protetta di Portofino: distribuzione dei nove siti di studio tra le zone A, B e C.

Results - Little difference in bioconstruction exists among the sites located in zones A and B (Fig. 2). In the ternary diagram, the sites A1 (Cala dell'Oro West 1), A3 (Cala dell'Oro East), B1 (Punta Altare) and B2 (Secca Gonzatti) are located centrally, with approximately the same percent proportions of builders and non-builders.

In particular, the site B1 exhibits the greatest percent cover by encrusting calcified algae. A2 (Cala dell'Oro West 2) and B3 (Punta Torretta) form a separate group: the percent cover of builders remains similar to that in other sites of zones A and B, their points shifted to the right of the graph because of the comparatively high cover of turf and sediment (40%). All the sites of zone C, and especially site C1 (Punta Faro), exhibit high cover of turf and sediment and low cover of builders. The average values of thickness of the calcareous concretion were for the zone A: 0.5 ± 0.06 cm; for the zone B: 0.7 ± 0.3 cm; for the zone C: 0.1 ± 0.1 cm. Cover of builders in zone C was lower than in zone A ($p < 0.01$) and in zone B ($p < 0.001$) (Tab. 1). Non-builders and turf+sediment showed no differences among the three levels of protection.

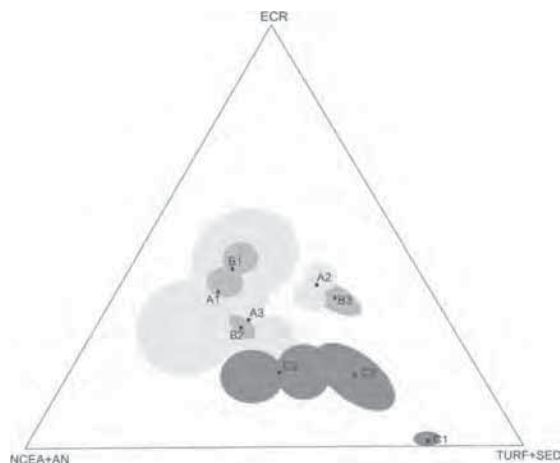


Fig. 2 - Ternary diagram of the percent cover of three constructional guilds: ECR (encrusting calcified rhodophyta), NCEA+AN (non-calcified encrusting algae and encrusting animals), TURF+SED (turf-forming algae and sediment). Shaded areas depict standard errors: light grey for site A points, intermediate grey for site B points, and dark grey for site C points.

Diagramma ternario del ricoprimento percentuale delle tre categorie costruttive: ECR (alghe incrostanti calcificate), NCEA+AN (alghe incrostanti non calcificate ed animali incrostanti), TURF+SED (turf e sedimento). Le aree ombreggiate rappresentano gli errori standard: grigio chiaro per i punti A, grigio intermedio per i punti B, e grigio scuro per i punti C.

Tab. 1 - Two-way ANOVAs.

ANOVA a due vie.

LEVEL OF PROTECTION	BUILDERS					NON-BUILDERS					TURF+SEDIMENT				
	SS	DF	MS	F	p	SS	DF	MS	F	p	SS	DF	MS	F	p
SITES	3283.63	2	1641.82	10.09	0.012	1.77	2	0.89	0.32	0.735	5312.06	2	2656.48	4.26	0.071
RES	976.44	6	162.74	1.27	0.318	16.39	6	2.73	2.03	0.115	3738.89	6	623.15	5.02	0.003
TOT	2302.67	18	127.93			24.27	18	1.35			2233.33	18	124.07		
	6562.74	26				42.43	26				11285.18	26			
C-test	n.s.					C=0.6051 (p < 0.01) Transformation: Sqrt(X+1)					n.s.				
SNK TEST	A>C*										C1>C3*				
	B>C**										C1>C2**				

**p<0.001; *p<0.01

Conclusions - Results showed that zone C suffered from reduced bioconstruction compared to the rest of the MPA, as expressed by the lower coverage of encrusting algae and the small thickness of the biocarbonatic layer. However, this result should be considered context dependent. The percent cover of building organisms in the

zone C never exceeded 20%; however, the ternary diagram shows two conditions, the site of Punta Chiappa (C2) with a low value of builders quite central in the diagram, and not so far from the sites of zone A and B, while the sites of Punta Faro (C1) and Aurora (C3) exhibit different results. This can be explained by their geographical position. C2 is on the western side of the Portofino promontory, while C1 and C3 are on the east side. Thus, the high values of sediment found in C1 and C3 may be due to the coastal dominant current that transports the load of the Entella River, located in the middle of the Tigullio Gulf (Morri *et al.*, 1986). Sediments travel towards the western part of the Gulf, from which they get out hitting the Promontory of Portofino and causing a reverse sedimentation gradient along the eastern side of the promontory, with deposition of silt inshore. It is difficult to predict what would be the situation in the absence of the Entella's sedimentation in the zone C: after all, water quality is affected by the impacts that come from outside the MPA (Parravicini *et al.*, 2013). Bioconstruction is a historical process, which implies randomness and self-organization and is therefore largely unpredictable knowing the local environmental conditions (Bianchi, 2001). Lack of difference between the strictly protected sites of zone A and those of zone B indicated that the present level of protection does not affect the constructional capacity of the coralligenous reefs of Portofino. Marine Protected Areas are primarily designed to manage biodiversity and also local artisanal fishery: as suggested by Parravicini *et al.* (2013) further options of coastal management are needed to reach good environmental status and seafloor integrity of marine coastal ecosystems.

References

- BALLESTEROS E. (2006) - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Annual Rev.*, **44**: 123-195.
- BIANCHI C.N. (2001) - La biocostruzione negli ecosistemi marini e la biologia marina italiana. *Biol. Mar. Mediterr.*, **8** (1): 112-130.
- GATTI G., BIANCHI C.N., MORRI C., MONTEFALCONE M., SARTORETTO S. (2015) - Coralligenous reefs state along anthropized coasts: application and validation of the COARSE index, based on a rapid visual assessment (RVA) approach. *Ecol. Indic.*, **52**: 567-576.
- GATTI G., MONTEFALCONE M., ROVERE A., PARRAVICINI V., MORRI C., ALBERTELLI G., BIANCHI C.N. (2012) - Seafloor integrity down the harbor waterfront: the coralligenous shoals off Vado Ligure (NW Mediterranean). *Adv. Oceanol. Limnol.*, **3** (1): 51-67.
- MORRI C., BIANCHI C.N., DAMIANI V., PEIRANO A., ROMEO G., TUNESI L. (1986) - The marine environment between Punta della Chiappa and Sestri Levante (Ligurian Sea): ecotipological outline and proposal of a biocenotic map. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **52**: 213-231.
- PARRAVICINI V., MICHELI F., MONTEFALCONE M., MORRI C., VILLA E., CASTELLANO M., POVERO P., BIANCHI C.N. (2013) - Conserving biodiversity in a human-dominated world: degradation of marine sessile communities within a protected area with conflicting human uses. *PLoS ONE*, **8** (10), doi: 10.1371/journal.pone.0075767.
- RICE J., ARVANITIDIS C., BORJA A., FRID C., HIDDINK J.G., KRAUSE J., LORANCE P., RAGNARSSON S.Å., SKÖLD M., TRABUCCO B., ENSERINK L., NORKKO A. (2012) - Indicators for sea-floor integrity under the European Marine Strategy Framework Directive. *Ecol. Indic.*, **12** (1): 174-184.
- TORTONESE E. (1958) - Bionomia marina della regione costiera fra Punta della Chiappa e Portofino. *Arch. Oceanogr. Limnol.*, **11**: 167-210.

L. PIAZZI, G. CECCHERELLI, G. LA MANNA, I. GUALA¹, E. CECCHI², F. SERENA²,
C.N. BIANCHI³, C. MORRI³, M. MONTEFALCONE³

Dip. di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari, Via Piandanna, 4 - 07100 Sassari, Italia.
lpiazz@uniss.it

¹Fondazione IMC Onlus, Centro Marino Internazionale, Loc. Sa Mardini, Torregrande, Oristano, Italia.

²ARPAT, Livorno, Italia.

³DISTAV, Università di Genova, Genova, Italia.

DIFFERENZE TRA POPOLAMENTI CORALLIGENI LUNGO UN GRADIENTE DI PRESSIONE ANTROPICA

DIFFERENCES IN CORALLIGENOUS ASSEMBLAGES ACROSS A GRADIENT OF HUMAN PRESSURE

Abstract - *The study showed the differences in the structure and the spatial variability of coralligenous assemblages among sites under different human pressure. In high urbanized condition, the abundance of sensitive taxa and the spatial heterogeneity of assemblages are comparatively lower. ESCA and COARSE indices showed differences in the ecological quality of the system along the gradient.*

Key-words: *coralligenous assemblages, ecological quality, stress gradient.*

Introduzione - Il coralligeno rappresenta l'habitat biocostruito più importante del Mar Mediterraneo ed è considerato particolarmente sensibile alla pressione antropica (Ballesteros, 2006). Nonostante molti studi siano stati condotti su singoli impatti legati ad attività umane (Piazz *et al.*, 2012), gli effetti della pressione antropica su grande scala rimangono ancora da chiarire. Al fine di far luce sulla risposta dei popolamenti coralligeni agli stress antropici, è stata realizzata un'indagine sulla struttura e la variabilità spaziale dei popolamenti in vari siti del Mediterraneo occidentale sottoposti a differenti pressioni antropiche. Sono stati inoltre applicati due differenti indici ecologici per la valutazione della qualità ambientale.

Materiali e metodi - Il campionamento è stato effettuato in 15 siti e tre differenti condizioni di pressione antropica: 5 siti all'interno di Aree Marine Protette (AMP), 5 situati in aree poco urbanizzate e 5 in aree fortemente urbanizzate. In ciascun sito sono state campionate tre aree alla profondità di circa 35 m mediante metodi visuali e fotografici (10 immagini di 0,2 m² per ciascuna area). La presenza e l'abbondanza di *taxa*/gruppi morfologici di macroalghe e animali sessili è stata analizzata mediante analisi PERMANOVA (Anderson, 2001) a 3 vie con i fattori Condizione (3 livelli), Sito (5 livelli, random e gerarchizzato nella condizione) e Area (3 livelli, random e gerarchizzato nel sito). Le componenti di pseudovarianza sono state calcolate per tutte le scale spaziali considerate (siti, aree, repliche). Il *Pair-wise* test è stato condotto per discriminare tra livelli di fattori significativi. La PERMDISP analisi (Anderson, 2006) è stata effettuata per valutare l'eterogeneità dei campioni nelle tre condizioni e il SIMPER test è stato utilizzato per valutare i *taxa*/gruppi morfologici che contribuivano alle differenze tra condizioni. Per alcuni siti sono stati calcolati gli indici di qualità ambientale ESCA (*Ecological Status of Coralligenous Assemblages*, Cecchi *et al.*, 2014) e COARSE (*Coralligenous Assessment by ReefScape Estimate*, Gatti *et al.*, 2015a) e le differenze tra condizioni sono state analizzate mediante PERMANOVA ad una via.

Risultati - L'analisi PERMANOVA e il *Pair-wise* test hanno evidenziato differenze significative nella struttura dei popolamenti delle AMP e dei siti poco urbanizzati rispetto a quella dei siti urbanizzati; anche le differenze tra i siti e le aree sono

risultate significative (Tab. 1). Il SIMPER test ha mostrato che le differenze sono principalmente legate all'abbondanza di feltro algale, *Peyssonnelia* spp. e spugne incrostanti nei siti urbanizzati e di Rhodophyta erette, Udoteaceae (*Halimeda tuna* e *Flabellia petiolata*) e briozoi eretti nelle AMP e nei siti poco urbanizzati (Tab. 2). La PERMDISP analisi ha mostrato differenze significative [F=108,2; P(per)=0,001] nella distanza media dei centroidi tra AMP/siti poco urbanizzati e siti urbanizzati (Fig. 1A). Le componenti di pseudovarianza mostrano nelle AMP e nei siti poco urbanizzati un'alta variabilità spaziale a piccola scala (tra repliche), mentre nelle aree urbanizzate la variabilità a piccola scala diminuisce e aumenta quella tra siti (Fig. 1B).

Tab. 1 - Risultati della PERMANOVA analisi. In grassetto i valori di P significativi. AMP=Aree Marine Protette; b-U: bassa urbanizzazione; U: urbanizzazione.

Results of PERMANOVA analysis. Significant P values are in bold. AMP=Marine Protected Areas; b-U: low urbanization; U: urbanization.

Source	df	MS	Pseudo-F	P(per)
Condizione=C	2	110960	34,6	0,003
Sito(C)=S(C)	12	32065	71,3	0,001
Area(S(C))	30	4492	44,5	0,001
Residuo	405	1009		
Totale	449			
Pair-wise test	P(per)			
AMP, b-U	0,213			
MPA, U	0,009			
b-U, U	0,024			

Tab. 2 - Risultati del SIMPER test. AMP=Aree Marine Protette; b-U=bassa urbanizzazione; U=urbanizzazione.

Results of SIMPER test. AMP=Marine Protected Areas; b-U=low urbanization; U=urbanization.

Taxalgroup	R%	R%	Contrib%
	AMP	U	diss=77,6
feltro algale	3,32	32,87	37,14
<i>Peyssonnelia</i> spp.	11,5	26,48	30,49
Rhodophyta erette	9,17	0,25	8,88
spugne incrostanti	2,55	4,94	6,19
<i>Flabellia petiolata</i>	3,26	0,54	4,41
<i>Halimeda tuna</i>	2,98	0	2,93
briozoi eretti	0,58	0,07	2,72
	b-U	U	diss=67,6
feltro algale	11,13	32,87	40,8
<i>Peyssonnelia</i> spp.	8,4	26,48	36,28
spugne incrostanti	4,75	4,94	9,28
<i>Flabellia petiolata</i>	1,05	0,54	2,49
briozoi eretti	0,51	0,07	1,32

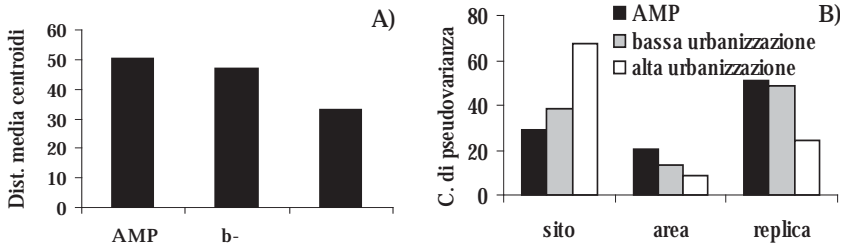


Fig. 1 - PERMDISP analisi (A) e componenti di pseudovarianza (B) calcolati alle scale spaziali considerate. AMP=Aree Marine Protette; b-U=bassa urbanizzazione; U=urbanizzazione. *PERMDISP analysis (A) and pseudovariance components (B) calculated at the considered spatial scales. AMP=Marine Protected Areas; b-U=low urbanization; U=urbanization.*

L'indice di qualità ecologica ESCA ha mostrato valori di qualità elevata in tutti i siti in AMP, qualità buona ed elevata nei siti a bassa urbanizzazione e qualità moderata e scarsa nei siti ad elevata urbanizzazione (Fig. 2). L'indice COARSE, calcolato in 9 dei 15 siti studiati, ha evidenziato differenze di qualità tra le AMP e i siti poco urbanizzati rispetto ai siti fortemente urbanizzati, mentre non vi sono differenze sostanziali tra le prime due condizioni (Fig. 3). L'analisi PERMANOVA ha mostrato differenze significative tra condizioni sia per ESCA [$F=29,8$; $P(\text{perm})=0,001$] sia per COARSE [$F=19,9$; $P(\text{perm})=0,021$].

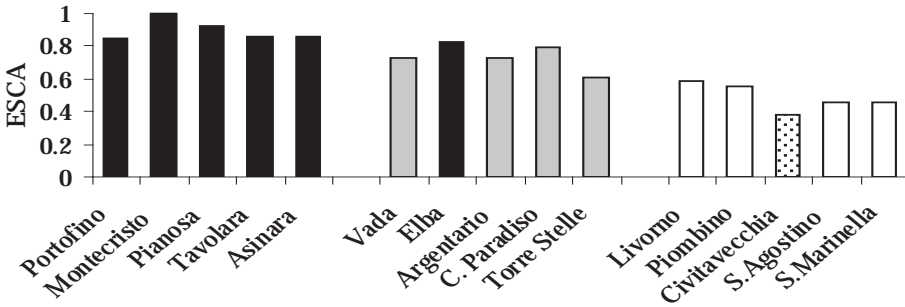


Fig. 2 - Valori dell'indice ESCA e livelli di qualità. Nero: elevata; grigio: buona; bianco: moderata; puntini: scarsa. *Values of ESCA index and quality levels. Black: high; grey: good; white: moderate; dots: poor.*

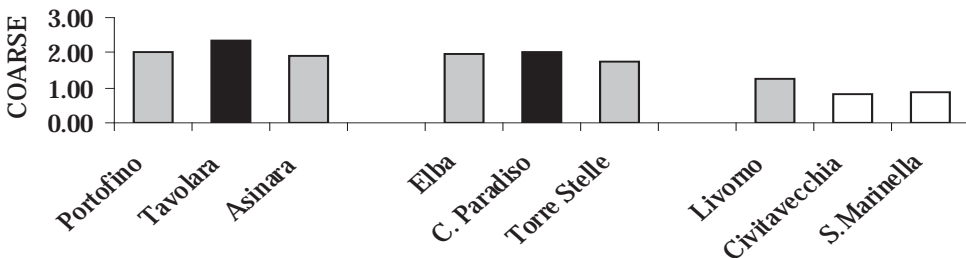


Fig. 3 - Valori dell'indice COARSE e livelli di qualità. Nero: elevata; grigio: buona; bianco: scarsa. *Values of COARSE index and quality levels. Black: high; grey: good; white: poor.*

Conclusioni - I risultati dello studio hanno mostrato che la struttura dei popolamenti coralligeni è diversa a seconda del livello di pressione antropica. I cambiamenti sono legati sia alla composizione e abbondanza dei principali *taxal* gruppi algali e animali, sia ai *pattern* di variabilità spaziale. In particolare, nei siti ad elevata urbanizzazione l'abbondanza dei *taxa* più sensibili (Rhodophyta erette, Udoteaceae e briozoi eretti) è bassa, mentre aumenta quella delle forme tolleranti e opportuniste, principalmente del feltro algale. Questo risultato conferma quanto descritto da studi correlativi e manipolativi condotti su piccola scala spaziale (Balata *et al.*, 2007; Piazzi *et al.*, 2011; Gatti *et al.*, 2015b). La bassa eterogeneità nei siti ad alta urbanizzazione può essere interpretata come una perdita della diversità beta del sistema (Anderson, 2006), confermata anche dalla bassa variabilità spaziale a piccola scala mostrata dalle componenti di varianza nei siti urbanizzati. In aree stressate sembra quindi che i popolamenti coralligeni perdano la loro caratteristica struttura a *patch*, legata alle interazioni biotiche tra organismi e all'eterogeneità del substrato, per assumere una struttura spaziale omogenea tipica di comunità controllate da fattori fisici. In condizioni di maggiore naturalità, i popolamenti coralligeni sembrano omogenei a larga scala spaziale, potendo quindi attribuire al differente grado di pressione antropica le differenze rilevate tra i siti. Entrambi gli indici applicati hanno evidenziato la bassa qualità ecologica dei popolamenti coralligeni nelle aree urbanizzate. I valori dell'indice ESCA, in particolare, seguono il gradiente considerato. In conclusione, lo studio su ampia scala spaziale ha mostrato come i popolamenti coralligeni rispondano alla pressione antropica, confermando il loro valore come indicatori ambientali e la loro vulnerabilità agli impatti. Gli indici testati hanno tradotto i cambiamenti della struttura in modificazioni della qualità ecologica del sistema e risultano, pertanto, particolarmente adeguati all'impiego nell'ambito di un monitoraggio ambientale.

Bibliografia

- ANDERSON M.J. (2001) - A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.*, **26**: 32-46.
- ANDERSON M.J. (2006) - Distance-based test for homogeneity of multivariate dispersions. *Biometrics*, **62**: 245-253.
- BALATA D., PIAZZI L., BENEDETTI-CECCHI L. (2007) - Sediment disturbance and loss of beta diversity on subtidal rocky reefs. *Ecology*, **88**: 2455-2461.
- BALLESTEROS E. (2006) - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **44**: 123-195.
- CECCHI E., GENNARO P., PIAZZI L., RICEVUTO E., SERENA F. (2014) - Development of a new biotic index for ecological status assessment of Italian coastal waters based on coralligenous macroalgal assemblages. *Europ. J. Phycol.*, **49**: 298-312.
- GATTI G., BIANCHI C.N., MORRI C., MONTEFALCONE M., SARTORETTO S. (2015a) - Coralligenous reefs state along anthropized coasts: application and validation of the COARSE index, based on a rapid visual assessment (RVA) approach. *Ecol. Ind.*, **52**: 567-576.
- GATTI G., BIANCHI C.N., PARRAVICINI V., ROVERE A., PEIRANO A., MONTEFALCONE M., MASSA F., MORRI C. (2015b) - Ecological change, sliding baselines and the importance of historical data: lessons from combining observational and quantitative data on a temperate reef over 70 years. *PLoS ONE*, **10** (2), doi: 10.1371/journal.pone.0118581.
- PIAZZI L., GENNARO P., BALATA D. (2011) - Effects of nutrient enrichment on macroalgal coralligenous assemblages. *Mar. Pollut. Bull.*, **62**: 1830-1835.
- PIAZZI L., GENNARO P., BALATA D. (2012) - Threats to macroalgal coralligenous assemblages in the Mediterranean Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, **64**: 2623-2629.

L. DONNARUMMA, F. DI STEFANO, L. APPOLLONI, R. SANDULLI, G.F. RUSSO

Dipartimento di Scienze e Tecnologie, Università di Napoli "Parthenope",
Centro Direzionale, Isola C4 - 80143 Napoli, Italia.
luigiadonnarumma@libero.it

SPATIAL DISTRIBUTION OF *LITHOPHYLLUM BYSSOIDES* IN THE COSTA DEGLI INFRESCHI E DELLA MASSETA MARINE PROTECTED AREA

DISTRIBUZIONE SPAZIALE DI LITHOPHYLLUM BYSSOIDES NELL'AREA MARINA PROTETTA COSTA DEGLI INFRESCHI E DELLA MASSETA

Abstract - A study on the distribution of the crustose red alga *Lithophyllum byssoides*, in the framework of research on Mediterranean bioconstructions (PRIN 2010; Research unit Uni.Parthenope), has been carried out in the Marine Protected Area Costa degli Infreschi e della Masseta along the Cilento coast. The *L. byssoides* growth is strongly related to the presence of bays and caves along the coastline, which are characterized by moderately exposed rocky shores. Here, the results showed a mean percent cover of the substrate by the species of 30%.

Key-words: *Algae, concretions, intertidal environment, Tyrrhenian Sea.*

Introduction - In Mediterranean Sea, the red macroalga *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie, 1900 is one of different calcified species which forms calcareous concretions along the rocky coastline. It is a polymorphic species with crustose thallus with a growth rate of about 3 cm per year and life span that can exceed a century (Boudouresque *et al.*, 1972; Laborel *et al.*, 1994). Therefore, the interest to increase the knowledge on this ecosystem engineer (Veiga *et al.*, 2013) is related to the low growth rate and to many impacts the species has to withstand, such as water pollution and global warming. *L. byssoides* is also included in the list of endangered species, Annex I of Berna and Barcelona Conventions. Thus, this study provides first information about the distribution of this vulnerable species in the Marine Protected Area Costa degli Infreschi e della Masseta, in terms of presence and percentage cover of the rocky cliff.

Materials and methods - About 13,800 m of rocky coastline, within the Costa degli Infreschi e della Masseta MPA, were investigated. Visual census was conducted between the months of May 2013 and October 2015, to collect information on the presence of *L. byssoides*, to describe the morphological characteristics of the bioconcretions that the algal species produces, and to assess its percentage cover on the vertical and horizontal rocky substrate of shady cliff. For each bio-concretion found, where possible, both vertical and horizontal extension on the rocky cliff were measured, while the percentage of algal cover was calculated analysing randomly selected photographic replicates, taken within a 20×20 cm frame.

Results - On a total length of 13,800 m coastline of the MPA, about 5837.6 m are represented by bays and inlets. Of these latter, the 20.44% of rocky shores, represented by 1193.7 m, are colonized by the crustose red alga *L. byssoides*. The remaining part of coast is represented by a substrate unsuitable to the species, and it mainly consists of rocky shores exposed to high wave energy (about 3957.1 m) and sandy beaches and low cliffs (about 3109.8 m). In the bays and in the inlets analysed, two different algal structures were found in the shady coves of the rocky cliff, which can be reported as *Lithophyllum* rims and extended rims. Concerning the ormer structure, the species

is present on the vertical rocky surface of shady cliff, in the mesolittoral zone, in a thin layer of coalescent or isolated algal pillows. The latter structure, instead, is characterized by a *L. byssoides* growth in a more extended form. Here, the vertical bio-concretion rim continues to grow up on the horizontal surface of groove of the rocky cliff which protrudes to the open sea. Only in the latter case, *L. byssoides* was observed in association with other algae species of the mesolittoral zone. On a total of 424 random width measurements made on the substrate colonized by the crustose red alga, the 69% is referred to the first bio-concretion type above described, with a mean value of the vertical algal rim of $15.35(\pm 10.42)$ cm, while the remaining 31% concerns the second bio-concretion type (extended rims), with a mean value of the vertical rim of $14.47(\pm 17.77)$ cm, and a mean value of the horizontal rim of $27.53(\pm 21.30)$ cm. Finally, the mean percent cover of the substrate by *L. byssoides*, both forming algal rims and extended rims, is of $30(\pm 17.52)\%$.

Conclusions - The results of this investigation highlight the presence of *L. byssoides* along the Cilento coast, inside the MPA of Costa degli Infreschi e della Masseta, although not homogeneously distributed. According to Molinier (1960) and Laborel (1987), *L. byssoides* is a species which settles and grows in moderately exposed rocky shores. Indeed, it is always present in bays and inlets of the study area, in small patchily distributed pillows or in the well-developed form of *Lithophyllum* rims or extended rims. In addition, the abundance of the *Lithophyllum* vertical rim highlights the preference of the species to settle on vertical cliffs of the mesolittoral zone, characterized by high moisture and low irradiance, rather than on the rocky cliffs with slight slope toward the sea, as also reported in a study by Cossu and Gazale (1997) for some northern Sardinia islands.

References

- BOUDOURESQUE C.F., AUGIER H., GUENOUN Y.C. (1972) - Végétation marine de l'île de Port Cros (Parc National). VIII. Premiers résultats de l'étude de la croissance in situ de *Lithophyllum tortuosum* (Rhodophycées, Corallinacées). *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, **32**: 197-215.
- COSSU A., GAZALE V. (1997) - Osservazioni ecologiche sulla distribuzione di *Lithophyllum lichenoides* Philippi (Corallinales, Rhodophyta) nelle isole della Sardegna settentrionale. *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, **31**: 101-119.
- LABOREL J. (1987) - Marine biogenic constructions in the Mediterranean. A review. *Sci. Rep. Port-Cros natl. Park*, **13**: 97-126.
- LABOREL J., MORHANGE C., LAFONT R., LE CAMPION J., LABOREL-DEGUEN F., SARTORETTO S. (1994) - Biological evidence of sea-level rise during the last 4500 years on the rocky coasts of continental southwestern France and Corsica. *Mar. Geol.*, **120**: 203-223.
- MOLINIER R. (1960) - Étude des biocénoses marines du Cap Corse. *Vegetatio*, **9**: 217-312.
- VEIGA P., RUBAL M., CACABELOS E., MOREIRA J., SOUSA-PINTO I. (2013) - Abundance and fragmentation patterns of the ecosystem engineer *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie along the Iberian Peninsula Atlantic coast. Conservation and management implications. *J. Sea Res.*, **83**: 40-46.

F. FERRIGNO, R. SANDULLI, G.F. RUSSO

Department of Science and Technology (DiST), University of Naples "Parthenope",
Centro Direzionale, Isola C4 - 80143 Napoli, Italy.
federica.ferrigno@uniparthenope.it

FISHING PRESSURE ON CORALLIGENOUS ASSEMBLAGES OF "SECCHITIELLO" SHOAL (GULF OF NAPLES, ITALY)

EFFETTI DELLA PESCA SULLE BIOCENOSI CORALLIGENE DELLA SECCA DI "SECCHITIELLO" (GOLFO DI NAPOLI, ITALIA)

Abstract - ROV investigations on the coralligenous assemblage of "Secchitiello" shoal (Gulf of Naples, Italy) revealed the presence of a rich community, characterized by several fan coral colonies. However, the presence of upturned or overgrown (covered by overgrowing parasitic species) fan coral colonies testifies the pressure of fishing activities, mainly represented by the lost gears (ghost fishing).

Key-words: benthic communities, ROVs, fan corals, image processing, fishing gears.

Introduction - It is known that fishing has negative effects on benthic communities, particularly on hard bottom (Collie *et al.*, 2000). Coralligenous assemblage is among the most heterogeneous and rich hard bottom biocoenoses of Mediterranean Sea, characterized by the presence of highly sensitive species, and for this reason included in the list of international agreements ("Habitat" Directive 92/43/CEE; SPA/BIO Protocol; Barcelona Convention; Berna Convention). Fan corals might be strongly endangered by fishing activities; particularly, lost gears from both professional and recreational fishing activities, like nets and longlines, can cause mechanical injuries, breaking and upturning coral colonies, and increase overgrown (Bo *et al.*, 2014). The aim of this work is the characterization of coralligenous assemblage and the assessment of the extent of fishing pressure on fan corals of "Secchitiello" shoal (Russo *et al.*, 2008), a hard bottom site intensively exploited by the local fishing.

Materials and methods - In 2014, ROV (*Remotely Operated Vehicle*) investigations on board of *Titan* (R/V) were carried out within a *Marine Strategy* (MSFD - 2008/56/EC) monitoring campaign. Surveys were performed using a ROV (Ageotec®/Perseus) equipped with a high definition (HD) camera and a navigation camera showing geographic coordinates and depth. The study area is located between Punta Campanella and Capri Island ("Bocca Piccola" of the Gulf of Naples) and the analyzed shoal lies from 53 and 70 m depth. Video frames were extrapolated (one every 10 seconds) using the software DVDVideoSoft® and analyzed in order to describe fishing pressure as percentage of frames showing nets, longlines and other gears. Similarly, also the presence of fan corals was valued. The main species characterizing this coralligenous assemblage were determined and abundances of different morphological groups, through percent cover, were calculated using an image analysis software (Seascape®).

Results - Among 1024 extrapolated video frames, only the 427 with coralligenous assemblage were considered. The study site is characterized by a very high presence of the facies of fan corals [*Eunicella cavolinii* (Koch, 1887), *E. singularis* (Esper, 1791) and *Paramuricea clavata* (Risso, 1826)], that were found in the 80% of frames with coralligenous. Of total coralligenous frames, 31% were considered impacted for the presence of lost gears (Fig. 1), represented by longlines (80%) and nets (5%). The effect of ghost fishing is also highlighted by other litters, including buoys, pipes,

anchors, plumbs, etc. (15%). Moreover, from videos observation, different upturned fan coral colonies were detected on the sea bottom; some other colonies were mainly colonized by *Alcyonium coralloides* (Pallas, 1766). An analysis of morphological groups was performed on 40 randomly selected video frames. Encrusting sponges (e.g. *Haliclona* sp. Grant, 1836, *Chondrosia* sp. Nardo, 1847, *Clathrina* sp. Gray, 1867, *Phorbos* sp. Duchassaing & Michelotti, 1864, *Cliona* sp. Grant, 1826 and *Dysidea* sp. Johnston, 1842) are the most abundant morphological groups, with 8.9% of cover on the average, followed by erect and fleshy algae [e.g. *Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddin, 1987 and *Peyssonnelia* sp. Decaisne, 1841] with 4.8%, massive sponges (e.g. *Chondrosia* sp. Nardo, 1847) with 4.0%, ascidians [e.g. *Halocynthia papillosa* (Linnaeus, 1767)] with 3.3%, encrusting coralline algae with 2.6%, hydroids with 2.3%, algae [e.g. *Palmophyllum crassum* (Naccari) Rabenhorst, 1868] with 1.7%, algal turf with 1.4%, encrusting bryozoans (e.g. *Schizomavella* sp. Canu & Bassler, 1917) with 1.1%, serpulids with 0.9%, erect bryozoans [e.g. *Miriapora truncata* (Pallas, 1766)] with 0.6% and solitary madrepores (e.g. *Caryophyllia* sp. Lamarck, 1801 and *Leptosammia pruvoti* Lacaze-Duthiers, 1897) with 0.3% (Fig. 2).

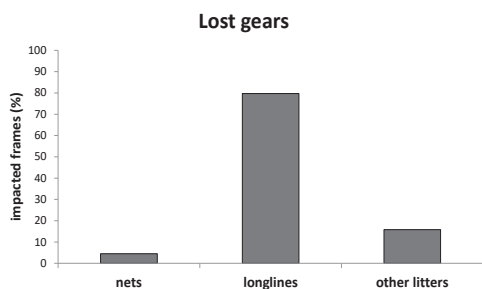


Fig. 1 - Percentage of impacted frames showing the different kinds of lost gears.

Percentuale dei frame impattati che mostrano i diversi tipi di attrezzi da pesca persi.

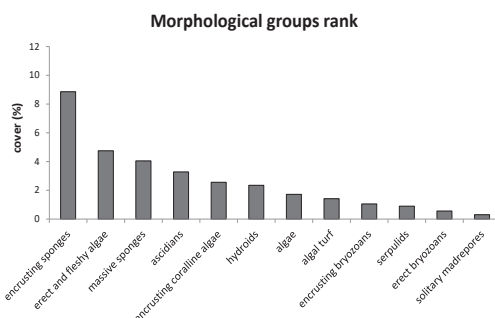


Fig. 2 - Morphological groups rank (percent cover).

Rango dei gruppi morfologici (copertura percentuale).

Conclusions - A rather high number of morphological groups have been detected on “Secchitiello” shoal, suggesting a high biodiversity. The very rich facies of fan corals are affected by fishing activities, as attested by the number of detected fishing gears. This pressure, resulting of medium intensity if compared with previous data in the same area (Vedove Shoal, Bo *et al.*, 2014), is demonstrated by a relevant presence of coral colonies upturned or covered by parasitic species.

References

- BO M., BAVA S., CANESE S., ANGIOLILLO M., CATTANEO-VIETTI R., BAVESTRELLO G. (2014) - Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation. *Biol. Conserv.*, **171**: 167-176.
- COLLIE J.S., HALL S.J., KAISER M.J., POINER I.R. (2000) - A quantitative analysis of fishing impacts on shelf-sea benthos. *J. Anim. Ecol.*, **69** (5): 785-798.
- RUSSO G.F., DI DONATO R., DI STEFANO F. (2008) - Gli habitat sottomarini delle coste della Campania. *Biologi Italiani*, **6**: 37-56.

E.C. LA MARCA, G. FRANZITTA, E. CAPRUZZI, M. MILAZZO, R. CHEMELLO

Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Università di Palermo,
Via Archirafi, 20 - 90123 Palermo, Italy.
emanuelaclaudia.lamarca@unipa.it

SUBSTRATUM RECOGNITION
AS SETTLEMENT CUE FOR LARVAE
OF *DENDROPOMA CRISTATUM* (BIONDI, 1859)

*RICONOSCIMENTO DEL SUBSTRATO
COME STIMOLO PER IL SETTLEMENT DI LARVE
DI DENDROPOMA CRISTATUM (BIONDI, 1859)*

Abstract - Despite the ecological relevance of the vermetid bioconstructions in the Mediterranean, little is known about the early life stage of *Dendropoma cristatum*. This study describes the preference for settlement substrata from *D. cristatum* larvae. A field experiment was carried out to test the suitability of crustose coralline algae (CCA), *D. cristatum* adults and two inorganic substrata as settlement surfaces. The number of settling larvae varied among the four treatments with higher settlement success on organic surfaces. CCA and *D. cristatum* individuals seem to promote attachment of young larvae and to favour the metamorphosis into recruits. This is probably due to biological or physical properties of the preferred substrata which foster the early development of the vermetid bioconstruction.

Key-words: larval settlement, habitat selection, substrata preferences, reef formation.

Introduction - Habitat recognition from dispersive propagules greatly increases the post-settlement survival chances of marine sessile organisms (Harrington *et al.*, 2004). Active substratum selection, indeed, can help to minimize the possibility of settling in unsuitable habitats (e.g., Grosberg, 1981), determining the variance in adult populations, distribution and abundance (Raimondi, 1990; Palma *et al.*, 1999). Vermetid gastropods of genus *Dendropoma* are able to form colonies embedded in crustose coralline algae (CCA), generating important reefs of temperate and subtropical rocky coast. Despite the importance of these bioconstructions as habitat promoting biodiversity and forming abrasion-resistant reefs, little is known about the early life stage of *Dendropoma* (Spotorno-Oliveira *et al.*, 2015). To detect settlement and recruitment drivers is essential for understanding accretion processes of this coastal key habitat and for approaching to the restoration of damaged vermetid reefs. Moreover, *Dendropoma* has crawling larvae and substratum characteristics are probably relevant for their settlement. While on Brazilian reefs Spotorno-Oliveira *et al.* (2015) tested the preference for larvae of *D. irregulare* to settle on living CCA, little is known about the south-central Mediterranean reef building *Dendropoma cristatum*. This study describes the suitability of different substrata as attachment site for *D. cristatum* larvae, as result of bio-physical characteristics.

Materials and methods - The study was conducted in the marine protected area Capo Gallo-Isola delle Femmine (NW Sicily), in September and October 2014. Artificial settlement surfaces were constructed by attaching chips of three different natural substrata on forex disks (7 cm of diameter): *Dendropoma cristatum* adults and CCA, mainly *Neogoniolithon brassica-florida* (Harvey) Setchell & L.R. Mason, two organic settlement surfaces, which are the two main reef builder species, and limestone rocks. Since epoxy resin was used to stick the substrata to the disks, a fourth typology of forex disks was covered by epoxy resin, as artefact control. The combination of the four typologies of settlement surfaces was repeated six times, for a total of 24 settlement disks. These disks were fixed on the seaward edge of the reef, where recruitment rate is higher (Chemello, 2009) and left in the field for 20 days.

Once collected, the disks were observed under the light microscope to record the number of settlers on each substratum.

Results - A total of 377 juveniles were observed to settle on all the substrata tested, but the number of settling larvae varied among the four treatments: 148 individuals were found on *Neogoniolithon* disks, 146 on *Dendropoma* adults and 52 and 31 respectively on limestone and epoxy resin. Statistical analysis of these data showed significant differences in settlement success respect to the substratum typology ($p=0.0007$). Pair-wise test confirmed higher settlement differences among organic and not organic substrata: *Neogoniolithon* vs Limestone, $p=0.0005$; *Neogoniolithon* vs epoxy resin, $p=0.0002$; *Dendropoma* vs Limestone, $p=0.0313$; *Dendropoma* vs Epoxy resin, $p=0.013$. Settlement on *Neogoniolithon* and on *Dendropoma* was 39.26% and 38.73% respectively, while the 13.79 and 8.22% of individuals chose limestone and epoxy resin as suitable attachment surfaces.

Conclusions - Field studies to understand larval behaviour of gregarious vermetidae and early stage of reef formation are few, although habitat selection by larvae is known to be relevant on post-settlement survival and adult distribution patterns (Mundy and Babcock, 1998; Baird *et al.*, 2003). This study analyzes the influence of the substratum typology on *Dendropoma cristatum* settlement and verifies if the substratum properties may affect larvae during habitat selection process. As showed, *D. cristatum* larvae are able to recognize and actively choose which substratum is suitable for their attachment. Therefore, inter and intra-specific interactions among *D. cristatum* larvae and adult individuals and the coralline algae *N. brassica-florida* may be hypothesized to exist and to be fundamental for the reef development. This is also observed for many other biogenic habitats (e.g. coral reefs, Harrington *et al.*, 2004). In order to predict variations in population abundance and in the perspective to develop reef rehabilitation possibility, other biological and physical factors, such as the presence of the microbial biofilm and the substratum complexity, require to be tested in future studies as drivers of settlement.

References

- BAIRD A.H., BABCOCK R.C., MUNDY C.P. (2003) - Habitat selection by larvae influences the depth distribution of six common coral species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **252**: 289-293.
- CHEMELLO R. (2009) - Le biocostruzioni marine in Mediterraneo. Lo stato delle conoscenze sui reef a vermeti. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (1): 2-18.
- GROSBERG R.K. (1981) - Competitive ability influences habitat choice in marine invertebrates. *Nature*, **290**: 700-702.
- HARRINGTON L., FABRICIUS K., DE'ATH G., NEGRI A. (2004) - Recognition and selection of settlement substrata determine post-settlement survival in corals. *Ecology*, **85** (12): 3428-3437.
- MUNDY C.N., BABCOCK R.C. (1998) - Role of light intensity and spectral quality in coral settlement: implications for depth-dependent settlement. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **223**: 235-255.
- PALMA A.T., STENECK R.S., WILSON C.J. (1999) - Settlement driven, multiscale demographic patterns of large benthic decapods in the Gulf of Maine. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **241**: 107-136.
- RAIMONDI P.T. (1990) - Patterns, mechanisms, consequences of variability in settlement and recruitment of an intertidal barnacle. *Ecol. Monogr.*, **60** (3): 283-309.
- SPOTORNO-OLIVEIRA P., FIGUEIREDO M.A.O., TÂMÉGA F.T.S. (2015) - Coralline algae enhance the settlement of the vermetid gastropod *Dendropoma irregulare* (d'Orbigny, 1842) in the southwestern Atlantic. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **471**: 137-145.

L. MUSCO^{1,2}, C. PIPITONE¹, D. AGNETTA¹, A. ALAGNA¹, G. D'ANNA¹, G. DI STEFANO¹,
V.M. GIACALONE³, M. GRISTINA⁴, F. PRADA⁵, T. VEGA FERNÁNDEZ^{2,4}, F. BADALAMENTI¹

¹Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), CNR,
Via Giovanni da Verrazzano, 17 - 91014 Castellammare del Golfo (TP), Italia.
carlo.pipitone@iamc.cnr.it

²Stazione Zoologica 'Anton Dohrn', Napoli, Italia.

³IAMC-CNR, Torretta Granitola, Campobello di Mazara (TP), Italia.

⁴IAMC-CNR, Mazara del Vallo (TP), Italia.

⁵Dip. BiGeA, Università di Bologna, Bologna, Italia.

DISTRIBUTION OF THE ORANGE STONY CORAL *ASTROIDES CALYULARIS* ALONG THE ITALIAN COASTS

DISTRIBUZIONE DELLA MADREPORA ARANCIONE *ASTROIDES CALYULARIS* LUNGO LE COSTE ITALIANE

Abstract - The distribution and abundance of the orange stony coral *Astroides calyularis* in Italian waters was defined using data from different sources: literature, personal observations and questionnaires compiled by taxonomists, researchers, divers and amateur naturalists. These data provide the basis for further studies on the impact of human activities on this species and for its conservation.

Key-words: *Scleractinia*, abundance, conservation, climate change, management.

Introduction - The orange stony coral *Astroides calyularis* (Pallas, 1766) occurs predominantly along the southern part of the western Mediterranean from the southern coast of Spain to the central and southern coasts of Italy, between the 14 °C and 15 °C isotherms (Bianchi, 2007). This species is considered a Mediterranean endemism although it has been recorded also from the Atlantic side of the Strait of Gibraltar (Bianchi, 2007; Terrón-Sigler *et al.*, 2016). The recent findings of colonies along the coast of Croatia suggest that the geographical range of *A. calyularis* is expanding northwards (Grubelić *et al.*, 2004). The strictly coastal habitat and the preference for the upper infralittoral belt expose this coral to the impact of human activities, on the other hand its thermophilic habits make it a potentially good indicator of the global warming effects on the marine biota. *A. calyularis* is protected under the Berna and Barcelona conventions and is included in the CITES species list, even though it is not in the IUCN list of endangered species (www.iucn.it). For the above reasons it has been the subject of a research project in the framework of the PRIN 2010-2011 program "Coastal bioconstructions: structure, functions and management". This note regards the geographical distribution of *A. calyularis* along the Italian coasts and provides a semi-quantitative assessment of its abundance as a preliminary step for (i) the evaluation of direct and indirect effects of human activities, including global warming, (ii) the identification of areas eligible for protection.

Materials and methods - A data set has been created based on direct underwater observations, literature data, online databases (e.g., www.progettomac.it), internet searches and remotely made interviews, aimed at the construction of an *A. calyularis* GIS distribution map. The interviews were realized using *ad hoc* questionnaires sent to marine biologists, diving centers and recreational associations of divers and naturalists. A semi-quantitative assessment of the distribution was based on three abundance classes of the coral: (1) present, (2) common, (3) abundant with *facies*-forming colonies.

Results - Two hundred and seventy-seven occurrence records were collected. One hundred and twenty-three came from personal observations of the authors, 50

from marine biologists and the rest from divers, snorkelers and published records. Twenty-one records, mainly from the northern Tyrrhenian and from the Ionian coasts of Calabria and Apulia were considered doubtful because they lacked image support, reference sample or expert judgement. Fifty-three records belonged to class 1 “present”, 145 to class 2 “common” and 58 to class 3 “abundant”. The largest number of records came from central Campania, the area around the Straits of Messina with the Aeolian Islands and from the North-western coast of Sicily with the Egadi Islands. *Facies* were observed more frequently in the above three areas, as well as in the Strait of Sicily islands and in the Cilento area. The northernmost Tyrrhenian record regards a dead colony found at Giglio Island (Bianchi and Morri, 1994), while the northernmost record overall comes from a *tegnùe* area in the Gulf of Venice (Casellato *et al.*, 2007).

Conclusions - The data collected through the use of several different sources of information not limited to scientific literature allowed us to enhance the knowledge on the distribution of *A. calycularis* in Italian waters. The contribution of marine biologists has helped to critically evaluate the records collected, especially those that are far from the previously known distribution range. The records coming from such areas - especially the coldest localities - need to be monitored since they may represent a northerly expansion of the distribution range. The northernmost published records come from the remains of a dead colony at Giglio Island (Bianchi and Morri, 1994) and from a finding in the Gulf of Venice (Casellato *et al.*, 2007) that, along with the Croatian records (Grubelić *et al.*, 2004) might indicate a northerly shift of the distribution range of *A. calycularis* as a possible consequence of global warming, as suggested for other marine Mediterranean species (Bianchi and Morri, 2003). The eastward shift in Adriatic waters (Croatia, Gulf of Venice) might have been originated either by a temporally limited modification of superficial currents (Grubelić *et al.*, 2004) or by accidental diffusion *via* ballast waters. A monitoring program of the Adriatic colonies would be necessary to tell if they will produce stable populations or if they will disappear due to adverse climate and environmental conditions, as it likely happened for the colony at Giglio Island (Bianchi and Morri, 1994). A major attention is deserved by recent unofficially reported records from the Tremiti Islands in the central-western Adriatic, which would strengthen the hypothesis of a North-eastern geographic expansion of this coral. The currently known northern limit of stable populations of *A. calycularis* is at Ventotene (Pontine Islands), while the southern limit is in the Pelagie Islands. The optimal distribution core as defined by the highest number of colonies of class 3, is situated along the southern Tyrrhenian coasts and in the islands of the Strait of Sicily, although smaller aggregations occur at Capo Teulada (South-western Sardinia) and in the Plemmirio Peninsula (South-eastern Sicily). In this optimal distribution core five well defined areas with well developed populations have been identified: 1) the Sorrento Peninsula and the islands of Ischia and Capri along the coast of Campania, 2) the Cilento coast, 3) the area between Calabria and Sicily that includes the Straits of Messina and the Aeolian Islands, 4) the North-western coast of Sicily including Ustica and the Egadi Islands, 5) Pantelleria and the Pelagie Islands in the Strait of Sicily. Even though doubts remain about some of the records collected from interviews, especially the northernmost ones, the identification of areas in which *A. calycularis* is more abundant provides a baseline for ecological studies - particularly about the impact of human activities - as well as for management initiatives aimed at its conservation. The above mentioned five areas represent key-areas with a strong potential for the management and conservation of *A. calycularis*.

Acknowledgements: We wish to thank all the marine biologists, divers and amateur naturalists that have filled the questionnaires. We also thank the staff of the Capo Gallo - Isola delle Femmine and Plemmirio marine protected areas, the Italian Recreational Navy League in Castellammare del Golfo and the Egadi Islands marine protected area for their support.

References

- BIANCHI C.N. (2007) - Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, **580**: 7-21.
- BIANCHI C.N., MORRI C. (1994) - Southern species in the Ligurian Sea (northern Mediterranean): new records and a review. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **58-59**: 181-197.
- BIANCHI C.N., MORRI C. (2003) - Global sea warming and "tropicalization" of the Mediterranean Sea: biogeographic and ecological aspects. *Biogeographia*, **24**: 319-327.
- CASELLATO S., MASIERO L., SICHIROLLO E., SORESI S. (2007) - Hidden secrets of the Northern Adriatic: "Tegnùe", peculiar reefs. *Centr. Europ. J. Biol.*, **2**: 122-136.
- GRUBELIĆ I., ANTOLIĆ B., DESPALATOVIĆ M., GRBEC B., BEG PAKLAR G. (2004) - Effect of climatic fluctuations on the distribution of warm-water coral *Astroides calycularis* in the Adriatic Sea: new records and review. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **84**: 599-602.
- TERRÓN-SIGLER A., LEÓN-MUEZ D., PEÑALVER-DUQUE P., GÁLVEZ-CÉSAR R., ESPINOSA TORRE F. (2016) - Geographic distribution of *Astroides calycularis* (Scleractinia: Dendrophylliidae) as a baseline to assess future human impacts on the Southern Iberian Peninsula. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **96**: 1181-1189.

P. STIPCICH, E. CASOLI, A. BELLUSCIO, G.D. ARDIZZONE

Dipartimento di Biologia Ambientale, Università di Roma "La Sapienza",
Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 Roma, Italia.
patriziastipcich@libero.it

CARATTERIZZAZIONE DEI POPOLAMENTI
ASSOCIATI AGLI HABITAT DOMINATI
DA *EUNICELLA CAVOLINI* (KOCH, 1887)
E *PARAMURICEA CLAVATA* (RISSO, 1826)
DELL'ISOLA DEL GIGLIO, TOSCANA

CHARACTERIZATION OF CORALLIGENOUS
ASSEMBLAGES DOMINATED
BY *EUNICELLA CAVOLINI* (KOCH, 1887)
AND *PARAMURICEA CLAVATA* (RISSO, 1826)
IN GIGLIO ISLAND, TUSCANY

Abstract - The present work aimed at assessing the structure of coralligenous assemblages dominated by *Eunicella cavolini* (Koch, 1887) and *Paramuricea clavata* (Risso, 1826) in the Tyrrhenian Sea. A standardized non-destructive method was applied through photoquadrat sampling. A hierarchical sampling design was used. A total of 64 species belonging to 9 morphological groups were identified and percentage cover of conspicuous morphological groups was calculated. Results suggests that coralligenous communities dominated by *E. cavolini* and *P. clavata* constitute highly diverse habitats and they present several similarities to their counterparts in the Aegean Sea.

Key-words: coralligenous assemblage, photographic sampling, biodiversity.

Introduzione - Le gorgonie *Eunicella cavolini* (Koch, 1887) e *Paramuricea clavata* (Risso, 1826) sono considerate specie chiave nell'ecosistema del coralligeno diffuso nel Mar Mediterraneo (Ballesteros, 2006). Questi popolamenti sono riconosciuti come veri e propri habitat dalla nomenclatura EUNIS (*European Nature Information System*) (Davies *et al.*, 2004). Il coralligeno rappresenta un'importante formazione biogenica di origine vegetale del Mediterraneo, prodotta principalmente da alghe rosse calcaree incrostanti, ricoperte da uno strato di epifiti animali e vegetali. Questa biocostruzione ospita un'eccezionale biodiversità specifica e permette l'instaurarsi di complesse interazioni tra le specie che la popolano (Ballesteros, 2006). Lo scopo del presente lavoro è quello di caratterizzare i popolamenti associati agli habitat dominati da *E. cavolini* e *P. clavata* nell'Isola del Giglio, Toscana, per poterli confrontare con siti spazialmente separati all'interno del Mar Mediterraneo.

Materiali e metodi - I campionamenti sono stati effettuati presso l'Isola del Giglio nell'estate del 2015. Gli habitat dominati da *P. clavata* sono stati studiati ad una profondità di 35 ± 4 m, mentre quelli dominati da *E. cavolini* ad una profondità di 18 ± 2 m. È stato utilizzato un disegno di campionamento gerarchizzato che prevedeva la presenza di quattro siti per ognuno dei due habitat presi in considerazione. All'interno di ogni sito i popolamenti sono stati studiati utilizzando un metodo standardizzato (Kipson *et al.*, 2011) che prevede l'acquisizione di otto immagini (25×25 cm) contigue, disposte su tre transetti di $0,5 \text{ m}^2$ posizionati in maniera casuale per un'area totale di $1,5 \text{ m}^2$. Il numero delle principali specie macrobentoniche e la percentuale di copertura dei maggiori taxa (Chlorophyta, Rhodophyta, Phaeophyceae, Turf, Porifera, Anthozoa, Bryozoa, Tunicata, Annelida e Hydrozoa) sono stati analizzati utilizzando il software PhotoQuad (Trygonis e Sini, 2012). La scelta di calcolare la percentuale di copertura dei taxa morfologici, e non delle specie, è in accordo con

i principali studi condotti su scala di bacino Mediterraneo (Kipson *et al.*, 2011; Sini *et al.*, 2015).

Risultati - Sono state identificate un totale di 64 specie di cui 55 nel popolamento ad *E. cavolini* e 55 nel popolamento a *P. clavata*: 46 sono le specie comuni ad entrambi gli habitat studiati. Tra le 64 specie identificate, 28 sono specie vegetali (principalmente *Palmophyllum crassum*, *Flabelia petiolata*, *Pseudochlorodesmis furcellata* e *Peyssonelia* sp.) e 36 sono specie animali (tra le più presenti *Miriapora truncata*, *Reteporella* sp., *Crambe crambe*, *Leptosamnia pruvoti* e *Parazoanthus axinellae*). Le corallinacee incrostanti sono il gruppo morfologico più abbondante in tutti i campioni: esse presentano percentuali di copertura pari a $71,21 \pm 2,70$ in habitat dominati da *E. cavolini* e $77,16 \pm 4,56$ in quelli dominati da *P. clavata*. Sono risultati piuttosto abbondanti anche il turf, costituito da piccole macroalghe in grado di intrappolare il sedimento (Airoidi, 2003), le Chlorophyta, i Porifera ed i Bryozoa. Nonostante i principali gruppi morfologici trovati siano gli stessi nei due popolamenti, sono state riscontrate differenze nelle percentuali di copertura. La percentuale di Porifera, infatti, è risultata maggiore nel popolamento di *Eunicella*, mentre la percentuale di copertura dei Bryozoa è risultata maggiore nel popolamento di *Paramuricea*. Rhodophyta, Phaeophyceae, Anthozoa, Tunicata, Annelida e Hydrozoa presentano, invece, valori di copertura sempre inferiori a 1,5%.

Conclusioni - Il presente lavoro evidenzia che i popolamenti del coralligeno dominati da *E. cavolini* e *P. clavata* nell'Isola del Giglio ospitano una ricca diversità di fauna e flora bentonica. L'applicazione di un metodo standard di campionamento, già utilizzato nello studio degli stessi habitat in altre aree del Mar Mediterraneo (Sini *et al.*, 2015; Casas-Güell *et al.*, 2015; Kipson *et al.*, 2011), ha permesso di evidenziare le similarità che questi popolamenti presentano su scala di bacino. In futuro sarà interessante ampliare l'area di indagine, in modo tale da fornire dati sulla variabilità che questi popolamenti presentano nel bacino tirrenico.

Bibliografia

- AIROLDI L. (2003) - The effects of sedimentation on rocky coast assemblages. *Oceanogr. Mar. Biol.*, **41**: 161-236.
- BALLESTEROS E. (2006) - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol.*, **44**: 123-195.
- CASAS-GÜELL E., TEIXIDÓ N., GARRABOU J., CEBRIAN E. (2015) - Structure and biodiversity of coralligenous assemblages over broad spatial and temporal scales. *Mar. Biol.*, **162**: 901-912.
- DAVIES C.E., MOSS D., HILL M.O. (2004) - *EUNIS Habitat Classification Revised 2004*. Report to European Environment Agency, European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity: 307 pp.
- KIPSON S., FORT M., TEIXIDÓ N., CEBRIAN E., CASAS E., BALLESTEROS E., ZABALA M., GARRABOU J. (2011) - Rapid biodiversity assessment and monitoring method for highly diverse benthic communities: a case study of Mediterranean coralligenous outcrops. *PLoS ONE*, **6** (11), doi: 10.1371/journal.pone.0027103.
- SINI M., GARRABOU J., KOUTSOUBAS D. (2015) - Diversity and structure of coralligenous assemblages dominated by *Eunicella cavolini* (Koch, 1887) in the Aegean Sea. In: Bouafif C., Langar H., Ouerghi A. (eds), *Proceedings of the 2nd Mediterranean Symposium on the Conservation of Coralligenous and other Calcareous Bio-Concretions*. Portorož, Slovenia, 29-30 October 2014. RAC/SPA publ., Tunis: 171-176.
- TRYGONIS V., SINI M. (2012) - PhotoQuad: a dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquadrat methods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **424-425**: 99-108.

P. STIPCICH, G. PARDI¹, G. CAREDDU², A. ZANELLO², G. CECCHERELLI³,
G. LA MANNA³, L. PIAZZI³

Dip. di Biologia Ambientale, Università di Roma "La Sapienza",
Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 Roma, Italia.
patriziastipcich@libero.it

¹Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via Derna, 1 - 50100 Pisa, Italia.

²Area Marina Protetta "Isola dell'Asinara", Via Josto, 7 - 07046 Porto Torres (SS), Italia.

³Dip. di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari,
Via Piandanna, 4 - 07100 Sassari, Italia.

STRUTTURA E QUALITÀ ECOLOGICA (INDICE ESCA) DEI POPOLAMENTI CORALLIGENI DELL'ISOLA DELL'ASINARA

STRUCTURE AND ECOLOGICAL QUALITY (ESCA INDEX) OF CORALLIGENOUS ASSEMBLAGES OF THE ASINARA ISLAND

Abstract - The present work aimed at assessing the structure, the spatial variability and the ecological quality of coralligenous assemblages of the Asinara Island (Sardinia) through the application of the ESCA ecological index. Results showed a high to good ecological quality of coralligenous habitat and a greater variability at small spatial scale.

Key-words: coralligenous assemblages, ecological quality, photographic sampling, spatial variability.

Introduzione - Il coralligeno rappresenta uno degli habitat più importanti del Mar Mediterraneo grazie alla sua estensione, biodiversità, produzione e ruolo svolto nel ciclo del carbonato (Ballesteros, 2006). Nonostante l'importanza ecologica e il suo inserimento tra gli habitat considerati prioritari per la definizione della qualità ecologica delle aree costiere (Cecchi *et al.*, 2014), i popolamenti coralligeni continuano a essere poco studiati e per molte aree del Mediterraneo mancano informazioni sulla distribuzione, struttura e pattern di variabilità spaziale. L'obiettivo del presente lavoro è di stimare la struttura, la variabilità spaziale e la qualità ecologica dei popolamenti associati al coralligeno dell'Area Marina Protetta dell'Isola dell'Asinara.

Materiali e metodi - Lo studio è stato effettuato nell'Isola dell'Asinara (Sardegna nord-occidentale) nel periodo aprile-giugno 2015, ad una profondità compresa tra i 30 e i 35 m. È stato utilizzato un disegno di campionamento gerarchizzato. All'interno di ciascuno dei 9 siti sono state considerate 3 aree distanti decine di metri tra loro e in ogni area sono state effettuate 10 repliche fotografiche di 0,2 m². Le immagini sono state analizzate tramite il software ImageJ per determinare l'abbondanza dei principali taxa/gruppi morfologici animali e vegetali. I dati sono stati analizzati mediante una PERMANOVA (Anderson, 2001) a 2 fattori: sito e area entrambi random, con l'area gerarchizzata nel sito. È stato inoltre calcolato l'indice ESCA (*Ecological Status of Coralligenous Assemblages*, Cecchi *et al.*, 2014) che si basa sui seguenti tre parametri: numero di taxa/gruppi morfologici (α -diversità), eterogeneità del popolamento (β -diversità), presenza ed abbondanza di taxa sensibili (*Sensitivity Level* basato sulla risposta degli organismi a gradienti di stress, Cecchi *et al.*, 2014).

Risultati - I popolamenti coralligeni studiati erano mediamente ben strutturati, con uno strato basale di corallinacee incrostanti variamente sviluppato, ma sempre presente e con ricoprimento superiore al 90%. La componente vegetale era dominante. Gli elementi più abbondanti, oltre alle corallinacee incrostanti, erano *Peyssonnelia* spp. ($R\%=11,4\pm 3,5$, $media\pm ES$), alghe erette ($5,6\pm 1,8$, principalmente *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*, *Halopteris filicina* e *Kallymenia* spp.) e un feltro algale costituito

principalmente da alghe filamentose di piccole dimensioni. Per quanto riguarda la componente animale, gli elementi dominanti erano i poriferi ($1,6\pm 0,5$), i briozoi ($0,6\pm 0,2$) e gli antozoi ($0,8\pm 0,2$, principalmente *Parazoanthus axinellae*, *Leptosammia pruvoti* e *Eunicella cavolini*). Quattro siti presentavano una qualità ecologica buona (con valori dell'indice ESCA compresi tra 0,66 e 0,80); gli altri cinque siti presentavano una qualità ecologica elevata (tra 0,81 e 1). L'analisi PERMANOVA ha mostrato differenze significative tra le aree (pseudo-F=6,76, P=0,001) ma non tra i siti di studio (pseudo-F=1,35, P=0,205). Lo studio delle componenti di pseudovarianza ha confermato un'alta variabilità tra le aree e tra le singole unità di campionamento.

Conclusioni - I risultati dello studio hanno permesso di ottenere informazioni sulla struttura e sulla qualità ecologica dei popolamenti coralligeni dell'Isola dell'Asinara. I valori dell'indice più elevati sono stati trovati nei siti settentrionali dell'isola e potrebbero essere legati, in parte, alla maggiore lontananza dalle zone antropizzate rispetto ai siti più meridionali, ma anche a differenze naturali nella strutturazione del coralligeno (Fig. 1). La struttura dei popolamenti studiati presenta una variabilità spaziale elevata a piccola scala (tra aree e repliche) confermando un pattern già osservato in altre zone e da ritenere legato principalmente all'eterogeneità del substrato e all'interazione tra organismi sessili (Balata *et al.*, 2005).

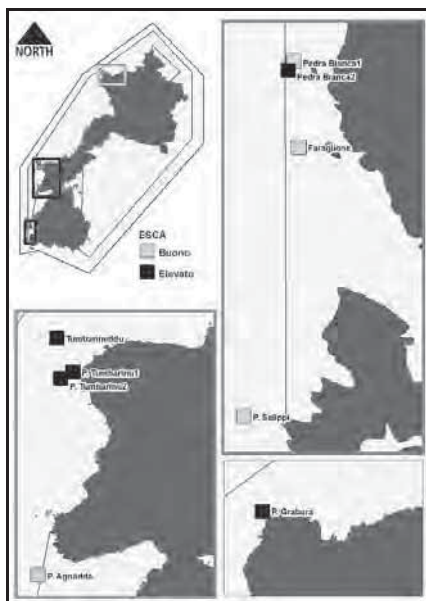


Fig. 1 - Valori dell'indice ESCA dei siti dell'Isola dell'Asinara.

ESCA index value of Asinara Island sites.

Bibliografia

- ANDERSON M.J. (2001) - A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.*, **26**: 32-46
- BALATA D., PIAZZI L., CECCHI E., CINELLI F. (2005) - Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposition. *Mar. Environ. Res.*, **60**: 403-421.
- BALLESTEROS E. (2006) - Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol.*, **44**: 123-195.
- CECCHI E., GENNARO P., PIAZZI L., RICEVUTO E., SERENA F. (2014) - Development of a new biotic index for ecological status assessment of Italian coastal waters based on coralligenous macroalgal assemblages. *Europ. J. Phycol.*, **49**: 298-312.

M. TARGUSI, A. PAZZINI, G. FRANCESCHINI¹, B. LA PORTA, L. LATTANZI, P. LA VALLE,
R. PROIETTI, D. PAGANELLI, V. GRANDE², G. MOSCHIN², F. FOGLINI², A. REMIA²,
R. PIAZZA³, A. CORREGGIARI², L. NICOLETTI

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA),
Via V. Brancati, 60 - 00144 Roma, Italia.
monica.targusi@isprambiente.it

¹ISPRA-STC Chioggia, Loc. Brondolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.

²ISMAR-CNR, Via P. Gobetti, 101 - 40129 Bologna, Italia.

³Regione Veneto, Dip. Difesa Suolo e Foreste, Sez. Difesa Suolo,
Calle Priuli, Cannaregio, 99 - 30121 Venezia, Italia.

SEGNALAZIONE DI NUOVI AFFIORAMENTI ROCCIOSI RECENTEMENTE RINVENUTI IN ALTO ADRIATICO

OUTCROPS RECENTLY SIGNALLED IN THE NORTH ADRIATIC SEA

Abstract - In this paper three new outcrops, locally named "tegnùe", have been signalled for the first time in the North Adriatic Sea. A preliminary description of geomorphological aspects and associated assemblages have been reported. Some differences have been observed among three outcrops probably related to different environmental conditions.

Key-words: geomorphology, benthos, outcrops, biogenic reef.

Introduzione - Alla denominazione locale di *tegnùe* si riconducono gli affioramenti rocciosi naturali che, in Alto Adriatico, si distribuiscono in modo discontinuo a profondità comprese fra 8 e 40 m. Negli anni tali affioramenti sono stati ampiamente studiati sia da un punto di vista geologico (Gordini *et al.*, 2010; AA.VV., 2010) che biologico (AA.VV., 2010; Andreoli *et al.*, 2010; Falace *et al.*, 2015). Le *tegnùe* sono incluse tra i substrati biogenici *sensu Marine Strategy Framework Directive*. In questo lavoro vengono per la prima volta segnalati tre nuovi affioramenti rinvenuti a largo di Chioggia (Nord Adriatico) per i quali viene riportata una descrizione preliminare delle caratteristiche geomorfologiche e dei popolamenti bentonici presenti.

Materiali e metodi - Nel 2012 il CNR-ISMAR (Bologna), nell'ambito di una campagna geofisica per la caratterizzazione di depositi sabbiosi relitti in Alto Adriatico (denominati Area RV_C ed Area RV_H), ha rinvenuto tre nuovi affioramenti. Tali affioramenti, data la vicinanza ai depositi sono stati denominati *tegnùe* Area C (tC), *tegnùe* Occidentale Area H (tOch) e *tegnùe* Orientale Area H (tOrH). Rilievi *Side Scan Sonar*, *Chirp Sonar* e *Multibeam*, associati ad indagini visive mediante *Remote Operate Vehicle* (ROV), sono stati effettuati nel maggio 2012 dal CNR-ISMAR sull'affioramento tC e nell'ottobre 2013 da ISPRA sugli affioramenti tOch e tOrH.

Risultati - I tre affioramenti sono stati rinvenuti 45 mn a largo di Chioggia, in prossimità della *midline* su un fondo prevalentemente sabbioso, a circa 30 m di profondità. Le *tegnùe* tOch e tOrH, situate a 30 m di profondità, presentano uno sviluppo lineare. tOch si sviluppa in direzione E10S, ha lunghezza complessiva di 620 m e larghezza variabile tra 5 e 10 m. Nei primi 300 m presenta una buona continuità morfologica, mentre nella porzione più orientale sono presenti 4 discontinuità di limitata estensione. L'elevazione dal fondo di tOch diminuisce da ovest ad est ed esclusivamente nella porzione orientale di questa struttura, nel versante nord, si osserva un accumulo di sedimenti (effetto barriera). tOrH, circa 700 m a est di tOch, si sviluppa in direzione N75E, ha lunghezza di 170 m e larghezza

compresa tra 5 e 10 m. Un accumulo di sedimenti nel versante nord, testimonia l'effetto barriera svolto anche da questa struttura. L'affioramento composito tC si sviluppa perfettamente in direzione NS. È composto da tre rilievi allungati di cui due più estesi (lunghezza 250 m larghezza 80; 170×70 m) ed uno a sud più distante, di dimensioni ridotte. I rilievi si ergono 2 m dal fondo sabbioso costituito da blande ondulazioni con grande lunghezza d'onda alla sommità di un dosso che si sviluppa in direzione OE a scala regionale lungo 21 km. La morfologia è asimmetrica con lato ripido rivolto a O. Consistenti accumuli sabbiosi sono presenti verso E. I rilievi sismoacustici (*Chirp Sonar*) hanno rivelato una *facies* acustica trasparente e hanno permesso di acquisire la base del deposito cementato. Dalle riprese ROV è evidente la presenza di alghe, poriferi, cnidari, briozoi ed idrozoi, molluschi, policheti, crostacei, tunicati, pesci cartilaginei e pesci ossei. I popolamenti appaiono simili tra tOcH e tOrH, dove dall'analisi delle immagini ROV sembrano prevalere organismi animali sciafili e a portamento eretto (come *Axinella polypoides* Schmidt, 1862), mentre si evidenziano alcune differenze con i popolamenti di tC dove è chiaramente visibile anche un'abbondante componente vegetale [come *Peyssonnelia polymorpha* (Zanardini) F. Schmitz, 1879] e il popolamento appare costituito in prevalenza da organismi incrostanti.

Conclusioni - Le tegnùe tOcH, tOrH e tC hanno struttura e dimensioni che inducono a ipotizzare un medesimo processo formativo, probabilmente riconducibile ad una fratturazione del fondo, interessata dalla risalita di gas metano (Donda *et al.*, 2015). Gli affioramenti appartengono tutti al Gruppo Allineato Lineare di Tipo E (AA.VV., 2010). Le differenze emerse dall'analisi preliminare dei popolamenti bentonici dei tre affioramenti potrebbero essere imputabili alle diverse condizioni ambientali che localmente li caratterizzano. Successive e più mirate indagini sulla geomorfologia, sui popolamenti di tali affioramenti e sulle caratteristiche ambientali locali verranno eseguite al fine di fornire un utile contributo alle conoscenze di questi ambienti così peculiari.

Bibliografia

- AA.VV. (2010) - *Trezze o "Grebene": biotopi e geotopi dell'Alto Adriatico*. Regione Friuli Venezia Giulia: 254 pp.
- ANDREOLI E., BOSCOLO F., CARLIN A., CURIEL D., GORDINI E., MIZZAN L., MOLIN E., OMBRELLI M., PESSA G., RISMONDO A., RIZZARDI S., VANIN S., ZANETTO M. (2010) - *Le Tegnùe dell'Alto Adriatico: valorizzazione della risorsa marina attraverso lo studio di aree di pregio ambientale*. ARPAV e Fondazione Musei Civici di Venezia: 203 pp.
- DONDA F., FORLIN E., GORDINI E., PANIERI G., BUENZ S., VOLPI V., CIVILE D., DE SANTIS L. (2015) - Deep-sourced gas seepage and methane-derived carbonates in the Northern Adriatic Sea. *Basin Res.*, **27** (4): 531-545.
- FALACE A., KALEB S., CURIEL D., MIOTTI C., GALLI G., QUERIN S., BALLESTEROS E., SOLIDORO C., BANDELJ V. (2015) - Calcareous bio-concretions in the Northern Adriatic Sea: habitat types, environmental factors that influence habitat distributions, and predictive modeling. *PLoS ONE*, **10** (11), doi: 10.1371/journal.pone.0140931.
- GORDINI E., MAROCCO R., TUNIS G. (2010) - Grebene, Trezze, Tegnùe e Scagni: patrimonio geologico e biologico dell'Alto Adriatico. *Geoitalia*, **33**: 25-30.

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito di un progetto finanziato dalla Regione Veneto.

Poster dei Comitati e della Sessione Vari

G. BELLONI, C. CALABRETTI, S. CITTERIO, M.A. DELARIA¹,
G. MACRI², A. NAVONE³, P. PANZALIS³, S. CARONNI⁴

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra, Università di Milano
Bicocca, Piazza dell'Ateneo Nuovo, 1 - 20126 Milano, Italia.

¹Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari, Sassari, Italia.

²Mac Pro e GIS, Pavia, Italia.

³Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo, Olbia, Italia.

⁴Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia,

Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.

sarah.caronni@unipv.it

EFFETTO DELL'ARRICCHIMENTO DI NUTRIENTI SULLE FIORITURE DELLA MICROALGA *CHRYSOPHAEUM TAYLORII*

THE EFFECT OF NUTRIENT ENRICHMENT ON THE BLOOMS OF THE MICROALGA CHRYSOPHAEUM TAYLORII

Abstract - In the summer of 2015, the effects of nutrient enrichment on blooms of the benthic mucilage producing microalga *Chrysothrix taylorii* Lewis & Bryan (*Pelagophyceae*) were investigated by means of a manipulative field experiment in Tavolara Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (North eastern Sardinia).

Key-words: experimental research, nutrients, algal bloom, *Chrysothrix taylorii*.

Introduzione - *Chrysothrix taylorii* Lewis & Bryan è una microalga bentonica produttrice di mucillagine tipica delle regioni tropicali e sub-tropicali dell'Atlantico e del Pacifico che sta espandendo il suo areale distributivo anche in Mediterraneo (Caronni *et al.*, 2014). Caronni *et al.* (2015) hanno evidenziato il ruolo chiave della temperatura nelle fioriture di questa microalga; gli altri fattori che entrano in gioco nel regolarne la densità sono però ad oggi poco noti. Obiettivo di questo studio è stato indagare, con un esperimento manipolativo condotto nell'Area Marina Protetta Tavolara Punta Coda Cavallo, la risposta di *C. taylorii*, in termini di densità cellulare, ad un arricchimento di nutrienti.

Materiali e metodi - L'esperimento è stato condotto nel luglio 2015 nella Baia di Punta Don Diego, in cui *C. taylorii* viene ritrovata già da qualche anno (Caronni *et al.*, 2014). Sul substrato, alla profondità di massima densità della specie (1,5 m) (Caronni *et al.*, 2015), sono state allestite 9 unità sperimentali (15×15 cm) attribuite a 3 trattamenti: unità arricchite (N+), non arricchite (N-) e di controllo procedurale (C) (3 repliche). L'arricchimento in nutrienti è stato ottenuto ancorando al substrato dei sacchetti con 20 g di fertilizzante in pellets a rilascio graduale (NPK: 18:9:10) (Guarnieri *et al.*, 2014), avendo cura di posizionare le unità in modo che le correnti non trasportassero i nutrienti dalle unità N+ alle N- ed alle C. Le unità N+ ed N- sono state circondate da gabbiette aperte alla base, al fine di escludere il verificarsi di fenomeni di erbivoria che avrebbero potuto influire sui risultati (Armitage *et al.*, 2005). Nelle unità di controllo procedurale, realizzate per escludere artefatti, invece, non sono state utilizzate gabbiette. Per 10 giorni dall'inizio dell'esperimento, sono state effettuate ogni 48 ore in ogni unità raccolte di campioni di acqua e materiale epilittico (2 repliche per unità per tempo di campionamento, Abbate *et al.*, 2007) per valutare la concentrazione di nutrienti (autoanalizzatore: NH₃, NO₃, NO₂, PO₄) e la densità di *C. taylorii*, stimata in due sub-campioni (metodo Utermöhl, Abbate *et al.*, 2007). L'analisi della varianza ha permesso di testare l'effetto della concentrazione di nutrienti e della densità di *C. taylorii* per ogni campionamento (GMAV 5).

Risultati - Significative differenze di concentrazione ($P < 0,05$) sono state osservate tra le unità N+ e N- per tutte le forme inorganiche dei nutrienti considerati, con concentrazioni notevolmente maggiori nelle unità N+. Per tutti i tempi di campionamento, la densità cellulare di *C. taylorii* è risultata significativamente più elevata nelle unità N+ rispetto alle N- ed alle C ($P < 0,01$; SNK: $N+ > N- = C$) (Fig. 1).

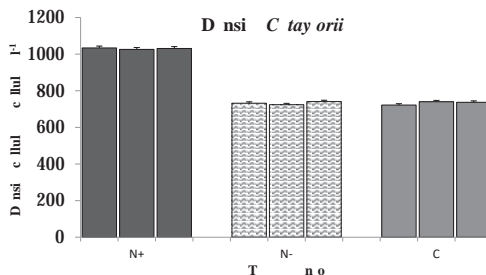


Fig. 1 - Densità cellulare di *C. taylorii* nelle unità sperimentali arricchite (N+), naturali (N-) e di controllo (C).

C. taylorii cell density in enriched (N+), natural (N-) and control (C) experimental units.

Conclusioni - Le densità cellulari maggiori nelle unità N+ rispetto alle N- suggeriscono che, oltre alla temperatura (Caronni *et al.*, 2015), la quantità di nutrienti giochi un ruolo importante nel regolare l'abbondanza di *C. taylorii*, contrariamente a quanto ipotizzato da Sparrow e Heimann (2007) per un'altra microalga produttrice di mucillagine molto simile a *C. taylorii*, *Chrysocystis fragilis* Lobban, Honda & Chihara. I risultati di questo studio, seppur preliminari, suggeriscono che un aumento nella concentrazione dei principali nutrienti (N e P) può causare una repentina fioritura di *C. taylorii*, come già osservato per altre microalge responsabili di bloom (Armitage *et al.*, 2005), e spiegano perché le fioriture più massicce della microalga interessino spesso le zone più antropizzate dell'AMP, in cui il carico di nutrienti è maggiore (Caronni *et al.*, 2014).

Bibliografia

- ABBATE M., BORDONE A., CERRATI G., LISCA A., PEIRANO A. (2007) - Variabilità della distribuzione e densità di *Ostreopsis ovata* nel Golfo della Spezia. *Biol. Mar. Mediterr.*, **14** (2): 286-287.
- ARMITAGE A.R., FRANKOVICH T.A., HECK K.L., FOURQUREAN J.W. (2005) - Experimental nutrient enrichment causes complex changes in seagrass, microalgae, and macroalgae community structure in Florida Bay. *Estuaries*, **28** (3): 422-434.
- CARONNI S., DELARIA M.A., MACRI G., BLASI F. (2015) - A pilot study on the effects of temperature on the blooms of the benthic mucilage-forming microalga *Chrysophaeum taylorii*. *J. Environ. Sci. Eng. B*, **4** (1): 9-16.
- CARONNI S., DELARIA M.A., NAVONE A., PANZALIS P., SECHI N., CECCHERELLI G. (2014) - Relevant scales of variability of the benthic allochthonous microalga *Chrysophaeum taylorii*. *Mar. Biol.*, **161**: 1787-1798.
- GUARNIERI G., BEVILACQUA S., VIGNES F., FRASCHETTI S. (2014) - Grazer removal and nutrient enrichment as recovery enhancers for overexploited rocky subtidal habitats. *Oecologia*, **175** (3): 959-970.
- SPARROW L., HEIMANN K. (2007) - *The influence of nutrients and temperature on the global distribution of algal blooms. Literature review.* Australian Government: 27 pp.

P. BERNAT, A. MOLINARI

RSTA srl, Via Granello, 3/18 - 16121 Genova, Italia.
paolo.bernat@tiscali.it

NORTHERNMOST RECORD OF THE ALIEN SEA HARE
APLYSIA DACTYLOMELA RANG, 1828 (OPISTOBRANCHIA,
APLYSIIDAE) IN THE MEDITERRANEAN SEA

PRIMA SEGNALAZIONE DELLA LEPRE DI MARE ALLOCTONA
APLYSIA DACTYLOMELA RANG, 1828 (OPISTOBRANCHIA,
APLYSIIDAE) NEL MEDITERRANEO NORD-OCCIDENTALE

Abstract - *Aplysia dactylomela*, an opisthobranch mollusc originally entered the Mediterranean Sea from the Atlantic Ocean, has been previously recorded only in southern and eastern Mediterranean basin (Malta, Sicily, Greece, Cyprus, Turkey, Israel, Croatia and Montenegro). The present record in Finale Ligure (Ligurian Sea) represents the northernmost occurrence ever registered of this invasive sea hare in the Mediterranean Sea.

Key-words: marine molluscs, alien species, *Aplysia dactylomela*, Ligurian Sea, Mediterranean distribution.

Introduction - The opisthobranch mollusc *Aplysia dactylomela* is a circumtropical Atlantic species and the first report of its arrival in the Mediterranean Sea dates back to 2002 and places it in the Strait of Sicily waters (Trainito, 2003). In the following years, *A. dactylomela* was sighted in the Ionian Sea, off the coast of Turkey, Cyprus, Israel, along the East coast of the Adriatic Sea (Kljajić and Mačić, 2012; Valdés *et al.*, 2013), along the coasts of Calabria (Crocetta and Galil, 2012) and in the Egadi Islands (Mannino *et al.*, 2014). The strong marine currents that run along the coasts of North Africa from West to East probably allow the larval dispersion towards the Levantine basin whose waters have average temperatures closer to those of the origin areas of the spotted sea hare. In June 2015, two specimens of *A. dactylomela* were sighted in Finale Ligure (Savona, Italy), at about 1 m deep, on a beach-rock near to the tourist harbour located East of Capo S. Donato. The body, with typical black-dark rings, makes it easily identifiable from native sea slugs, therefore it was the northernmost notice of *A. dactylomela* in the Tyrrhenian Sea or in other areas of the North-western Mediterranean basin.

Materials and methods - The observation was made during a scuba survey along a beach-rock, situated East of Capo San Donato harbour (Finale Ligure, 44°10'40.7" N 22°008'21.5" E). This marine rock formation is characteristic of this part of the Ligurian coast, where the karst phenomena are quite widespread. The length of the beach-rock is 200 m and its width is 50 m from the coastline, reaching the maximum depth of 3 m. The two molluscs, belonging to the species *A. dactylomela*, were photographed and measured, but not collected.

Results - The individuals observed were approximately 20 cm long with the spotted characteristic body and with dark rings of different sizes, irregularly scattered on a pale greenish-brown background and with a net of blackish lines at the outer edge of the parapodia. The pair of mollusc was on the rocky plateau surface, well colonized by photophilic algae represented mainly by Chlorophyceae (especially *Acetabularia acetabulum*, *Ulva* sp. and *Flabellia petiolata*), Rhodophyceae as *Jania rubens* and Phaeophyceae as *Padina pavonica*.

Conclusions - This first record in the North-western Mediterranean basin confirms the *A. dactylomela* diffusion capacity and may suggest the beginning of a new phase of expansion and spread throughout the whole Mediterranean Sea. The sighting of *A. dactylomela* on a bottom well-colonized by Rodophyceae could confirm the hypothesis of Greco (2006) about the prevalence of these algae in the diet of these molluscs. It is also possible that a sequence of mild winters, in a general context of global climate change, has allowed the survival of *veliger* of this mollusc that - led by currents in northern waters - have found suitable conditions for their development and for the colonization of new areas. Future observations should eventually test the reproductive success of the species in the North-western Mediterranean Sea and its place in the local food webs.

References

- CROCETTA F., GALIL B.S. (2012) - The invasive spotted sea hare *Aplysia dactylomela* (Mollusca: Gastropoda: Aplysiidae): new records and spread pattern in the Mediterranean. *Vie et Milieu*, **62**: 43-46.
- GRECO A. (2006) - Segnalazione di *Aplysia dactylomela* Rang, 1828 (Opisthobranchia: Aplysiidae) per il Mar Ionio (Sicilia orientale, Taormina). *Boll. Malacol.*, **42** (9-12): 125-128.
- KLJAJIĆ Z., MAČIĆ V. (2012) - The alien sea hare *Aplysia dactylomela* Rang, 1828 (Opisthobranchia) in the Boka Kotorska Bay (Montenegro, Adriatic Sea). In: Thessalou-Legaki M., Aydoğan Ö., Bekas P., Bilge G., Boyacı Y.Ö., Brunelli E., Circosta V., Crocetta F., Durucan F., Erdem M., Ergolavou A., Filiz H., Fois F., Gouva E., Kapiris K., Katsanevakis S., Kljajić Z., Konstantinidis E., Konstantinou G., Koutsogiannopoulos D., Lamon S., Mačić V., Mazzette R., Meloni D., Mureddu A., Paschos I., Perdikaris C., Piras F., Poursanidis D., Ramos-Esplá A.A., Rosso A., Sordino P., Sperone E., Steriotti A., Taşkın E., Toscano F., Tripepi S., Tsiakkuros L., Zenetos A., New Mediterranean Biodiversity Records (December 2012). *Mediterr. Mar. Sci.*, **13** (2): 319.
- MANNINO A.M., BALISTRERI P., YOKEŞ M.B. (2014) - First record of *Aplysia dactylomela* (Opisthobranchia: Aplysiidae) from the Egadi Islands (Western Sicily). *Mar. Biodiv. Rec.*, **7**, doi: 10.1017/S1755267214000190.
- TRAINITO E. (2003) - *Arlecchini mediterranei. Guida ai molluschi opistobranchi del Mediterraneo*. Ed. Taphros, Olbia (SS): 60 pp.
- VALDÉS Á., ALEXANDER J., CROCETTA F., YOKEŞ M.B., GIACOBBE S., POURSANIDIS D., ZENETOS A., CERVERA J.L., CABALLER M., GALIL B.S., SCHEMBRI P.J. (2013) - The origin and dispersal pathway of the spotted sea hare *Aplysia dactylomela* (Mollusca: Opisthobranchia) in the Mediterranean Sea. *Aquatic Invasions*, **8** (4): 427-436.

G. CHIMIENTI, F. MASTROTOTARO, P. PANETTA

Department of Biology and CoNISMa LRU, University of Bari 'Aldo Moro',
Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.
giovanni.chimienti@uniba.it

SECRETS IN THE SANDS: MICROMOLLUSCS OF ISOLE TREMITI MPA

I SEGRETI DELLE SABBIE: I MICROMOLLUSCHI DELL'AMP ISOLE TREMITI

Abstract - The analysis of the sands sampled in the Isole Tremiti MPA revealed the remarkable presence of micromolluscs shells (22 Gastropoda and 2 Bivalvia), mainly of species living within the *Posidonia oceanica* meadows or as ectoparasites of benthic invertebrates. Nine of the 24 species are not included in the main previous checklists, suggesting a wide lack of knowledge about micromolluscs.

Key-words: marine molluscs, micromolluscs, ectoparasites, Marine Protected Area, Adriatic Sea.

Introduction - A micromollusc is a shelled mollusc which is extremely small, even at full adult size. There is currently no universally acceptable definition for the upper limit of the size range for micromolluscs, but in general they are defined as molluscs no larger than 5 mm (Geiger and Ruthensteiner, 2008). These tiny molluscs or their tiny shells are easy to overlook, as many of them are not very noticeable to the naked eye. Nonetheless, there are large numbers of families and several species, in particular marine gastropods (Sasaki, 2008), which are minute enough to be considered micromolluscs. However, micromolluscs are poorly studied, most probably due to their small dimensions, their still difficult and discussed taxonomy and their unknown lifestyle, as it happens for Pyramidellidae, one of the most frequent micromolluscan family, but still most difficult to identify (Solustri and Micali, 2004). The opportunity to study this component of the benthic biodiversity arrived from the re-exam of some sands sampled few years ago in the Isole Tremiti MPA (Italy, Southern Adriatic), whose community of macromolluscs was described by Panetta *et al.* (2000). The present study reports the micromolluscan fraction of the community sampled, in order to deepen about this component of the malacofauna of Isole Tremiti MPA, where at least the 25% of the Italian molluscs species are present (Mazziotti *et al.*, 2008).

Materials and methods - A total of 42 sampling stations were allocated around the three islands of San Domino, San Nicola and Caprara in July 1997 as part of a malacological study in the Isole Tremiti MPA (Panetta *et al.*, 2000). In particular, 23 samplings were performed by using a Eckman grab (20×20 cm, 3 replicates each; from 5 to 20 m depth) and 19 by using a triangular dredge (30 cm side, 1 replicate each with 15 minutes of dredging at 1 knot of speed; from 20 to 65 m in depth). The sampling stations were distributed uniformly on 8 transects of about 1 km of length each (Tab. 1). The transects were allocated within the MPA according to the surface of each island: 5 transects around San Domino Island, 2 around San Nicola Island and 1 at Caprara Island (Fig. 1). The samples were washed on sieves of 0.45-1 mm of mesh size and the micromolluscs were identified. At least one specimen of each species was photographed using a Canon EOS 600D equipped with a Canon EF 100 mm f/2.8 Macro USM and a macro bellows.

Results - The re-exam of the sediments revealed the presence of well-preserved shells belonging to 24 micromolluscan species: 22 Gastropoda and 2 Bivalvia (Fig. 2).

Tab. 1 - Geographic coordinates of the 8 transects allocated around Tremiti Islands, depth range and number of sampling stations using grab (Gr) and dredge (Dr) for each transect.

Coordinate geografiche degli 8 transetti allocati attorno alle Isole Tremiti, intervallo batimetrico e numero di stazioni di campionamento mediante benna (Gr) e draga (Dr) per ciascun transetto.

Transect ID	Start		End		Depth range (m)	Gr	Dr
	Latitude N	Longitude E	Latitude N	Longitude E			
1	42°06'.22	15°28'.76	42°05'.79	15°28'.35	10-50	2	2
2	42°06'.50	15°29'.48	42°06'.20	15°29'.94	5-60	3	3
3	42°07'.38	15°30'.84	42°07'.03	15°31'.32	5-60	3	2
4	42°07'.68	15°31'.03	42°07'.93	15°31'.43	5-56	3	2
5	42°08'.01	15°30'.65	42°08'.26	15°30'.22	5-57	3	3
6	42°07'.33	15°29'.63	42°07'.69	15°30'.10	5-21	3	3
7	42°07'.50	15°29'.42	42°07'.68	15°28'.72	5-58	3	2
8	42°06'.89	15°28'.86	42°06'.98	15°28'.21	5-65	3	2

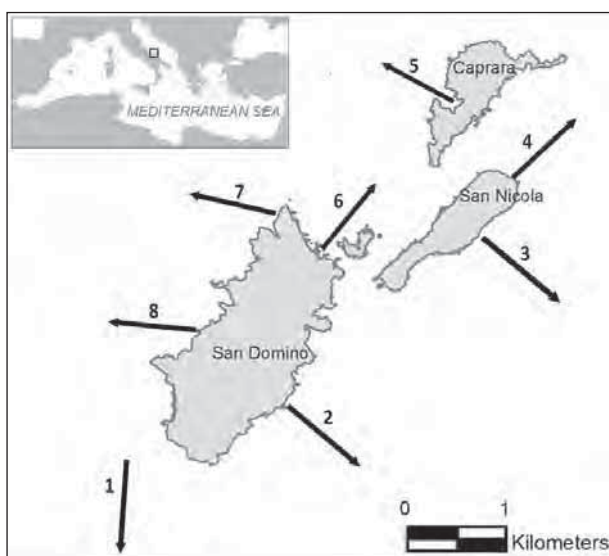


Fig. 1 - Study area (Isole Tremiti MPA) and allocation of the 8 sampling transects.

Area di studio (AMP Isole Tremiti) ed allocazione degli 8 transetti di campionamento.

Only the bivalve *Lasaea rubra* was found living (7 specimens). Most of the species were the typical micromolluscs associated to *Posidonia oceanica* meadows, such as the Rissoidae *Crisilla semistriata*, *Alvania pagodula* and *Alvania hispidula*, the Cingulopsidae *Eatonina ochroleuca*, the Tornidae *Tornus subcarinatus* and the Lasaeidae *L. rubra*, as well as typical ectoparasite species such as the Pyramidellidae *Folinella excavata* and the species of the Genera *Parthenina* and *Turbonilla*, and the Eulimidae *Eulima glabra* and *Crinophtheiros comatulicola* (Giannuzzi-Savelli *et al.*, 2014) (Tab. 2). Pyramidellidae resulted the most represented family, with 13 species. Eight of the species found are not included in the main previous checklists of the area (Mazziotti *et al.*, 2008; Oliverio, 2008; Schiaparelli, 2008).



Fig. 2 - *Acteocina mucronata* (a), *Alvania hispidula* (b), *Alvania pagodula* (c), *Crinophtheiros comatulicola* (d), *Crisilla semistriata* (e), *Eatonina ochroleuca* (f), *Epitonium hispidulum* (g), *Eulima glabra* (h), *Eulimella acicula* (i), *Folinella excavata* (j), *Odostomella doliolum* (k), *Ondina crystallina* (l), *Ondina vitrea* (m), *Parthenina angulosa* (n), *Parthenina emaciata* (o), *Parthenina monozona* (p), *Parthenina terebellum* (q), *Tornus subcarinatus* (r), *Tragula fenestrata* (s), *Turbonilla acuta* (t), *Turbonilla lactea* (u), *Turbonilla pusilla* (v), *Lasaea rubra* (w), *Goodallia pusilla* (x).

Tab. 2 - List of the micromolluscs sampled in the Isole Tremiti MPA, with indication of the species typically associated to *Posidonia oceanica* meadows (P), the ectoparasitic species (e) and the species not included in the previous checklists (*).

Elenco dei micromolluschi rinvenuti presso l'AMP Isole Tremiti, con indicazione delle specie tipicamente associate alle praterie di *Posidonia oceanica* (P), delle specie ectoparassite (e) e delle specie non incluse nelle checklist di riferimento (*).

Gastropoda		<i>Ondina vitrea</i> (Brusina, 1866)	e
<i>Acteocina mucronata</i> (Philippi, 1849)*		<i>Parthenina angulosa</i> (Monterosato, 1889)*	e
<i>Alvania hispidula</i> (Monterosato, 1884)	P	<i>Parthenina emaciata</i> (Brusina, 1866)	e
<i>Alvania pagodula</i> (Bucquoy <i>et al.</i> , 1884)	P	<i>Parthenina monozona</i> (Brusina, 1869)	e
<i>Crinophtheiros comatulicola</i> (Graff, 1875)*	e	<i>Parthenina terebellum</i> (Philippi, 1844)	e
<i>Crisilla semistriata</i> (Montagu, 1808)	P	<i>Tornus subcarinatus</i> (Montagu, 1803)	P
<i>Eatonina ochroleuca</i> (Brusina, 1869)	P	<i>Tragula fenestrata</i> (Jeffreys, 1848)	e
<i>Epitonium hispidulum</i> (Monterosato, 1874)*		<i>Turbonilla acuta</i> (Donovan, 1804)*	e
<i>Eulima glabra</i> (da Costa, 1778)	e	<i>Turbonilla lactea</i> (Linnaeus, 1758) ^o	e
<i>Eulimella acicula</i> (Philippi, 1836)*	e	<i>Turbonilla pusilla</i> (Philippi, 1844)	e
<i>Folinella excavata</i> (Philippi, 1836)	e	Bivalvia	
<i>Odostomella doliolum</i> (Philippi, 1844)	e	<i>Goodallia pusilla</i> (Forbes, 1844)*	
<i>Ondina crystallina</i> Locard, 1892*	e	<i>Lasaea rubra</i> (Montagu, 1803)	P

^osee discussion

Conclusions - The predominant number of Gastropoda species identified reflects the highest species diversity of micromolluscs in this Class respect to Bivalvia, as reported for worldwide micromolluscs (Sasaki, 2008). Moreover, the several species of Pyramidellidae revealed the importance of this Family among the micromolluscan biodiversity of Isole Tremiti MPA. Parasitism is a common life strategy in several species of Gastropoda micromolluscs, as confirmed by the present study in which 15 of the 22 species found (68%) are reported to be ectoparasites of marine invertebrates (Giannuzzi-Savelli *et al.*, 2014). In particular, some of them feed and live on bivalves and echinoderms, as do *Eulimella acicula*, *Tragula fenestrata*, *Turbonilla acuta*, *T. lactea*, *T. pusilla*, *C. comatulicola* (on ophiuroids and crinoids) and *E. glabra* (on ophiuroids), while others, such as *F. excavata* and the *Parthenina* species, are ectoparasite of serpulids (Solustri and Micali, 2004; Giannuzzi-Savelli *et al.*, 2014). Broadly, all the Pyramidellidae species found in the present study are considered ecoparasites (Solustri and Micali, 2004). The presence of new findings, even if only shells, suggested that such species are likely present also with living specimens, as indicated by their well-preserved shells (Fig. 2). This revealed the need of accuracy and deepening in the study of micromolluscs, which could be essential in the modern malacology since our understanding of molluscs has been mainly based on large-sized species. In the case of micromolluscs, a proper sampling for living specimens should be performed considering not only an accurate analysis of the sediments, but also the presence of many species in association to *P. oceanica* or as ectoparasite of marine invertebrates. Taking into account the micromolluscs here reported, the number of mollusc species identified in the study area was increased from 68 (Panetta *et al.*, 2000) to 92, reflecting the importance of micromolluscs within the malacological biodiversity. The importance of the micromolluscan fauna is also rising worldwide in the field of conservation biology, especially with regard to endangered and introduced species, thus the discovery and the description of micromolluscs species represents an unlimited frontier (Sasaki, 2008). Further research must be encouraged in this sense, together with basic taxonomic studies. At this regard, Giannuzzi-Savelli *et al.* (2014) argued that the proposed synonymy between *T. lactea* and *Turbonilla (Melania) campanellae* (Philippi, 1836) would not be appropriate and that the Mediterranean specimens, with slimmer shell and smaller protoconch than the Atlantic ones, would belong to a separate species, called *T. campanellae*.

References

- GEIGER D.L., RUTHENSTEINER B. (2008) - Micromolluscs: methodological challenges. Exciting results. *Zoosymposia*, 1: 308 pp.
- GIANNUZZI-SAVELLI R., PUSATERI F., MICALI P., NOFRONI I., BARTOLINI S. (2014) - *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo*. Vol. 5. Edizioni Danaus, Palermo: 202 pp.
- MAZZIOTTI C., AGAMENNONE F., TISSELLI M. (2008) - Checklist della malacofauna delle Isole Tremiti (Medio Adriatico). *Boll. Malacol.*, 44 (5-8): 71-86.
- OLIVERIO M. (2008) - Gastropoda Prosobranchia. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte I. *Biol. Mar. Mediterr.*, 15 (Suppl. 1): 235-278.
- PANETTA P., MASTROTOTARO F., MAIORANO P. (2000) - La malacofauna della riserva marina delle Isole Tremiti. *Biol. Mar. Mediterr.*, 7 (1): 707-712.
- SASAKI T. (2008) - Micromolluscs in Japan: taxonomic composition, habitats, and future topics. *Zoosymposia*, 1: 147-232.
- SCHIAPARELLI S. (2008) - Bivalvia. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte I. *Biol. Mar. Mediterr.*, 15 (Suppl. 1): 296-314.
- SOLUSTRI C., MICALI P. (2004) - Pyramidellidae (Gastropoda: Heterobranchia) di un'area costiera del medio Adriatico ed ipotesi di associazione con i possibili ospiti. *Boll. Malacol.*, 40 (5-8): 60-69.

G. COSTA¹, S. PINNA¹, C. BONAVIRI³, A. PADIGLIA^{1,2}, M. BERTOLINO²,
R. PRONZATO², R. MANCONI¹

¹Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio (DipNeT), Università di Sassari,
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.

gabrielecosta@me.com

²Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita, Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

³Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM), Università di Palermo,
Via Archirafi, 22 - 90123 Palermo, Italia.

LA SPONGOFAUNA (PORIFERA) DEL *BARREN* DELLA COSTA DALMATATA MERIDIONALE (MAR ADRIATICO)

THE BARREN SPONGE FAUNA (PORIFERA) IN THE SOUTHERN DALMATIAN COASTS (ADRIATIC SEA)

Abstract - This paper focuses on a faunistic study on sponges from two *barrens* in Croatia and Montenegro. Results are a contribution to the assessment of Mediterranean biodiversity.

Key-words: biodiversity, macrobenthos, sponges, Mediterranean Sea.

Introduzione - La formazione dei *barren* o ‘deserti sottomarini’ (*Isoyake sensu* Okamura e Tago, 1915) è diffusa su scala globale dai mari temperati (Guidetti e Dulčić, 2007) a quelli tropicali (McClanahan, 2000). Nei sistemi fotofili di clima temperato, i.e. Biocenosi delle Alghe Infralitorali (Relini e Giaccone, 2009), l’aumento del pascolo dei ricci a bassa profondità può favorire la formazione del *barren* (ECA - *Encrusting Coralline Algae Assemblages/facies* ad alghe coralline/*barren*) da uno stato complesso (EMA - *Erected Macroalgae Assemblages/facies* ad alghe erette) (Gagnon *et al.*, 2004). Il *barren* persiste nel tempo anche in seguito alla successiva diminuzione dei valori di densità dei ricci (Privitera *et al.*, 2008). I fattori, biotici e abiotici, e i processi ecologici responsabili della formazione e persistenza del *barren* sono poco chiari (Bonaviri *et al.*, 2009). Uno degli scopi del progetto FIRB-MIUR “Relazioni nascoste tra biodiversità e funzionamento dei sistemi rocciosi mediterranei (HI-BEF)” è la valutazione della biodiversità nei due stati EMA vs ECA in 6 siti del Mediterraneo. Questo lavoro preliminare riguarda la ricchezza tassonomica dei Poriferi del *barren* (ECA) in due siti modello dell’Adriatico.

Materiali e metodi - L’area di studio è localizzata nel settore orientale del Mare Adriatico meridionale, nelle baie di Molunat in Croazia (42°27’N, 18°26’E) e di Tivat in Montenegro (42°26’N, 18°42’E). I campioni del benthos sessile e vagile sono stati prelevati nel *barren* in 2 siti *random* per ciascuna località in giugno-luglio 2014, a 4-7 m di profondità. Il campionamento SCUBA ha previsto 3 repliche del grattaggio in quadrati 20×20 cm (Bianchi *et al.*, 2003) associato all’impiego preliminare della sorbona (Giangrande *et al.*, 1986). I campioni sono stati fissati in formalina, smistati allo stereomicroscopio, registrati in una collezione di riferimento (DIPNET-UniSS), e quindi identificati a livello di specie in base a macro- e microtratti diagnostici dello scheletro siliceo/proteico secondo metodi standard in microscopia ottica. Lo *status* tassonomico delle specie è stato validato secondo la Fauna d’Italia (Pansini *et al.*, 2011) e il *World Porifera Database* (van Soest *et al.*, 2016). Per il confronto fra repliche e siti è stata applicata la *cluster analysis* con PAST - *PAleontological Statistics* (Hammer *et al.*, 2001).

Risultati - Lo studio ha rivelato la presenza di una fauna a Poriferi scarsamente diversificata nei due *barren*. La classe Homoscleromorpha è rappresentata da una sola specie. Le Demospongiae, con 12 specie appartenenti a 8 generi, 7 famiglie e 6 ordini, sono dominanti e rappresentate nei campioni da specie perforanti e.g. *Cliona viridis* (Schmidt, 1862), massive e.g. *Sarcotragus spinosulus* (Schmidt, 1862), tipiche di ambienti confinati e.g. *Hymeniacion perlevis* (Montagu, 1814) e endemiche del Mediterraneo i.e. *Ircinia oros* (Schmidt, 1864) e *Ircinia retidermata* Pulitzer-Finali & Pronzato, 1980. Il *barren* di Montenegro ospita 9 specie vs 7 specie in Croazia di cui 2, *C. viridis* e *S. spinosulus*, sono condivise. La specie più frequente in entrambi i siti è *C. viridis*.

Conclusioni - L'abbondanza di *C. viridis* sembra essere correlata positivamente con la mancanza di alghe erette (*barren*) in accordo con Cebrian e Uriz (2006). I dati evidenziano che i poriferi sono fra i pochi invertebrati bentonici sessili adattati a sopravvivere in questo 'deserto sottomarino'.

Bibliografia

- BIANCHI C.N., PRONZATO R., CATTANEO-VIETTI R., BENEDETTI CECCHI L., MORRI C., PANSINI M., CHEMELLO R., MILAZZO M., FRASCHETTI S., TERLIZZI A., PEIRANO A., SALVATI E., BENZONI F., CALCINAI B., CERRANO C., BAVESTRELLO G. (2003) - I fondi duri. In: Gambi M.C., Dappiano M. (eds), Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Mediterr.*, **10** (Suppl.): 199-232.
- BONAVIRI C., VEGA FERNÁNDEZ T., BADALAMENTI F., GIANGUZZA P., DI LORENZO M., RIGGIO S. (2009) - Fish versus starfish predation in controlling sea urchin populations in Mediterranean rocky shores. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **382**: 129-138.
- CEBRIAN E., URIZ M.J. (2006) - Grazing on fleshy seaweeds by sea urchins facilitates sponge *Cliona viridis* growth. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **323**: 83-89.
- GAGNON P., HIMMELMAN J.H., JOHNSON L.E. (2004) - Temporal variation in community interfaces: kelp-bed boundary dynamics adjacent to persistent urchin barrens. *Mar. Biol.*, **144**: 1191-1203.
- GIANGRANDE A., MANCONI R., PRONZATO R. (1986) - A selective sampling method for the hard bottom vagile fauna. *Rapp. Com. Int. Mer. Medit.*, **30** (2): 265.
- GUIDETTI P., DULČIĆ J. (2007) - Relationship among predatory fish, sea urchins and barrens in Mediterranean rocky reefs across a latitudinal gradient. *Mar. Environ. Res.*, **63**: 168-184.
- HAMMER Ø., HARPER D.A.T., RYAN P.D. (2001) - PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaentol. Electron.*, **4** (1): 1-9.
- McCLANAHAN T.R. (2000) - Coral reef use and conservation. In: McClanahan T.R., Sheppard C.R.C., Obura D.O. (eds), *Coral reef of the Indian Ocean: their ecology and conservation*. Oxford Univ. Press, NY: 39-80.
- OKAMURA K., TAGO K. (1915) - Aomori-ken Shimokita-gun isoyake chosa. (Investigations on "Isoyake" in Shimokita, Aomori Prefecture). Aomori Prefectural Office: 1-16 (In Japanese).
- PANSINI M., MANCONI R., PRONZATO R. (2011) - *Porifera I. Calcarea, Demospongiae (partim), Hexactinellida, Homoscleromorpha*. Fauna d'Italia, Vol. 46. Ed. Calderini. Il Sole 24 ore: 554 pp.
- PRIVITERA D., CHIANTORE M., MANGIALAJO L., GLAVIC N., KOZUL W., CATTANEO-VIETTI R. (2008) - Inter- and intra-specific competition between *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in resource-limited barren areas. *J. Sea Res.*, **60**: 184-192.
- RELINI G., GIACCONE G. (2009) - Gli habitat prioritari del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione. *Biol. Mar. Mediterr.*, **16** (Suppl. 1): 367 pp.
- VAN SOEST R.W.M., BOURY-ESNAULT N., HOOPER J.N.A., RÜTZLER K., DE VOOGD N.J., ALVAREZ DE GLASBY B., HAJDU E., PISERA A.B., MANCONI R., SCHOENBERG C., KLAUTAU M., PICTON B., KELLY M., VACELET J., DOHRMANN M., DÍAZ M.-C., CÁRDENAS P., CARBALLO J.L. (2016) - World Porifera database. Accessed at <http://www.marinespecies.org/porifera>.

J. FERRARIO, A. ULMAN, A. MARCHINI, F. SARACINO*, A. OCCHIPINTI AMBROGI

Department of Earth and Environmental Sciences, University of Pavia,
Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.
jasmine.ferrario@unipv.it

*Blu-Sub Team Sommozzatori, Porto Turistico di Roma,
Lungomare Duca degli Abruzzi, 84 - 00121 Lido di Ostia (RM), Italia.

NON-INDIGENOUS FOULING SPECIES IN THE MARINA OF ROME

SPECIE NON INDIGENE INCROSTANTI PRESSO IL PORTO TURISTICO DI ROMA

Abstract - Nine non-indigenous species and seven cryptogenic species were recorded in the marina of Rome in 2015 in the framework of a Mediterranean-wide survey of non-indigenous species in marinas. The non-indigenous bryozoan *Amathia verticillata* was by far the most abundant fouling species in the marina, also occurring on many boats.

Key-words: macrobenthos, artificial substrata, boating, introduced species.

Introduction - Globally, shipping is the most important vector of introduction of marine non-indigenous species (NIS); both the larger commercial vessels and the smaller recreational boats act in the process of NIS introduction, via ballast water and hull fouling (Hulme, 2009; Clarke-Murray *et al.*, 2011). In the Mediterranean Sea, shipping and boating occur within a complex network of port structures (Kölzsch and Blasius, 2011), thus facilitating the spread of propagules. Moreover, the abundance of artificial hard structures in ports provides suitable habitat for NIS, accelerating their spreading process (López-Legentil *et al.*, 2015). The present study is part of a wider project aimed at investigating NIS in Mediterranean marinas. Here we report data from the marina of Rome, located South-East of the Tevere river mouth, in the town of Ostia. This marina was built in 2001 close to the ancient Roman port and hosts 840 berths allocated along 16 piers.

Materials and methods - The survey was carried out on July 13th 2015. The methodology used was a rapid assessment protocol (Marchini *et al.*, 2015) undertaken within a six hour period. Fouling biota were collected from submerged ropes and from several piers by scraping the artificial substrate using a handheld rigid net. Some large-sized organisms were identified *in-situ*, the others were collected for taxonomic identification in the laboratory.

Results - Nine NIS and seven cryptogenic species were identified from the marina of Rome (Tab. 1). The cryptogenic species recorded are common fouling organisms in port environments in the Mediterranean Sea. Among the identified NIS, a few are ancient invaders with a widespread distribution in the Mediterranean Sea (*Amathia verticillata*, *Amphibalanus improvisus*, *Hydroides elegans*, *Hydroides dirampha*, *Styela plicata*), while others have a more recent introduction history, and are new for the Latium coast (*Caprella scaura*, *Celleporaria brunnea* and *Paranthura japonica*). Of special concern was the outbreak in the marina of the bryozoan *A. verticillata*, found attached to every type of submerged artificial substrate: pontoons, boats propellers and hulls, tubes, ropes, buoys, etc. The anomalous high temperature of the water (28-30 °C) in the marina of Rome in summer 2015 probably contributed to this alarming outbreak: according to local boaters, with these favourable temperatures *A. verticillata* colonies were able to settle and grow within just one week.

This abundant fouling species exacerbates problem for boaters and for the marina structures, thus requiring more intensive cleaning efforts.

Tab. 1 - List of non-indigenous (NIS) and cryptogenic (CRY) species identified.

Lista delle specie non indigene (NIS) e criptogeniche (CRY) identificate.

Taxa	Species	Status
Annelida	<i>Hydroides elegans</i> (Haswell, 1883)	NIS
	<i>Hydroides dirampha</i> Mörch, 1863	NIS
Mollusca	<i>Anadara transversa</i> (Say, 1822)	NIS
Crustacea	<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)	CRY
	<i>Amphibalanus improvisus</i> (Darwin, 1854)	NIS
	<i>Apocorophium acutum</i> (Chevreux, 1908)	CRY
	<i>Caprella scaura</i> Templeton, 1836	NIS
	<i>Elasmopus rapax</i> Costa, 1853	CRY
	<i>Monocorophium acherusicum</i> (Costa, 1853)	CRY
Bryozoa	<i>Paranthura japonica</i> Richardson, 1909	NIS
Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i> (delle Chiaje, 1822)	NIS
	<i>Bugula neritina</i> (Linnaeus, 1758)	CRY
	<i>Celleporaria brunnea</i> (Hincks, 1884)	NIS
Bryozoa	<i>Watersipora subtorquata</i> (d'Orbigny, 1852)	CRY
Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)	CRY
	<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	NIS

Conclusions - Due to a lack of historical NIS data in the port of Rome, we cannot pinpoint the timing of introductions for the NIS presented in Tab. 1. Interviews with boat owners and technical staff from the marina reported that *A. verticillata*, the most clearly identifiable species, has been present for the last decade, but never with such high abundances. The enclosed design of the marina and the location next to the Tevere river mouth have probably favoured the massive growth of *A. verticillata*, as well as the rich fauna associated with it: for example, the non-indigenous *C. scaura* and *P. japonica* find a suitable habitat in the branches of the invasive bryozoan (Marchini *et al.*, 2015).

References

- CLARKE MURRAY C., PAKHOMOV E.A., THERRIAULT T.W. (2011) - Recreational boating: a large unregulated vector transporting marine invasive species. *Diversity Distrib.*, **17** (6): 1161-1172.
- HULME P.E. (2009) - Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *J. Appl. Ecol.*, **46** (1): 10-18.
- KÖLZSCH A., BLASIUS B. (2011) - Indications of marine bioinvasion from network theory. *Eur. Phys. J. B*, **85** (4): 601-612.
- LÓPEZ-LEGENTIL S., LEGENTIL M.L., ERWIN P.M., TURON X. (2015) - Harbor networks as introduction gateways: contrasting distribution patterns of native and introduced ascidians. *Biol. Invasions*, **17** (6): 1623-1638.
- MARCHINI A., FERRARIO J., MINCHIN D. (2015) - Marinas may act as hubs for the spread of the pseudo-indigenous bryozoan *Amathia verticillata* (Delle Chiaje, 1822) and its associates. *Sci. Mar.*, **79** (3): 355-365.

I. GUALA, L. MAGNANI¹, S. FARINA, L. PIAZZI², S. OLIVA²,
R. PIRES DA SILVA, G. CECCHERELLI²

International Marine Centre (IMC), Loc. Sa Mardini, Torregrande, Oristano, Italy.
i.guala@fondazioneimc.it

¹Porto San Paolo Diving Center, Viale P. Nenni, 14a - P. San Paolo (OT), Italy.

²Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio, Università di Sassari,
Via Piandanna, 4 - Sassari, Italy.

OUT OF THE FRYING PAN INTO THE FIRE: IS PROTECTION HARMFUL TO SEA URCHINS HIDDEN IN SEAGRASS MEADOWS?

DALLA PADELLA ALLA BRACE: LA PROTEZIONE È DANNOSA PER I RICCI CHE SI NASCONDONO NELLE PRATERIE?

Abstract - Survival of *Paracentrotus lividus* subjected to predation was evaluated in two different habitats and two zones with different levels of protection in the Marine Protected Area Tavolara Punta Coda Cavallo (Sardinia). Predation was higher in zones with stronger protection (B zone). However, this result was not due to predation by fish, that looks steady in the two conditions of protection, but rather to the stronger impact of bottom predators (namely gastropods), particularly in *Posidonia oceanica* beds, where sea urchins are able to evade visual attacks, not chemotactic predation.

Key-words: marine parks, *Paracentrotus lividus*, predation, benthic environment, sea grass.

Introduction - The sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) is very common in shallow subtidal of the Mediterranean Sea, where it usually hides in rocky crevices or among the seagrass rhizomes to escape predation. Although sparids (i.e., *Diplodus* spp.) are considered the most effective fish predators of sea urchins (Guidetti, 2006), bottom predators (e.g., gastropods and sea stars) have been also reported (Sala and Zabala, 1996; Gianguzza *et al.*, 2016). This study aims to evaluate if the magnitude of the two types of predation (fish vs bottom predators) changes in relation to the level of protection and habitat.

Materials and methods - The study was carried out at two levels of protection (B and C zones) at the Tavolara Punta Coda Cavallo Marine Protected Area (40°53' N, 09°41' E, NE Sardinia). At each protection level, two habitats (beds of *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813 and rocky bottoms) were considered and for each protection x habitat combination, two sites were selected. At each site 10 tethered sea urchins (with a fishing line to a brick) were positioned. Sea urchins were checked every two days and survival rate was estimated as the number of individual survived after 15 days from the beginning of the experiment. The type of attack was also identified according to Sala and Zabala (1996): missing or broken sea urchins were attributed to predation by fish, drilled skeletons indicated bottom predator attacks. A 3-way ANOVA was used to test differences in the number of attacks between protection (2 levels), habitat (2 levels) and predators (2 levels) as orthogonal and fixed factors. SNK tests were used for *a posteriori* comparisons of the means.

Results - Sea urchin survival was higher in the C zone (80%), regardless the habitat. Conversely, in the B zone, higher values were found on rock (60%) compared to those inside the *P. oceanica* beds (20%, Fig. 1a). Fish predation was similar in the two protection levels (B and C zones) and in the two habitats, while the bottom predators were significantly more effective within the *P. oceanica* beds in the B zone (Fig. 1b).

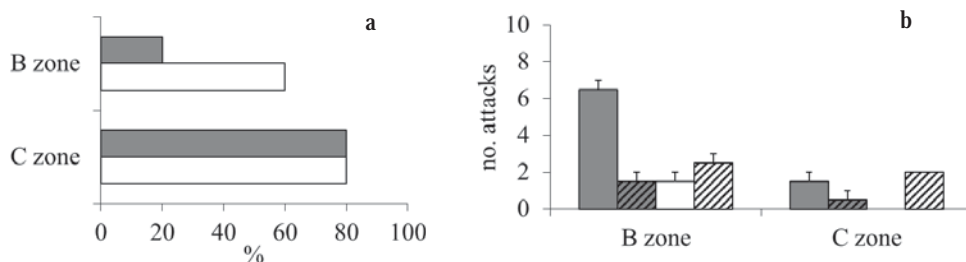


Fig. 1 - a) Sea urchin survival rate and b) number of attacks (mean value \pm se) by bottom predators (solid bars) and fishes (striped bars) in the two habitats and in the two levels of protection (B and C zones). Dark bars=*P. oceanica*, light bars=rock. *= $P < 0.05$.

a) Tassi di sopravvivenza dei ricci e b) numero di attacchi (media \pm se) da parte di predatori di fondo (barre piene) e pesci (barre a strisce) nei due habitat e nelle due zone con differente livello di tutela (zone B e C). Barre scure=*P. oceanica*, barre chiare=roccia. *= $P < 0,05$.

Conclusions - Predation on sea urchins seems to be affected by both the level of protection and the type of habitat. The assessment of the type of attack revealed that the highest mortality recorded in the B zone was not due to fish predation. Attacks by fish were consistent between the two levels of protection, in agreement with data reporting similar density and size of *Diplodus* fish between B and C zones of the protected area (Di Franco *et al.*, 2009). On the contrary, our results highlighted the effectiveness of bottom predators, namely gastropods belonging to genera *Hexaplex* and *Semicassis*, particularly in *P. oceanica* beds. In the seagrass, due to the hiding provided by the canopy (Pinna *et al.*, 2013), sea urchins may be able to evade visual attacks (Pagès *et al.*, 2012), while they might not be able to escape bottom predators which use a chemotactic strategy. Future research should be addressed to understand whether, likewise to asteroids (Gianguzza *et al.*, 2016), gastropods can be effective in regulating sea urchin populations, and to shed light on the effects of protection measures on indirect interactions among species and complex habitats such as *P. oceanica* beds.

Acknowledgements: The Authors thanks the director of the Tavolara Punta Coda Cavallo MPA who has authorized this research.

References

- DI FRANCO A., BUSSOTTI S., NAVONE A., PANZALIS P., GUIDETTI P (2009) - Evaluating effects of total and partial restrictions to fishing on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **387**: 275-285.
- GIANGUZZA P., DI TRAPANI F., BONAVIRI C., AGNETTA D., VIZZINI S., BADALAMENTI F. (2016) - Size-dependent predation of the mesopredator *Marthasterias glacialis* (L.) (Asteroidea). *Mar. Biol.*, **163** (3): doi: 10.1007/s00227-016-2835-9.
- GUIDETTI P. (2006) - Marine reserves reestablish lost predatory interactions and cause community changes in rocky reefs. *Ecol. Appl.*, **16**: 963-976.
- PAGÈS J.F., FARINA S., GERA A., ARTHUR R., ROMERO J., ALCOVERRO T. (2012) - Indirect interactions in seagrasses: fish herbivores increase predation risk to sea urchins by modifying plant traits. *Funct. Ecol.*, **26**: 1015-1023.
- PINNA S., SECHI N., CECCHERELLI G. (2013) - Canopy structure at the edge of seagrass affects sea urchin distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **485**: 47-55.
- SALA E., ZABALA M. (1996) - Fish predation and the structure of the sea urchin *Paracentrotus lividus* populations in the NW Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **140**: 71-81.

Part of this study was financed by a Regione Autonoma della Sardegna (L/7 CRP49692) grant.

A. MARCHINI, M.L. BEFFA, J. FERRARIO, A. OCCHIPINTI AMBROGI

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

RITROVAMENTI DEL RARO ISOPODE
EISOETHISTOS MACRURUS WÄGELE, 1979
IN SARDEGNA E LIGURIA
E CONSIDERAZIONI SULLA SUA DISTRIBUZIONE MEDITERRANEA

RECORDS OF THE RARE ISOPOD
EISOETHISTOS MACRURUS WÄGELE, 1979
IN SARDINIA AND LIGURIA
AND CONSIDERATIONS ON ITS MEDITERRANEAN DISTRIBUTION

Abstract - The anthuroid isopod *Eisothistos macrurus* is here reported from the marinas of Santa Margherita Ligure (Liguria) and Porto Rotondo (Sardinia). Previously, this species was only known from the Gulf of Naples (type locality), and from the coasts of Israel and Gibraltar. Since *E. macrurus* displays very scarce capability of autonomous spread, its current wide and disjunct distribution could result from human transport. Since all its Mediterranean records occur from port areas, it is plausible that this species has been transported as fouling on ship hulls.

Key-words: zoobenthos, marine crustaceans, marinas, fouling.

Introduzione - Il genere *Eisothistos* (Isopoda: Anthuroidea) include attualmente una trentina di specie, di cui solo due note per il Mediterraneo: *E. macrurus* ed *E. pumilus*, entrambe descritte da Wägele nel 1979 dal Golfo di Napoli (Wägele, 1979). Gli isopodi *Eisothistos* sono predatori di policheti serpulidi, dei quali occupano il tubo calcareo grazie alla capacità di allungare il corpo per adattarlo al tubo della preda (Knight-Jones e Knight-Jones, 2002). Nel presente lavoro si riportano nuove segnalazioni di questo genere in Mediterraneo, unitamente ad alcune considerazioni relative alla probabilità che l'intervento umano abbia influito sulla sua attuale distribuzione geografica.

Materiali e metodi - Nell'ambito di una campagna di campionamenti in porti e marine della costa italiana occidentale, campioni di macrobenthos sono stati prelevati da pontili delle marine di Santa Margherita Ligure (GE) e Porto Rotondo (OT), rispettivamente nel luglio 2013 e giugno 2014. L'identificazione della componente faunistica ha rivelato la presenza di sporadici esemplari di isopodi del genere *Eisothistos*, che sono stati sottoposti a dissezione e analisi morfologica per l'identificazione a livello di specie.

Risultati - Il confronto del materiale raccolto con le descrizioni originali delle varie specie afferenti a questo genere ha permesso di attribuire i nostri esemplari a una specie già descritta nel Mediterraneo: *E. macrurus* (località tipo: Golfo di Napoli). I caratteri morfologici che hanno condotto a questa attribuzione sono stati: la presenza sul telson di una cresta longitudinale di spine e la serie di 4-6 denti compresi tra le due sete disposte lungo il margine distale del telson (Fig. 1). Nei nostri campioni sono stati rinvenuti in tutto 16 esemplari della specie: 1 adulto immaturo a Santa Margherita Ligure, e 15 individui a Porto Rotondo (9 femmine mature, 3 adulti immaturi e 3 giovanili).

Conclusioni - È noto come la distribuzione attuale delle specie marine sia stata influenzata da secoli di navigazione internazionale. L'isopode *E. macrurus* presenta

alcune caratteristiche che suggeriscono una sua possibile relazione con la navigazione. Le ridotte capacità di movimento autonomo della specie (l'adulto conduce una vita semi-sessile e manca uno stadio larvale pelagico) giustificherebbero, infatti, una sua distribuzione localizzata. Al contrario, la specie mostra in Mediterraneo una distribuzione ampia e disgiunta (Israele, Italia, Gibilterra: Wägele, 1979, 1981; Knight-Jones e Knight-Jones, 2002). Nonostante le ridotte dimensioni, *E. macrurus* ha una morfologia decisamente peculiare ed è improbabile sia sfuggito all'occhio dei tanti tassonomi che hanno nel tempo investigato la fauna bentonica mediterranea. D'altra parte, l'associazione con serpulidi, noti organismi incrostanti gli scafi delle navi e quindi soggetti al trasporto involontario da parte dell'uomo (Visscher, 1928), rende plausibile l'ipotesi che *E. macrurus* possa essere stato diffuso in Mediterraneo dalla navigazione. A sostegno di ciò è il fatto che tutti i ritrovamenti della specie in Mediterraneo sono avvenuti nei pressi di località che per secoli sono state sedi di intenso traffico portuale: Napoli, Gibilterra e Akhziv (Israele). Inoltre, anche i due più recenti record (Santa Margherita Ligure e Porto Rotondo) provengono da pontili di marine turistiche frequentate da yacht e altre imbarcazioni da diporto.

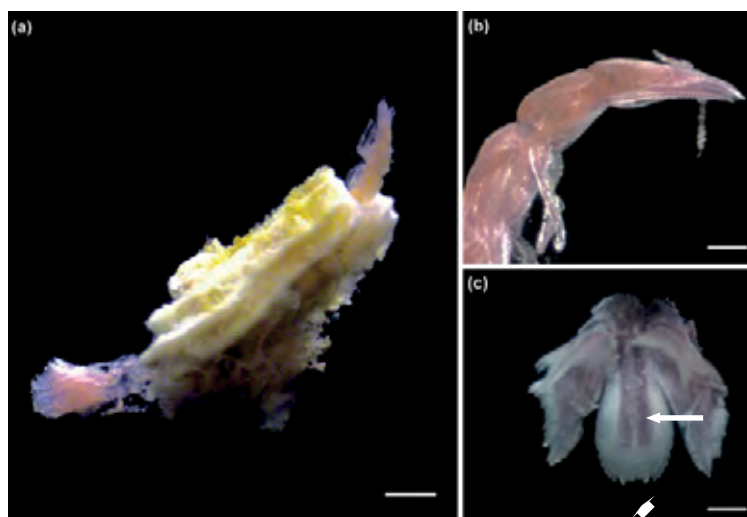


Fig. 1 - *Eisothisos macrurus* (Isopoda: Anthuroidea): femmina matura in tubo di serpulide (a); adulto immaturo, particolare della parte cefalica (b) e caudale (c). Le barre corrispondono a 500 μ m (a) e 200 μ m (b, c). Le frecce in (c) indicano la cresta dorsale e i dentelli distali del telson.

Eisothisos macrurus (Isopoda: Anthuroidea): mature female in serpulid tube (a); immature adult, details of the cephalic (b) and caudal (c) part. Size bars correspond to 500 μ m (a) and 200 μ m (b, c). Arrows in (c) indicate the dorsal keel and the distal teeth of the telson.

Bibliografia

- KNIGHT-JONES E.W., KNIGHT-JONES P. (2002) - Four new species of *Eisothisos* (Anthuroidea: Isopoda) from tubes of Spirorbidae (Serpuloidea: Polychaeta). *J. Nat. Hist.*, **36**: 1397-1419.
- VISSCHER J.P. (1928) - Nature and extent of fouling of ships' bottoms. From Bulletin of the Bureau of Fisheries, 43. Part II. US Government Printing Office, Washington: 123-252.
- WÄGELE J.W. (1979) - Morphologische Studien an *Eisothisos* mit Beschreibung von drei neuen Arten (Crustacea, Isopoda, Anthuridae). *Mitt. Zool. Mus. Univ. Kiel*, **1** (2): 1-27.
- WÄGELE J.W. (1981) - Study of the Hyssuridae (Crustacea: Isopoda: Anthuridae) from the Mediterranean and the Red Sea. *Isr. J. Zool.*, **30**: 47-87.

A. MOLINARI, P. BERNAT

RSTA srl, Via Granello, 3/18 - 16121 Genova, Italia.
presidenza@rsta.info

PRELIMINARY INVESTIGATION
ON THE *PINNA NOBILIS* L., 1758 POPULATIONS
IN 5 LIGURIAN COASTAL AREAS

*INDAGINE PRELIMINARE
SUI POPOLAMENTI DI PINNA NOBILIS L., 1758
IN 5 AREE COSTIERE LIGURI*

Abstract - The knowledge of the ecology and population dynamics of the fan shell *Pinna nobilis* in the Ligurian Sea is still fragmentary. An initial monitoring of *P. nobilis* was conducted - during the year 2015 - in 5 marine sites located throughout the Ligurian coast to provide preliminary informations on distribution and abundance of this endemic and endangered giant mollusc.

Key-words: marine molluscs, endangered species, population density, *Pinna nobilis*, Ligurian Sea.

Introduction - *Pinna nobilis* L., 1758 is a lamellibranch mollusc endemic of the Mediterranean Sea, where it is registered since the end of the Miocene Period. The recreative collecting of shells, the damages caused by anchoring and fishing activities, but above all the decline of the posidonia meadows - the preferred habitat of the species - have contributed to the decrease in the populations of *P. nobilis* (Centoducati *et al.*, 2007). For this reason the species is listed in the Annex IV of the UE Habitat Directive, No. 43/92. Therefore, even if about twenty years ago some protection measure was adopted, is still uncertain the conservation status of *P. nobilis* in the whole Mediterranean basin (Addis *et al.*, 2009). In spite of the scientific community interest for the conservation of this species, ecology and population's dynamics knowledge is still scarce. The monitoring of *P. nobilis* in the Ligurian Sea was carried on to obtain preliminary information on the distribution and abundance of this lamellibranch mollusc in five Ligurian costal areas.

Materials and methods - Data were collected through *in situ* observation by scuba techniques in five locations, characterised mainly by *Posidonia oceanica* meadow and with depth of 7 m (Bergeggi), 15 m (Levanto, Genoa Boccadasse, Albisola Superiore) and 25 m (Santo Stefano). Survey has been carried on by:

- tagging the fan shells, a not destructive method and thus excellent tool for the habitats and protected species analysis (Katsanevakis, 2007);
- applying the circular sampling techniques (Garcia-March and Vicente, 2006) within a radius of 10 m, with exception of Santo Stefano (11.5 m) and Genoa B. (16.9 m).

For any fan shell were taken into account the height of the shell out of the sediment (H), the minimum width at the base of the sediment (Lmin) and the maximum width as the greatest dorso-ventral width (Lmax). A tape with the precision of 0.1 cm has been employed to take the measures. The total length of the valves (Htot) was calculated using the equation given by Tempesta *et al.* (2013). Furthermore, a label with a progressive numbering has been fixed to the base of the shell, bound with one or more plastic clamps.

Results - The study enabled the census of 34 specimens of *P. nobilis* and more precisely: nine in Levanto (0.03 n/m²), three in Bergeggi (0.01 n/m²), eight in Santo

Stefano (0.02 n/m²), eight in Genoa B. (0.01 n/m²) and six in Albisola S. (0.02 n/m²). The size (H_{tot}) ranging from a minimum of 28.90 cm to a maximum of 70.93 cm; the average size of the 50% of the sample had sizes ranging between 40.0 and 50.0 cm. The smaller specimens (H_{tot}<40 cm) were detected in Genoa B. (4) and Levanto (3), while the larger (H_{tot}>70 cm) were detected in Santo Stefano (1) and in Albisola S. (1). The molluscs having the lowest average sizes were found in the eastern stations (41.48±10.63 cm Genoa B. and 44.35±6.19 cm Levanto), followed by those of Bergeggi (47.94±3.81 cm) and Santo Stefano (48.47±11.27), while the highest average size was recorded in Albisola S. (52.81±9.18).

Conclusions - The collected data, although scarce, show that in the examined sample the larger specimens have been found in western Liguria (Albisola, Bergeggi and S. Stefano) despite different depths and hydrodynamic conditions. The density values of *P. nobilis* recorded in the investigated sites are quite low when compared with other areas in the Adriatic Sea (Tempesta *et al.*, 2013) and along the Sardinia coasts (Porcheddu *et al.*, 1997); but these results are in line with the data referring to the Malta Island (Garcia-March and Vicente, 2006) and referring to the French (Moreteau and Vicente, 1980) and Spanish (Hendriks *et al.*, 2012) marine protected areas.

References

- ADDIS P., SECCI M., BRUNDU G., MANUNZA A., CORRIAS S., CAU A. (2009) - Density, size structure, shell orientation and epibiontic colonization of the fan mussel *Pinna nobilis* L. 1758 (Mollusca: Bivalvia) in three contrasting habitats in an estuarine area of Sardinia (W Mediterranean). *Sci. Mar.*, **73** (1): 143-152.
- CENTODUCATI G., TARSITANO E., BOTTALICO A., MARVULLI M., LAI O.R., CRESCENZO G. (2007) - Monitoring of the endangered *Pinna nobilis* Linné, 1758 in the Mar Grande of Taranto (Ionian Sea, Italy). *Environ. Monit. Assess.*, **131** (1-3): 339-347.
- GARCÍA-MARCH J.R., VICENTE N. (2006) - Protocol to study and monitor *Pinna nobilis* populations within marine protected areas. Malta Environment and Planning Authority, MedPAN Project: 78 pp.
- HENDRIKS I.E., BASSO L., DEUDERO S., CABANELLAS-REBOREDO M., ÁLVAREZ E. (2012) - Relative growth rates of the noble pen shell *Pinna nobilis* throughout ontogeny around the Balearic Islands (Western Mediterranean, Spain). *J. Shellfish Res.*, **31** (3): 749-756.
- KATSANEVAKIS S. (2007) - Density surface modelling with line transect sampling as a tool for abundance estimation of marine benthic species: the *Pinna nobilis* example in a marine lake. *Mar. Biol.*, **152**: 77-85.
- MORETEAU J.C., VICENTE N. (1980) - Étude morphologique et croissance de *Pinna nobilis* (mollusque eulamellibranche) dans le Parc National sous-marin de Port-Cros (Var, France). *Vie Marine*, **2**: 52-58.
- PORCHEDDU A.S., CASTELLI A., ROMOR R. (1997) - Considerazioni su un popolamento di *Pinna nobilis* L., nel Golfo degli Aranci (Sardegna nord-orientale): prospettive di salvaguardia. *Boll. Malac.*, **33** (1-4): 21-24.
- TEMPESTA M., DEL PIERO D., CIRIACO S. (2013) - Definition of a new formula for the calculation of the total height of the fan shell *Pinna nobilis* in the Miramare Marine Protected Area (Trieste, Italy). *Annales Ser. Hist. Nat.*, **23**: 17-24.

R. MUSSAT SARTOR, M. BATTUELLO, N. NURRA, S. SQUADRONE*

Dip. di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.
rocco.mussat@unito.it

*Ist. Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria, Valle d'Aosta,
Via Bologna, 148 - 10154 Torino, Italia.

SULLA PRESENZA DI *GANONEMA FARINOSUM*
(RHODOPHYTA, LIAGORACEAE) LUNGO LE COSTE
DELL'AMP ISOLA DI BERGEGGI (MAR LIGURE)

ON THE PRESENCE OF *GANONEMA FARINOSUM*
(RHODOPHYTA, LIAGORACEAE) ALONG THE COASTS
OF THE MPA ISLAND OF BERGEGGI (LIGURIAN SEA)

Abstract - Specimens of the Rhodophyta *Ganonema farinosum* have been recently collected along the coast of Island of Bergeggi (western Ligurian coast). Having been previously reported from the western Mediterranean Sea only at low latitude (Andalusia and Sicily), this finding can be considered a clear effect of the global warming.

Key-words: cryptogenic species, global warming, macrophytae, Mediterranean Sea.

Introduzione - *Ganonema farinosum* (J.V. Lamouroux) K.C. Fan & Yung C. Wang, 1974 è una Rhodophyta ampiamente diffusa in tutta la fascia tropicale. Originariamente descritta nel Mar Rosso, secondo alcuni autori è stata introdotta nel Mediterraneo attraverso il Canale di Suez (Verlaque *et al.*, 2015). La prima segnalazione nel *Mare Nostrum* è tuttavia risalente ai primi dell'800 presso un sito dell'Alto Egitto prima dell'apertura di Suez e pertanto altri autori postulano la co-presenza di popolazioni native e introdotte nel Mediterraneo e classificano *G. farinosum* come specie *cryptogenetic/questionable* (Zenetos *et al.*, 2010). Recentemente la specie è stata segnalata nel Mediterraneo orientale in Israele, Turchia, Grecia (Thessalou-Legaki *et al.*, 2012; Corsini-Foka *et al.*, 2015) e Albania (Katsanevakis *et al.*, 2011). Solo due segnalazioni (come *Liagora farinosa* J.V. Lamouroux, 1816) riguardano il Mediterraneo occidentale: lungo le coste della Spagna meridionale (Soto e Conde, 1987; Conde *et al.*, 1996) e presso l'Isola di Vulcano (Isole Eolie - ME; Giaccone, 1969). Tra il Laboratorio di Zoologia e Biologia Marina del Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi di Torino e l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale di Torino è stato avviato un progetto il cui scopo è l'individuazione dell'eventuale presenza di contaminanti organici e inorganici nelle alghe, quale ipotetica fonte proteica alternativa nell'alimentazione animale. L'analisi sulla diffusione dei contaminanti in queste matrici permette di individuare quali specie siano più indicate nella produzione dei mangimi e quali costituiscano, invece, un potenziale pericolo per gli animali da allevamento.

Materiali e metodi - Alcuni campionamenti di macro-fitobenthos sono stati eseguiti nei mesi di settembre e ottobre 2015 in immersione subacquea tramite *visual census* lungo un transetto in prossimità delle coste rocciose nella zona C dell'AMP Isola di Bergeggi (SV). Esemplari di macrofite sono stati fotografati *in situ* e prelevati per l'identificazione in laboratorio; una parte di essi è stata refrigerata in campo e congelata prima di essere consegnata all'Istituto Zooprofilattico per le analisi previste.

Risultati - Durante le fasi di campionamento condotto in immersione subacquea, numerosi esemplari di *G. farinosum* sono stati individuati su substrato duro dell'infraitorale superiore fotofilo tra -6 e -2 m. Tipica della biocenosi AP, questa

liagoracea presenta talli gametofitici, eretti e con assi ramificati dicotomicamente, durante le stagioni più temperate; nel resto dell'anno è limitata, probabilmente, alla microscopica forma sporofitica filamentosa. In laboratorio l'alga è stata fotografata allo stereomicroscopio; alcune sezioni sono state osservate al microscopio. È stata distinta da *Liagora* per la presenza di cellule corticali cilindriche.

Conclusioni - Le segnalazioni di *G. farinosum* nel Mediterraneo occidentale sono scarsissime e assai datate; probabilmente le condizioni climatiche hanno permesso a quest'alga, di origine Indo-Pacifica, di proliferare solo nelle zone più termofile. Mangialajo *et al.* (2004) con le loro ricerche hanno implementato notevolmente le conoscenze sulla distribuzione delle macrofite nelle AMP liguri, ma *G. farinosum* non è presente nel loro elenco floristico. Il ritrovamento di questa specie ad affinità calda a Bergeggi, potrebbe essere legato ad un aumento delle temperature medie delle acque superficiali marine liguri verificatosi negli ultimi dieci anni come conseguenza dell'effetto del *global warming*.

Ringraziamenti: Gli Autori ringraziano il prof. Giuseppe Giaccone per l'aiuto nella determinazione e il dott. Simone Bava, Direttore dell'AMP Isola di Bergeggi.

Bibliografia

- CONDE F., FLORES-MOYA F., SOTO J., ALTAMIRANO M., SÁNCHEZ A. (1996) - Check-list of Andalusia (S. Spain) seaweeds. III. Rhodophyceae. *Acta Botanica Malacitana*, **21**: 7-33.
- CORSINI-FOKA M., ZENETOS A., CROCETTA F., ÇINAR M.E., KOÇAK F., GOLANI D., KATSANEVAKIS S., TSAMIS K., COOK E., FROGLIA C., TRIANDAPHYLLOU M., LAKKIS S., KONDYLATOS G., TRICARICO E., ZULJEVIC A., ALMEIDA M., CARDIGOS F., ÇAĞLAR S., DURUCAN F., FERNANDES A.M.D., FERRARIO J., HABERLE I., LOUIZIDOU P., MAKRI S., MARIĆ M., MICU D., MIFSUD C., NALL C., KYTINO E., POURSANIDIS D., SPIGOLI D., STASOLLA G., YAPICI S., ROY H.E. (2015) - Inventory of alien and cryptogenic species of the Dodecanese (Aegean Sea, Greece): collaboration through COST action training school. *Manage. Biol. Invasions*, **6** (4): 351-366.
- GIACCONO G. (1969) - Raccolte di fitobenthos sulla banchina continentale Italiana. *Giorn. Bot. Ital.*, **103**: 485-514.
- KATSANEVAKIS S., ZENETOS A., MAČIĆ V., BEQIRAJ S., POURSANIDIS D., KASHTA L. (2011) - Invading the Adriatic: spatial patterns of marine alien species across the Ionian-Adriatic boundary. *Aquat. Biol.*, **13**: 107-118.
- MANGIALAJO L., BARBERIS G., CATTANEO-VIETTI R. (2004) - Contributo alla conoscenza della biodiversità macroalgale delle Aree Marine Protette liguri. *Inf. Bot. Italiano*, **36** (2): 550-553.
- SOTO J., CONDE F. (1987) - Sobre la presencia de algunas especies de algas tropicales en el litoral del sureste ibérico. *Acta Botanica Malacitana*, **12**: 27-34.
- THESSALOU-LEGAKI M., AYDOGAN Ö., BEKAS P., BILGE G., BOYACI Y.Ö., BRUNELLI E., CIRCOSTA V., CROCETTA F., DURUCAN F., ERDEM M., ERGOLAVOU A., FILIZ H., FOIS F., GOUVA E., KAPIRIS K., KATSANEVAKIS S., KLJAJIC Z., KONSTANTINIDIS E., KONSTANTINOU G., KOUTSOGIANNOPOULOS D., LAMON S., MACIC V., MAZZETTE R., MELONI D., MUREDDU A., PASCHOS I., PERDIKARIS C., PIRAS F., POURSANIDIS D., RAMOS-ESPLA A.A., ROSSO A., SORDINO A., SPERONE E., STERIOTI A., TASKIN E., TOSCANO F., TRIPEPI S., TSIKKIROU L., ZENETOS A. (2012) - New Mediterranean Biodiversity Records (December 2012). *Mediterr. Mar. Sci.*, **13** (2): 312-327.
- VERLAQUE M., RUITTON S., MINEUR F., BOUDOURESQUE C.-F. (2015) - *CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean. Vol. 4 Macrophytes*. CIESM Publishers, Monaco: 364 pp.
- ZENETOS A., GOFAS S., VERLAQUE M., ÇINAR M.E., GARCIA RASO J.E., BIANCHI C.N., MORRI C., AZZURRO E., BILECENOGLU M., FROGLIA C., SIOKOU I., VIOLANTI D., SFRISO A., SAN MARTIN G., GIANGRANDE A., KATAGAN T., BALLESTEROS E., RAMOS-ESPLA A.A., MASTROTOTARO F., OCANA O., ZINGONE A., GAMBI M.C., STREFTARIS N. (2010) - Alien species in the Mediterranean Sea by 2010. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part I. Spatial distribution. *Mediterr. Mar. Sci.*, **11** (2): 381-493.

Il ritrovamento dell'alga è stato effettuato nell'ambito di un progetto finanziato dal Ministero Italiano della Salute (Progetto di Ricerca IZSPLV 14/14 RC).

E. NEPOTE, F. BETTI, M. BO, G. BAVESTRELLO, M. PANSINI, M. BERTOLINO

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

CONFRONTO DELLA COMUNITÀ A PORIFERI DI UNA GROTTA SEMISOMMERSA DEL MAR LIGURE A DISTANZA DI 54 ANNI

COMPARISON OF THE SPONGE COMMUNITY OF A SEMISUBMERGED MARINE CAVE OF THE LIGURIAN SEA AFTER 54 YEARS

Abstract - The sponge fauna of a semisubmerged cave in the Ligurian Sea was assessed and the obtained data compared with those described by M. Sarà in 1961. The number of recorded species is more than doubled in fifty years. These data are in agreement with a recently recognized increasing of importance of sponges in shallow water Mediterranean communities. Due to the easy localization and the possibility of a detailed sampling, semisubmerged marine caves are important check points in the monitoring of Mediterranean global changes.

Key-words: Porifera, marine cave, temporal comparison, Ligurian Sea.

Introduzione - I Poriferi, organismi prevalentemente sciafili (Sarà e Vacelet, 1973), rappresentano la principale componente delle comunità bentoniche delle grotte marine (Gerovasileiou e Voultziadou, 2012). Grazie alla crescita tipicamente tridimensionale, le spugne costituiscono, in questi ambienti, un elemento strutturante essenziale (Voultziadou *et al.*, 2010). Il maggior numero di ricerche faunistiche sui poriferi delle grotte marine è stato compiuto in Mar Mediterraneo (e.g. Sarà, 1964; Corriero *et al.*, 2000). In questo lavoro riproponiamo, a distanza di 54 anni, la descrizione di una comunità a spugne di una grotta superficiale della Riviera Ligure di Levante studiata da Sarà nel 1961 (Sarà, 1964).

Materiali e metodi - Lo studio è stato condotto nella cosiddetta “grotta del prete” situata circa 1 km a ovest dell’abitato di Zoagli (Riviera Ligure di Levante). Si tratta di una cavità semisommersa a fondo cieco che penetra nella falesia per una lunghezza di 16 m con una larghezza media di 4 m. L’entrata della cavità è rivolta verso est e il fondale si trova ad una profondità di circa 2 m. Nell’estate del 1961 Michele Sarà, nell’ambito di un ampio studio dedicato ai poriferi delle grotte superficiali della Riviera Ligure di Levante, visitò la grotta e ne studiò la diversità dei poriferi dividendola in 4 settori, 2 sulla parete rivolta a nord e 2 sulla parete rivolta a sud. Durante l’estate 2015 la grotta è stata nuovamente studiata e l’abbondanza delle spugne è stata valutata tramite l’analisi di 10 rilevamenti fotografici per ogni settore. Ciascuna foto riprendeva un’area standard di 400 cm². Tutte le specie presenti nei diversi settori sono state campionate per la determinazione tassonomica.

Risultati - La spongofauna attuale della Grotta del Prete comprende 14 specie (*Clathrina coriacea*, *Erylus discophorus*, *Spirastrella cunctatrix*, *Protosuberites epiphytium*, *Terpios gelatinosa*, *Timea fasciata*, *Chondrosia reniformis*, *Crambe crambe*, *Phorbas fictitus*, *Phorbas tenacior*, *Ircinia oros*, *Ircinia variabilis*, *Sarcotragus spinosulus* e *Aplysina* sp.). Nel 1961 Sarà segnalava 6 specie (*Clathrina coriacea*, *Chondrosia reniformis*, *Crambe crambe*, *Haliclona cinerea*, *Ircinia oros* e *Dysidea fragilis*), 4 delle quali sono in comune tra i due periodi esaminati. Uno degli aspetti di maggior interesse è la presenza di una specie di *Aplysina*, non segnalata da Sarà, che è in

grado, in condizioni di bassa marea, di rimanere emersa. Nonostante i cambiamenti riscontrati nella composizione specifica, la loro distribuzione relativa è rimasta la stessa: il lato rivolto a nord della grotta, nel 1961 e nel 2015, continua ad ospitare circa il doppio delle specie del lato rivolto a sud.

Conclusioni - Negli ultimi decenni le comunità litorali del Mar Ligure sono state soggette a importanti cambiamenti nella loro struttura e composizione. D'altra parte la carenza di dati storici e l'incertezza sulla loro provenienza spaziale e batimetrica rendono spesso i confronti su scala temporale piuttosto aleatori. Da questo punto di vista le grotte marine superficiali risultano particolarmente importanti data la certezza della loro localizzazione e la facilità relativa con cui possono essere studiate in maniera dettagliata. Nel complesso sembra che la comunità dei poriferi della grotta del prete abbia sperimentato, negli ultimi 50 anni, un significativo aumento in termini di diversità specifica. Questo dato è in accordo con una già descritta tendenza all'aumento quantitativo dei poriferi nelle comunità bentoniche mediterranee soggette a fenomeni di riscaldamento (Bianchi *et al.*, 2014; Bertolino *et al.*, 2014). Tuttavia la caduta di alcuni grossi massi dalla volta della grotta, avvenuta nel periodo tra i due rilievi (Pansini, 2015, oss. pers.), alterando la morfologia del fondale, ha certamente variato le condizioni idrodinamiche e creato anche nuovi microambienti.

Bibliografia

- BERTOLINO M., CALCINAI B., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., LAFRATTA A., PANSINI M., PICA D., BAVESTRELLO G. (2014) - Stability of the sponge assemblage of Mediterranean coralligenous concretions along a millennial time span. *Mar. Ecol.*, **35**: 149-158.
- BIANCHI C.N., MORRI C., PRONZATO R. (2014) - The other side of rarity: recent habitat expansion and increased abundance of the horny sponge *Ircinia retidermata* (Demospongiae: Dictyoceratida) in the southeast Aegean. *Ital. J. Zool.*, **81** (4): 564-570.
- CORRIERO G., SCALERA LIACI L., RUGGIERO D., PANSINI M. (2000) - The sponge community of a semi-submerged Mediterranean cave. *Mar. Ecol.*, **21** (1): 85-96.
- GEROVASILEIOU V., VOULTSIADOU E. (2012) - Marine caves of the Mediterranean Sea: a sponge biodiversity reservoir within a biodiversity hotspot. *PLoS ONE*, **7** (7), doi: 10.1371/journal.pone.0039873.
- SARÁ M. (1964) - Distribuzione ed ecologia dei Poriferi in acque superficiali della Riviera ligure di Levante. *Archivio Zoologico Italiano*, **49**: 181-248.
- SARÁ M., VACELET J. (1973) - Ecologie des Démonsporges. In: Grassé P.P. (ed), *Traité de Zoologie. III Spongiaires*. Masson et Cie, Paris: 462-576.
- VOULTSIADOU E., KYRODIMOU M., ANTONIADOU C., VAFIDIS D. (2010) - Sponge epibionts on ecosystem-engineering ascidians: the case of *Microcosmus sabatieri*. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **86**: 598-606.

N. NURRA^{1,2}, A. COLLETTI¹, R. MUSSAT SARTOR^{1,2}

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.

²PELAGOSPHERA SOC. COOP., VIA U. COSMO, 17 BIS - 10131 TORINO, ITALIA.
nicola.nurra@unito.it

ATLANTE DEI RISSOIDAE DI STRATO FOGLIARE DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE

ATLAS OF THE RISSOIDAE OF FOLIAR STRATUM OF POSIDONIA OCEANICA (L.) DELILE

Abstract - An illustrated atlas is a unique tool for plant and animal identification, whose determination is complex and difficult, especially in the case of small-sized organisms. The Atlas has been conceived to help users in the identification of micro-mollusks gastropods prosobranch belonging to the Rissoidae family, that are specifically associated with the *Posidonia oceanica foliar stratum*. The starting version of the atlas already provides a specific data sheet for 41 adult rissoids species and includes pictures of developmental sequences of 14 species. In addition, for each species, synonymies, biological and ecological aspects, biogeographical distribution, references are reported.

Key-words: gastropods, micromollusks, meadows, taxonomy identification, Mediterranean Sea.

Introduzione - Gli atlanti iconografici sono risorse insostituibili nel lavoro d'identificazione degli organismi vegetali e animali, in particolare quelli di dimensioni ridotte. Lo strato fogliare di *Posidonia oceanica* rappresenta il substrato d'elezione per molti micro molluschi Gasteropodi Prosobranchi: tra questi ricopre particolare importanza la famiglia Rissoidae, erbivori e/o detritivoro-erbivori che costituiscono, a livello quantitativo la metà della taxocenosi associata alla pianta e risultano qualitativamente più abbondanti. Oltre agli individui adulti sullo strato fogliare è costante la presenza dello *stock* giovanile - talvolta fino al 65% del campione totale - che rende più complessa la caratterizzazione tassonomica degli esemplari di questa famiglia. La difficoltà nell'identificazione dei micro molluschi è attribuibile all'ampia variabilità intra- e interspecifica in termini di dimensione, colorazione e sculturazioni della conchiglia. Scopo del lavoro è costruire un Atlante *open source*, digitale, condiviso e aggiornabile in rete con il fine di raccogliere immagini di individui adulti e delle fasi di accrescimento di Rissoidae di strato fogliare di *P. oceanica*. L'Atlante non ha l'ambizione di sostituire gli atlanti cartacei (Giannuzzi-Savelli *et al.*, 1994-2014; Scaperrotta *et al.*, 2009-2015), ma di rendere gratuitamente disponibile *on line* uno strumento di lavoro aggiornato, implementabile e facilmente accessibile.

Materiali e metodi - Il materiale sul quale è stato costruito l'Atlante consiste in una collezione di esemplari provenienti dalle campagne condotte dal laboratorio di Zoologia e Biologia Marina dell'Università di Torino in vari posidonieti dei settori biogeografici 1 e 2 dei mari italiani. Il metodo di raccolta adottato è quello standard (Russo *et al.*, 1985; Buia *et al.*, 2004) per lo studio dei gasteropodi di strato fogliare e si avvale di un retino manovrato a mano (cornice: 60×40 cm) da un operatore in immersione. Il materiale raccolto è stato identificato, conservato a secco e fotografato attraverso una video-fotocamera collegata allo stereoscopio trinoculare.

Risultati - Complessivamente l'Atlante propone immagini di 41 specie di Rissoidae, 29 delle quali con schede specifiche e 14 con immagini complete delle fasi di accrescimento (es. Fig. 1). I generi rappresentati sono: *Rissoa*, *Alvania*, *Rissoina*, *Pusillina*, *Setia*, *Onoba*, *Obtusella* e *Peringiella*. Le specie appartenenti ai generi

Rissoa e *Alvania* sono maggiormente rappresentate nell'Atlante. Ciascuna scheda identificativa, allegata alla specie, raccoglie le principali sinonimie, cenni biologici ed ecologici, distribuzione biogeografica, riferimenti bibliografici e collegamenti ai principali siti di consultazione *on-line* per addetti ai lavori e appassionati (es. WoRMS, CLEMMAM, ITIS).

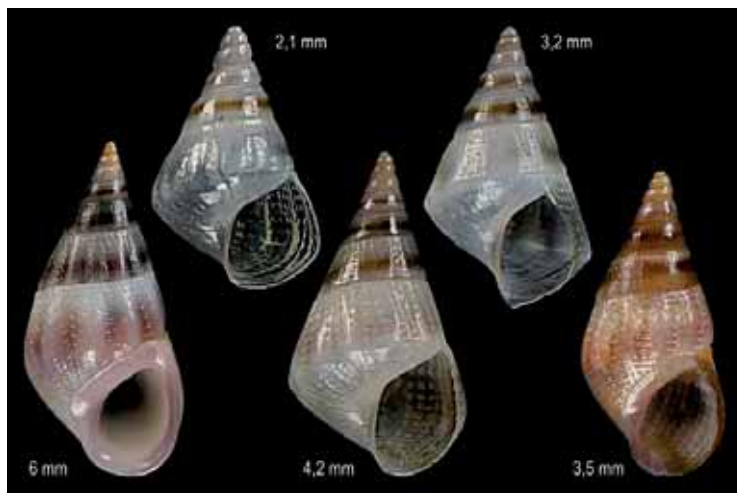


Fig. 1 - *Rissoa violacea* Desmarest, 1814: fasi di accrescimento.
Rissoa violacea Desmarest, 1814: stages of growth.

Conclusioni - L'Atlante dei micro molluschi Prosobranchi di strato fogliare è l'opportunità che consente al ricercatore di confrontare immediatamente il proprio lavoro con un testo di riferimento aggiornato e di facile reperibilità. La disponibilità di materiale iconografico delle specie principali nelle fasi di accrescimento rappresenta l'insostituibile risorsa per la corretta identificazione degli individui giovanili. La bibliografia di riferimento allegata a ciascuna specie riduce il tempo destinato alla ricerca delle fonti nelle banche dati per quanto riguarda gli aspetti della biologia (es. riproduzione, alimentazione) e dell'ecologia (distribuzione geografica e batimetrica, segnalazioni). Infine, la possibilità di creazione di un *network* di esperti in grado di implementare il materiale a disposizione è senza dubbio l'approccio moderno di condivisione e compartecipazione della conoscenza su questo peculiare gruppo di organismi marini. L'Atlante sarà consultabile sul portale dell'Università di Torino.

Ringraziamenti: Gli Autori ringraziano Cesare Bogi del Gruppo Malacologico Livornese per la grande disponibilità, competenza e per aver fornito alcune immagini presenti nell'Atlante.

Bibliografia

- BUIA M.C., GAMBI M.C., DAPPIANO M. (2004) - Seagrass Systems. In: Gambi M.C., Dappiano M. (eds), Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. *Biol. Mar. Mediterr.*, **11** (Suppl. 1): 133-183.
- GIANNUZZI-SAVELLI R., PUSATERI F., PALMERI A., EBREO C. (1994-2014) - *Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo*. Vol. II, III, IV, V, VII. Ed. Evolver, Roma.
- RUSSO G.F., FRESI E., VINCI D. (1985) - The hand-towed net method for direct sampling in *Posidonia oceanica* beds. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **29** (6): 175-177.
- SCAPERROTTA M., BARTOLINI S., BOGI C. (2009-2015) - *Accrescimenti. Stadi di accrescimento dei molluschi marini del Mediterraneo*. Vol. I, VII. L'Informatore Piceno Ed., Ancona.

A. PADIGLIA^{1,2}, T. CUBEDDU³, B. CADEDDU², D. DEMURTAS²,
R. PRONZATO¹, R. MANCONI²

¹Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), Università di Genova,
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.

²Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio (DipNeT), Università di Sassari,
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.
andreadiglia@alice.it

³Dipartimento di Medicina Veterinaria, Università di Sassari,
Via Vienna, 2 - 07100 Sassari, Italia.

SPUGNE CORNEE (PORIFERA: DEMOSPONGIAE: KERATOSA) SPIAGGIATE IN SARDEGNA: DATI PRELIMINARI

HORNY SPONGES (PORIFERA: DEMOSPONGIAE: KERATOSA) STRANDED IN SARDINIA: PRELIMINARY DATA

Abstract - Stranded horny sponges are reported from Sardinian coasts over a twenty years span of time. The monitoring of stranded sponge skeletons, and in general stranded organisms, is suggested as valuable preliminary method to evaluate biodiversity and health status of marine communities.

Key-words: *Dictyoceratida*, circum-Sardinian seas, bath sponges, *Ircinia chevreuxi*.

Introduzione - Lo studio dei poriferi spiaggiati della Sardegna, in corso dal 1996 nell'ambito di progetti INTERREG-UE, riguarda vaste estensioni di costa per valutare, con buona approssimazione, la distribuzione delle specie appartenenti in particolare alla sottoclasse Keratosa Grant, 1861 (Demospongiae). Alcune di queste specie sono di grande interesse economico sin dall'antichità come "spugne da bagno" (Pronzato e Manconi, 2008; vedi Fig. 248 in Pronzato, 2011). Lo scheletro di spongina (collagene) tipico di queste spugne si spiaggia durante le mareggiate, le quali determinano il distacco e il successivo trasporto degli organismi sul fondale fino alla linea di costa.

Materiali e metodi - Le spugne sono state raccolte lungo transetti paralleli alla costa, dalla battigia alla zona retrodunale in ca. 50 siti localizzati lungo le coste sarde, con particolare riguardo per le Aree Marine Protette e i Parchi Nazionali. I campionamenti sporadici, con almeno una raccolta annuale, sono stati effettuati dal 1996 al 2016. I campioni sono stati processati in laboratorio per l'identificazione tassonomica secondo metodi standard (Pronzato *et al.*, 2003; Manconi *et al.*, 2013). I dati di presenza/assenza e distribuzione sono stati georeferenziati. Lo status tassonomico è stato validato sulla base della Fauna d'Italia (Pronzato e Manconi, 2011) e del World Porifera Database (van Soest *et al.*, 2016).

Risultati - I 2000 campioni raccolti e analizzati appartengono a 4 famiglie di Dictyoceratida ampiamente distribuite lungo tutte le coste sarde. Le Dysideidae sono rappresentate da *Dysidea fragilis* (Montagu, 1818) e *D. incrustans* (Schmidt, 1862). Fra le specie delle Ircinidae sono dominanti *Ircinia retidurata* Pulitzer-Finali e Pronzato, 1981, *I. variabilis* (Schmidt, 1862), *Sarcotragus fasciculatus* (Schmidt, 1862) e *S. spinosulus* (Schmidt, 1862). Le Spongiidae sono rappresentate da *Hippospongia communis* (Lamarck, 1814), *Spongia lamella* (Schulze, 1879), *S. nitens* (Schmidt, 1862), *S. officinalis* Linnaeus, 1759, *S. virgultosa* (Schmidt, 1868) e *S. zimocca* Schmidt, 1862. Le Thorectidae sono presenti con *Cacospongia mollior* Schmidt, 1862, *C. scalaris* Schmidt, 1862 e *Fasciospongia cavernosa* (Schmidt, 1862). Gli esemplari con status tassonomico problematico sono in fase di studio.

Conclusioni - I dati preliminari indicano la presenza di cospicui banchi di Keratosa nei mari *circum*-sardi, Mar di Sardegna, Mar Tirreno Centro-Meridionale e Canale di Sardegna. La maggior parte degli esemplari spiaggiate sono Irciniidae in relazione alla loro abbondanza nelle acque superficiali (Manconi *et al.*, 2013; Padiglia *et al.*, 2015). Per il genere *Ircinia* è degna di nota la seconda segnalazione mediterranea di *I. chevreuxi* (Topsent, 1894), nota solamente per la Tunisia (Pronzato e Manconi, 2011). Lo spiaggiamiento di *H. communis*, e più raramente di *S. officinalis*, in associazione con rizomi di *Posidonia oceanica* confermano le praterie come habitat favorevole alle popolazioni di queste specie (Padiglia *et al.*, 2015). Le specie dei generi *Spongia* e *Hippospongia* rappresentano una risorsa di notevole valore naturalistico ed economico da tutelare. Lo spiaggiamiento di massa di scheletri lungo le coste nord-occidentali nell'inverno 1999 ha evidenziato un fenomeno di moria delle spugne da bagno, i cui scheletri erano caratterizzati da anomalie nella struttura delle fibre di spungina (Manconi *et al.*, 2001). Lo studio delle spugne spiaggiate viene proposto come metodo sostenibile per la valutazione della ricchezza tassonomica e distribuzione geografica a piccola scala delle Keratosa. Il monitoraggio periodico degli organismi spiaggiate potrebbe consentire anche la valutazione preliminare su larga scala dello stato di salute della fauna e flora per individuare per es. morie/epidemie (e.g. vari invertebrati), fenomeni di riproduzione (e.g. frutti/fiori delle fanerogame) o esplosioni demografiche (e.g. meduse).

Bibliografia

- MANCONI R., CADEDDU B., LEDDA F., PRONZATO R. (2013) - An overview of the Mediterranean cave-dwelling horny sponges (Porifera, Demospongiae). *ZooKeys*, **281**: 1-68.
- MANCONI R., CUBEDDU T., DERIU A. (2001) - Valorizzazione delle risorse marine di Sardegna e Corsica: dati preliminari sulle spugne cornee. PIC-INTERREG II Sardegna-Corsica, protezione, valorizzazione e gestione dell'ambiente sardo-corso. Università di Sassari: 259-261.
- PADIGLIA A., CADEDDU B., DEMURTAS D., BERTOLINO M., MANCONI R., PRONZATO R. (2015) - Sponges of *Posidonia oceanica* meadows (Sardinia, W-Mediterranean Sea). *PeerJ PrePrints*, <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.1044v1>.
- PRONZATO R. (2011) - Mediterranean commercial sponges: cultural heritage and perspectives. In: Pansini M., Manconi R., Pronzato R. (eds), *Porifera I. Calcarea, Demospongiae* (partim), *Hexactinellida, Homoscleromorpha*. Fauna d'Italia, Vol. 54. Ed. Calderini. Il Sole 24 ore: 447-461.
- PRONZATO R., DORCIER M., SIDRI M., MANCONI R. (2003) - Morphotypes of *Spongia officinalis* (Demospongiae, Dictyoceratida) in two Mediterranean populations. *Ital. J. Zool.*, **70**: 327-332.
- PRONZATO R., MANCONI R. (2008) - Mediterranean commercial sponges: over 5000 years of natural history and cultural heritage. *Mar. Ecol.*, **29**: 146-166.
- PRONZATO R., MANCONI R. (2011) - Class Demospongiae. In: Pansini M., Manconi R., Pronzato R. (eds), *Porifera I. Calcarea, Demospongiae* (partim), *Hexactinellida, Homoscleromorpha*. Fauna d'Italia, Vol. 54. Ed. Calderini. Il Sole 24 ore: 245-340.
- VAN SOEST R.W.M., BOURY-ESNAULT N., HOOPER J.N.A., RÜTZLER K., DE VOOGD N.J., ALVAREZ DE GLASBY B., HAJDU E., PISERA A.B., MANCONI R., SCHOENBERG C., KLAUTAU M., PICTON B., KELLY M., VACELET J., DOHRMANN M., DÍAZ M.-C., CÁRDENAS P., CARBALLO J.L. (2016) - World Porifera database. Accessed at <http://www.marinespecies.org/porifera>.

La ricerca è stata finanziata da INTERREG-UE, PRIN-MIUR, AMP Isola dell'Asinara, Regione Autonoma Sardegna (RAS-CRP60215), Master&Back (RAS) e Fondazione Banco di Sardegna.

D. PREVEDELLI, S. FAI, S. RIGHI, R. SIMONINI

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia,
Via Campi, 213/D - 41125 Modena, Italia.
roberto.simonini@unimore.it

PREDAZIONE DI *HERMODICE CARUNCULATA*
(ANNELIDA: AMPHINOMIDAE)
SU *ANEMONIA VIRIDIS* (ACTINIARIA): PRIMI DATI

PREDATION ON ANEMONIA VIRIDIS (ACTINIARIA)
BY HERMODICE CARUNCULATA (ANNELIDA: AMPHINOMIDAE):
PRELIMINARY DATA

Abstract - The ability of the polychaete, *Hermodice carunculata*, to prey on a sea anemone, *Anemonia viridis*, was investigated under controlled aquarium conditions. Upon contacting, the polychaete everted its pharynx over part of the anemone and sucked its tissues. All the attacked anemones were fully consumed. *H. carunculata* did not seem affected by the anemones nematocysts. Further researches are needed to assess the effects of *H. carunculata* on sessile and sedentary species of the Mediterranean habitat.

Key-words: zoobenthos, predation, aquaria, controlled conditions.

Introduzione - *Hermodice carunculata* (Pallas, 1766), chiamato comunemente “vermocane” o “verme di fuoco”, è un grande polichete che può raggiungere i 40 cm di lunghezza, diffuso in habitat costieri temperati e sub-tropicali dell’Oceano Atlantico e dei settori meridionali, centrali e orientali del Mediterraneo (Ahrens *et al.*, 2013). Le conoscenze attuali sul comportamento alimentare di *H. carunculata* derivano principalmente da studi condotti su popolazioni che vivono nelle barriere coralline dell’Atlantico occidentale. Qui *H. carunculata* può svolgere un importante ruolo come predatore/spazzino, nutrendosi non solo di cadaveri, ma anche di stelle marine, meduse e, soprattutto, di diverse specie di millepore, sclerattinie, gorgonie e attinie (Wolf e Nugues, 2013; Barroso *et al.*, 2015). In particolare, nelle aree litorali dei Caraibi, *H. carunculata* è un attivo predatore dell’attinia *Stichodactyla (Stoichactis) helianthus* (Ellis, 1768). Quando entra in contatto con l’attinia, il polichete estroflette il faringe su una parte del corpo della preda, inizia a digerirla esternamente e infine la ingerisce. Talvolta *S. helianthus*, che di norma resta attaccata fermamente al substrato, risponde all’attacco di *H. carunculata* rilasciando il disco pedale e lasciandosi trasportare dalle onde. In questo modo spesso il polichete si stacca e l’attinia riesce a sopravvivere (Lizama e Blanquet, 1975). Le conoscenze relative alle abitudini trofiche delle popolazioni mediterranee di *H. carunculata* sono più limitate, anche se è noto che questo polichete può predare polipi di sclerattinie come *Oculina patagonica* de Angelis, 1908 (Fine *et al.*, 2002) e gorgonie come *Paramuricea clavata* (Risso, 1826) (Mistri e Ceccherelli, 1994). Indagini preliminari, condotte su fondali rocciosi tra 0 e 8 m di profondità nei pressi di Porto Cesareo (LE), suggeriscono che siti caratterizzati da dense popolazioni di *H. carunculata* di norma sono privi di attinie (Fai S., oss. pers.). In questo studio di laboratorio è stato valutato se *H. carunculata* è in grado di predare una delle attinie più comuni del Mediterraneo, *Anemonia viridis* (Forskål, 1775).

Materiali e metodi - Circa 80 esemplari di *H. carunculata*, raccolti a Porto Cesareo tra luglio e agosto 2015, sono stati mantenuti in un sistema di acquari con ricircolo (capacità complessiva: 600 l), alimentandoli con pezzi di merluzzo congelato fino a 3

giorni prima degli esperimenti. *A. viridis* è stata scelta come attinia modello anche per motivi logistici: è facilmente reperibile, tollera il trasporto su medie distanze e si adatta alle condizioni di acquario (Simonini R., oss. pers.; <http://www.eol.org/pages/27757/overview>). A ottobre 2015, piccole rocce colonizzate da *A. viridis* (circa 25-30 cm di lunghezza, 10-15 cm di larghezza) sono state raccolte nell'area portuale di La Spezia e mantenute in acquari separati dai policheti, alimentandole a giorni alterni con nauplii di *Artemia franciscana* Leach, 1819. Le condizioni sperimentali erano temperatura 24-25 °C, fotoperiodo 16 ore luce / 8 buio e salinità 32-36. A novembre 2015 sono stati eseguiti esperimenti, in cui rocce con attinie integre (diametro di 5-10 cm con tentacoli estesi) sono state immerse al centro di un acquario (66 cm lunghezza, 45 cm larghezza, 43 cm altezza) con ricircolo, inizialmente vuoto. Dopo un'ora di acclimatazione delle attinie sono stati aggiunti 3 esemplari di *H. carunculata* (20-30 cm di lunghezza), disponendoli il più lontano possibile dalla roccia. Il comportamento degli animali è stato monitorato per 4 ore, quindi i policheti sono stati rimossi e sostituiti con altri 3. Le prove sono state ripetute utilizzando due rocce con 24 esemplari di *A. viridis* in tutto.

Risultati - Dopo l'inserimento nelle vasche, gli esemplari di *H. carunculata* si muovevano sul fondo e sulla roccia, spesso passando a pochi centimetri dagli esemplari di *A. viridis* senza reagire. Tuttavia, la maggior parte dei policheti (26/27, 96%) che entravano in contatto con le attinie le attaccavano dopo pochi secondi (Fig. 1 A-D).



Fig. 1 - L'anellide *H. carunculata* entra in contatto con l'anemone *A. viridis* (A), inizia a estroflettere il faringe (B, C) fino ad inghiottire completamente la preda (D).

The annelid H. carunculata makes contact with the sea anemone A. viridis (A), begins to evert the pharynx (B, C) up to completely swallow the prey (D).

Nella prima fase dell'interazione il polichete cercava di avvicinarsi all'attinia, che reagiva rivolgendogli contro i tentacoli e contraendosi, ma senza staccarsi mai dalla roccia. Il contatto con i tentacoli infastidiva il polichete, costringendolo talvolta a ritirarsi momentaneamente, ma la maggior parte (24/26, 92%) riprendeva l'attacco rizzando le setole notopodiali a difesa del capo e del dorso (Fig. 1A, C). In questo modo, numerose setole si conficcavano all'estremità dei tentacoli, riducendone apparentemente la mobilità. Una volta giunto a pochi millimetri, il polichete estrofletteva il faringe aderendo al corpo dell'attinia e aspirandone i tessuti (Fig. 1B, C). Dopo aver consumato completamente l'attinia (tempo di foraggiamento 20 minuti - 1 ora dall'inizio dell'attacco, Fig. 1D), i vermocani non cercavano di predarne altre. Tutti gli esemplari di *H. carunculata* sono sopravvissuti per più di un mese dopo gli esperimenti senza riportare danni riconducibili ai tentacoli delle attinie.

Conclusioni - Questi risultati, preliminari e qualitativi, suggeriscono che, in condizioni di laboratorio, gli esemplari mediterranei di *H. carunculata* sono predatori di attinie estremamente efficienti. Il loro comportamento è molto simile a quello riportato per le popolazioni caraibiche (Lizama e Blanquet, 1975). La mancata osservazione di una "reazione di fuga" in *A. viridis* rispetto a *S. heliantus* può dipendere da un'"incapacità" della specie mediterranea o può essere un artefatto legato alla mancanza di forti correnti negli acquari. Sono necessarie ulteriori ricerche in laboratorio e sul campo per quantificare l'effetto di *H. carunculata* mediterranei su cnidari e altri organismi sessili o sedentari normalmente presenti nelle località di raccolta dei vermocani, partendo dalle popolazioni di *A. viridis* del Salento.

Bibliografia

- AHRENS J.B., BORDA E., BARROSO R., PAIVA P.C., CAMPBELL A.M., WOLF A., NUGUES M.M., ROUSE G.W., SCHULZE A. (2013) - The curious case of *Hermodice carunculata* (Annelida: Amphinomidae): evidence for genetic homogeneity throughout the Atlantic Ocean and adjacent basins. *Mol. Ecol.*, **22**: 2280-2291.
- BARROSO R., ALMEIDA D., CONTINS M., FILGUEIRAS D., DIAS R. (2015) - *Hermodice carunculata* (Pallas, 1766) (Polychaeta: Amphinomidae) preying on starfishes. *Mar. Biodiv.*, doi: 10.1007/s12526-015-0394-9.
- FINE M., OREN U., LOYA Y. (2002) - Bleaching effect on regeneration and resource translocation in the coral *Oculina patagonica*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **234**: 119-125.
- LIZAMA J., BLANQUET R.S. (1975) - Predation on sea anemones by the amphinomid polychaete, *Hermodice carunculata*. *Bull. Mar. Sci.*, **25** (3): 442-443.
- MISTRI M., CECCHERELLI V.U. (1994) - Growth and secondary production of the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **103**: 291-296.
- WOLF A.T., NUGUES M.M. (2013) - Predation on coral settlers by the corallivorous fireworm *Hermodice carunculata*. *Coral Reefs*, **32** (1): 227-231.

T. SCIROCCO, A. SPECCHIULLI, L. CILENTI, S. PELOSI, A. SANTUCCI,
F. URBANO, M. RAMPACCI*, R. D'ADAMO

Istituto di Scienze Marine (ISMAR), CNR, UOS Lesina, Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.
tommaso.scirocco@fg.ismar.cnr.it

*A.GE.I. s.c.r.l., Via Orti della Farnesina, 116 - 00135 Roma, Italia.

ABBONDANZA DI SPECIE NON-INDIGENE NELLA BIODIVERSITÀ DEI BIVALVI DELLA LAGUNA DI VARANO (ADRIATICO CENTRALE)

NON-INDIGENOUS SPECIES ABUNDANCE IN BIVALVIA BIODIVERSITY OF THE VARANO LAGOON (CENTRAL ADRIATIC)

Abstract - In the Varano lagoon 9 species and 1 genus of the bivalvia were identified. Out of these, 5 species and 1 genus are indigenous: *Abra segmentum*, *A. prismatica*, *Loripes lucinalis*, *Cerastoderma glaucum*, *Gastrana fragilis*, *Mytilaster spp.*, and 4 Non-Indigenous Species (NIS): (*Arcuatula senhousia*, *Anadara transversa*, *A. inaequalis*, *Ruditapes philippinarum*). The NIS were 98% of the total number, corresponding to 93% of the total wet weight. The most abundant species were *A. senhousia* (89%) and *A. segmentum* (4%).

Key-words: macrobenthos, bivalvia, Varano lagoon, Adriatic Sea.

Introduzione - Piuttosto scarse e frammentarie sono le indagini faunistico-ecologiche sui molluschi bivalvi presenti nella laguna di Varano (Florio *et al.*, 2008; Cardone *et al.*, 2014). I bivalvi sono uno dei taxa più diffusi ed abbondanti delle lagune europee (Barnes, 1980) con un ruolo importante nel collegamento tra i sistemi bentonici e planctonici. Il presente lavoro è stato effettuato nell'ambito del progetto FEP Puglia 2007/2013 "Identificazione di misure per una migliore gestione e conservazione della risorsa vongola verace nel lago di Varano (FG)" promosso dall'AGCI ed ha avuto come obiettivo quello di descrivere la composizione e la diversità dei molluschi bivalvi nella laguna di Varano evidenziando l'abbondanza di specie non indigene.

Materiali e metodi - I molluschi bivalvi sono stati raccolti stagionalmente (maggio-luglio-ottobre) nel corso del 2015. Il campionamento è stato eseguito mediante idrorasca con apertura di 55 cm e una maglia del sacco di 7 mm per lato su una superficie di campionamento pari a circa 5 m². Le stazioni sono state poste su differenti batimetriche (1, 2, 3, 4 m), lungo transetti perpendicolari alla costa. I campioni raccolti sono stati vagliati *in situ* con setaccio di maglia 1 mm e identificati, ove possibile, fino al livello della specie. Contemporaneamente sono stati effettuati profili CTD mediante sonda multiparametrica mod. SBE. Sono state calcolate l'abbondanza (ind/m²), il peso umido (gr/m²) ed effettuate correlazioni tra le specie.

Risultati - La temperatura e la salinità dell'acqua hanno seguito gli andamenti stagionali con minimi (15,59±0,30 °C), (19,48±0,69 psu) in maggio e massimi (30,5±0,43 °C) in luglio ed ottobre (24,85±0,47 psu). L'ossigeno disciolto (O₂%) ha mostrato una condizione di ipossia-anossia in luglio, in prossimità del fondo (2 m) (22,46%). Sono state identificate 9 specie ed 1 genere, di cui 5 specie e 1 genere indigene: *Abra segmentum* (Récluz, 1843), *A. prismatica* (Montagu, 1808), *Loripes lucinalis* (Lamarck, 1818), *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789), *Gastrana fragilis* (Linnaeus, 1758), *Mytilaster spp.* e 4 specie non indigene in accordo a Corriero *et al.* (2016): *Arcuatula senhousia* (Benson in Cantor, 1842), *Anadara transversa* (Say, 1822), *A. inaequalis* (Bruguière, 1789), *Ruditapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850). Le specie più abbondanti sono state *A. senhousia* (89%) e *A. segmentum* (4%). Le specie non indigene sono risultate il 98% del numero totale, pari al 93% del peso umido totale. La minima abbondanza è stata rilevata in ottobre (84±188SD ind/m²) e la massima (1285±1416SD ind/m²) in luglio (Fig. 1), mentre il peso umido è variato

da un minimo ($85 \pm 156SD$ gr/m^2) rilevato in ottobre, ad un massimo ($632 \pm 589SD$ gr/m^2) in maggio (Fig. 2). In relazione alle specie indigene, l'abbondanza minima ($25 \pm 20SD$ ind/m^2) è stata rilevata in maggio e la massima ($73 \pm 116SD$ ind/m^2) in luglio, anche il peso umido è variato da un minimo in luglio ($15 \pm 16SD$ gr/m^2) ad un massimo in ottobre ($65 \pm 150SD$ gr/m^2). L'analisi ANOSIM (*Anova-OneWay*) condotta sui dati di abbondanza ha evidenziato una differenza significativa tra i mesi di campionamento ($p < 0,001$, $R = 0,208$), le differenze sembrano essere maggiormente marcate tra la comunità dei bivalvi non indigeni ($p < 0,001$, $R = 0,218$) rispetto a quelle dei bivalvi indigeni ($p < 0,01$, $R = 0,127$). Correlazioni significativamente positive sono state osservate tra *A. senhousia* e *L. lucinalis* ($r = 0,491$, $p < 0,05$), *A. segmentum* e *L. lucinalis* ($r = 0,587$, $p < 0,001$), *A. segmentum* e *R. philippinarum* ($r = 0,424$, $p < 0,01$), *A. trasversa* e *R. philippinarum* ($r = 0,561$, $p < 0,001$).

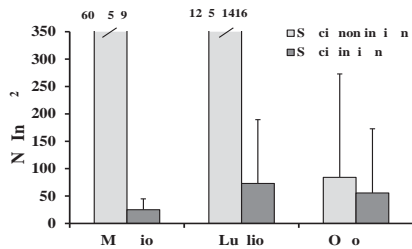


Fig. 1 - Abbondanza delle specie non indigene e indigene.

Abundance species non-indigenous (NIS) and indigenous.

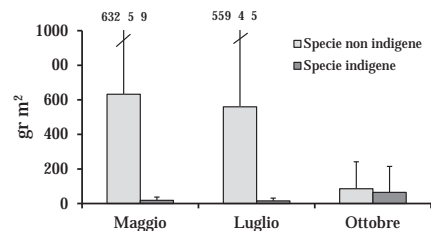


Fig. 2 - Peso umido rilevato nei periodi di campionamento per i due gruppi di specie.

Wet weight in the sampling periods.

Conclusioni - L'indagine ha permesso di rilevare una biocenosi costituita da specie tipiche delle lagune mediterranee (Bedulli e Sabelli, 1990) e specie non indigene di origine Indo-Pacifiche il cui contributo alla biomassa e alla produttività del bacino è tutt'altro che marginale.

Bibliografia

- BARNES R.S.K. (1980) - *Coastal lagoons. The natural history of a neglected habitat*. Cambridge studies in modern biology 1. Cambridge University Press: XI +106 pp.
- BEDULLI D., SABELLI R. (1990) - È possibile una zoogeografia delle lagune mediterranee attraverso la distribuzione dei molluschi? *Oebalia*, **16** (1) (Suppl.): 133-141.
- CARDONE F., CORRIERO G., FIANCHINI A., GRAVINA M.F., NONNIS MARZANO C. (2014) - Biodiversity of transitional waters: species composition and comparative analysis of hard bottom communities from the south-eastern Italian coast. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **94**: 25-34.
- CORRIERO G., PIERRI C., ACCORONI S., ALABISO G., BAVESTRELLO G., BARBONE E., BASTIANINI M., BAZZONI A.M., BERNARDI AUBRY F., BOERO F., BUIA M.C., CABRINI M., CAMATTI E., CARDONE F., CATALETTO B., CATTANEO VIETTI R., CECERE E., CIBIC T., COLANGELO P., DE OLAZABAL A., D'ONGHIA G., FINOTTO S., FIORE N., FORNASARO D., FRASCHETTI S., GAMBI M.C., GIANGRANDE A., GRAVILI C., GUGLIELMO R., LONGO C., LORENTI M., LUGLIÈ A., MAIORANO P., MAZZOCCHI M.G., MERCURIO M., MASTROTOTARO F., MISTRI M., MONTI M., MUNARI C., MUSCO L., NONNIS-MARZANO C., PADEDDA B.M., PATTI F.P., PETROCELLI A., PIRAINO S., PORTACCI G., PUGNETTI A., PULINA S., ROMAGNOLI T., ROSATI I., SARNO D., SATTA C.T., SECHI N., SCHIAPARELLI S., SCIPIONE B., SION L., TERLIZZI A., TIRELLI V., TOTTI C., TURSI A., UNGARO N., ZINGONE A., ZUPO V., BASSET A. (2016) - Ecosystem vulnerability to alien and invasive species: a case study on marine habitats along the Italian coast. *Aquat. Conserv.*, **26** (2): 392-409.
- FLORIO M., BREBER P., SCIROCCO T., SPECCHIULLI A., CILENTI L., LUMARE L. (2008) - New guests in Lesina and Varano lagoons: Gargano National Park (Italy). *Transit. Waters Bull.*, **2** (2): 69-79.

D. SERIO, G. ALONGI, M. CATRA, R. LEONARDI*, R. SANFILIPPO*,
F. SCIUTO*, A. VIOLA*, A. ROSSO*

Sez. di Biologia Vegetale, Dip. di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Università di Catania,
Via A. Longo, 19 - 95125 Catania, Italia.

d.serio@unict.it

*Sez. di Scienze della Terra, Dip. di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali, Univ. di Catania, Italia.

STATO DEI POPOLAMENTI FITOBENTONICI INFRALITORALI DEL LITORALE CATANESE E DEGLI INVERTEBRATI ASSOCIATI: OSSERVAZIONI PRELIMINARI

STATUS OF THE INFRALITTORAL MACROALGAL COMMUNITIES FROM THE COAST OF CATANIA (IONIAN SEA) AND ASSOCIATED INVERTEBRATES: PRELIMINARY OBSERVATIONS

Abstract - *The present paper aimed to verify the presence of some *Cystoseira* communities previously reported from the MPA "Ciclopi Islands" and to contribute to the knowledge of the associated invertebrates communities. From first data it resulted that vegetal communities underwent major structural changes and a noticeable reduction of the total number of macroalgae and that the total cover of invertebrates was rather scanty.*

Key-words: *phytobenthos, zoobenthos, environmental monitoring.*

Introduzione - Il genere *Cystoseira* è rappresentato in Mediterraneo da diverse specie che contribuiscono a formare popolamenti della Biocenosi delle Alge Fotofile. Queste alghe formano strutture tridimensionali che ospitano diversi organismi, sia animali, sia vegetali, con cui si instaurano molteplici rapporti. Ne risultano habitat ad elevata biodiversità elencati fra quelli prioritari dalla Convenzione di Barcellona. Le comunità a *Cystoseira* sono degli ottimi indicatori che registrano le diverse condizioni ambientali di un'area anche per lunghi periodi consentendo di valutarne il grado di stabilità. I dati storici del litorale catanese testimoniano un buon grado di equilibrio dei popolamenti fitobentonici fino agli anni '80-'90 (Pizzuto, 1999), ma osservazioni successive hanno evidenziato un graduale declino delle comunità a *Cystoseira* dell'infralitorale, fenomeno largamente diffuso in tutto il Mediterraneo (Serio *et al.*, 2006; Thibaut *et al.*, 2015). Il presente lavoro, svolto nell'ambito del progetto FIR "Biodiversità e variazioni spazio-temporali di comunità a *Cystoseira* della Biocenosi delle Alge Infralitorali nell'AMP Isole Ciclopi (Mar Ionio)" si propone di monitorare alcune comunità target a *Cystoseira*, presenti nell'area, confrontando i dati storici con gli attuali per valutare le eventuali variazioni spaziali e temporali. Vuole inoltre essere un contributo alla conoscenza della composizione e struttura dei popolamenti epibionti animali a scheletro mineralizzato, soprattutto briozoi, serpuloidei e ostracodi a complemento di precedenti studi di habitat più profondi (Sanfilippo, 2009; Rosso *et al.*, 2014; Sciuto *et al.*, 2015).

Materiali e metodi - Il campionamento è stato effettuato nel giugno 2015 alle specifiche profondità delle diverse comunità target, ed in particolare: comunità a *C. brachycarpa* J. Agardh *emend.* Giaccone (-5 m), *C. sauvageauana* Hamel (-10 m) e *C. spinosa* Sauvageau (-25 m). In tre stazioni: Punta Aguzza (Acicastello) (all'interno dell'AMP), Santa Maria La Scala e Santa Tecla (Acireale) (all'esterno dell'AMP). Le stazioni di campionamento sono state scelte in base ai dati storici e alle conoscenze dirette degli Autori. Il prelievo è stato eseguito in immersione con ARA con metodo "sorbona-grattaggio-sorbona" su superfici standard di 1600 cm²,

in aree fisionomicamente omogenee. I campioni sono stati analizzati in laboratorio per la valutazione della diversità animale e vegetale.

Risultati - Le osservazioni effettuate hanno evidenziato che all'interno dell'AMP sono totalmente scomparse le comunità target a *Cystoseira*, sostituite da comunità poco strutturate dominate da Sphacelariales, Dictyotaceae, Corallinaceae incrostanti e da un fitto feltro di specie filamentose. All'esterno dell'AMP, a -9 m è stata registrata la presenza della comunità a *C. spinosa* v. *tenuior* (Ercegovic) Cormaci *et al.*; a -25 m è presente la comunità a *C. zosteroides* C. Agardh. Più in superficie la condizione si presenta identica a quella rilevata all'interno dell'AMP. La componente animale è scarsa e include poche specie con un generale aumento della diversità nei popolamenti più profondi. I serpuloidi sono rappresentati prevalentemente da specie di piccola taglia e da Spirorbidae con popolazioni essenzialmente di giovanili. I briozoi mostrano colonie erette flessibili (fra cui Crisiidae, Candidae e Bugulidae) ed incrostanti (fra cui Lichenoporidae, Aeteidae e Celleporidae), tutte di piccola taglia e generalmente fertili. I foraminiferi sono dati in maggioranza da specie delle famiglie Elphidiidae, Miliolidae e Cibicididae e gli ostracodi sono rappresentati in prevalenza dal genere *Xestoleberis*.

Conclusioni - I primi dati confermano che è in atto un profondo cambiamento della vegetazione di substrato duro dell'area studiata con declino o totale scomparsa delle comunità a *Cystoseira*. Quando presenti, sono scarsamente strutturate con ricoprimento specifico delle specie guida (*C. spinosa* v. *tenuior* e *C. zosteroides*) non superiore al 50%; i talli sono in evidente stato di sofferenza e si registra un decremento nel numero totale di macroalghe rispetto ai popolamenti presenti in passato. Per i macroinvertebrati mancano dati storici di confronto. Il ricoprimento complessivo è esiguo in accordo con quanto osservato per i popolamenti vegetali. Da rimarcare, inoltre, come in generale i campioni effettuati all'interno della AMP presentino un numero di specie e di esemplari/colonie notevolmente più basso rispetto a quello registrato nei campioni effettuati all'esterno.

Bibliografia

- PIZZUTO F. (1999) - On the structure, typology and periodism of a *Cystoseira brachycarpa* J. Agardh *emend.* Giaccone community and of a *Cystoseira crinita* Duby community from the eastern coast of Sicily (Mediterranean Sea). *Plant Biosystems*, **133** (1): 15-35.
- ROSSO A., SANFILIPPO R., SCIUTO F. (2014) - Open shelf, soft bottom bryozoans from the Ciclopi Marine Protected Area (E Sicily, Mediterranean). In: Rosso A., Wyse Jackson P.N., Porter J. (eds), Bryozoan studies 2013. Proceedings of the 16th International Bryozoology Association Conference, Catania. *Studi Trent. Sci. Nat.*, **94**: 199-211.
- SANFILIPPO R. (2009) - Systematics and life habit in *Serpula israelitica* Amoureux, 1977 (Polychaeta Serpulidae) from the Mediterranean with remarks on other soft-bottom serpulids. *J. Nat. Hist.*, **43** (33-34): 2009-2025.
- SCIUTO F., ROSSO A., SANFILIPPO R., DI MARTINO E. (2015) - Ostracods from mid-outer shelf bottoms of the Ciclopi Islands Marine Protected Area (Ionian Sea, Eastern Sicily). *Boll. Soc. Paleont. It.*, **54** (2): 131-145.
- SERIO D., ALONGI G., CATRA M., CORMACI M., FURNARI G. (2006) - Changes in the benthic algal flora of Linosa Island (Straits of Sicily, Mediterranean Sea). *Botanica Marina*, **49**: 135-144.
- THIBAUT T., BLANFUNE A., BOUDOURESQUE C.-F., VERLAQUE M. (2015) - Decline and local extinction of Fucales in the French Riviera: the harbinger of future extinctions? *Mediterr. Mar. Sci.*, **16**: 206-224.

R. SIMONINI, S. FAI, S. RIGHI, D. PREVEDELLI

Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia,
Via Campi, 213/D - 41125 Modena, Italia.
roberto.simonini@unimore.it

PALATABILITÀ DI DIVERSE PARTI DEL CORPO DI *HERMODICE CARUNCULATA* (PALLAS, 1766) (ANNELIDA: AMPHINOMIDAE)

PALATABILITY OF DISTINCT BODY PARTS OF HERMODICE CARUNCULATA (PALLAS, 1766) (ANNELIDA: AMPHINOMIDAE)

Abstract - The palatability of different parts of the polychaete *Hermodice carunculata* was assessed using the fish *Chromis viridis* as consumer. The feeding responses of *C. viridis* were highly reproducible. Pieces of the body wall, branchiae, and parapodia from which bristles were removed were promptly consumed. Conversely, whole notopodia with bristles strongly deterred the consumer feeding.

Key-words: palatability, defence mechanisms, zoobenthos, predation.

Introduzione - I notopodi di *Hermodice carunculata* portano ciuffi di setole calcaree appuntite che si staccano facilmente, conficcandosi e frammentandosi nella pelle o nelle mucose dei potenziali predatori dissuadendoli dall'attacco (Kicklighter e Hay, 2006). *H. carunculata* è un saprofago/predatore generalista (Wolf *et al.*, 2014) che può consumare anche organismi dotati di difese chimiche, accumulando i loro metaboliti secondari biologicamente attivi [p.e. palitossina dell'esacorallo *Palythoa Lamouroux*, 1816 (Gleibs e Mebs, 1999)]. Questa capacità suggerisce che i tessuti di *H. carunculata* potrebbero essere scarsamente appetibili per eventuali predatori. È stato però osservato che esche contenenti estratti organici di *H. carunculata* sono consumate dal pesce predatore generalista *Thalassoma bifasciatum* (Bloch, 1791) (Kicklighter e Hay, 2006). Tuttavia, gli estratti erano stati ottenuti dall'animale *in toto*, e non si può escludere che almeno i tessuti della parete del corpo, maggiormente esposti ai predatori, siano repellenti o impalatabili. Per confermare se le capacità deterrenti di *H. carunculata* verso i predatori dipendono solamente dalle setole notopodiali, sono stati eseguiti test di palatabilità in cui parti diverse del corpo del polichete erano offerte al pesce *Chromis viridis* (Cuvier, 1830).

Materiali e metodi - Venti esemplari di *H. carunculata*, raccolti a Porto Cesareo (LE) a settembre 2015, sono stati mantenuti in due acquari da 50 l con schiumatoio interno, alimentandoli regolarmente con pezzi di merluzzo congelato. In corrispondenza degli esperimenti, alcuni individui sono stati anestetizzati (con MgCl₂ 7% a 4 °C, fino all'immobilità), decapitati e dissezionati in modo da ottenere le diverse parti di polichete (pezzi di circa 2×2 mm) da utilizzare come "trattamenti" nei test di palatabilità: parete del corpo ventrale (V) e dorsale (D), branchie (B), singoli neuropodi (NE) e notopodi (NO) integri portanti setole o a cui erano state rimosse le setole utilizzando forbici e pinzette (NE-S e NO-S, rispettivamente). *C. viridis* è un piccolo (max 9-10 cm) teleosteo popolare in acquariofilia marina. Non è mai stato utilizzato in test di palatabilità, ma potrebbe rivelarsi utile perché tollera bene la cattività, può essere mantenuto in gruppi numerosi in spazi relativamente ristretti e accetta diversi tipi di mangimi secchi e cibi freschi. I 36 esemplari di *C. viridis* utilizzati in questo studio sono stati mantenuti per alcuni mesi in una vasca da 200 l con schiumatoio interno, alimentandoli giornalmente con mangime Sera® Vipagran, frammenti di merluzzo congelato e pezzi di tremoline [il polichete *Hediste diversicolor* (O.F. Müller, 1776)]. Prima di eseguire i test di palatabilità,

gruppi di 3 pesci sono stati isolati in altre vasche al mattino, alimentandoli alla sera e il mattino successivo. I test iniziavano circa due ore dopo l'ultimo pasto seguendo una sequenza standard di offerte (Kicklighter e Hay, 2006) che ha previsto un controllo (granelli di mangime), un trattamento e un ulteriore controllo. Le condizioni di mantenimento e sperimentali erano temperatura 24-25 °C, fotoperiodo 16 ore luce / 8 buio e salinità 32-36. Le tipologie di risposte osservate nei gruppi (n=12) di *C. viridis* sono state classificate in: rifiuto-rigetto (RR: i pesci ignoravano l'offerta, oppure la assaggiavano per poi sputarla immediatamente), consumo parziale (CP: i pesci assaggiavano l'offerta e la consumavano in parte) o consumo completo (CC: tutta l'offerta era ingerita). Ci si attendeva una risposta CC per i trattamenti V, D, B, NE, NE-S e NO-S, e una risposta di tipo RR per il trattamento NO. Tutte le osservazioni sono state considerate valide perché tutti i pesci hanno sempre consumato completamente sia la prima sia la seconda offerta di controllo. Il test esatto di Fisher è stato applicato per confrontare la frequenza di consumo dei controlli (100%) rispetto a quella osservata per i singoli trattamenti.

Risultati - I pezzi di ventre e dorso, le branchie e i parapodi privati di setole di *H. carunculata* erano sempre consumati completamente (trattamenti V, D, B, NO-S, NE-S: 100% risposte CC). Al contrario, i notopodi integri, completi di setole erano sempre rigettati al primo contatto e quindi rifiutati (trattamento NO: 100% risposte "RR", $p<0,001$). Nel caso dei neuropodi integri è stato sempre osservato un consumo parziale: i pesci pizzicavano ripetutamente le offerte, asportando la maggior parte dei tessuti molli e lasciando i ciuffi di setole (trattamento NE: 100% risposte "CP", $p<0,001$).

Conclusioni - *C. viridis* sembra una valida specie per test di palatabilità. In particolare, le risposte individuali e di gruppo di *C. viridis* ad uno specifico trattamento erano estremamente riproducibili e ciò ha semplificato l'interpretazione dei risultati. Altre specie utilizzate in test di palatabilità spesso forniscono risposte più eterogenee: quando pezzi di *H. carunculata* erano offerti a *T. bifasciatum*, parte degli individui (40%) consumava offerte mentre altri (60%) le rifiutavano (Kicklighter e Hay, 2006). I risultati confermano che le difese antipredatorie di *H. carunculata* consistono essenzialmente nelle setole dorsali: queste agiscono da deterrente verso potenziali predatori, che altrimenti consumerebbero i tessuti molli del polichete, inclusi quelli dei notopodi. Le setole neuropodiali non hanno funzione deterrente in quanto i pesci si cibano senza timore dei tessuti intorno ad esse. Probabilmente erano scartate perché essendo costituite di chitina non hanno un elevato valore alimentare.

Bibliografia

- GLEIBS S., MEBS D. (1999) - Distribution and sequestration of palytoxin in coral reef animals. *Toxicon*, **37** (11): 1521-1527.
- KICKLIGHTER C.E., HAY M.E. (2006) - Integrating prey defensive traits: contrasts of marine worms from temperate and tropical habitats. *Ecol. Monogr.*, **76**: 195-215.
- WOLF A.T., NUGUES M.M., WILD C. (2014) - Distribution, food preference, and trophic position of the corallivorous fireworm *Hermodice carunculata* in a Caribbean coral reef. *Coral Reefs*, **33** (4): 1153-1163.

J. TEMPESTI, C. ROSSANO, S. GAMBINERI, W. PLAITI*, F. SCAPINI

Dipartimento di Biologia, Università di Firenze, Via Romana, 17 - 50125 Firenze, Italia.
tempesti.jonathan@gmail.com

*Hellenic Centre for Marine Research, Crete, Greece.

NEW RECORDS IN THE MEDITERRANEAN
FOR THE NON-INDIGENOUS SPECIES *PARANTHURA JAPONICA*
RICHARDSON, 1909 (ANTHURIDEA, ISOPODA)

*NUOVE SEGNALAZIONI NEL MEDITERRANEO
PER LA SPECIE ALLOCTONA PARANTHURA JAPONICA
RICHARDSON, 1909 (ANTHURIDEA, ISOPODA)*

Abstract - *Paranthura japonica* Richardson, 1909 was recently observed in Europe along the French coasts (Archachon Bay, Bay of Biscay) and thereafter few records were obtained in the Mediterranean Sea. This work reports the first finding of this species in two harbours of the Mediterranean Sea: Heraklion (Crete, Greece) and El Kantaoui (Tunisia).

Key-words: *Paranthura japonica*, introduced species, benthos, harbours, Mediterranean Sea.

Introduction - *Paranthura japonica*, firstly described from Hokkaido Island (Japan) by Richardson (1909), was recently discovered in the southern Bay of Biscay (Arcachon Bay, France) (Frutos *et al.*, 2011) and was identified as NIS (non-indigenous species). The main hypothesis for the arrival and spread of *P. japonica* was oysters and mussels trade and farming and the wrong attribution of the species as a local one could have been the cause of its late identification (Lavesque *et al.*, 2013; Marchini *et al.*, 2014). Likely the process of colonisation started from France and after the Lagoon of Venice reached La Spezia and Olbia harbours in Italy (Marchini *et al.*, 2014). The last findings were in La Grande Motte marina (Camargue, France) linked to bryozoans (Marchini *et al.*, 2015) and in Mar Piccolo lagoon (Taranto, Italy) (Lorenti *et al.*, 2016); seafood trading and processing was again supposed to be the main cause of unintentional introduction. The present work documents the presence of the species *P. japonica* in two more Mediterranean harbours, where it was found during systematic benthos samplings within the framework of the MaPMed European project (ENPI-CBCMED).

Materials and methods - Sediment samples were collected within three Mediterranean touristic harbours: Cagliari (Sardinia, Italy), Heraklion (Crete, Greece) and El Kantaoui (Tunisia). Samplings were made in February, May and September 2012 in a total of 12 stations according to harbour dimensions and activities. A total of 180 samples was collected through a box corer and sieved (0.5 mm mesh size), stored in a solution at 10% formaldehyde buffered with sea water for transport to the laboratory (University of Florence, Italy), for subsequent sorting of benthic macrofauna. *P. japonica* specimens were carefully examined under a stereomicroscope and under a microscope when it was necessary.

Results - The observed specimens fit into the descriptions of *P. japonica* provided by Richardson (1909) and Nunomura (1977) with the following main characteristics: pleonites 1-5 fused medially but not laterally, uropod exopods with distal concavity on mesial margin, pleotelson not reaching beyond tip of uropod endopods. The allochthonous isopod *P. japonica* was found in the February samples, in Heraklion and El Kantaoui harbours, but not in Cagliari. A total of four individuals was

found on the mud as epibenthic macrofauna in the inner stations of the ports, three individuals from El Kantaoui and one from Heraklion. It is interesting to note that *P. japonica* was found in the most protected area of the harbours along the docks in winter only and after storming weather conditions.

Conclusions - Like many peracarid crustaceans, anthuridean isopods have limited dispersion capability and are unable to extend their range over a global scale by natural means (Lorenti *et al.*, 2009). This new record documents the easternmost point where the species was found in Mediterranean Sea, represented by Heraklion harbour (Crete, Greece). The present work, along with others already reported in the literature or from personal observations, can help to understand the dynamics of temporal and spatial distribution of the species (Katsanevakis *et al.*, 2011), which may anticipate its invasion into the Mediterranean, facilitated by port activities and trades.

References

- FRUTOS I., SORBE J.C., JUNOY J. (2011) - The first blind *Paranthur* species (Crustacea, Isopoda, Paranthuridae) from the 'El Cachucho' Marine Protected Area (Le Danois Bank, southern Bay of Biscay). *Zootaxa*, **2971**: 17-32.
- KATSANEVAKIS S., ZENETOS A., MAČIĆ V., BEQIRAJ S., POURSANIDIS D., KASHTA L. (2011) - Invading the Adriatic: spatial patterns of marine alien species across the Ionian-Adriatic boundary. *Aquat. Biol.*, **13**: 107-118.
- LAVESQUE N., SORBE J.C., BACHELET G., GOUILLIEUX B., DE MONTAUDOUIN X., BONIFACIO P., BLANCHET H., DUBOIS S. (2013) - Recent discovery of *Paranthur japonica* Richardson, 1909 (Crustacea: Isopoda: Paranthuridae) in European marine waters (Arcachon Bay, Bay of Biscay). *BioInvasion Records*, **2** (3): 215-219.
- LORENTI M., DAPPIANO M., GAMBI M.C. (2009) - Occurrence and ecology of *Mesanthura* (Crustacea: Isopoda: Anthuridea) in two Italian harbours. *Mar. Biodiv. Records*, **2**, doi: 10.1017/S1755267209000153.
- LORENTI M., KEPPEL E., PETROCELLI A., SIGOVINI M., TAGLIAPIETRA D. (2016) - The non-indigenous *Paranthur japonica* Richardson, 1909 (Isopoda: Anthuroidea: Paranthuridae) from the Mar Piccolo lagoon, Taranto (Italy, Mediterranean Sea). *Environ. Sci. Pollut. Res.*, **23** (13): 12791-12796.
- MARCHINI A., FERRARIO J., MINCHIN D. (2015) - Marinas may act as hubs for the spread of the pseudo-indigenous bryozoan *Amathia verticillata* (Delle Chiaje, 1822) and its associates. *Sci. Mar.*, **79** (3) 355-365.
- MARCHINI A., SORBE J.C., TORELLI F., LODOLA A., OCCHIPINTI AMBROGI A. (2014) - The non-indigenous *Paranthur japonica* Richardson, 1909 in the Mediterranean Sea: travelling with shellfish? *Mediterr. Mar. Sci.*, **15** (3): 545-553.
- NUNOMURA N. (1977) - Marine Isopoda from Amakusa, Kyushu (1). *Publications from the Amakusa Marine Biological Laboratory*, **4** (2): 71-90.
- RICHARDSON H. (1909) - Isopods collected in the northwest Pacific by the U.S. Bureau of Fisheries steamer "Albatross" in 1906. *Proceedings of the United States National Museum*, **37**: 75-129.

The project "MANagement of Port areas in the MEDiterranean Sea Basin (MAPMED)" has been funded by ENPI CBC MED Cross-Border Cooperation. This publication has been produced with the financial assistance of the European Union under the ENPI CBC Mediterranean Sea Basin Programme. The contents of this document are the sole responsibility of UNIFI and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or of the Programme's management structures.

F. BLASI, G. JONA-LASINIO¹, B. CAVALLETTI², M. SAROGLIA

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

¹Dipartimento di Scienze Statistiche, Università di Roma La Sapienza, P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma, Italia.

²Dipartimento di Economia, Università di Genova, Via Vivaldi, 5 - 16126 Genova, Italia.

APPLICAZIONE DI UN *CHOICE EXPERIMENT* A PORTOFINO PER LA VALUTAZIONE MONETARIA DI TRE SERVIZI ECOSISTEMICI

APPLICATION OF A CHOICE EXPERIMENT IN PORTOFINO FOR THE MONETARY VALUATION OF THREE ECOSYSTEM SERVICES

Abstract - *This study reports the results of a choice experiment held in Portofino (Italy) that values three ecosystem services. The aim of the study is evaluate the benefits derived from the enhancing the ecosystem services in the scenario in which funds from the State to MPAs are increased to allow for more biodiversity conservation.*

Key-words: *marine parks, economic analysis, Posidonia oceanica, coralligenous, fishery resources.*

Introduzione - In Italia sono state istituite, ad oggi, 27 Aree Marine Protette (AMP) e due parchi sommersi. I trasferimenti allocati dallo Stato alle AMP sono stati progressivamente ridotti tra il 2008 e il 2015; il “Collegato ambientale alla legge di stabilità” (Legge 28 dicembre 2015, n. 221) prevede, invece, un incremento dei trasferimenti alle AMP a decorrere dal 2016. In questo contesto, risulta importante conoscere il valore attribuito dalla popolazione italiana ai servizi ecosistemici forniti dalla biodiversità protetta tramite le AMP, con l'obiettivo di valutare i benefici della conservazione e comprendere se sia socialmente benefico un incremento dei finanziamenti da parte dello Stato. Il presente studio è stato progettato tra il 2013 e il 2014 e realizzato tra il 2014 e il 2015. Per la ricerca abbiamo applicato il metodo di valutazione *choice experiment* (CE) presso l'AMP di Portofino per stimare il valore monetario di tre servizi ecosistemici. Il CE risulta essere un approccio utile per valutare i benefici forniti dai servizi ecosistemici delle specie e degli habitat delle aree protette (Christie e Rayment, 2012; Christie *et al.*, 2015).

Materiali e metodi - Il CE è una tecnica che appartiene ai *stated preference methods*, che rappresentano un approccio in cui i servizi ecosistemici sono valutati attraverso questionari che propongono agli intervistati diversi scenari ipotetici. Il CE, in particolare, si basa sull'idea che un servizio ecosistemico può essere descritto in termini delle sue caratteristiche, o attributi, e dei livelli che questi attributi assumono. Nel nostro studio abbiamo individuato 4 attributi, tre dei quali rappresentano componenti ecosistemiche rilevanti per le AMP italiane, più un attributo economico. I tre attributi servizi ecosistemici sono: *Regolazione del clima* fornito dalle praterie di *Posidonia oceanica*, *Benefici estetici* fornito dal coralligeno, e *Approvvigionamento di cibo dal mare* fornito dalle popolazioni ittiche. Per ciascuno di questi attributi abbiamo individuato due livelli, *Attuale* e *Crescita*: il livello *Attuale* esprime il flusso di ciascun servizio ecosistemico fornito dagli ecosistemi con la quota di finanziamento alle AMP del 2014; il livello *Crescita* esprime il cambiamento del flusso di ciascun servizio ecosistemico nello

scenario politico ipotetico in cui i finanziamenti per le AMP vengono incrementati consentendo una maggiore conservazione degli ecosistemi. Agli intervistati sono state illustrate le specie con l'aiuto di fotografie, e spiegati i processi che sono alla base dell'erogazione dei servizi ecosistemici. Abbiamo utilizzato un quarto attributo (*Costo*) con il fine di stimare il valore monetario dei servizi ecosistemici. L'attributo *Costo*, nel nostro studio, è rappresentato da un incremento annuale della tassazione per le famiglie italiane, le cui entrate verrebbero usate per la conservazione delle praterie di posidonia, del coralligeno e delle popolazioni ittiche tramite le AMP italiane. Nella nostra ricerca, l'attributo *Costo* assume uno di tre livelli: 0,1 €, 1 €, 10 € all'anno. La raccolta dati è stata compiuta presso il comune di Portofino durante il mese di agosto 2014, tramite interviste *face-to-face* a un campione di turisti e residenti fermati per strada. È stato intervistato un totale di 150 persone. Per analizzare le scelte abbiamo utilizzato il modello statistico conosciuto come *multinomial logit model*. Per la stima del valore monetario dei servizi ecosistemici (*implicit price*, IP) abbiamo usato un modello, volto a calcolare i coefficienti che consentono di stimare il valore monetario dei servizi ecosistemici, in cui la variabile dipendente è rappresentata dalla scelta degli intervistati (Opzione A, Opzione B o *Status quo*), e le variabili indipendenti sono i servizi ecosistemici e l'attributo *Costo*. La disponibilità a pagare (WTP, *willingness to pay*) è stata stimata dividendo i coefficienti dei servizi ecosistemici con il coefficiente dell'attributo *Costo* ($IP = -\beta_{Ecosystem\ service} / \beta_{Cost}$).

Risultati - I nostri risultati mostrano che le persone intervistate presso l'AMP di Portofino sono disposte a pagare 9,77 € per famiglia (*household*, HH) per anno per un incremento del servizio ecosistemico *Regolazione del clima* fornito dalle praterie di posidonia presenti nelle AMP italiane, in confronto a avere un livello del servizio ecosistemico che si mantiene al livello attuale (2014). Per il servizio ecosistemico *Benefici estetici* la WTP è 10,06 €/HH/yr. Per il servizio ecosistemico *Approvvigionamento di cibo dal mare* la WTP è 9,87 €/HH/yr.

Conclusioni - Lo studio mostra che il campione di popolazione intervistato presso l'AMP di Portofino è disposto a pagare per un incremento del flusso dei servizi ecosistemici forniti dalla biodiversità protetta tramite le AMP italiane. La nostra ricerca indica che è socialmente benefica una inversione del trend da una riduzione dei finanziamenti alle AMP verso un incremento dei finanziamenti. Un orientamento positivo verso una disponibilità a pagare per incrementare la fornitura dei servizi ecosistemici è stato individuato anche da altre applicazioni del CE al contesto delle aree protette in altri Paesi (Christie e Rayment, 2012; Christie *et al.*, 2015). Ulteriori applicazioni del CE per la valutazione monetaria dei servizi ecosistemici forniti dalle AMP italiane, che tengano in considerazione le conclusioni e le considerazioni del nostro studio, potrebbero estendere lo scopo di questa ricerca. In particolare, sarà utile applicare il metodo alle altre AMP italiane e a un campione selezionato della popolazione italiana rappresentativo rispetto alla composizione socio-demografica.

Bibliografia

- CHRISTIE M., RAYMENT M. (2012) - An economic assessment of the ecosystem service benefits derived from the SSSI biodiversity conservation policy in England and Wales. *Ecosystem Services*, **1**: 70-84.
- CHRISTIE M., REMOUNDOU K., SIWICKA E., WAINWRIGHT W. (2015) - Valuing marine and coastal ecosystem service benefits: case study of St Vincent and the Grenadines' proposed marine protected areas. *Ecosystem Services*, **11**: 115-127.

C. CALABRETTI, C. BONUOMO*, S. CITTERIO, A. OCCHIPINTI AMBROGI*, S. CARONNI*

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra, Università di Milano Bicocca,
Piazza della Scienza, 1 - 20126 Milano, Italia.
c.calabretti@campus.unimib.it

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

PRIMA SEGNALAZIONE DELLA MICROALGA PRODUTTRICE DI MUCILLAGINE *CHRYSOPHAEUM TAYLORII* LEWIS & BRYAN LUNGO LE COSTE SICILIANE

FIRST RECORD OF THE MUCILAGE PRODUCING MICROALGA CHRYSOPHAEUM TAYLORII LEWIS & BRYAN ALONG THE COASTS OF SICILY

Abstract - This short research was conducted in early August 2015 along the Sicilian coasts. The aim of the study was to improve the knowledge on the distribution of the benthic mucilage-forming microalga *Chrysothrix taylorii* Lewis & Bryan (Pelagophyceae) in the Mediterranean Sea. To the purpose, data on its cell presence and abundance on hard artificial benthic substrata in two different study sites near Ragusa were collected.

Key-words: *phytobenthos*, *Chrysothrix taylorii*, *new records*, *distribution*.

Introduzione - *Chrysothrix taylorii* Lewis & Bryan è una microalga bentonica produttrice di mucillagine tipica delle regioni tropicali e subtropicali dell'Atlantico e del Pacifico (Schaffelke *et al.*, 2004), che negli ultimi anni sembra stia espandendo il suo areale distributivo anche in Mediterraneo (Caronni *et al.*, 2015). Dal 2007, infatti, la specie è stata segnalata lungo le coste sarde (Caronni *et al.*, 2014), turche (Aktan e Topaloğlu, 2011) e laziali (Blasi *et al.*, 2013). Obiettivo di questo studio è stato ampliare le conoscenze sulla distribuzione della specie in Mediterraneo, verificandone la presenza in Sicilia.

Materiali e metodi - In provincia di Ragusa sono stati individuati due siti di campionamento, Scoglitti (36°53'00"N; 14°25'00"E) e Palo Bianco (36°45'51.63"N; 14°38'26.69"E), particolarmente adatti allo sviluppo della microalga per tipologia di substrato (barriere frangiflutti), popolamenti presenti ed esposizione. All'inizio del mese di agosto 2015, periodo in cui *C. taylorii* raggiunge solitamente il picco di densità (Caronni *et al.*, 2014), in ciascun sito sono state scelte due stazioni di campionamento soggette a diverso idrodinamismo (M: moderato; I: intenso). In ciascuna sono stati raccolti campioni di acqua e materiale epilittico alla profondità di maggiore densità della specie (1,5 m; Caronni *et al.*, 2015), secondo il metodo descritto da Abbate *et al.* (2007) (n=3). I campioni sono stati fissati con una soluzione di Lugol ed analizzati al microscopio a rovesciamento (2 sub-campioni per ciascun campione) per il conteggio delle cellule di *C. taylorii* (metodo Utermöhl; Abbate *et al.*, 2007). I dati raccolti sono stati analizzati statisticamente con tecniche di analisi univariata (ANOVA ed SNK).

Risultati - *C. taylorii* non è risultata presente in nessuno dei campioni raccolti a Palo Bianco. Nei campioni raccolti a Scoglitti, invece, sono state ritrovate cellule vegetative della microalga, sia nella stazione di campionamento più esposta (I: 63 cellule ml⁻¹), sia in quella più riparata (M: 30 cellule ml⁻¹) (Fig. 1). Le differenze nella densità della microalga osservate tra le due stazioni di campionamento a Scoglitti sono risultate statisticamente significative ($F_{1,4}=40,00$; $P<0,05$; SNK: $I<M$).

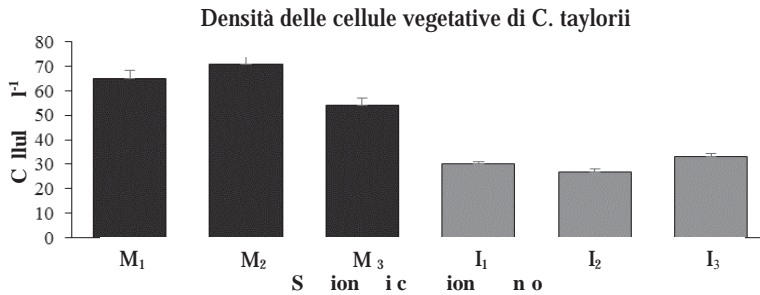


Fig. 1 - Densità media (+ES) delle cellule vegetative di *C. taylorii* nei campioni raccolti in ciascuna stazione (I: idrodinamismo intenso, M: idrodinamismo moderato) del sito di Scoglietti.

C. taylorii mean cell densities (+ES) in the 3 samples collected in each station (I: intense hydrodynamic stress; M: moderate hydrodynamic stress) of the site of Scoglietti.

Conclusioni - I dati raccolti forniscono un importante contributo all'ampliamento delle conoscenze sulla distribuzione di *C. taylorii* in Mediterraneo, dimostrandone la presenza anche in Sicilia meridionale, dove la densità della microalga è risultata molto simile a quella di altre zone di recente colonizzazione (Blasi *et al.*, 2013). Questi risultati sembrano confermare che sia in corso una progressiva espansione della specie nel bacino, com'è stato recentemente ipotizzato per altre microalghe bentoniche, le cui massicce fioriture stanno recentemente interessando il Mediterraneo (Mangialajo *et al.*, 2008). Le densità cellulari di *C. taylorii*, che sono risultate significativamente più basse nella stazione più esposta (I), costituiscono inoltre un'ulteriore prova del ruolo chiave dell'idrodinamismo nelle fioriture della microalga, come già osservato da Caronni *et al.* (2015).

Bibliografia

- ABBATE M., BORDONE A., CERRATI G., LISCA A., PEIRANO A. (2007) - Variabilità della distribuzione e densità di *Ostreopsis ovata* nel Golfo della Spezia. *Biol. Mar. Mediterr.*, **14** (2): 286-287.
- AKTAN Y., TOPALOĞLU B. (2011) - First record of *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan and their benthic mucilaginous aggregates in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *J. Black Sea Mediterr. Env.*, **17** (2): 159-170.
- BLASI F., DELARIA M., CARONNI S. (2013) - Prima segnalazione della microalga bentonica *Chrysophaeum taylorii* Lewis & Bryan lungo le coste laziali. *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 120-121.
- CARONNI S., BRESCIANI A., DELARIA M.A., MELONI F., NAVONE A., PANZALIS P., HEIMANN K., CECCHERELLI G. (2015) - Ecology of the benthic mucilage-forming microalga *Chrysophaeum taylorii* in the W Mediterranean Sea: substratum and depth preferences. *East. Coast. Shelf Sci.*, **161** (5): 38-45.
- CARONNI S., DELARIA M., NAVONE A., PANZALIS P., SECHI N., CECCHERELLI G. (2014) - Relevant scales of variability of the benthic allochthonous microalga *Chrysophaeum taylorii*. *Mar. Biol.*, **161**: 1787-1798.
- MANGIALAJO L., BERTOLOTTO R., CATTANEO-VIETTI R., CHIANTORE M., GRILLO C., LEMEE R., MELCHIORRE N., MORETTO P., POVERO P., RUGGIERI N. (2008) - The toxic benthic dinoflagellate *Ostreopsis ovata*: quantification of proliferation along the coastline of Genoa, Italy. *Mar. Pollut. Bull.*, **56** (6): 1209-1214.
- SCHAFFELKE B., HEIMANN K., MARSHALL P.A., AYLING A.M. (2004) - Blooms of *Chrysoctysis fragilis* on the Great Barrier Reef. *Coral reefs*, **23**: 514.

M. SIMEONE, D. GRECH, P. MASUCCI, A. PAGLIARANI, M. MORACA, L. APPOLLONI

Centro Studi Interdisciplinari Gaiola onlus,
CeRD A.M.P. Parco Sommerso di Gaiola, Discesa Gaiola - 80123 Napoli, Italia.
m.simeone@gaiola.org

PROGETTO MEDPAN “ANALISI TERRITORIALE PER LA
GESTIONE INTEGRATA DELLA COSTA DI POSILLIPO”
(GOLFO DI NAPOLI): RILIEVI DELLE BIOCENOSI BENTONICHE

*MEDPAN PROJECT “TERRITORIAL ANALYSIS FOR THE
INTEGRATED MANAGEMENT OF THE POSILLIPO COASTLINE”
(GULF OF NAPLES): BENTHIC BIOCOENOSIS SURVEY*

Abstract - *This work presents a part of the results of a project carried out in the Marine Protected Area (MPA) Gaiola Underwater Park and in the bordering coastal areas. This MPA is located in the densely urbanized and populated area of the city of Naples. The general aim of the project is to increase general knowledge of the coastal sector bordering the MPA (from Capo Posillipo to Nisida Island) by means of an integrated approach, in order to produce a Geodatabase, to be used as a tool for the development of an Integrated Coastal Management Plan, taking into account all the relevant features of the territory. This work is focused on the presentation of data from the detailed survey of the characterization of the benthic biocoenosis.*

Key-words: *benthic communities, coastal zone management, GIS, Gulf of Naples, Gaiola MPA.*

Introduzione - L'AMP Parco Sommerso di Gaiola, istituita nel 2002, con una superficie di appena 42 ha e circa 2,3 km di costa, è inserita in un contesto prettamente metropolitano che la sottopone ad una continua pressione antropica (Simeone e Russo, 2005; Grech *et al.*, 2015). Ad oltre dieci anni dall'istituzione, l'obiettivo del Progetto “*Territorial Analysis for the Integrated Management of the Posillipo Coastline*”, sviluppato dal CSI Gaiola onlus e cofinanziato da MedPAN (*Mediterranean Protected Areas Network*), è quello di acquisire dati utili sull'intero settore costiero in cui è inserita l'AMP che possano fornire un quadro organico di riferimento, nel medio e lungo periodo, per verificare l'efficacia delle azioni di tutela intraprese e le eventuali criticità presenti, in accordo con i principi dell'*Integrated Coastal Zone Management* (Clark, 1995). Nel presente lavoro vengono illustrati i dati relativi all'Activity 3.2: rilievo delle biocenosi bentoniche.

Materiali e metodi - È stato preso in esame il settore costiero della città di Napoli in cui è inserita l'AMP di Gaiola, da Capo Posillipo all'Isola di Nisida, per una lunghezza di circa 9 km. L'analisi territoriale è stata suddivisa in quattro differenti linee di ricerca (*Activities*): 1) geomorfologia costiera; 2) aspetti floro-faunistici della costa emersa; 3) ambiente marino; 4) aspetti socio-economici. Nell'ambito dell'Activity 3 (Ambiente marino), è stata eseguita nei mesi di ottobre-novembre 2015 una campagna di rilievi subacquei in immersione (ARA) per la mappatura e la caratterizzazione biocenotica dei fondali mediante transetti *visual census* largo-costa, a partire dalla batimetrica dei -25 m, integrati da percorsi *visual census* su elementi geomorfologici di particolare interesse. Il piano dei campionamenti in ARA è stato effettuato sulla base della mappa batimorfologica di dettaglio dei fondi realizzata mediante rilievi *multibeam* e *singlebeam*. Sono stati eseguiti in totale 17 transetti (di cui 5 in AMP) e 3 percorsi. La georeferenziazione dei dati sul campo è stata effettuata mediante software QGIS interfacciato a modulo ecoscandaglio/gps. Per l'elaborazione e correlazione dei dati mediante Geodatabase è stato utilizzato sia QGIS che ArcGIS.

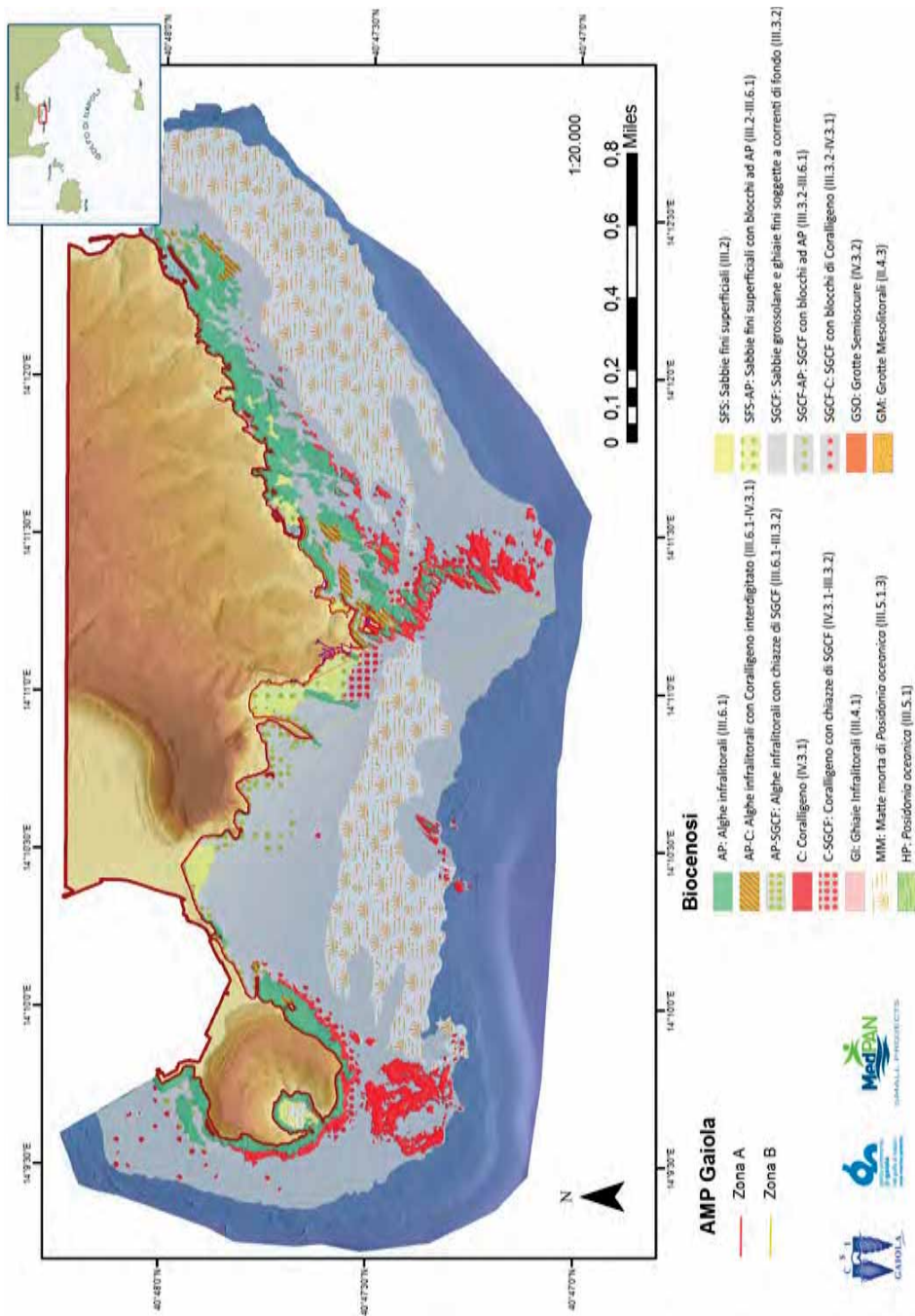


Fig. 1 - Mappa bionomica dell'area di studio.
Bionomic map of the study area.

Risultati - I dati acquisiti sono stati elaborati su piattaforma GIS per la realizzazione della mappa bionomica dell'area di studio (Fig. 1). Dall'analisi della distribuzione delle comunità bentoniche si può notare come all'interno dell'AMP siano rappresentate in maniera omogenea tutte le biocenosi rilevate sull'intero settore costiero, data l'elevata complessità geomorfologica dei fondali dell'area incrementata dalla presenza di strutture archeologiche sommerse (Simeone e Masucci, 2009). Di grande interesse è il Banco della Cavallara, solo in parte all'interno dell'AMP, dove è stata rilevata la presenza di una biocenosi coralligena ben strutturata, con *facies a Eunicella cavolinii* (Koch, 1887), *Eunicella singularis* (Esper, 1791) e *Parazoanthus axinellae* (Schmidt, 1862). Qui risulta evidente il differente stato di conservazione nelle aree interne ed esterne al Parco, dove le pareti subverticali sono risultate prive di organismi a portamento erettile a causa dell'azione meccanica degli attrezzi da pesca. Interessante notare che in quest'area, caratterizzata da ripide pareti subverticali, il calcolo della superficie effettiva di copertura del coralligeno, realizzato grazie all'elaborazione della carta delle pendenze in ArcGIS, mostra un aumento di superficie fino al 65% rispetto al calcolo delle superfici in piano realizzato con la tradizionale cartografia bidimensionale. Un coralligeno ben strutturato con fitte coperture a *E. cavolinii*, anche sul piano orizzontale, è stato rilevato anche sul banco roccioso che si estende a sud-ovest di Nisida, in un'area non soggetta a regime di tutela. Da segnalare, infine, la presenza di matte morta (≈ 140 ha) sui fondi mobili da -25 m a circa -8 m lungo tutto il litorale, a testimonianza dell'antica prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813, rilevata da Parenzan (1956) nello stesso tratto di costa (≈ 210 ha).

Conclusioni - Tale progetto ha messo in evidenza la necessità di espandere le indagini sul settore costiero esterno e limitrofo all'AMP al fine di avere un quadro di riferimento sullo stato e sull'uso della risorsa mare dentro e fuori dall'area di protezione, necessità tanto più indispensabile se si pensa alla ridotta estensione dell'AMP ed al contesto territoriale in cui è inserita. L'implementazione del Geodatabase GIS, ha consentito di ottenere una visione integrata dell'area di indagine, resa più intuitiva e realistica dalla rappresentazione 3D, rivelandosi uno strumento di estrema utilità per le strategie di gestione di un importantissimo settore costiero della città di Napoli e per le future attività di studio e monitoraggio (Bianchi *et al.*, 2012).

Bibliografia

- BIANCHI C.N., PARRAVICINI V., MONTEFALCONE M., ROVERE A., MORRI C. (2012) - The challenge of managing marine biodiversity: a practical toolkit for a cartographic, territorial approach. *Diversity*, **4**: 419-452.
- CLARK J.R. (1995) - *Coastal zone management handbook*. Lewis Publishers, New York: 695 pp.
- GRECH D., PATTI F.P., CHIARORE A., MULAS M., BUIA M.C. (2015) - Coastal transformation and marine habitat loss. In: Ozhan E. (ed), *Proceedings of the 12th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment*. Varna (Bulgaria), 6-10 Oct 2015. MEDCOAST2015, Vol. 1: 271-281.
- PARENZAN P. (1956) - Biocenologia dei fondi marini a Zosteracee. *Boll. Zool.*, **23** (2): 621-637.
- SIMEONE M., MASUCCI P. (2009) - Analisi geoarcheologiche nell'Area Marina Protetta Parco Sommerso di Gaiola (Golfo di Napoli). *Ital. J. Quaternary Sci.*, **22** (1): 25-32.
- SIMEONE M., RUSSO G.F. (2005) - Il Parco Sommerso di Gaiola. In: Carrada G.C., Coiro P., Russo G.F. (eds), *Le aree protette: occasione di sviluppo, recupero di memorie storiche, tutela di ecosistemi*. Electa, Napoli: 85-94.

S. COLELLA, F. DONATO, M. PANFILI, A. SANTOJANNI

Istituto Scienze Marine (ISMAR), CNR, Largo Fiera della Pesca, 2 - 60125 Ancona, Italia.
s.colella@ismar.cnr.it

REPRODUCTIVE PARAMETERS AND SEXUAL MATURITY OF *SQUILLA MANTIS* L., 1758 (CRUSTACEA: STOMATOPODA) IN THE NORTH-CENTRAL ADRIATIC SEA (GSA 17)

PARAMETRI RIPRODUTTIVI E MATURITÀ SESSUALE DI SQUILLA MANTIS L., 1758 (CRUSTACEA: STOMATOPODA) NEL MAR ADRIATICO CENTRO-SETTENTRIONALE (GSA 17)

Abstract - The spot-tail mantis shrimp, *Squilla mantis* (L., 1758), is very abundant in the northern and central Adriatic Sea (GSA 17), where it represents 66% of the national catches for this species. The main objectives of this study were to investigate some reproductive biology aspects and to provide a macroscopic sexual maturity scale to assess the maturation process of female by examination of ovaries and cement glands. The spawning period was from winter to spring and the sex ratio for the whole sample was always in favour of males except during autumn, when the females were not involved in spawning. The carapace length at first maturity for females was estimated at 25.36 ± 0.21 mm.

Key-words: *Squilla mantis*, sex ratio, sexual maturity, reproduction, North-central Adriatic Sea.

Introduction - *Squilla mantis* is a common species along the coast of the Mediterranean Sea and it is one of the most important resource in the the northern and central Adriatic Sea (GFCM-GSA17), where it represents 66% of the demersal fisheries mainly caught by bottom trawlers (IREPA, 2012). This species usually inhabits inshore waters on muddy and sandy bottoms at depths ranging from shoreline to about 80 m (Maynou *et al.*, 2004). Despite its commercial value, this species is still not enough investigated in Adriatic Sea. The aims of this study were to provide a macroscopic sexual maturity scale for females and to focus some parameters related to reproductive biology of this species such as sex ratio, maturation cycle and size at first maturity.

Materials and methods - The specimens used for this study were monthly collected from 2008 to 2011, in northern and central Adriatic Sea, in the context of the Data Collection Framework (EU Reg. 199/2008). All samples were obtained from commercial landings of the bottom trawl and of modified beam trawl called "rapido". A total of 17,125 individuals were measured (CL=carapace length to the nearest 1 mm below) and weighted (TW, to the nearest 0.01g); sex was macroscopically determined for both sexes (7,292 females and 9,833 males) while the maturity stage was established only for females. In particular, the female maturation process was detected by macroscopic examination of their ovaries and cement glands. A five stages maturity scale (1-immature, 2-early maturation, 3-maturation, 4-ripe, 5-spent) derived from Frogliola (1996) and suitably modified (the quiescent and the spent stages were grouped into a single one, due to their similarity and the consequent possibility to confuse them) was utilised. The sex ratio was monthly estimated and it was expressed as the percentage of females (F/F+M) at the various carapace length class (1 mm). The reproductive cycle was determined taking into account the percentages of female maturity stages observed in the different seasons. The length at the first maturity (L_{m50}) was estimated for females, defined as the size class at which 50% of the females were mature, by fitting the logistic equation:

$$p = [1 + e^{-r(x - x_{50})}]^{-1}$$

where, p is the proportion of mature females (from stage 2 to 5) at carapace length class, r is a fitted parameter, x is carapace length, x_{50} is the carapace length at which 50% of the females were mature.

Results - On the basis of seasonal frequency distribution of maturity stages of females, it was observed that in winter about the 74% of individuals were mature (stage 4), showing the body cavity almost completely filled by ovaries. During spring, mature females represented about 29%. Spent females, with the narrow ovaries but still white cement glands, were observed in higher percentage during summer (31%). In summer and autumn, immature and early maturation females represented the greater part of the population sampled (68% and 73% respectively). The sex ratio for the whole sample analysed was almost always in favour of males, especially during spring and summer when the females were in spawning and post spawning phases. Taking into account the CL classes, the trend of sex ratio showed a high predominance of males in all size classes from 27 to 48 mm of CL, while females outnumbered males in the smallest individuals ($11 \leq CL \leq 20$ mm). By fitting the logistic equation on the available data, the estimated carapace length at first maturity was 25.36 ± 0.21 mm ($r^2 = 0.987$).

Conclusions - The frequency distribution of maturity stages highlighted a protracted spawning period of *Squilla mantis* from winter to spring, in according to the results reported previously in the Adriatic Sea (Frogliia, 1996; Carbonara *et al.*, 2013) and in other Mediterranean areas (Maynou *et al.*, 2004; Mili *et al.*, 2011). The trend of sex ratio highlighted a dominance of males in spring and in summer when females hid in galleries to incubate their eggs; during these seasons, this decrease in females catchability to fishing gears was also observed by other authors (Frogliia, 1996; Mili *et al.*, 2011). In autumn, females left galleries and were more vulnerable after spawning event; the sex ratio consequently shifted in favour of females. The length at first maturity estimated for GSA 17 was greater than reported in other Italian GSAs by Carbonara *et al.* (2013), but comparable with the value reported by Frogliia, 1996 (CL=27 mm) in the same area. These differences could be related to several environmental factors which characterize the different areas, such as the abundance and distribution of local populations, competition for space and availability of nourishment.

References

- CARBONARA P., CASCIARO L., GAUDIO P., PALMISANO M., ZUPA W., SPEDICATO M.T. (2013) - Reproductive cycle and length at first maturity of *Squilla mantis* in the central-western Mediterranean. *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 131-132.
- FROGLIA C. (1996) - Growth and behaviour of *Squilla mantis* (mantis shrimp) in the Adriatic Sea. EU STUDY DG XIV/MED/93/016. Final Report.
- IREPA (2012) - *Osservatorio economico sulle strutture produttive della pesca marittima in Italia 2011*. Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli: 252 pp.
- MAYNOU F., ABELLÓ P., SARTOR P. (2004) - A review of the fishery biology of the mantis shrimp, *Squilla mantis* (L., 1758) (Stomatopoda, Squillidae) in the Mediterranean. *Crustaceana*, **77** (9): 1081-1099.
- MILI S., BOURIGA N., MISSAOUI H., JARBOUI O. (2011) - Morphometric, reproductive parameters and seasonal variations in fatty acid composition of the mantis shrimp *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) in the Gulf of Gabes (Tunisia). *J. Life Sci.*, **5**: 1058-1071.

S. D'ANTONI, D. BORME, S. LORENZON, P. DEL NEGRO

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

OSSERVAZIONI PRELIMINARI
SULLA COMPOSIZIONE IN SPECIE E RELATIVE LESIONI
DEL *BY-CATCH* DI CROSTACEI
DERIVANTE DA ALCUNE ATTIVITÀ DI PESCA
NEL NORD ADRIATICO

*PRELIMINARY OBSERVATIONS
ON SPECIES COMPOSITION AND DAMAGES
IN CRUSTACEA BY-CATCH
FROM DIFFERENT FISHING ACTIVITIES
IN THE NORTHERN ADRIATIC SEA*

Abstract - *The by-catch is a great problem in all fisheries since it induces a lowering of global marine biodiversity. The aim of this study was to evaluate the crustaceans by-catch composition and relative injuries resulting from different fishing activities in the northern Adriatic Sea.*

Key-words: *by-catch, Crustacea, fisheries, northern Adriatic Sea.*

Introduzione - L'intenso sfruttamento delle risorse alieutiche ha portato ad un progressivo depauperamento degli stock (Wilson *et al.*, 2014). La scarsa selettività degli attrezzi da pesca oggi utilizzati comporta spesso la cattura di numerose specie accessorie (*by-catch*) di cui molte con scarso o nullo valore commerciale, che pertanto vengono rigettate in mare. Queste operazioni influiscono negativamente sull'ambiente marino e costituiscono un dispendio di tempo ed energia per gli addetti del settore. Il presente studio preliminare ha previsto: (1) l'individuazione delle specie di Crostacei Decapodi oggetto di *by-catch* e (2) l'analisi della tipologia di lesioni causate agli organismi dai diversi attrezzi da pesca. I Crostacei rivestono un ruolo fondamentale nel trasferimento di materia ed energia all'interno delle reti trofiche (Lima *et al.*, 2013), pertanto il depauperamento o la modifica dei loro popolamenti può avere effetti sull'intero ecosistema.

Materiali e metodi - I campionamenti si sono svolti a bordo di pescherecci operanti nell'area dell'Alto Adriatico (marinerie di Grado, Marano e Lignano) e hanno rispettato la stagionalità relativa all'utilizzo dell'attrezzo. Sono state monitorate: reti da posta ("cagnolera" 18 cale; "passelera" 29 cale); draga idraulica per fasolari *Callista chione* (Linnaeus, 1758) (15 cale); nasse da astici con telaio metallico (12 imbarchi con 30 nasse ciascuno). È stato considerato il solo *by-catch* di Crostacei Decapodi. I campioni, raccolti dopo le operazioni di *sorting*, sono stati determinati tassonomicamente e sono state effettuate le rilevazioni morfometriche. È stata eseguita una valutazione dei danni meccanici suddivisi in: (a) danni recenti, imputabili all'attività di pesca e (b) danni pregressi, che presentano segni di un processo rigenerativo in atto. In fase di analisi i danni sono stati classificati utilizzando una scala a 7 livelli in accordo con Pranovi *et al.* (2001). I dati presentati sono raggruppati per ogni tipologia di attrezzo da pesca, considerando l'insieme dei campionamenti effettuati nell'arco di un intero anno.

Risultati - Nei campioni raccolti con la “passelera” sono stati rinvenuti 990 individui appartenenti a 22 specie diverse di Crostacei Decapodi in cui il 74% degli esemplari presentava segni di danno recente. In termini di abbondanza *Carcinus aestuarii* (Nardo, 1847) è stato il principale componente del by-catch di questo attrezzo (51,72% del totale), seguito da *Liocarcinus vernalis* (Risso, 1816) (13,69%). Con la “cagnolera” *Pilumnus hirtellus* (Linnaeus, 1761) è risultata la specie più abbondante del by-catch (30,7%), seguita da *Dromia personata* (Linnaeus, 1758) (22,7%). Dei 75 crostacei raccolti con questo attrezzo, circa il 70% non ha mostrato lesioni recenti. Il by-catch della draga idraulica è stato costituito da 2400 individui di cui l'83% rappresentato da Paguroidei. Tra i Brachiuri, 4 sono state le specie più abbondanti (oltre il 75%): *Ilia nuleus* (Linnaeus, 1758), *Derilambrus angulifrons* (Latreille, 1825), *P. hirtellus* e *Corystes cassivelaunus* (Pennant, 1777). I danni recenti interessavano circa il 35% degli organismi considerati. Nelle nasse il by-catch è stato di 653 organismi appartenenti a 11 specie di Crostacei, di cui oltre il 60% rappresentato da *Paguristes eremita* (Linnaeus, 1767). Il 54% del by-catch da nasse non riportava alcun tipo di danno.

Conclusioni - I risultati ottenuti suggeriscono che i Crostacei Decapodi costituiscono by-catch anche per gli “attrezzi da pesca passivi”, essendo organismi dotati di una certa motilità. Ad esempio *D. personata* è abbondante nel by-catch delle reti da posta in quanto compie lenti spostamenti portando sul dorso altri organismi (spugne, ascidie), che ne aumentano l'ingombro e facilitano la possibilità di imbroggio nelle reti. Anche *P. eremita* e *Maja crispata* (Risso, 1827) si muovono attivamente e, attratte dalle esche utilizzate per innescare le nasse, tendono a spostarsi verso la fonte di cibo, rimanendo intrappolate all'interno. *C. cassivelaunus*, che ha invece abitudini fossorie (Hartnoll, 1972) e vive sugli stessi fondali sabbioso/fangosi in cui si trova la specie target *C. chione*, è stato oggetto di by-catch esclusivamente di draga. A risultare maggiormente danneggiati sono stati gli organismi facenti parte del by-catch della passelera. Questa rete trimagliata risulta meno selettiva e comporta maggiori difficoltà nella pulizia e nella liberazione dei crostacei impigliati. La draga, attrezzo robusto e pesante, durante il traino può danneggiare gli organismi che ne vengono a contatto; inoltre, quelli intrappolati nel suo cesto rischiano di essere schiacciati da detrito, gusci di conchiglie ed altro materiale di scarto o dal peso stesso del pescato. Con la “cagnolera” (rete monomaglia, 65 mm da nodo a nodo) e con le nasse il numero di organismi danneggiati è più contenuto.

Bibliografia

- HARTNOLL R.G. (1972) - The biology of the burrowing crab, *Corystes cassivelaunus*. *Bijdragen tot de Dierkunde*, **42**: 139-155.
- LIMA J., DA SILVA T.C., DA SILVA L.M.A., GARCIA J. (2013) - Brachyuran crustaceans from the bycatch of prawn fisheries at the mouth of the Amazon river. *Acta Amazonica*, **43** (1): 91-98.
- PRANOVI F., RAICEVICH S., FRANCESCHINI G., TORRICELLI P., GIOVANNARDI O. (2001) - Discard analysis and damage to non-target species in the “rapido” trawl fishery. *Mar. Biol.*, **139**: 863-875.
- WILSON S.M., RABY G.D., BURNETT N.J., HINCH S.G., COOKE S.J. (2014) - Looking beyond the mortality of bycatch: sublethal effects of incidental capture on marine animals. *Biol. Conserv.*, **171**: 61-72.

La presente ricerca è stata finanziata grazie ai fondi del progetto TRECORALA - TREzze CORalligeno dell'Alto Adriatico: valorizzazione e gestione sostenibile nel Golfo di Trieste (Programma Italia - Slovenia 2007-2013) e del progetto bandiera RITMARE finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca.

V. GANCITANO, C. BADALUCCO, F. COLLOCA, S. CUSUMANO, M. ENEA,
G.B. GIUSTO, D. MASSI, A. TITONE, F. FIORENTINO

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC),
S.S. di Mazara del Vallo, Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italy.
vita.gancitano@iamc.cnr.it

DISCARD OGIVES OF DEEP WATER ROSE SHRIMP AND EUROPEAN HAKE OF BOTTOM TRAWL FISHERIES IN THE STRAIT OF SICILY

CURVE DI SCARTO DELLE CATTURE DI GAMBERO ROSA E MERLUZZO NELLA PESCA A STRASCICO DELLO STRETTO DI SICILIA

Abstract - The adoption of a larger mesh size in the cod end of trawlers established by the EU since June 2010 has led to changes in the discard practices of *Parapenaeus longirostris* and *Merluccius merluccius* of coastal and distant trawlers in the Strait of Sicily. Discard ogives were estimated by year on data collected during the monitoring of commercial catches between 2010 and 2013. In the case of *P. longirostris* the size at 50% discard (DL_{50}) ranged from 13.0 to 14.6 and from 17.4 to 19.4 mm CL in coastal and distant trawlers respectively. *M. merluccius* showed a DL_{50} ranging from 14.1 and 14.7 cm TL in coastal trawlers and from 16.8 to 20.9 cm TL in distant trawlers. These results indicate that distant trawlers are more selective than coastal vessels. Furthermore, distant trawlers showed an increase of DL_{50} through the investigated period consistent with a progressive adoption of the larger minimum mesh size.

Key-words: discard ogive, trawling, deep water rose shrimp, European hake, central Mediterranean.

Introduction - The deep water rose shrimp (DPS), *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) is the main target species of Sicilian trawling in the Strait of Sicily, being the European hake (HKE), *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758), the main commercial by catch of the fishery. In the period 2010-2013 the mean annual landings of DPS and HKE were 6700 (± 743 sd) tons and 1485 (± 209 sd) tons respectively (Itafishstat source). According to the EC Regulation No. 1967/2006, June 2010 was the deadline for changing the minimum mesh size of the trawl net cod end from 40 mm diamond to 40 mm square or 50 mm diamond. In this study we evaluate the effects produced by this EU measure on the discard proportion by size of DPS and HKE of bottom trawlers in the Strait of Sicily.

Materials and methods - Catch data were derived from the monitoring program of commercial catch (Campbiol) of Italian bottom trawlers operating in the Strait of Sicily within the European Data Collection Framework (DCF). Samples were collected between January 2010 and December 2013 from 13 coastal (LOA < 24 m) and 25 distant trawlers (LOA > 24 m). The mean number of trips sampled per year was 40 in coastal trawlers for both landing and discard, whereas 60 and 37 trips were sampled in distant trawlers for landing and discard respectively. A representative fraction of discards and commercial catches were directly registered on board by fishers who selected randomly one haul in each fishing trip. Proportion of discard by length was modeled through the classical approach of the discard ogive (Rochet *et al.*, 2002). The ogive parameters were estimated by a standard non-linear fitting.

Results and conclusions - Discard ogives showed that the size at 50% discard (DL_{50}) of *P. longirostris* ranged from 13.0 to 14.6 and from 17.4 to 19.4 mm CL in coastal and distant trawlers respectively. DL_{50} of *M. merluccius* ranged from 14.1 and 14.7 cm TL in coastal trawlers and from 16.8 to 20.9 cm TL in distant trawlers. In the period under study, a light increasing of DL_{50} for both species was observed

in distant trawlers whereas no evident variation occurred in coastal vessels (Tab. 1). Although the discarding practices are affected by technical, legal, food habits and marketing features (Tsagarakis *et al.*, 2014), these different pattern could be interpreted as a different level of compliance with the EU mesh size regulation (Reg. No. 1967/2006) by the two main trawl segments operating in the area. However, it should be mentioned that the reduced discarding of coastal trawlers can be also related to the exploitation of nurseries combined with a different market strategy of this fleet segment which sells fresh products.

Tab. 1 - Parameters of the discard ogives deep water rose shrimp (DPS) and European hake (HKE) of bottom trawlers in the Strait of Sicily. The values of coastal and distant trawlers are distinguished.

Parametri della curva di scarto di gambero rosa (DPS) e merluzzo (HKE) provenienti dalle strascicanti costiere e d'altura nello Stretto di Sicilia.

Coastal trawl					
DPS	DL ₅₀ in mm	std. Err. DL ₅₀	b	std. Err. b	R ²
2010	13.0	1.5261	-1.28	0.1164	0.99
2011	14.0	0.1106	-1.07	1.5525	0.99
2012	13.8	0.8727	-0.93	0.0631	0.99
2013	14.6	0.8258	-0.94	0.0562	0.99
HKE	DL ₅₀ in cm	std. Err. DL ₅₀	b	std. Err. b	R ²
2010	14.1	1.2904	-0.87	0.0913	0.99
2011	14.5	1.4799	-0.88	0.1018	0.99
2012	14.7	0.4699	-0.86	0.0319	0.99
2013	14.2	1.1863	-0.82	0.0835	0.99
Distant trawl					
DPS	DL ₅₀ in mm	std. Err. DL ₅₀	b	std. Err. b	R ²
2010	na	na	na	na	na
2011	17.4	1.0001	-0.88	0.0574	0.99
2012	17.7	1.1876	-0.68	0.0669	0.98
2013	19.4	0.8534	-0.46	0.0437	0.97
HKE	DL ₅₀ in cm	std. Err. DL ₅₀	b	std. Err. b	R ²
2010	17.2	5.2643	-1.15	0.3040	0.97
2011	16.8	0.6151	-0.93	0.3650	0.99
2012	19.9	0.1509	-0.75	0.0075	0.99
2013	20.9	0.4067	-0.71	0.0195	0.99

References

- ROCHET M.J., PÉRONNET I., TRENKEL V.M. (2002) - An analysis of discards from the French trawler fleet in the Celtic Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **59**: 538-552.
- TSAGARAKIS K., PALIALEXIS A., VASSILOPOULOU V. (2014) - Mediterranean fishery discards: review of the existing knowledge. *ICES J. Mar. Sci.*, **71**: 1219-1234.

This work was carried out within the Data Collection Framework - Module Biological Metier related variables and Stock related variables (C_E) funded by European Union and the Italian Ministry of Agricultural, Food and Forestry Policies.

A. MASSARO, C. FORTUNA*, A. LIGAS*

APLYSIA Soc. coop. r. l., Via Menichetti, 35 - 57121 Livorno, Italia.

andrea.massaro@aplysia.it

*CIBM, Viale N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.

ACCRESIMENTO DI *LOPHIUS BUDEGASSA* SPINOLA, 1807 NEL MAR LIGURE E TIRRENO SETTENTRIONALE

GROWTH OF LOPHIUS BUDEGASSA SPINOLA, 1807 IN THE LIGURIAN AND NORTHERN TYRRHENIAN SEA

Abstract - Age and growth of *Lophius budegassa* Spinola, 1807 were estimated by means of illicium annual ring analysis. Specimens were collected in the central Mediterranean Sea through experimental trawl surveys. The growth parameters (von Bertalanffy, annual base, sex combined) were: $L_{\infty}=82.2$, $k=0.11$, $t_0=-0.70$.

Key-words: *Lophius budegassa*, illicium, growth, age, Mediterranean Sea.

Introduzione - La rana pescatrice, *Lophius budegassa* (Osteichthyes, Lophiidae), è una specie bentonica presente in tutto il Mar Mediterraneo e nell'Oceano Atlantico orientale. Le conoscenze sulla biologia di questa specie sono limitate, sebbene rappresenti una componente importante della cattura accessoria della pesca a strascico. Studi sull'età sono stati effettuati in altre aree mediterranee (García-Rodríguez *et al.*, 2005; La Mesa e De Rossi, 2008; Carlucci *et al.*, 2009; Gancitano *et al.*, 2013), ma, ad oggi, non esistono studi sull'accrescimento di questa specie nell'area mediterranea centro-settentrionale. Per tale motivo l'obiettivo di questo lavoro è quello di determinare l'età e stimare i parametri di crescita di *L. budegassa* attraverso la lettura diretta di sezioni dell'*illicium*.

Materiali e metodi - Gli esemplari di *L. budegassa* analizzati provengono da due campagne MEDITS (2013-2014) effettuate nella sub-area geografica (GSA) FAO-GFCM 9. Per ogni individuo catturato è stata misurata la lunghezza totale (LT) al mezzo cm inferiore. Gli *illicia* sono stati privati di ogni residuo organico, inclusi in resina epossidica e tagliati con una lama diamantata in sezioni dello spessore di 0,5 mm partendo dalla base per i primi 0,5 cm. Una volta montate su vetrino, le sezioni sono state osservate al microscopio ottico (con ingrandimenti 40× e 100× e con luce trasmessa) collegato a un sistema digitale. La determinazione dell'età è stata effettuata identificando e contando gli anelli opachi dal centro dell'*illicium* fino al margine esterno. Assumendo una deposizione di un solo anello per anno, la curva di crescita di von Bertalanffy è stata stimata (per sessi combinati) tramite il pacchetto FSA (disponibile in R; Ogle, 2015).

Risultati - In tutto sono stati esaminati 150 esemplari di rana pescatrice, *L. budegassa*, di cui 75 femmine, 66 maschi e 9 esemplari di sesso indeterminato, compresi tra 9,5 e 63,0 cm LT. Dei 150 *illicia* analizzati, 11 non sono risultati interpretabili; di conseguenza, è stato possibile stimare l'età in anni di 139 esemplari. L'età massima stimata è risultata di 16 anni, corrispondente ad un esemplare maschio di 62,0 cm LT. I parametri di crescita ottenuti nel presente studio sono riportati in Tab. 1.

Tab. 1 - Parametri di crescita stimati per *L. budegassa*.

Growth parameters of L. budegassa.

L_{∞} (cm)	k	t_0
82,2	0,11	-0,70

Conclusioni - Il presente studio è tra i primi ad introdurre l'impiego della lettura degli anelli annuali presenti sull'*illicium* per la determinazione dell'età in *L. budegassa* nel Mar Mediterraneo nord-occidentale. L'identificazione e l'interpretazione degli anelli di crescita è risultata complessa, specialmente a causa della presenza di molti falsi anelli lungo l'intero diametro delle sezioni degli *illicia* analizzati. Confrontando i risultati ottenuti in studi precedenti basati anche su altri metodi di determinazione dell'età (Tsimenidis, 1984; Dupouy *et al.*, 1986; Landa *et al.*, 2001; García-Rodríguez *et al.*, 2005; La Mesa e De Rossi, 2008; Carlucci *et al.*, 2009; Gancitano *et al.*, 2013), si evince che sia presente una certa eterogeneità nei tassi di crescita di *L. budegassa* nelle varie aree del Mediterraneo e dell'Atlantico. Al momento non è possibile stabilire con certezza se questa eterogeneità sia dovuta a variabilità ambientale, alla presenza di stock distinti, o a discrepanze nelle metodologie utilizzate. Ad esempio, studi comparativi condotti su *sagitta* e *illicium* hanno dimostrato come la lunghezza media delle prime classi di età ottenuta dalla lettura dell'*illicium* risulti più bassa rispetto a quella ottenuta dalla lettura della *sagitta*. Dopo i primi due anni, le stime si uniformano. Questo potrebbe anche essere dovuto ad una difficoltà di interpretazione degli otoliti di animali giovani (Duarte *et al.*, 2005). In conclusione nonostante entrambi i metodi sembrano sottostimare il tasso di crescita di *L. budegassa* nel primo anno di vita (La Mesa e De Rossi, 2008), l'utilizzo dell'*illicium* porterebbe a risultati che meglio descrivono la dinamica di accrescimento di questa specie.

Bibliografia

- CARLUCCI R., CAPEZZUTO F., MAIORANO P., SION L., D'ONGHIA G. (2009) - Distribution, population structure and dynamics of the black anglerfish (*Lophius budegassa*) (Spinola, 1987) in the Eastern Mediterranean Sea. *Fish. Res.*, **95**: 76-87.
- DUARTE R., LANDA J., MORGADO C., MARÇAL A., WARNE S., BARCALA E., BILBAO E., DIMEET J., DJURHUUS H., JÓNSSON E., McCORMICK H., OFSTAD L., QUINCOES I., RASMUSSEN H., THAARUP A., VIDARSSON T., WALMSLEY S. (2005) - Report of the anglerfish *Illicial*Otoliths ageing Workshop. IPIMAR, Lisbon: 47 pp.
- DUPOUY H., PAJOT R., KERGOAT B. (1986) - Étude de la croissance des baudroies, *Lophius piscatorius* et *L. budegassa*, de L'Atlantique nord-est obtenue à partir de l'illicium. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, **48**: 107-131.
- GANCITANO V., BADALUCCO C., CUSUMANO S., GANCITANO S., INGRANDE G., KNITTWEIS L., RIZZO P. (2013) - Exploitation state of black-bellied angler, *Lophius budegassa* (Spinola, 1807) (Pisces: Lophiidae), in the Strait of Sicily (GSA 15 & 16). *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 184-185.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ M., PEREDA P., LANDA J., ESTEBAN A. (2005) - On the biology and growth of the anglerfish *Lophius budegassa* Spinola, 1807 in the Spanish Mediterranean: a preliminary approach. *Fish. Res.*, **71**: 197-208.
- LA MESA M., DE ROSSI F. (2008) - Early life history of the black anglerfish *Lophius budegassa* Spinola, 1807 in the Mediterranean Sea using otolith microstructure. *Fish. Res.*, **93**: 234-239.
- LANDA J., PEREDA P., DUARTE R., AZEVEDO M. (2001) - Growth of anglerfish (*Lophius piscatorius* and *L. budegassa*) in Atlantic Iberian waters. *Fish. Res.*, **51**: 363-376.
- OGLE D.H. (2015) - FSA: Fisheries Stock Analysis. R package version 0.7.9.
- TSIMENIDIS N. (1984) - The growth pattern of otoliths of *Lophius piscatorius* L., 1758 and *Lophius budegassa* Spinola, 1807 in the Aegean Sea. *Cybiurn*, **8** (3): 35-42.

D. MASSI, A. TITONE, F. COLLOCA, G. GAROFALO, M. GRISTINA, M. MANCUSO,
G. SINACORI, A. VINCI, F. FIORENTINO

Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC),
S.S. di Mazara del Vallo, Via L. Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.
daniela.massi@iamc.cnr.it

ARE *LEPTOMETRA PHALANGIUM* (ECHINODERMATA, ANTEDONIDAE) BEDS NURSERY HABITATS FOR HAKE IN THE STRAIT OF SICILY?

I FONDI A LEPTOMETRA PHALANGIUM (ECHINODERMATA, ANTEDONIDAE) SONO HABITAT ESSENZIALI PER IL RECLUTAMENTO DEL MERLUZZO NELLO STRETTO DI SICILIA?

Abstract - Data collected during two trawl survey programs carried out in Autumn (GRUND) and Spring/Summer (MEDITS) were used to investigate relationship between abundance of hake and crinoid beds made up by *Leptometra phalangium* in the Strait of Sicily. Results showed no evident selection of crinoid beds by hake recruits differently from what observed in the North-central Tyrrhenian Sea.

Key-words: *Leptometra phalangium*, *Merluccius merluccius*, recruits, Strait of Sicily.

Introduction - *Leptometra phalangium* (Müller, 1841) is a Mediterranean epibenthic suspension feeder crinoid living in the depth range 60-1300 m (Tortonese, 1965). The greatest densities of *L. phalangium* are generally recorded in high-energy zones characterized by upwelling phenomena as the shelf break or the canyon-head areas affected by bottom currents (Lavaley *et al.*, 2002). Pérès and Picard (1964) described *L. phalangium* as species characterizing a *facies* of the offshore detritic biocoenosis (DL) on the shelf break area, between 120 and 170 m depth. While the habitat role of crinoid beds for benthic and demersal communities was investigated in different Mediterranean areas (i.e. Colloca *et al.*, 2004), no information is currently available in the Strait of Sicily. In this study we analysed the relationship between crinoid beds and recruits of hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758), to understand the role of this habitat for the recruitment of hake in the Strait of Sicily.

Materials and methods - Information was collected within the European Data Collection Regulation and Framework funded by the Italian Government and the EU for scientific support to the Common Fishery Policy. Data derived by two different trawl surveys series carried out in the Strait of Sicily in the depth range 10-800 m: GRUND program in Autumn (2003, 2004 and 2008) and MEDITS in Spring/Summer (from 2008 to 2014). Abundance of *L. phalangium* and *M. merluccius* was expressed as density index (DI; N km⁻²) by haul. Hake recruits (0 group) were identified as individuals less than 15 cm total length (TL). To evaluate the effect of *L. phalangium* beds on hake recruits we adopted the following approach: i) to explore the overlap between trawl stations with *L. phalangium* and hake nurseries in the area, ii) using ANOVA on log(N km⁻²+1) transformed density index of hake recruits to assess the difference in hake abundance between stations with and without crinoid in the 100-200 m depth range, where hake recruits are concentrated.

Results and conclusions - Although *L. phalangium* was found between 19 and 658 m depth, the greatest abundance was recorded between 75 and 175 m. Crinoid beds resulted concentrated along the shelf break of the western, south-western and southern

margin of the Adventure bank with a minor overlap with hake nurseries (Fig. 1). The comparison of hake recruits density between trawl stations with and without *L. phalangium* beds showed no significant difference during GRUND ($p=0.19$) and an increased density of small hake ($p=0.034$) in no *L. phalangium* stations during MEDITS (Fig. 2). The different ecological role of crinoid beds on recruitment of hake in the Strait of Sicily and in the Tyrrhenian Sea (Colloca *et al.*, 2004) could be due to differences in oceanographical and biological processes or/and different impacts of trawling efforts on the shelf-break habitats (Mangano *et al.*, 2013).

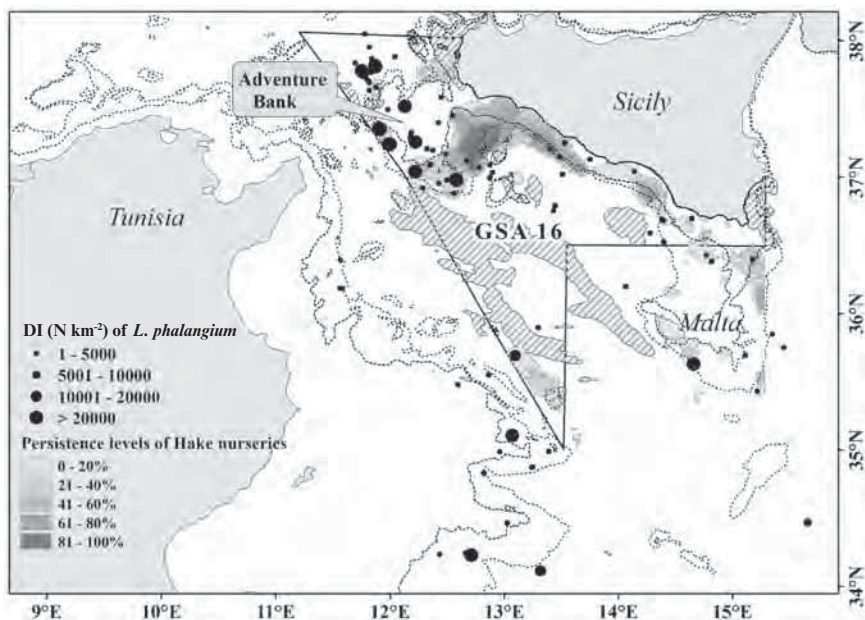


Fig. 1 - Density index of *L. phalangium* beds and distribution of persistent hake nurseries in the Strait of Sicily.

Densità di L. phalangium e distribuzione delle nursery di merluzzo nello Stretto di Sicilia.

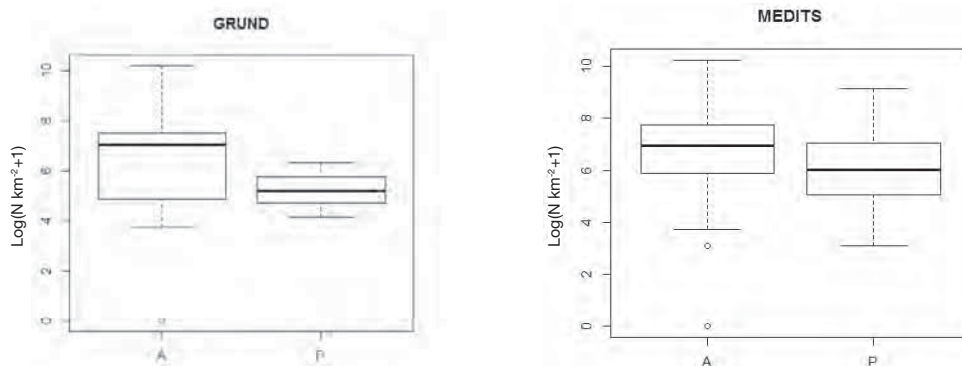


Fig. 2 - Box plots of the log transformed density indices of hake recruits on trawl stations without (A) and with (P) *L. phalangium* beds.

Box plot degli indici di densità delle reclute di merluzzo in assenza (A) o presenza (P) di fondi a L. phalangium.

References

- COLLOCA F., CARPENTIERI P., BALESTRI E., ARDIZZONE G.D. (2004) - A critical habitat for Mediterranean fish resources: shelf-break areas with *Leptometra phalangium* (Echinodermata: Crinoidea). *Mar. Biol.*, **145**: 1129-1142.
- LAVALEYE M.S.S., DUINEVELD G.C.A., BERGHUIS E.M., KOK A., WITBAARD R. (2002) - A comparison between the megafauna communities on the N.W. Iberian and Celtic continental margins - effects of coastal upwelling? *Progr. Oceanogr.*, **52**: 459-476.
- MANGANO M.C., KAISER M.J., PORPORATO E.M.D., SPANÒ N. (2013) - Evidence of trawl disturbance on mega-epibenthic communities in the Southern Tyrrhenian Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **475**: 101-117.
- PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, **31**: 137 pp.
- TORTONESE E. (1965) - *Echinodermata*. Calderini Ed., Bologna: 422 pp.

This work was carried out within the Data Collection Regulation and Framework - module trawl surveys GRUND and MEDITS - funded by European Union and the Italian Ministry for Agricultural, Food and Forestry Policies.

S. MONTANINI^{1,2}, E. BENNI¹, M.R. RANDI¹, M. STAGIONI^{1,2}, M. VALLISNERI¹

¹Department of Biological, Geological and Environmental Sciences (BiGeA), University of Bologna, Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italy.

²Laboratory of Marine Biology and Fisheries of Fano, University of Bologna, Italy. stefano.montanini2@unibo.it

SCANNING ELECTRON INVESTIGATIONS OF SACCULAR OTOLITHS OF THE EUROPEAN ANCHOVY (CLUPEIFORMES: ENGRAULIDAE) FROM ADRIATIC SEA

ANALISI TRAMITE MICROSCOPIA ELETTRONICA A SCANSIONE DI SAGITTE DI ACCIUGA (CLUPEIFORMES: ENGRAULIDAE) DELL'ADRIATICO

Abstract - The morphology of the saccular otolith of European anchovy from Adriatic Sea was analyzed ultrastructurally by SEM. About external crystalline arrangement, sulcus acusticus area presenting a complex modification of the crystal growth orientation. About internal structure, both in frontal and sagittal sections, etched with HCl 1%, the increments were well defined up to the area near the edge.

Key-words: otolith, otolith reading, microstructure, microscopy, Clupeoid fisheries.

Introduction - Etched otoliths show incremental growth based on the relative differences in the organic matrix and aragonite microcrystals forming growth increments. The scanning electron microscope (SEM) could be used in otolith structural studies to obtain information about the surface topography and composition. This preliminary study on sagittal otolith microstructure of European anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758) want to: 1) discriminate an efficient methodology (in terms of sectioning planes, acid etching and time etching exposition) to bring out better increments contrast and relative information; 2) identify eventual discontinuities growth pattern attributable to fish life cycle as suggested by Morales-Nin (2000).

Materials and methods - Several samples of adult European anchovy (range 106-115 mm Total Length TL) collected in the north-middle Adriatic Sea in the summer 2015 were selected for microstructure analysis. Saccular otoliths (*sagittae*) were removed, cleaned of any remaining tissue with MilliQ water and then kept dry. For external observation of the proximal surface the whole otoliths were mounted with colloidal silver and gold-coated (100 Å) for the observation using Hitachi-S 2400 SEM. They were located on the stubs with the proximal side faced up. For the internal structure analyses frontal, transverse and sagittal sections were prepared (3 otoliths for each type-section). Otoliths were embedded in a two component epoxy resin cold-cured and then glued to a glass slide with the orientation depending on the planes of sections. All the mounted otolith were ground with grinding paper with decreasing grain (30, 9, 5, 1 µm) and ultra-polished using alumina paste. Then all the sections were etched to reveal ultrastructure using HCl 1% (with different time of exposition: from 15 to 45 seconds) and EDTA 3% (from 2:30 to 5 minutes). Finally sample sections were affixed to SEM stubs and the surfaces were sputter coated with gold before the observation.

Results and conclusions - Previous X-ray diffraction on sagittal otolith of European anchovy displaying the calcium carbonate occurred predominantly in aragonite phase (Vallisneri *et al.*, 2014). External crystalline morphology revealed that the internal *sulcus acusticus* area showed complex structure with crystals growing at variable angle and non-uniform distribution (Fig. 1). Aragonite prisms (Fig. 2) were located antiparallel in anterior part of the *sulcus* then the caudal part. The lobes on the ventral edge presented

damaged area (Fig. 1), probably due to etching by acid saccular endolymph. It is recommended to clean the otolith soon as possible after its taking from specimens.

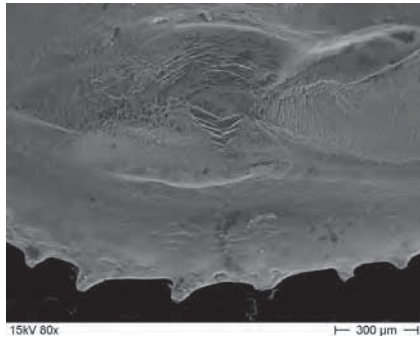


Fig. 1 - External crystalline structure.
Sulcus acusticus and ventral edge.
Organizzazione cristallina esterna.
Solco acustico e bordo ventrale.

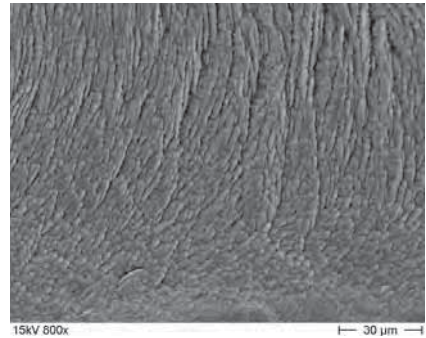


Fig. 2 - External crystalline structure.
Aragonite prisms of the *sulcus acusticus*.
Organizzazione cristallina esterna.
Prismi di aragonite del solco acustico.

About internal crystalline structure: sagittal and frontal sections were preferred to transverse section in terms of preparation and structure revealed. Our results suggested to use HCl 1% than EDTA 3% because structures were more contrast and less damaged. The increments of the core were well visible up to the area proximal to the edge. Focused on the first increments, *primordium*, hatching and the possible feeding increments were readable (Fig. 3). Outside core area, non-radial increments and different orientation of growth directions were well defined (Fig. 4). No accessory growth centers were discovered. It remained difficult reading the edge area in all the samples: prismatic structure revealed a rapid change in growth-axis and plane.



Fig. 3 - Internal crystalline structure.
Sagittal section.
Organizzazione cristallina interna.
Sezione sagittale.



Fig. 4 - Internal crystalline structure.
Frontal section.
Organizzazione cristallina interna.
Sezione frontale.

References

- MORALES-NIN B. (2000) - Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. *Fish. Res.*, **46**: 53-67.
- VALLISNERI M., MONTANINI S., RANDI M.R., REGGI M., TOMMASINI S., FALINI G. (2014) - Preliminary results on organic and mineral fractions in otoliths of three fish species from Adriatic Sea. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 310-312.

S. MONTANINI^{1,2}, M. STAGIONI^{1,2}, E. BENNI¹, M. VALLISNERI¹

¹Department of Biological, Geological and Environmental Sciences (BiGeA), University of Bologna,
Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italy.
maria.vallisneri@unibo.it

²Laboratory of Marine Biology and Fisheries of Fano, University of Bologna, Fano (PU), Italy.

OTOLITH SHAPE ANALYSIS WITHIN SPECIES: AN APPLICATION ON SAGITTAL OTOLITH OF EUROPEAN ANCHOVY FROM GSA 17

ANALISI INTRASPECIFICA DELLA FORMA DEGLI OTOLITI: APPLICAZIONE METODOLOGICA RELATIVA ALLE SAGITTE DI ACCIUGHE DELLA GSA 17

Abstract - The aim of this study is to provide an efficient use of otolith morphology in order to discriminate which potential parameter affects shape variability within species. Combined geometric morphometrics and EF analyses identify the latitudinal gradient as one of the parameter that discriminated European anchovy otolith shapes from two areas in Adriatic Sea (North and middle sector).

Key-words: otolith, morphometry, Fourier analysis, *Engraulis encrasicolus*, Adriatic Sea.

Introduction - Otolith shape is markedly species-specific, and often varies geographically within species in relation to environmental factors; therefore otolith shape analysis has been proven a useful tool for spatial and temporal discrimination of fish stocks, including pelagic species (Bacha *et al.*, 2014). The aim of this study was to set up a combination of otolith shape analyses (morphometrics indexes and elliptic Fourier descriptors investigated by multivariate statistical procedures) to assess latitudinal difference on the shape of European anchovy (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) otoliths from North-middle Adriatic Sea (GSA 17).

Materials and methods - European anchovies were collected from the whole GSA 17 by MEDITS trawl survey carried out in summer 2015. All captured fish were measured to the nearest 0.1 cm for total length (TL) and sagittal otoliths were removed through the gills by making right and left distinctions, washed and cleaned in distilled water. In order to assess otolith shape variability in the whole latitudinal gradient, we collected samples (n=220) in two sites: 1) specimens (n=110; range: 105-129 mm TL) from northern Adriatic sector that is the coastline from Conero to Istria; 2) specimens (n=110; range: 70-120 mm TL) from mid- Adriatic sector that is the coastline in front of the Tremiti Islands to Conero promontory. Each left sagitta was photographed with the *sulcus acusticus* facing up and the rostrum to the right using a high resolution Canon video camera connected to an optical microscope. Using an image analysis software (ImageJ ver.1.50f) morphological measures of otoliths were obtained: area (Ao), perimeter (Po), maximum length (Lo) and maximum width (Wo). Lo and fish TL relationship were tested by ANOVA to check allometric growth differences between sites. Otolith shape indices were calculated as follows: aspect ratio (AR, Lo/Wo), circularity (Circ., Po^2/Ao), roundness (Round, $4Ao/\pi Lo^2$) and solidity (Ao/convex Ao). PCA (Principal Component Analysis) on geometric indexes was performed and it was explained by the meaning of eigenvalues. Before the derivation of elliptic Fourier descriptors (EFDs) by Momocs package in R software (Bonhomme *et al.*, 2014), otolith images were aligned by Lo, centred and scaled for size to normalize it respect to fishes TL. MANOVA on PCA scores (Hotelling-Lawley method) were used to detach shape variation linked to latitudinal gradient. The statistical analysis of the collected data was carried out by means of the R software (ver. 3.2.3).

Results - Samples from the northern Adriatic site showed bigger size (mean=118.27 mm; median=118.5 mm; std. dev.= 5.79 mm) than samples from mid- Adriatic site (mean=94.43mm; median=93 mm; std. dev.=7.75 mm). Considering linear regression models for the two sites, the relationships between otolith length to fish size showed that the slopes of the growth curve were not significantly different (ANOVA F -value=0.99; $p>0.05$) between sites (confidence limits overlap). About geometrics morphometries, the PCA of adimensional ratio indexes showed that the first two principal components (PCs) account for over 97% of variance. A clearly separation between anchovy sites was observed in the PCA plot (Fig. 1). The first PC-axis was positively associated with higher values of aspect ratio (eigenvalue=0.53) and negative values of roundness and circularity (eigenvalues=-0.53 and -0.54 respectively). The second PC axis identified in the solidity higher values (-0.71) as performed by the scatter diagrams of the projection of a vector basis (Fig. 1). For the EFA (elliptic Fourier analysis), about 98% of variation in otolith shape was explained by a maximum of 12 harmonics (Fig. 2). The mean shape on scaled outlines revealed that samples from northern site have a bigger otolith length (L_o) and a relative higher values of AR. MANOVA on PCA scores showed a significant p -value ($p<0.001$).

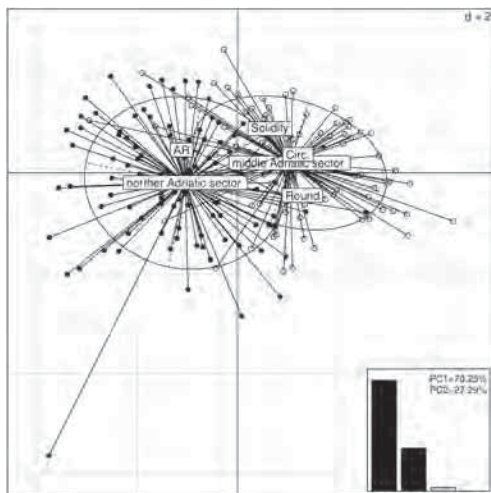


Fig. 1 - PCA plot on morphometrics indexes.
Grafico PCA calcolata sugli indici di forma.

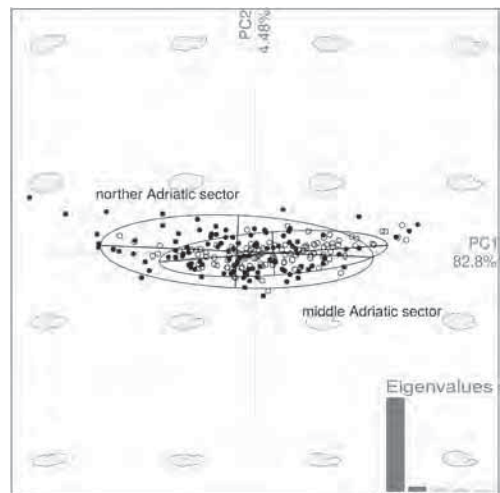


Fig. 2 - PCA plot on EFDs.
Grafico PCA calcolata sui descrittori dell'analisi ellittica di Fourier.

Conclusions - Our results clearly provide support of the potential use of otolith, as phenotypic marker within species, displaying which factor could affect the otolith shape. In our study the latitudinal gradient affect the aspect/ratio form, separating sample of the northern Adriatic sector from the ones of the middle sector. The combining image analysis techniques with EFA and other ecological parameters, provided an efficient method of application in fishery biology, ecology and systematic.

References

- BACHA M., JEMAA S., HAMITOCHE A., RABHI K., AMARA R. (2014) - Population structure of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the SW Mediterranean Sea, and the Atlantic Ocean: evidence from otolith shape analysis. *ICES J. Mar. Sci.*, **71**: 2429-2435.
- BONHOMME V., PICQ S., GAUCHEREL C., CLAUDE J. (2014) - Momocs: Outline Analysis Using R. *J. Stat. Soft.*, **56** (13): 1-24.

L. ORSI RELINI

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

THE SEARCH FOR A LARGE-HEADED FEMALE HAKE.
PRELIMINARY MORPHOLOGICAL NOTES
ABOUT *MERLUCCIOUS MERLUCCIOUS* (LINNAEUS, 1758)

*LA RICERCA DEL NASELLO "TESTONE".
NOTE MORFOLOGICHE PRELIMINARI
SU MERLUCCIOUS MERLUCCIOUS (LINNAEUS, 1758)*

Abstract - Attention is paid to the oldest and largest females of *Merluccius merluccius*, which in the Italian seas seem to be able to reach two crucial locations for spawning in local surface currents: the Corsica and the Otranto Channels. Two specimens of large-headed female, found at the above-mentioned locations, indicated particular swimming abilities and suggested new morphological studies about the problem of their final age, including not conventional age readings; such studies are still in progress. In the meantime their sagitta profiles suggest criticism about current taxonomy regarding the general classification of such profiles. On the other hand the so called "European hake", likely a species complex, at present includes only two subspecies which in general are scarcely considered in international trawl surveys. It would appear that the time is come to address more research to Mediterranean subspecies.

Key-words: hake, large females, head size, swimming ability, reproductive behaviour.

Introduction - Over the latest thirty years the Mediterranean hakes, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) have been studied mainly in terms of the distribution of young fish, which are the main product of trawl surveys. Less research has been carried out on the largest and oldest fraction of the population, in particular on large females which, located in natural *refugia*, could ensure the continuity of the population, according to the concepts that have been developed over a long period of time by Caddy (2014). In my opinion, it is necessary to know more about two basic aspects regarding these females, their age and their location: the latter, by far the less considered, establishes relationships with the hydrological characteristics of the studied areas, suggesting counter-current movements by the large females and the transport in the current of eggs and larvae. In the Ligurian Sea we have studied similar relationships for the females of the red shrimp *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) (Orsi Relini *et al.*, 2013). The present preliminary morphological notes started from a casual observation in a fish shop in October 2015: the ovaries, weighing 0.7 kg of a very large female (about 6 kg). In the following month, with the help of the retailer, I had measures (TL 96 cm; 6.55 Kg) of a similar female and its head, and I was then able to measure a cephalic index (head length \times 100/TL) previously used by Matta (1953, 1955) when he was trying to distinguish different population units in the Italian seas. It is useful to remember that only at the end of his comparative studies did Matta discover the presence of very large females in the Tuscan Archipelago (not catchable by neritic trawling) and he understood that much of the life history of the fish needed to be studied in deep waters. At present research into population units is carried out on the basis of genetic studies (Milano *et al.*, 2014) and both main divisions in the NE Atlantic and Mediterranean are available as well as details regarding Mediterranean seas (Fig. 1); the latter are similar to the results of Maurin (1965), based on vertebral counts, which, more than 25 years ago, were our point of reference to distinguish subspecies (Orsi Relini *et al.*, 1992, 2002) and cast doubts on the so called European hake.

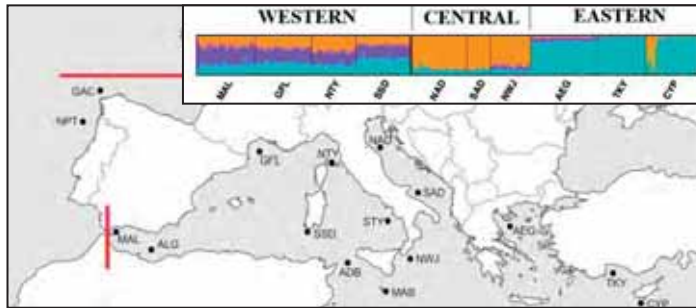


Fig. 1 - Basic genetic divisions (red lines) and details in the Mediterranean with three main groups (Milano *et al.*, 2014, simplified).

Fondamentali suddivisioni genetiche (linee rosse) e dettagli nel Mediterraneo con tre gruppi principali (Milano *et al.*, 2014, semplificato).

Studies of reproduction are available for the Tuscan Archipelago where a fecundity of 2,916,450 eggs was mentioned for a female of 75.5 cm (Biagi *et al.*, 1995) and in the southern Adriatic, where a batch fecundity of 1,356,494 eggs was found in a female of 76 cm TL (the total could be reached by a factor 4 or 5) (Donnalioia *et al.*, 2012). The study of hake growth is still controversial, with a fast and slow interpretation, opposed by a factor 2 (Vitale *et al.*, 2016). In past studies of growth, carried out in the 1980s and '90s we distinguished between a slow growth in neritic waters and a fast growth along the deep slope (Orsi Relini *et al.*, 1992). At that time our main difficulty was to find mature females in large areas of the Ligurian Sea. Consequently, we developed the idea of the existence of alternate large areas, suitable for recruitment and reproduction, respectively, and the existence of large-sized females, capable of natal homing, i.e. able to return to their place of birth near the Corsica Channel. Observing occasionally robust females with a large head (in Italian '*nasello testone*') we tentatively assigned a special reproductive role to such specimens but at that time no specific research was planned. At present, it is well known that fish with outstanding swimming performances such as Scombridae, e.g. *Thunnus thynnus* (Linnaeus, 1758) and *Auxis rochei* (Risso, 1810) present a relative growth of head with age (e.g. Orsi Relini *et al.*, 2009). Swimming ability also means the ability to avoid catch by bottom trawls (Ragonese, 2009).

Materials and methods - Ten specimens of Ligurian-Tuscan origin and six of Apulian origin were examined. After a brief investigation among relevant wholesalers and retailers, the latter fish proved to be present on the eastern side of the Otranto Channel, in Albanian waters. Total size range was 50-96 cm TL, 50-63 cm TL in the Ligurian group, and total weight range 1-6.55 kg; Cephalic (Matta, 1953) and Gonadosomatic Indexes were measured (CI, GI) and *sagittae* isolated as well as skeletal bones of the opercular and scapular regions for possible additional age readings.

Results - Two large-headed females were found, one in each group of fish. The Ligurian female, measuring 61.5 cm TL and weighing kg 1.424, in Genoa on 6/2/2016, had a CI of 26.85 and a GI of 0.70. The very large female of the Otranto Channel mentioned in the introduction, fished in November, had a spent ovary, which was not preserved for any use and a CI of 27; the similar female of October had an estimated GI of 11.66. The *sagitta* profiles of the two large-headed females (Fig. 2) showed the anterior part expanded and, in the largest fish, the post rostrum was long and pointed, a pattern indicated as "American" in the FAO catalogue of hake species (Fig. 3) (Lloris *et al.*, 2003). The *sagitta* of *M. hubbsi* (Fig. 3I) is the piece most similar to the present largest *sagitta* (Fig. 2); *M. hubbsi* presents North-South seasonal migrations (Cohen *et al.*, 1990). Age readings in the largest fish remained unresolved needing additional comparisons on larger samples.



Fig. 2 - (From above) *sagitta* profiles of three specimens (1 and 2 from Apulia; 3 from Tuscany): the first profile is typical, the other two anteriorly enlarged (large-headed females). The largest *sagitta* (4 cm) lacks a small caudal end estimated 2 mm long.

(Dall'alto) profilo della *sagitta* in tre individui (1 e 2 di origine pugliese; 3 di origine toscana). Il profilo è tipico in 1 ed evidentemente slargato anteriormente in 2 e 3 (i due naselli testoni). La *sagitta* più grande (4 cm) è incompleta per un tratto caudale stimato lungo 2 mm.

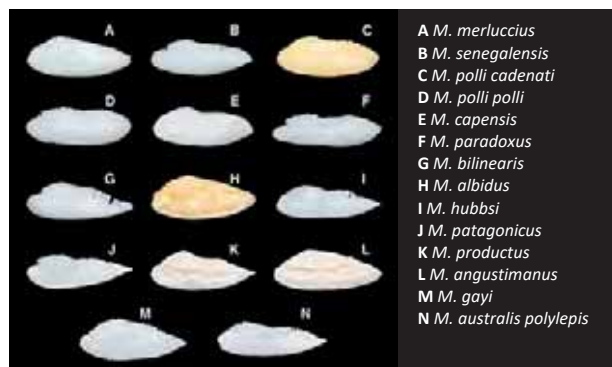


Fig. 3 - *Sagitta* profiles of 12 species of hake (Lloris *et al.*, 2003). Profili della *sagitta* in 12 specie di naselli (Lloris *et al.*, 2003).

Conclusions - Albeit only preliminary, current data show that in the central Mediterranean hakes are present in at least two forms in terms of female swimming performance: here the *sagitta* can be typical or enlarged. It is interesting that the two large headed females are associated with two locations, the Corsica and the Otranto Channels, which are geographic borders between two seas, Ligurian/Tyrrhenian and Ionian/Adriatic, and, in terms of depth, possible bathyal ways or *refugia*. An exploration of these sea bottom by updated techniques is firmly hoped. If someone is interested to develop the research about large headed females should:

- a) In the case of surveys in Italian waters and catches of females >60 cm TL:
 - 1) Verify on the basis of the length of pectoral and ventral fins their identification as *M. merluccius smiridus*.
 - 2) Measure the head length and calculate a CI to preserve specimens for further studies.
- b) If a collection of *sagittae* is available, including cases of large headed females, map the records of such females. The sum of mapped records in different segments of the Italian coast will describe the spawning migrations.

Acknowledgements: The acquisition of material has not involved the use of public funds. I am grateful to F. Fiorentino e M.T. Spedicato for updating the bibliography on genetics, growth and reproduction of hakes in the Italian seas and to L. Lanteri for pictures of bones and *sagitta* preparations. I would also like to thank Franco Puggioni and Andrea and Enrico Pizzasegale for investigating the large hakes origin.

References

- BIAGI F., CESARINI A., SBRANA M., VIVA C. (1995) - Reproductive biology and fecundity of *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) in the Northern Tyrrhenian Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **34**: 237.
- CADDY J.F. (2014) - The advantages offered by Mediterranean shelf habitats for the conservation of demersal resources using the refugium concept. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 192-208.
- COHEN D.M., INADA T., IWAMOTO T., SCIALABBA N. (1990) - Gadiform fishes of the world (order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. *FAO Fisheries Synopsis*, **125** (10): 442 pp.
- DONNALOIA M., CARBONARA P., SPEDICATO M.T., LEMBO G. (2012) - Reproductive strategies of European hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) in the South Adriatic Sea. In: *International Conference on Marine and Coastal Ecosystems (MarCoastEcos2012): increasing knowledge for a sustainable conservation and integrated management*. Tirana, 25-28 April 2012.
- LLORIS D., MATALANAS J., OLIVER P. (2003) - Merluzas del mundo (Familia Merlucciidae). Catálogo comentado e ilustrado de las merluzas conocidas. *FAO Catálogo de Especies para los Fines de la Pesca*, **2**. FAO, Rome: 57 pp.
- MATTA F. (1953) - Qualche considerazione sulla biologia del merluzzo (*Merluccius merluccius*) dei mari italiani. Nota I. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **8**: 82-102.
- MATTA F. (1955) - Il merluzzo del Mediterraneo. Nota II. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, **9**: 5-29.
- MAURIN C. (1965) - Les merlus des mers européennes et nord-ouest africaines. Importance de la moyenne vertébrale dans la détermination des sous-espèces et groupements raciaux. *Rapp. Com. Int. Explor. Sci. Médit.*, **18** (2): 215-220.
- MILANO I., BABBUCCI M., CARIANI A., ATANASSOVA M., BEKKEVOLD D., CARVALHO G.R., ESPÍÑEIRA M., FIORENTINO F., GAROFALO G., GEFFEN A.J., HANSEN J.H., HELYAR S.J., NIELSEN E.E., OGDEN R., PATARNELLO T., STAGIONI M., FISHPOPTRACE CONSORTIUM, TINTI F., BARGELLONI L. (2014) - Outlier SNP markers reveal fine-scale genetic structuring across European hake populations (*Merluccius merluccius*). *Mol. Ecol.*, **23**: 118-135.
- ORSI RELINI L., FIORENTINO F., ZAMBONI A. (1992) - Growth of the Mediterranean hake. Experiences gained in the Ligurian Sea. In: Colombo G., Ferrari I., Ceccherelli V.U., Rossi R.(eds), *Marine eutrophication and population dynamics*. Olsen & Olsen Pub., Denmark: 307-315.
- ORSI RELINI L., MANNINI A., RELINI G. (2013) - Updating knowledge on growth, population dynamics, and ecology of the blue and red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), on the basis of the study of its instars. *Mar. Ecol.*, **34** (1): 90-102.
- ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., LANTERI L., TINTI F. (2009) - Between lumpers and splitters, which taxonomical approach to Mediterranean small tuna of the genus *Auxis*? *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, **64** (7): 2200-2210.
- ORSI RELINI L., PAPACONSTANTINO C., JUKIC-PELADIC S., SOUPLET A., GIL DE SOLA L., PICCINETTI C., KAVADAS S., ROSSI M. (2002) - Distribution of the Mediterranean hake populations (*Merluccius merluccius smiridus* Rafinesque, 1810) (Osteichthyes: Gadiformes) based on six years monitoring by trawl-surveys: some implications for management. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 21-38.
- RAGONESE S. (2009) - Avoidance within a changing assessment paradigm for Mediterranean hake stocks. *Mediterr. Mar. Sci.*, **10** (1): 125-130.
- VITALE S., ANDREWS A.H., RIZZO P., GANCITANO S., FIORENTINO F. (2016) - Twenty-five-year longevity of European hake (*Merluccius merluccius*) from novel use of bomb radiocarbon dating in the Mediterranean Sea. *Mar. Freshwater Res.*, **67**: 1077-1080.

G. RELINI, G. VALLARINO

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

SPECIES RICHNESS OF CRUSTACEA DECAPODA IN MEDITS SURVEYS

LA RICCHEZZA IN SPECIE DEI CROSTACEI DECAPODI DELLE CAMPAGNE MEDITS

Abstract - Crustacea Decapoda fished during MEDITS surveys from 1994 to 2015 were recorded as number of taxa (mainly species) for each of the 18 GSAs involved. A total of 199 taxa, of which 177 were species belonging to 55 families, were listed. The highest number of species occurred in GSA 6 (114) and GSA 1 (109). Among 6 alien species, 5 were collected in the eastern Mediterranean and one, the Lessepsian species *Sphaerozius nitidus* (Stimpson, 1858), in the Alboran Sea.

Key-words: crustacean decapod, trawl survey, alien species, Mediterranean Sea.

Introduction - As part of the Fishery Data Collection according to EU regulation No. 199/2008 and subsequent regulations MEDITS (Mediterranean International Trawl Survey) (Bertrand *et al.*, 2002) is the annual demersal campaign in which 18 GSAs (FAO-GFCM Geographical Sub Areas) belonging to 10 Countries (Albania, Cyprus, Croatia, France, Greece, Italy, Malta, Montenegro, Slovenia, Spain) are involved. The aim of this short paper is to provide some preliminary information about the biodiversity of Decapod Crustaceans collected during MEDITS surveys and to compare them, when possible, with previous data about the Italian seas for which a set of annual data exists (Relini, 2000).

Materials and methods - MEDITS surveys have been carried out since 1994 in spring and early summer following a standard protocol (Relini *et al.*, 2008). The update instruction manual and the list of taxa (TM list) collected up to 2015 are available on SIBM website (www.sibm.it). A taxonomic list deals with Decapod Crustaceans fished in different GSAs. Unfortunately, the data for the Greek GSAs 20, 22, 23 are not available for the period 2008 to 2012 because the surveys were not carried out due to bureaucratic and financial problems. For classification and nomenclature the main reference is Frogliani (2010), for geographic distribution Udekem d'Acoz (1999) and for commercial species Fischer *et al.* (1987).

Results - In total, between 1994 and 2015 in the 18 GSAs 199 taxa of which 177 species were recorded (Tab. 1). Among 55 families, 21 occur with only one species, 10 with two species while the Families showing the highest number of species are Portunidae and Inachidae (15 species each), Pandalidae and Paguridae (12 species each). The highest number of taxa occurred in GSA 6 (124) and GSA 1 (116), the lowest in GSA 23 (only 8 taxa; probably a wrong record in need of verification) and in GSA 17 (45 taxa) (Tab. 1). There are 49 species of commercial interest. Six alien species (4 Lessepsian, 2 Atlantic origin) were identified mainly in the eastern Mediterranean: *Calappa pelii* Herklots, 1851 (GSA 20, 22), *Leptochela pugnax* De Man, 1916 (GSA 22), *Penaeus japonicus* Spence Bate, 1888 (GSA 25), *Scyllarus caparti* Holthuis, 1952, (GSA 25), *Thalamita poissonii* (Audouin, 1826) (GSA 22, 25), *Sphaerozius nitidus* Stimpson, 1858, (GSA 1). Of great interest is the registering of the Lessepsian species *S. nitidus* only in the Alboran Sea (GSA 1). In the 7 Italian GSAs, 124 taxa (62.3% of the total), of which 112 species (63.2%), were collected.

During previous Italian national surveys (GRUND 1985-1998) (Relini, 2000) 148 Decapod species, of which 40 of commercial interest, were fished. The data for the 7 GSAs are in the last row of Tab. 1. Lack of room prevents us from commenting on this in this note.

Tab. 1 - Species richness of Crustacean Decapods in the various MEDITS and GRUND GSAs (last row).

Ricchezza specifica di Crostacei Decapodi nelle diverse GSA MEDITS e GRUND (ultima riga).

GSA	1,2 (Sp)	5 (Sp)	6 (Sp)	7,8 (Fr)	9 (It)	10 (It)	11 (It)	15 (Ma)	16 (It)	17 (It, S. Cr)	18 (It, Al. Mo)	19 (It)	20 (Gr)	22 (Gr)	23 (Gr)	25 (Cy)	To 1
Su ₂	12753	12656	32506	18422	42410	20255	26975	10580	48698	92261	29008	16347	16823	155674	7343	11106	553817
Huls	35	53	82	90	120	70	101	44	120	182	90	70	32	126	20	26	1261
NT	119	108	124	66	85	59	65	49	86	45	65	81	70	94	8	50	199
NFhis	46	39	42	28	38	27	34	28	37	24	30	38	36	40	5	26	55
NScis	109	99	114	61	78	56	62	46	79	41	63	76	67	85	6	44	177
NScis					105	54	42		45	13	60	36					

Conclusions - No longitudinal or latitudinal gradients of distribution of species have been pointed out. A difference in number of species between the eastern and western basins emerges. In the latter (in particular, in GSA 1, 2, 5, 6 Alboran Sea and Balearic Islands), the highest number of decapod taxa were collected (Tab. 1). Only 10 species were fished in all 18 GSAs (excluding GSA 23, because of apparent lack of sampling). The absence in different GSAs of some very common species with wide geographical distribution emphasizes problems both in the sampling and in taxa identification during MEDITS surveys. We suggest that these problems be solved and the quality of data improved because the information collected by the MEDITS is important for our knowledge of biodiversity and it constitutes an historical set of data that could be crucial for identifying changes of communities over time.

References

- BERTRAND J.A., GIL DE SOLA L., PAPAConstantinou C., RELINI G., SOUPLET A. (2002) - The general specifications of the MEDITS surveys. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 9-17.
- FISCHER W., BAUCHOT M.-L., SCHNEIDER M. (EDS) (1987) - *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Volume I. Végétaux et Invertébrés*. Project GCP/INT/422/EEC. FAO, Rome: 760 pp.
- FROGLIA C. (2010) - Crustacea, Malacostraca, Decapoda. In: Relini G. (ed), Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Parte II. *Biol. Mar. Mediterr.*, **17** (Suppl. 1): 519-534.
- RELINI G. (2000) - La ricerca sulla pesca: le risorse demersali. *Biol. Mar. Mediterr.*, **7** (4): 13-45.
- RELINI G., CARPENTIERI P., MURENU M. (EDS) (2008) - Manuale di Istruzioni Medits (Medits Instruction Manual). *Biol. Mar. Mediterr.*, **15** (Suppl. 2): 1-78.
- UDEKEM D'ACCOZ C. (1999) - Inventaire et distribution des crustacés décapodes de l'Atlantique nord-oriental, de la Méditerranée et des eaux continentales adjacentes au nord de 25° N. Service du patrimoine naturel, MNHN Paris. *Collection Patrimoines Naturels*, **40**: 383 pp.

C. VINCENZI, P. SARTOR*, M. SBRANA*

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali (BiGeA), Università di Bologna,
Sede di Ravenna, Via S. Alberto, 163 - 48123 Ravenna, Italia.
carolina.vincenzi90@gmail.com

*CIBM, V.le N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.

ONTOGENETIC AND ENVIRONMENTAL EFFECTS ON CONDITION FACTORS OF THE BLACKMOUTH CATSHARK, *GALEUS MELASTOMUS* (RAFINESQUE, 1810)

INFLUENZE ONTOGENICHE E AMBIENTALI SUI FATTORI DI CONDIZIONE DEL GATTUCCIO BOCCANERA, GALEUS MELASTOMUS (RAFINESQUE, 1810)

Abstract - *Galeus melastomus* is a deep-sea elasmobranch fished as a by-catch in the bottom trawl fishery. This study investigates how ontogenetic trade-off and environmental effects may affect the species condition factors in two areas (northern and southern Tuscany) showing different habitats and fishing pattern. The results showed significant differences due to sex, size class and area and confirm the validity of condition factors as possible indicators of the status of the fishery resources.

Key-words: condition factors, ontogenesis, fishing pattern, Mediterranean Sea.

Introduction - The blackmouth catshark, *Galeus melastomus* (Rafinesque, 1810), is a demersal species belonging to the Scyliorhinidae family, and is a *by catch* of the trawl fishery mainly on the bathyal bottoms. The aim of the present study is to evaluate differences in the condition factors of this species, due to ontogenetic and environmental factors.

Materials and methods - Data comes from the MEDITS 2014 trawl survey and from the commercial catches for the period 2014-2015. The sampling has been performed taking into account the following factors: total length (TL, cm) class, according to sexual maturity (≤ 20 ; $20 < TL \leq 35$; > 35), sex (M, F), and area (N=North of Tuscany and S=South of Tuscany, separated by Elba Island). On 50 specimens, sampled for each length class/sex/area combination, total length (TL, cm), total weight (PT, g), liver and gonad weight, egg cases included if present, were recorded. The isometric hypothesis of the length/weight relationship and the comparison of the *b* parameter between the same sexes in the two areas were tested applying the Student *t* test. The K (Weight/Length^{*b*}) of Fulton, the hepatosomatic index (HSI) and the gonadosomatic index (GSI) have been considered as condition factors (Lloret *et al.*, 2012). Differences among the three indices have been evaluated through multi-factorial ANOVA, taking into account orthogonal factors: area, length, sex and their interactions.

Results - The Student *t* test showed a significant deviation from the isometry ($p < 0.05$), with positive allometry for females in the southern area and negative allometry for the other samples. The comparison of *b* between the same sexes showed a higher value in the southern area ($p < 0.05$). The multi-factorial ANOVA (Tab. 1) applied to K of Fulton, showed a main effect due to the three factors (area, length and sex) with higher values ($p < 0.001$) in the northern area and in the intermediate length class for both sexes. Concerning the hepatosomatic index, a main effect due to area and length factors was detected, with significant higher values ($p < 0.001$) in the southern area and in the larger length class. The analysis of the gonadosomatic index showed a main effect due to all the three factors with a higher significant value ($p < 0.001$) in the southern area, in the larger size class and for females.

Tab. 1 - ANOVA and SNK post-hoc test results, performed on the Fulton K condition factor (top), on the hepatosomatic index (middle) and on the gonadosomatic index (bottom).

Risultati dell'ANOVA e del test post-hoc SNK condotti sul fattore di condizione K di Fulton (in alto), sull'indice epatosomatico (al centro) e sull'indice gonadosomatico (in basso).

FACTORS	SS	DF	MS	F	p	Sign	SNK
AREA	5.884	1	5.885	8417.02	0.000	***	N > S
LENGTH	0.015	2	0.008	11.00	0.000	***	II > III > I
SEX	3.034	1	3.039	4347.37	0.000	***	M > F
A*L	0.005	2	0.003	3.9	0.028	*	
A*S	0.003	1	0.003	4.9	0.0365	*	
L*S	0.012	2	0.006	8.1	0.000	***	
A*L*S	0.001	2	0.001	0.50	0.608	n.s	
Error	0.411	588	0.001				
AREA	39.68	1	39.68	16.916	0.000	***	S > N
LENGTH	74.17	2	37.08	15.809	0.000	***	III = II > I
SEX	6.32	1	6.32	2.695	0.101	n.s	
A*L	11.21	2	5.60	2.389	0.093	n.s	
A*S	47.42	1	47.42	20.215	0.000	***	
L*S	62.96	2	31.48	13.420	0.000	***	
A*L*S	106.86	2	53.43	22.777	0.000	***	
Error	1379.29	588	2.35				
AREA	59.387	1	59.387	27.647	0.000	***	S > N
LENGTH	2851.039	2	1425.5	663.628	0.000	***	III = II > I
SEX	323.615	1	323.61	150.653	0.000	***	F > M
A*L	106.047	2	53.023	24.684	0.000	***	
A*S	14.91	1	14.591	6.7938	0.009	**	
L*S	608.173	2	304.08	141.562	0.000	***	
A*L*S	22.813	2	11.407	5.310	0.005	**	
Error	1263.064	588	2.148				

Conclusions - The results showed significant differences in the overall condition factors of *G. melastomus* due to sex, size class and, above all, to the area of sampling. In fact, the two investigated areas are characterized both by morphological (higher extension of the continental shelf in the northern area, steeper continental slope in the southern area) and fishing pressure differences (higher in the southern area). Those factors may determine differences in the available trophic resources (Ligas *et al.*, 2013). The results corroborate the validity of the condition factors as indicators to evaluate the status of the fishery resources (Lloret *et al.*, 2012), particularly for Elasmobranchs, that play a crucial role in the marine ecosystems (Stevens *et al.*, 2000).

References

- LIGAS A., OSIO G.C., SARTOR P., SBRANA M., DE RANIERI S. (2013) - Long-term trajectory of some elasmobranch species off the Tuscany coasts (NW Mediterranean) from 50 years of catch data. *Sci. Mar.*, **77** (1): 119-127.
- LLORET J., FALIEIX E., SHULMAN G.E., RAGA J.-A., SASAL P., MUÑOZ M., CASADEVALL M., AHUIR-BARAJA A.E., MONTERO F.E., REPULLÉS-ALBELDA A., CARDINALE M., RÁTZ H.-J., VILA S., FERRER D. (2012) - Fish health and fisheries, implications for stock assessment and management: the Mediterranean example. *Rev. Fish. Sci.*, **20** (3): 165-180.
- STEVENS J.D., BONFIL R., DULVY N.K., WALKER P.A. (2000) - The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.*, **57**: 476-494.

S. CASABIANCA, V. ASNAGHI, A. PENNA, M. CHIANTORE, V. GIUSSANI, L. PUGLIESE,
E. OTTAVIANI¹, F. SBRANA², M. VASSALLI²

CoNISMa, P.le Flaminio, 9 - 00196 Roma, Italia.

valentina.asnaghi@unige.it

¹On AIR srl, Genova, Italia.

²CNR-IBF, Genova, Italia.

INTERCALIBRATION OF INNOVATIVE METHODS FOR TOXIC *OSTREOPSIS* SPP. IDENTIFICATION AND COUNTING

INTERCALIBRAZIONE DI METODI INNOVATIVI PER L'IDENTIFICAZIONE ED IL CONTEGGIO DI *OSTREOPSIS* SPP.

Abstract - The pan-Mediterranean project M3-HABs regarding monitoring of Harmful Algal Blooms (HABs), with particular reference to the benthic dinoflagellate *Ostreopsis* spp., started in 2014 in the framework of the ENPI-CBCMED Programme. One of the specific goals of the project was to provide a common strategy for the monitoring benthic toxic microalgae, through the development of new and more efficient procedures and protocols, making the process less costly and more time effective. Two different innovative identification and cell counting techniques were tested and compared with traditional inverted microscopy method: an automated opto-electronic system and a molecular qPCR assay, firstly designed for detecting *O. cf. ovata*. The three independent counting methods provided very satisfactory agreement.

Key-words: *Ostreopsis* spp., intercalibration, inverted microscope, automated cells counting, qPCR.

Introduction - *Ostreopsis* spp. are toxic marine benthic dinoflagellates causing extensive Harmful Algal Blooms (HABs) in the Mediterranean Sea, posing a threat to human health, marine biota and aquaculture activities (Mangialajo *et al.*, 2011). Microscopy direct count to quantify algal abundance has been so far the common used method applied for monitoring bloom events. Nevertheless, microalgae identification and quantification require a great deal of taxonomic expertise, in addition to being time consuming and impractical for processing a large number of samples in the monitoring activities, such as those performed during the summer period for satisfying the sanitary regulatory requirements for bathing waters. The long processing time implies that these tasks are carried out at a frequency that may not be appropriate to promptly generate early warning for bathing water associated and productive activities. Potential solutions to this issue have been proposed in the ENPI-CBCMED project M3-HABs, where an automated identification and counting device was developed and compared with both the traditional microscopic method and the innovative qPCR based assay, recently developed to quantify *O. cf. ovata* abundance in environmental samples (Casabianca *et al.*, 2014).

Materials and methods - A total of 40 macroalgae and seawater samples were collected during summer 2015 at various Mediterranean sites: Salammbô (Tunisia), Batroun (Lebanon), Haliotis and Rochambeau (France), Genoa and Ancona (Italy). Samples were fixed with 1% acidic lugol solution and stored at +4 °C until counting analyses by inverted microscopy following Utermöhl's method, opto-electronic and qPCR systems. The opto-electronic system was composed by a motorized microscope stage to acquire images on the whole slide surface and linked to a dedicated image processing and automatic recognition software (trained only on Genoa samples by machine learning and then tested on the whole dataset). Environmental and site-specific molecular LSU standard curves, based on amplification of 204 and 104 bp fragments for *O. cf. ovata* and for the Lebanese *Ostreopsis fattorussoi* (Accoroni *et al.*, 2016) Atlantic/Mediterranean clade (Penna *et al.*, 2014), respectively, were used for bio-molecular cell abundance determination. The site-specific LSU rDNA

environmental standard curves of ten fold serial dilution in the 8 to 0.0008 cellular range were already constructed amplifying the 204 and 104 bp fragments, for both *Ostreopsis* species, respectively (Casabianca *et al.*, 2014).

Results - Cell concentrations obtained by the three different methods, microscopy, automatic opto-electronic counting and molecular qPCR, were compared showing a significant linear correlation between each other (Fig. 1): $R^2=0.90$ for automatic *vs* manual; $R^2=0.87$ for molecular *vs* manual; $R^2=0.86$ for molecular *vs* automatic. At the single location level, correlation coefficients changed slightly ($R^2>0.8$, $p\text{-value}<10^{-12}$ all cases).

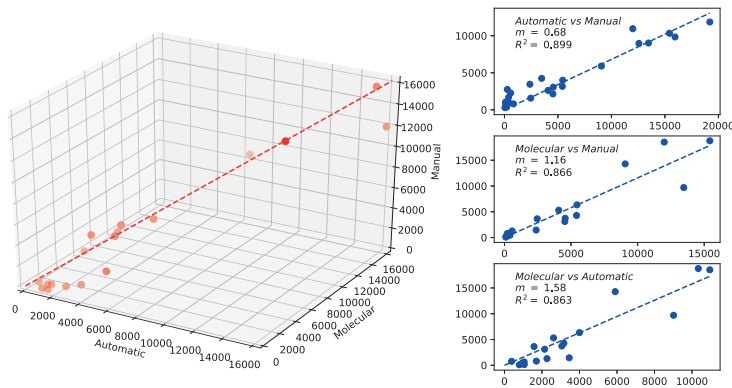


Fig. 1 - Comparison among the 3 different tested counting methods.

Confronto tra i 3 differenti metodi di conteggio testati.

Conclusions - The environmental molecular LSU standard curves, already validated at several coastal areas, allowed a rapid and correct quantification of *Ostreopsis* species in field during the blooming summer periods in the Mediterranean Sea. The molecular method showed a tendency to over-estimate the counts because of the detection of also some broken cells, while the opto-electronic system normally under-estimated the guess, as the automatic recognition algorithm was trained to reduce the number of false positives. The three counting methods provided very satisfactory agreement, encouraging their future development for the detection of other harmful microalgal species, providing a useful tool in a monitoring perspective.

References

- ACCORONI S., ROMAGNOLI T., PENNA A., CAPELLACCI S., CIMINIELLO P., DELL'AVERSANO C., TARTAGLIONE L., ABOUD-ABI SAAB M., GIUSSANI V., ASNAGHI V., CHIANTORE M., TOTTI C. (2016) - *Ostreopsis factorussoi* sp. nov. (Dinophyceae), a new benthic toxic *Ostreopsis* species from the eastern Mediterranean Sea. *J. Phycol.*, **52** (6): 1064-1084.
- CASABIANCA S., PERINI F., CASABIANCA A., BATTOCCHI C., GIUSSANI V., CHIANTORE M., PENNA A. (2014) - Monitoring toxic *Ostreopsis* cf. *ovata* in recreational waters using a qPCR based assay. *Mar. Pollut. Bull.*, **88**: 102-109.
- MANGIALAJO L., GANZIN N., ACCORONI S., ASNAGHI V., BLANFUNÉ A., CABRINI M., CATTANEO-VIETTI R., CHAVANON F., CHIANTORE M., COHU S., COSTA E., FORNASARO D., GROSSEL H., MARCO-MIRALLES F., MASÓ M., RENÉ A., ROSSI A.M., SALA M.M., THIBAUT T., TOTTI C., VILA M., LEMÉE R. (2011) - Trends in *Ostreopsis* proliferation along the Northern Mediterranean coasts. *Toxicon*, **57**: 408-420.
- PENNA A., BATTOCCHI C., CAPELLACCI S., FRAGA S., ALIGIZAKI K., LEMÉE R., VERNESI C. (2014) - Mitochondrial, but not rDNA, genes fail to discriminate dinoflagellate species in the genus *Ostreopsis*. *Harmful Algae*, **40**: 40-50.

G. DI MUZIO, G. BELMONTE*, D. PESSANI

Dip. Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Univ. di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.
giorgia.dimuzio@unito.it

*Dip. Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Univ. del Salento,
S.P. 6 Lecce-Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

BIODIVERSITY AND DISTRIBUTION OF CRUSTACEAN DECAPOD LARVAE IN SOUTH ADRIATIC AND OTRANTO CHANNEL

BIODIVERSITÀ E DISTRIBUZIONE DELLE LARVE DI CROSTACEI DECAPODI NEL SUD ADRIATICO E CANALE DI OTRANTO

Abstract - *The pelagic larval phase of many benthic organisms represents the main dispersal stage in the marine environment. The characterization of the planktonic larval component of crustacean decapods, combined with the investigation on water circulation, gives an overview of the individuals exchange among the coastal communities of Decapoda in the southern Adriatic Sea.*

Key-words: *larval dispersal, water circulation, population connectivity.*

Introduction - Exchange and connectivity among marine populations is a central topic in marine ecology. For most coastal marine species, the pelagic larval phase is the dominant dispersal stage. Determination of the distances, over which dispersal from a given source has a direct ecological impact and thus contributes to the persistence and structure of distant populations is a critical area of research (Cowen and Sponaugle, 2009). Larval dispersal is driven by biological factors, e.g. vertical swimming behavior, and by physical properties of the environment that operate at various scales (Cowen and Sponaugle, 2009). Therefore, this kind of study requests an interdisciplinary approach. The case study is set in the «Biodiversity Distribution and Circulation in South Adriatic and Otranto Channel» WP11 project, within the CoCoNET project, whose proposal is to comprehend the possible exchange of larval stages among the coastal communities. The aims of this research are to identify patterns and trajectories describing the possible exchange of decapod larvae in the study area, considering the circulation of the shallow currents, the identified species and larval stages and the pelagic larval duration (the time spent by larvae in the plankton), which scales directly with the potential dispersal distance (Shanks *et al.*, 2003).

Materials and methods - Data were collected during a cruise (May 2013) aboard the R/V Urania. Sampling activity was carried out from 27 stations with a neuston net (mesh size=200 μ m, mouth 1 \times 0.5 m, equipped with two lateral buoys and a flowmeter) towed for 6 min at 2 knots. Samples were fixed in 70% ethanol in seawater. Surface circulation was outlined through 26 surface drifters, launched in the transect Gargano-Montenegro and followed by satellite. The preliminary results here reported refer to samples collected at Penna Grossa station, within Torre Guaceto Marine Protected Area, where a swarm of Decapoda zoeae was detected.

Results - More than 92% of larvae were identified at specific and stage level (Tab. 1). About 71% of the larvae belongs to the coastal crab *Xantho granulicarpus* Forest, in Drach & Forest, 1953, found in the earlier developmental stages, whose abundance is well explained considering the reproductive season (April-July; Zariquiey Alvarez, 1968). As concerns the 9 drifters passed around Penna Grossa station during the

sampling activity, after one month 4 remained along the Adriatic Apulia coast, 4 passed into the North-West Ionian Sea, and 1 was found in Montenegro-Croatia waters.

Tab. 1 - Decapod larvae species and stages (Z1-Z3: zoea 1-3; M: megalopa; NI: not identifiable).

Specie e stadio delle larve di decapodi (Z1-Z3: zoea 1-3; M: megalopa; NI: non identificabile).

SPECIES	Z1	Z1-2	Z2	Z2	Z2-3	M	NI
<i>Acanthonyx humulatus</i> (Risso, 1816)	5		3				
<i>Anapagurus chiroacanthus</i> (Lilljeborg, 1856)	2				9		
<i>Carcinus aestuarii</i> Nardo, 1847				1			
Caridea ind.							5
<i>Cestopagurus timidus</i> (Roux, 1830)	41				23		
<i>Ebalia nux</i> A. Milne-Edwards, 1883	4						
<i>Galathea intermedia</i> Lilljeborg, 1851	11						
<i>Geryon longipes</i> A. Milne-Edwards, 1882	1						
<i>Goneplax rhomboides</i> (Linnaeus, 1758)		2					
<i>Liocarcinus</i> sp.						2	
<i>Paguroidea</i> ind.							2
<i>Pachygrapsus marmoratus</i> (Fabricius, 1787)	1						
<i>Palaemon</i> sp.							1
<i>Pilumnus</i> sp.		1					
<i>Pirimela denticulata</i> (Montagu, 1808)	2			2			
<i>Porcellana platycheles</i> Pennant, 1777)	1						
<i>Xantho granulicarpus</i> Forest, in Drach & Forest, 1953		366					
Zoea ind.							31
Megalopa ind.							1

Conclusions - The time spent by surface waters to move coast-to-coast correlates well with the pelagic larval duration of the Mediterranean genus *Xantho*, which is about 1 month (laboratory rearing: Lebour, 1928; Rodríguez and Martin, 1997). Theoretically, it means that a limited amount of the larvae hatching in Southern Italy should complete their development travelling towards Montenegro-Croatia coasts, where they would be able to settle; instead, the other ones remain close to Italy coasts, some of which circumnavigating Apulia toward the Ionian Sea. These preliminary results validate the experimental plan for the predetermined goals and suggest at least as possible the hypothesized exchange among coastal communities. The analysis of samples from the other stations and from the second cruise (March 2015) will clearly design the situation of the population connectivity of southern Adriatic Crustacea Decapoda.

Acknowledgements: Thanks to Irene Candido, Giuseppe Suaria, Enrico Zambianchi, Lucio Bellomo, Letterio Guglielmo, Stefano Aliani and CNR, for data collection and availability.

References

- COWEN R.K., SPONAUGLE S. (2009) - Larval dispersal and marine population connectivity. *Annu. Rev. Mar. Sci.*, **1**: 443-466.
- LEBOUR M.V. (1928) - The larval stages of the Plymouth Brachyura. *Proceedings of the Zoological Society of London*, **98** (2): 473-560.
- RODRÍGUEZ A., MARTIN J.W. (1997) - Larval development of the Crab *Xantho poressa* (Decapoda: Xanthidae) reared in the laboratory. *J. Crustacean Biol.*, **17** (1): 98-110.
- SHANKS A.L., GRANTHAM B.A., CARR M.H. (2003) - Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserves. *Ecol. Appl.*, **13**: 159-169.
- ZARIQUIEY ALVAREZ R. (1968) - *Crustáceos Decápodos Ibéricos. Invest. Pesq.*, **32**: 510 pp.

The work has been supported by CoCoNET Project (EU FP7), coordinator Prof. Ferdinando Boero, supervisors of WP11: Edmond Hajderi, Stefano Aliani, Leonardo Langone.

G. PANTÒ¹, M. BATTUELLO^{1,2}, G. DI MUZIO¹

¹Dip. Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.

²Pelagosphera Soc. Coop. di servizi in ambiente acquatico, Via U. Cosmo, 17bis - 10131 Torino, Italia.
marco.battuello@unito.it, info@pelagosphera.com

DISTRIBUZIONE STAGIONALE E *SEX RATIO* DI TRE FAMIGLIE DI COPEPODI (PONTELLIDAE, CANDACIIDAE, CORYCAEIDAE) NELLE ACQUE SUPERFICIALI

SEASONAL DISTRIBUTION AND SEX RATIO OF THREE COPEPOD FAMILIES (PONTELLIDAE, CANDACIIDAE, CORYCAEIDAE) IN THE SHALLOW WATERS

Abstract - Zooplankton samples were collected during expeditions across all the seasons in the Ligurian Sea, to examine the seasonal distribution of three differently families of Copepods and their sex ratio. 15 species were identified. Overall female-biased adult sex ratio was observed, except for the autumn.

Key-words: sex ratio, seasonal cycle, Ligurian Sea, Copepods.

Introduzione - I Copepodi oloplanctonici sono ottimi bio-indicatori in quanto sensibili alle minime variazioni chimico-fisiche dell'ambiente marino (Hays *et al.*, 2005). La sottoclasse Copepoda è composta da numerosi generi e famiglie eterogenee, sia per i caratteri morfologici (indispensabili per l'identificazione specifica e la determinazione del sesso), sia per il trofismo. Nel presente lavoro sono state analizzate tre famiglie con caratteristiche differenti: Pontellidae, Candaciidae e Corycaeidae. I Pontellidi (1,7-5,9 mm), caratteristici dell'iponeuston e conseguentemente soggetti a modificazioni chimico-fisiche stagionali del proprio habitat, hanno dieta prevalentemente carnivora, costituita in particolare da copepoditi. I Candacidi, (1,7-3,9 mm) anch'essi carnivori, sono uniformemente distribuiti lungo la colonna d'acqua. I Coriceidi, onnivori (Landry *et al.*, 1985), risultano meno studiati a causa delle piccole dimensioni (0,9-2,04 mm) che ne rendono complessa l'identificazione specifica. Lo scopo del presente lavoro è lo studio della distribuzione stagionale e del numero di maschi in proporzione alle femmine (*sex ratio*), delle famiglie prese in esame. Ciò per permettere l'approfondimento delle conoscenze legate alle dinamiche di accoppiamento e delle strategie di sopravvivenza.

Materiali e metodi - Tra luglio 2014 e dicembre 2015 sono state effettuate quattro campagne di raccolta a largo della costa italiana in corrispondenza del Mar Ligure meridionale mediante pesche orizzontali, utilizzando retini standard WP-2 con vuoto di maglia di 200 µm. Le metodiche di campionamento hanno seguito le linee guida proposte da ISPRA, sia in fase di acquisizione del campione, sia nella conservazione e nell'identificazione specifica (Camatti e Ferrari, 2010). Nell'analisi quantitativa vengono considerati anche gli individui giovanili (*juv*), per i quali l'identificazione si arresta necessariamente al livello di genere.

Risultati - La famiglia dei Pontellidi risulta essere più abbondante nella stagione invernale (2,96 ind./m³) (primavera 0,28, estate 1,33 e autunno 0,16). Sono state campionate in tutto 5 specie, tra le quali *Labidocera wollastoni* (Lubbock, 1857) presente esclusivamente in inverno. I valori massimi di biodiversità sono quelli di primavera, nella quale sono presenti 4 delle 5 specie osservate. La *sex ratio* è

sbilanciata prevalentemente verso il sesso femminile; fa eccezione la stagione autunnale ove si riscontra la sola presenza di maschi. I Candacidi registrano un picco di abbondanza in inverno (10,08 ind./m³), (primavera 2,79, estate 0,78 e autunno 0,42 ind./m³). Le specie identificate sono 4, tra le quali la più abbondante è *Candacia armata* (Boeck, 1872), con una concentrazione di 9,09 ind./m³ in inverno e *sex ratio* sbilanciata verso il sesso femminile (5,71 ind./m³). Il dato è confermato per tutte le specie appartenenti a questa famiglia tranne per *Candacia simplex* (Giesbrecht, 1889), che non presenta individui femminili in autunno. I Coriceidi raggiungono il picco di abbondanza in autunno, con 39,67 ind/m³, contro 33,05 in primavera, 5,7 in inverno e solo 1,87 in autunno. Sono state campionate 6 specie: le più abbondanti sono *Onycocorycaeus giesbrechti* (F. Dahl, 1894) e *Farranula rostrata* (Claus, 1863). La prima presenta la *sex ratio* sbilanciata verso le femmine, come quasi tutti i Coriceidi. La seconda, invece, è caratterizzata dalla prevalenza del sesso maschile, in particolare in inverno (15,72 ind/m³ su un totale di 28,05) e soprattutto in autunno, dove i maschi rappresentano 3,38 ind/m³ su un totale di 4,92.

Conclusioni - I dati raccolti dimostrano che l'*optimum* di crescita delle tre famiglie studiate è situato nelle stagioni autunnale ed invernale, nelle quali si concentra il maggior numero di individui. In riferimento alla *sex ratio* il numero di femmine supera abbondantemente quello dei maschi, specialmente in estate, ed è lecito supporre che vi sia un'influenza ambientale nella determinazione del sesso e nell'abbondanza dell'uno o dell'altro, sebbene gli studi al riguardo siano ancora in corso (Gusmão e McKinnon, 2009). Le caratteristiche dell'ambiente pelagico, infatti, influenzano molto la biodiversità e la distribuzione dei popolamenti oloplanctonici (Fernández de Puelles *et al.*, 2014). Secondo Hirst *et al.* (2010), la diversa mortalità nei due sessi potrebbe essere causata dalla preferenza che i predatori sembrano avere per i maschi. Una seconda teoria suggerisce che la *sex ratio* sia molto più legata all'intersessualità e al cambiamento di sesso in stadi avanzati dello sviluppo, dovuti all'ambiente ed alla carenza o meno di nutrienti, più che alla longevità o mortalità degli individui (Gusmão e McKinnon, 2009). Secondo altri autori la *sex ratio* 1:1 viene considerata una *evolutionary stable strategy* (Taylor e Jonker, 1978). Il presente lavoro può rappresentare il punto di partenza per studi più approfonditi riguardanti le famiglie considerate e costituire un confronto per specie studiate con maggior frequenza.

Bibliografia

- CAMATTI E., FERRARI I. (2010) - Mesozooplankton. In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (eds), Metodologie di studio del plancton marino. *ISPRA, Manuali e Linee Guida*, **56**: 489-506.
- FERNÁNDEZ DE PUELLES M.L., MACIAS V., VICENTE L., MOLINERO J.C. (2014) - Seasonal spatial pattern and community structure of zooplankton in waters off the Balears archipelago (Central Western Mediterranean). *J. Mar. Syst.*, **138**: 82-94.
- GUSMÃO L.F.M., MCKINNON A.D. (2009) - Sex ratios, intersexuality and sex change in copepods. *J. Plankton Res.*, **31** (9): 1101-1117.
- HAYS G.C., RICHARDSON A.J., ROBINSON C. (2005) - Climate change and marine plankton. *Trends Ecol. Evol.*, **20**: 337-344.
- HIRST A.G., BONNET D., CONWAY D.V.P., KIØRBOE T. (2010) - Does predation control adult sex ratios and longevities in marine pelagic copepods? *Limnol. Oceanogr.*, **55** (5): 2193-2206.
- LANDRY M.R., LEHNER-FOURNIER J.M., FAGERNESS V.L. (1985) - Predatory feeding behavior of the marine cyclopoid copepod *Corycaeus anglicus*. *Mar. Biol.*, **85**: 163-169.
- TAYLOR P.D., JONKER L.B. (1978) - Evolutionary stable strategies and game dynamics. *Math. Biosci.*, **40**: 145-156.

A. PENNA, F. PERINI, C. DELL'AVERSANO¹, S. CAPELLACCI, L. TARTAGLIONE¹,
M.G. GIACOBBE², S. CASABIANCA, S. FRAGA³, P. CIMINIELLO¹, M. SCARDI⁴

Dipartimento di Scienze Biomolecolari, Università di Urbino, Italia.

Viale Trieste, 296 - 61121 Pesaro, Italia.

antonella.penna@uniurb.it

¹Dipartimento di Sostanze Naturali, Università di Napoli 'Federico II', Napoli, Italia.

²IAMC-CNR, Messina, Italia.

³Centro Oceanografico de Vigo, Instituto Espanol de Oceanografia (IEO), Vigo, Spain.

⁴Dipartimento di Biologia, Università Tor Vergata, Roma, Italia.

THE *SXT* GENE AND PARALYTIC SHELLFISH POISONING TOXINS AS MARKERS FOR THE MONITORING OF TOXIC *ALEXANDRIUM* SPECIES BLOOMS

I GENI SXT

E LE TOSSINE PARALYTIC SHELLFISH POISONING COME MARCATORI PER IL MONITORAGGIO DELLE SPECIE TOSSICHE DI ALEXANDRIUM

Abstract - Paralytic shellfish poisoning (PSP) is a serious human illness caused by the ingestion of seafood contaminated with saxitoxin and its derivatives (STXs). These toxins are produced by some species of marine dinoflagellates within the genus *Alexandrium*. In the Mediterranean Sea, toxic *Alexandrium* spp. blooms, especially of *A. minutum*, are frequent and intense with negative impact to coastal ecosystem, aquaculture practices and other economic activities. A large scale study on the *sxt* gene and toxin distribution and content in toxic dinoflagellate *A. minutum* of the Mediterranean Sea using both quantitative PCR (qPCR) and HILIC-HRMS techniques was performed. We developed a new qPCR assay for the estimation of the *sxtA1* gene copy number in seawater samples during a bloom event in Syracuse Bay (Mediterranean Sea). The linear correlation between *sxtA1* gene copy number and microalgal abundance and between the *sxtA1* gene and STX content allowed us to rapidly determine the STX-producing cell concentrations of two *Alexandrium* species in environmental samples. This study described a potential PSP scenario in the Mediterranean Sea.

Key-words: *Alexandrium*, HILIC-HRMS, PSP, *sxt* genes, qPCR.

Introduction - Paralytic shellfish poisoning (PSP) is a syndrome caused by the consumption of seafood contaminated with saxitoxin and its derivatives (STXs). STXs can affect the human neuro-vegetative system leading to muscular paralysis and death. These toxins are a family of neurotoxins produced by some freshwater prokaryotic cyanobacteria and marine eukaryotic dinoflagellates. The first two genes that start the biochemical synthesis of STX, also those best characterized, are the *sxtA* (coding for a *polyketide synthase*) and *sxtG* (coding for a *amidinotransferase*) (Stuken *et al.*, 2011). Most of the dinoflagellate species producing STXs belong to the genus *Alexandrium*: *A. minutum*, *A. ostenfeldii*, *A. catenella*, *A. pacificum* and *A. australiense* (Hackett *et al.*, 2013). STXs mainly impact the marine trophic web, since they can accumulate in many organisms. The accumulation of these compounds in seafood has a major economic impact on aquaculture industries. In the Mediterranean Sea, the increase in the frequency of toxic *A. minutum* outbreaks and the number of areas affected has coincided with the overdevelopment of coastlines, which increasingly offer confined nutrient enriched waters suitable for microalgal proliferation. Due to the increased risks posed to human health by PSP toxins worldwide, it is crucial to investigate the potential correlation between STX-production and *sxt* gene content in the Mediterranean Sea. This study aimed to illustrate a potential scenario of STX producing harmful *A. minutum* and to investigate STX-related risk in the Mediterranean Sea.

Further, an innovative approach, based on both molecular qPCR and HILIC-HRMS (hydrophilic interaction liquid chromatography with high-resolution mass spectrometry) techniques, was developed and proposed for the monitoring of the PSP algal blooms.

Materials and methods - The Mediterranean *Alexandrium minutum* strains (n=117) were isolated from various regional seas. The *A. pacificum* strains were isolated from Syracuse Bay (Ionian Sea). The cultured strains were grown in F/2 medium. Phytoplankton samples were collected at several stations in Syracuse Bay (Ionian Sea, Italy) on May 2014 during an *Alexandrium* spp. bloom event. Cultured strains and phytoplankton field samples were processed for microscopy, quantitative molecular qPCR and chemical liquid chromatography-high resolution multiple stage mass spectrometry (LC-HRMSⁿ) analyses as described in Penna *et al.* (2015).

Results - The *sxtA* gene content, as well as toxin profile and content, were investigated over a wide range of *A. minutum* strains isolated from various localities. The median *sxtA1* gene copy number/cell was 2.2 and no difference in the *sxtA1* gene copy number was found among Mediterranean *A. minutum* strains. Most of the analyzed *A. minutum* strains produced different GTXs, as primarily GTX1+GTX4 and absence of significant differences in toxin content among different geographical strains was found. In particular, a qPCR assay was applied to quantify the *sxtA1* gene copy number in *A. minutum* strains in relation to STX production and rapidly quantify the abundance of *sxtA1* gene in field samples. In Syracuse Bay, the abundance of *Alexandrium* ranged between 10⁴-10⁷ cells/L. In the phytoplankton samples, a positive correlation was found between cell densities determined by microscopy and *sxtA1* gene copies by qPCR in surface water (n=29, Pearson's r=0.978 p<<0.0001). The range of *sxtA1* gene content was 2.55×10⁸±3.08×10⁷ - 1.38×10⁵±1.80×10³ copies/L. Further, the *sxtA1* gene content was correlated with toxin presence in environmental samples to provide an indication of PSP risk during a bloom. In these samples, the amount of *sxtA1* gene was in the range of 1.38×10⁵-2.55×10⁸ copies/L and the STX concentrations ranged from 41-201 nmol/L.

Conclusions - An initial scenario of the toxic *A. minutum* distribution in the Mediterranean Sea based on the specific *sxtA1* gene and STX content was developed. This scenario illustrates the potential risk of real PSP occurrences. Efficient monitoring strategies by combined molecular and chemical methodologies could play a fundamental role in preventing and managing health and economic risks related to STX-producing *Alexandrium* spp. blooms in coastal and marine farm areas.

References

- HACKETT J.D., WISECAVER J.H., BROSNAN M.L., KULIS D.M., ANDERSON D.M., BHATTACHARYA D., PLUMLEY F.G., ERDNER D.L. (2013) - Evolution of saxitoxin synthesis in cyanobacteria and dinoflagellates. *Mol. Biol. Evol.*, **30**: 70-78.
- PENNA A., PERINI F., DELLAVERSA C., CAPELLACCI S., TARTAGLIONE L., GIACOBBE M.G., CASABIANCA S., FRAGA S., CIMINIELLO P., SCARDI M. (2015) - The *sxt* gene and paralytic shellfish poisoning toxins as markers for the monitoring of toxic *Alexandrium* species blooms. *Environ. Sci. Technol.*, **49**: 14230-14238.
- STÜKEN A., ORR R.J.S., KELLMANN R., MURRAY S.A., NEILAN B.A., JAKOBSEN K.S. (2011) - Discovery of nuclear-encoded genes for the neurotoxin saxitoxin in dinoflagellates. *PLoS ONE*, **6** (5), doi: 10.1371/journal.pone.0020096.

L. PUGLIESE, S. CASABIANCA, F. PERINI, F. ANDREONI, A. PENNA

Dipartimento di Scienze Biomolecolari, Università di Urbino,
Viale Trieste, 296 - 61121 Pesaro, Italia.
laura.pugliese@uniurb.it

HIGH RESOLUTION MELTING: AN INNOVATIVE APPROACH FOR MOLECULAR CHARACTERIZATION OF *PSEUDO-NITZSCHIA* SPP. (BACILLARIOPHYCEAE)

HIGH RESOLUTION MELTING: *UN INNOVATIVO APPROCCIO PER LA CARATTERIZZAZIONE MOLECOLARE DI PSEUDO-NITZSCHIA SPP. (BACILLARIOPHYCEAE)*

Abstract - The diatom *Pseudo-nitzschia* species are common components of marine phytoplankton. The *Pseudo-nitzschia* spp. are extensively studied with regard to the ecological, morphological and genetic aspects, and ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) toxin content. Currently, differentiation of species requires time-consuming optical and electron microscopy analyses to distinguish taxonomic features that allow species identification, while cryptic species can still remain to be misidentified. Molecular approaches can play a key role in solving taxonomic problems, as well as geographical distribution, and level of genetic population differentiation. The High Resolution Melting (HRM) PCR analysis is a powerful technique able to accurately genotype individuals from monoclonal cultures. In this study, strains of the various *Pseudo-nitzschia* species were PCR amplified for subsequently HRM analysis for species-specific identification. The distinct melting temperature profiles obtained by this analysis were associated to different species. This innovative molecular HRM-curve analysis approach can be used for genotyping and/or species identification of cultured *Pseudo-nitzschia*.

Key-words: High Resolution Melting (HRM), HRM-curve analysis, North-western Adriatic Sea, *Pseudo-nitzschia*.

Introduction - The planktonic pennate diatom *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) is a cosmopolitan genus commonly found in neritic and oceanic waters. The correct identification of *Pseudo-nitzschia* species has relevant implications for monitoring and management purposes, considering that toxigenic species may be morphologically similar or identical to non-toxigenic ones. Recent studies integrating molecular phylogenetic, morphological, ultrastructural and biological information have uncovered numerous cases of genetically distinct and at times reproductively isolated groups of strains that could not be distinguished easily or at all with microscopy. Molecular approaches constitute the most straightforward way to identify various taxa and elucidate their distribution over space and time (Penna *et al.*, 2013; Ruggiero *et al.*, 2015). The high resolution melting (HRM) analysis can be an alternative technique to rapidly and accurately identify microalgal species and/or genotype cultured strains. Different melting profiles are obtained from the transition of double-strand (dsDNA) to single-strand DNA (ssDNA) as a result of a gradual temperature increase after PCR amplification. HRM has been used mainly for screening mutations linked to human diseases and for genotyping bacteria (Granados-Cifuentes and Rodriguez-Lanetty, 2011). To date, only one study applied HRM for microalgal species identification (Al-Kandari *et al.*, 2011). The HRM analysis is faster, and less expensive than alternative approaches, such as microarray (Smith *et al.*, 2012), or microsatellites (Casteleyn *et al.*, 2010). In the present study, we investigated the genetic diversity of several *Pseudo-nitzschia* species in monoclonal cultures obtained from environmental samples collected over one year in the Adriatic Sea using HRM based assay for species-specific identification.

Materials and methods - The sampling site was located at Pesaro, 3000 m from the coast, in the North-western Adriatic Sea. Monoclonal strains of *Pseudo-nitzschia* spp. were isolated and maintained in *f/2* medium at 16 °C on 12:12 h light:dark cycle at an irradiance of 100 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. The HRM assay was validated in 21 strains of *Pseudo-nitzschia* spp. (*P. pungens*, *P. delicatissima*/*P. arenysensis* and *P. calliantha*). The method was subsequently applied to 29 strains of unknown *Pseudo-nitzschia* spp., isolated from seawater samples between November 2014 and July 2015 as described above for species determination. Strains identified by HRM assay were analyzed by sequencing to confirm the species assignment.

Results - The HRM assay carried out on 22 strains of *Pseudo-nitzschia* spp. that were already identified, distinguished 3 different variants corresponding to the three different species and complex of *Pseudo-nitzschia*, namely *P. pungens*, *P. delicatissima*/*P. arenysensis* and *P. calliantha*, as expected. The method was subsequently applied for the analysis of the unknown strains of *Pseudo-nitzschia* spp. Results showed that 7 strains were identified as *P. pungens*, 12 strains were identified as *P. calliantha* and 10 strains were identified as *P. delicatissima*/*P. arenysensis*. All strains analyzed by HRM assay were sequenced based on LSU or ITS rDNA. Sequence alignment of the *Pseudo-nitzschia* isolates confirmed their species-specific taxonomical designation.

Conclusions - The high resolution melting analysis is a powerful technique able to accurately identify *Pseudo-nitzschia* species from monoclonal cultured strains that are difficult to be recognized by standard microscopy in environmental samples. This innovative methodology can be useful to support the activity of HAB monitoring programs.

References

- AL-KANDARI M.A., HIGHFIELD A.C., HALL M.J., HAYES P., SCHROEDER D.C. (2011) - Molecular tools separate harmful algal bloom species, *Karenia mikimotoi*, from different geographical regions into distinct sub-groups. *Harmful Algae*, **10** (6): 636-643.
- CASTELEYN G., LELIAERT F., BACKELJAU T., DEBEER A.E., KOTAKI Y., RHODES L., LUNDHOLM N., SABBE K., VYVERMAN W. (2010) - Limits to gene flow in a cosmopolitan marine planktonic diatom. *PNAS*, **107**: 12952-12957.
- GRANADOS-CIFUENTES C., RODRIGUEZ-LANETTY M. (2011) - The use of high-resolution melting analysis for genotyping *Symbiodinium* strains: a sensitive and fast approach. *Mol. Ecol. Resour.*, **11** (2): 394-399.
- PENNA A., CASABIANCA S., PERINI F., BASTIANINI M., RICCARDI E., PIGOZZI S., SCARDI M. (2013) - Toxic *Pseudo-nitzschia* spp. in the northwestern Adriatic Sea: characterization of species composition by genetic and molecular quantitative analyses. *J. Plank. Res.*, **35**: 352-366.
- RUGGIERO M.V., SARNO D., BARRA L., KOOISTRA W.H.C.F., MONTRESOR M., ZINGONE A. (2015) - Diversity and temporal pattern of *Pseudo-nitzschia* species (Bacillariophyceae) through the molecular lens. *Harmful Algae*, **42**:15-24.
- SMITH M.W., MAIER M.A., SUCIU D., PETERSON T.D., BRADSTREET T., NAKAYAMA J., SIMON H.M. (2012) - High resolution microarray assay for rapid taxonomic assessment of *Pseudo-nitzschia* spp. (Bacillariophyceae) in the field. *Harmful Algae*, **19**: 169-180.

S. VANUCCI, L. PEZZOLESI*, F. SISTI*, R. PISTOCCHI*

Dipartimento di Scienze Chimiche, Biologiche, Farmaceutiche ed Ambientali, Università di Messina,
Viale Ferdinando Stagno d'Alcontres, 31 - 98166 S. Agata, Messina, Italia.
silvana.vanucci@unime.it

*BiGeA, Università di Bologna, Bologna, Italia.

OSSERVAZIONI PRELIMINARI DI PRODUZIONE DI DIMETILSOLFONIOPROPIONATO (DMSP) NELLA DINOFLAGELLATA TOSSICA *OSTREOPSIS* CF. *OVATA*

PRELIMINARY OBSERVATIONS OF DIMETHYLSULFONIOPROPIONATE (DMSP) PRODUCTION BY THE TOXIC DINOFLAGELLATE *OSTREOPSIS* CF. *OVATA*

Abstract - An increase in the frequency of extensive blooms of the toxic benthic dinoflagellate *Ostreopsis cf. ovata* has been reported in temperate coastal regions including the Mediterranean. Dimethylsulfoniopropionate (DMSP) can mediate a mutualist interaction between dinoflagellates and their associated bacteria that could have an effect on the development of blooms. In this study the production of DMSP by *O. cf. ovata* is reported for the first time.

Key-words: *Ostreopsis cf. ovata*, dimethylsulphoniopropionate, biological poisons, algal blooms.

Introduzione - Il dimetilsolfoniopropionato (DMSP) è il metabolita organico solforoso più abbondante presente nell'ambiente marino ed è prodotto principalmente da microalghe (*in primis* da specie appartenenti alle classi *Prymnesiophyceae* e *Dinophyceae*), ma anche da macroalghe e da alcuni coralli biocostruttori (Dickschat *et al.*, 2015 e referenze in esso riportate). Il DMSP viene rapidamente degradato primariamente dalla comunità microbica eterotrofa associata agli organismi produttori, e un suo derivato volatile, il dimetilsulfide (DMS), svolge un ruolo chiave nella regolazione del clima a livello globale (Charlson *et al.*, 1987). Negli organismi produttori il ruolo eco-fisiologico del DMSP può essere molteplice: osmoregolatore, crioprotettore, antiossidante, metabolita over-flow di energia in eccesso, in risposta a condizioni di stress (e.g. carenza nutrizionale), ed inoltre deterrente per i *grazers* (Dickschat *et al.*, 2015). Recentemente è stato evidenziato un ruolo funzionale del DMSP sia per l'instaurazione della fase mutualistica che per la fase patogena dell'interazione di tipo bimodale (i.e. mutualistica iniziale e patogena terminale) che si stabilisce tra le microalghe ed alcuni batteri del clade *Roseobacter* ad esse associati (e.g. Wang *et al.*, 2014; Seyedsayamdost *et al.*, 2014). Tale interazione potrebbe facilitare sia lo sviluppo che la successiva terminazione dei bloom algali. Inoltre è stato ipotizzato che la carenza di azoto possa interferire diversamente sulla produzione delle tossine e di DMSP nelle dinoficee (Caruana e Malin, 2014). *Ostreopsis cf. ovata* è una dinoflagellata bentonica che produce potenti tossine (palitossina isobarica ed un ampio spettro di ovatossine; Garcia-Altare *et al.*, 2015), sia in ambiente che in coltura (Pistocchi *et al.*, 2011). In questo studio sono stati valutati: (i) la possibile produzione di DMSP nella dinoflagellata tossica *Ostreopsis cf. ovata* ed in seguito (ii) il trend temporale di produzione del DMSP, (iii) gli effetti dovuti a differenti condizioni di crescita (i.e. bilanciata e in carenza d'azoto) sulla produzione del metabolita in questione e delle tossine. *O. cf. ovata* è stata scelta per le sue frequenti fioriture dannose in Mediterraneo e per il riscontro nella comunità batterica associata ai bloom dell'alga di gruppi filogenetici in grado di utilizzare il DMSP e di attivare un'interazione bimodale (Vanucci *et al.*, 2016).

Materiali e metodi - Sono state allestite due colture *batch* di *O. cf. ovata*, in duplicato, una in terreno standard (controllo: N-NO₃=176,5 e N:P=24) ed una in terreno in carenza di nitrati (N-carezza: N-NO₃=35,3 µM e N:P=5). Lungo la crescita di *O. cf. ovata* sono stati valutati i seguenti parametri: abbondanza cellulare di *O. cf. ovata* (metodo Utermöhl); concentrazione delle tossine intracellulari totali (PLTX) tramite *Liquid Chromatography - High Resolution Mass Spectrometry* (LC-HRMS); concentrazione totale di dimetilsolfoniopropionato (DMSP), tramite *Head Space Solid - Phase Microextraction* (HS-SPME) e *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS). Il tasso di produzione netta di DMSP per cellula di *O. cf. ovata* (R_{DMSP} cell⁻¹ giorno⁻¹) è stato calcolato applicando le formule riportate in Anderson *et al.* (1990).

Risultati - La carenza d'azoto influisce negativamente sullo sviluppo algale determinando il raggiungimento, al termine della crescita, di una densità cellulare inferiore rispetto a quella osservata nella condizione di controllo (Fig. 1: $5,11 \times 10^3$ vs $1,16 \times 10^4$ cell mL⁻¹, N-carezza vs controllo; ANOVA, $p < 0,05$). A partire dalla fine della fase di crescita esponenziale, la condizione di stress dovuta alla ridotta disponibilità d'azoto porta ad una diminuzione di sintesi e di accumulo cellulare di composti organici quali le tossine (11,2 vs 20,2 pg PLTXs cell⁻¹, N-carezza e controllo, fase stazionaria; ANOVA, $p < 0,05$; dati non mostrati).

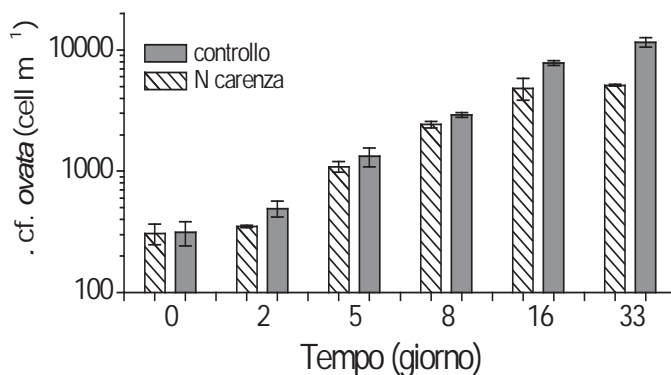


Fig. 1 - Andamento temporale della crescita di *O. cf. ovata* (cell mL⁻¹) nella condizione di controllo e di carenza d'azoto. Le barre indicano la deviazione standard.

Growth pattern of O. cf. ovata cells (cell mL⁻¹) under control (controllo) and nitrogen limited (N-carezza) conditions. Bars indicate standard deviation.

L'analisi del DMSP evidenzia per la prima volta la produzione del metabolita da parte di *O. cf. ovata*, in un range di valori 0,09-1,36 pg cell⁻¹. L'andamento della concentrazione del DMSP, espressa per cellula, lungo le diverse fasi della crescita algale risulta simile nelle due condizioni (Fig. 2): (i) un minimo a fine fase esponenziale (0,38 e 0,44 pg cell⁻¹, controllo e N-carezza, rispettivamente); (ii) un incremento significativo (ANOVA, $p < 0,05$) nella prima fase stazionaria (1,24 e 1,36 pg cell⁻¹, controllo e N-carezza); (iii) una riduzione significativa (ANOVA, $p < 0,05$) al termine della fase stazionaria (0,09 e 0,36 pg cell⁻¹, controllo e N-carezza, rispettivamente). Confrontando le due condizioni, in carenza di azoto si evidenzia un maggiore tasso di produzione netta di DMSP in fase esponenziale (periodo fase esponenziale giorni 2-8; R_{DMSP} cell⁻¹ giorno⁻¹: 0,131 vs 0,103, N-carezza e controllo, rispettivamente; dati non mostrati) ed una maggiore concentrazione di DMSP in tarda fase stazionaria

(Fig. 2), rispetto a quelli osservati nella condizione di controllo (ANOVA, entrambi, $p < 0,05$).

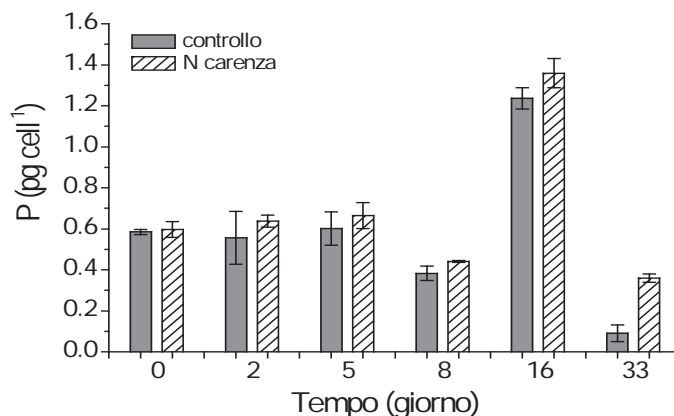


Fig. 2 - Andamento temporale della concentrazione di DMSP totale, espressa per cellula di *O. cf. ovata* (pg cell⁻¹), nelle due condizioni di crescita (controllo e N-carenza). Le barre indicano la deviazione standard.

*Temporal trend of total DMSP concentration, expressed on *O. cf. ovata* cell basis (pg cell⁻¹), under control (control) and N-depleted (N-carenza) growth conditions. Bars indicate standard deviation.*

Conclusioni - Sulla base dei risultati ottenuti viene rimarcata l'importanza dell'azoto nella regolazione della crescita algale e nella tossicità di *O. cf. ovata*. Per quanto concerne la produzione di DMSP i valori di concentrazione rilevati per *O. cf. ovata* risultano comparabili con quanto riportato per altre dinoflagellate (Caruana e Malin, 2014). L'aumento della produzione di DMSP indotto dalla carenza di azoto, come precedentemente osservato da Gröne e Kirst (1992), potrebbe avvenire al fine di: (i) utilizzare il DMSP per la regolazione osmotica in alternativa ad osmoliti contenenti azoto (Keller *et al.*, 1999), (ii) rilasciare nell'ambiente esterno composti carboniosi e zolfo prodotti in eccesso a seguito dello stress cellulare (Stefels, 2000). La diminuzione di DMSP osservata in tarda fase stazionaria è verosimilmente da attribuire alla senescenza delle cellule algali e alla degradazione/utilizzo del composto da parte dei batteri (Seyedsayamdost *et al.*, 2014). I risultati inoltre evidenziano come la carenza di azoto possa interferire sia nella sintesi delle tossine che del DMSP in maniera opposta, non per una competizione diretta del nutriente nei rispettivi processi di sintesi, ma bensì a seguito dei cambiamenti fisiologici della microalga in risposta alla carenza nutrizionale. Infine la produzione di DMSP da parte di *O. cf. ovata* rafforza l'ipotesi del possibile instaurarsi di una interazione bimodale con i batteri ad essa associati dipendente dal DMSP, come evidenziato per altre microalghe (Seyedsayamdost *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2014), che potrebbe favorire l'incremento dell'abbondanza della specie ed innescare lo sviluppo del bloom e dei conseguenti rischi sanitari ed ambientali.

Bibliografia

ANDERSON D.M., KULIS D.M., SULLIVAN J.J., HALL S., LEE C. (1990) - Dynamics and physiology of saxitoxin production by the dinoflagellates *Alexandrium* spp. *Mar. Biol.*, **104**: 511-524.

- CARUANA A.M.N., MALIN G. (2014) - The variability in DMSP content and DMSP lyase activity in marine dinoflagellates. *Prog. Oceanogr.*, **120**: 410-424.
- CHARLSON R.J., LOVELOCK J.E., ANDREAE M.O., WARREN S.G. (1987) - Oceanic phytoplankton, atmospheric sulphur, cloud albedo and climate. *Nature*, **326**: 655-661.
- DICKSCHAT J.S., RABE P., CITRON C.A. (2015) - The chemical biology of dimethylsulfoniopropionate. *Org. Biomol. Chem.*, **13**: 1954-1968.
- GARCÍA-ALTARES M., TARTAGLIONE L., DELL'AVERSANO C., CARNICER O., DE LA IGLESIA P., FORINO M., DIOGÈNE J., CIMINIELLO P. (2015) - The novel ovatoxin-g and isobaric palytoxin (so far referred to as putative palytoxin) from *Ostreopsis cf. ovata* (NW Mediterranean Sea): structural insights by LC-high resolution MSⁿ. *Anal. Bioanal. Chem.*, **407**: 1191-1204.
- GRÖNE T., KIRST G.O. (1992) - The effect of nitrogen deficiency, methionine and inhibitors of methionine metabolism on the DMSP contents of *Tetraselmis subcordiformis* (Stein). *Mar. Biol.*, **112**: 497-503.
- KELLER M.D., KIENE R.P., MATRAI P.A., BELLOWS W.K. (1999) - Production of glycine betaine and dimethylsulfoniopropionate in marine phytoplankton. II. N-limited chemostat cultures. *Mar. Biol.*, **135**: 249-257.
- PISTOCCHI R., PEZZOLESI L., GUERRINI F., VANUCCI S., DELL'AVERSANO C., FATTORUSSO E. (2011) - A review on the effects of environmental conditions on growth and toxin production of *Ostreopsis ovata*. *Toxicon*, **57**: 421-428.
- SEYEDSAYAMDOST M.R., WANG R., KOLTER R., CLARDY J. (2014) - Hybrid biosynthesis of roseobacticides from algal and bacterial precursor molecules. *J. Am. Chem. Soc.*, **136**: 15150-15153.
- STEFELS J. (2000) - Physiological aspects of the production and conversion of DMSP in marine algae and higher plants. *J. Sea Res.*, **43**: 183-197.
- VANUCCI S., GUIDI F., PISTOCCHI R., LONG R.A. (2016) - Phylogenetic structure of bacterial assemblages co-occurring with *Ostreopsis cf. ovata* bloom. *Harmful Algae*, **55**: 259-271.
- WANG H., TOMASCH J., JAREK M., WAGNER-DÖBLER I. (2014) - A dual-species co-cultivation system to study the interactions between *Roseobacters* and dinoflagellates. *Front. Microbiol.*, **5**, doi: 10.3389/fmicb.2014.00311.

A. SANTUCCI, R. D'ADAMO, A. FABBROCINI, T. SCIROCCO,
A. SPECCHIULLI, N. UNGARO*

Istituto di Scienze Marine (ISMAR), CNR, UOS di Lesina (FG), Via Pola, 4 - 71010 Lesina (FG), Italia.
angela.santucci@fg.ismar.cnr.it

*ARPA Puglia, Corso Trieste, 27 - 70126 Bari, Italia.

RISPOSTE FISICO-CHIMICHE E TROFICHE ALL'EVENTO DI IPOSSIA NELLA LAGUNA DI VARANO DURANTE L'ESTATE 2015

PHYSICO-CHEMICAL AND TROPHIC RESPONSES TO THE HYPOXIA EVENT IN THE VARANO LAGOON DURING SUMMER 2015

Abstract - An hypoxia event occurred in the Varano Lagoon when dissolved oxygen (DO) displayed levels less than 1.87 mg/L in August. DO, nitrogen forms, chlorophyll *a* (Chl *a*) were investigated from April to September. During hypoxia event ammonium was the predominant form of dissolved inorganic nitrogen. After the event Chl *a* (32.27 µg/L) reflected higher phytoplankton biomass inside and near the hypoxic area.

Key-words: nutrients, phytoplankton biomass, hypoxia, Varano Lagoon.

Introduzione - L'ipossia in acque costiere è ormai un fenomeno globale, ricorrente soprattutto nelle stagioni più calde. Negli ultimi anni sono stati osservati eventi di ipossia nelle lagune di Orbetello (Lardicci *et al.*, 2001) e Lesina (Vignes *et al.*, 2009). L'obiettivo dello studio è stato descrivere l'evento di ipossia nella Laguna di Varano, investigando la variabilità dei parametri fisico-chimici (temperatura, salinità, ossigeno disciolto, forme azotate) e biologici (clorofilla *a*) nel periodo primavera-estate 2015.

Materiali e metodi - I campionamenti sono stati effettuati in 26 siti (Fig. 1) prospicienti la linea di costa da aprile a settembre 2015. La temperatura (T), la salinità (S), l'ossigeno disciolto (OD) e la clorofilla *a* (Chl *a*) sono stati misurati *in situ* mediante sonda CTD (Hydrolab DS5). L'analisi delle forme azotate (N-NH₄⁺, N-NO_x) è stata eseguita mediante un AutoAnalyzer Bran+Luebbe QuAAtro con 3 canali a flusso segmentato.

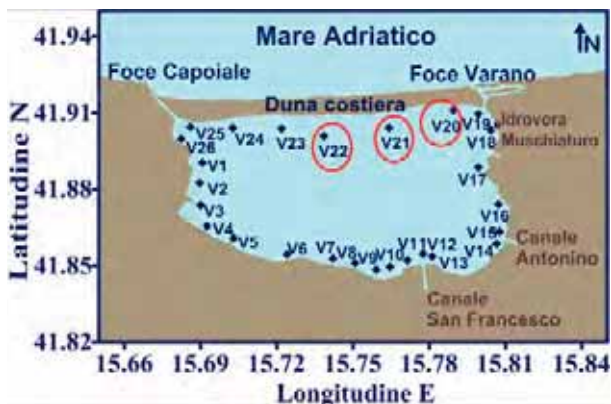


Fig. 1 - Siti di campionamento (siti cerchiati=ipossia).

Sampling sites (circled sites=hypoxia).

Risultati - T e S hanno seguito il trend stagionale con valori medi di T più alti in agosto (29,79±0,42 °C) e di S in settembre (25,14±0,58). L'N-NH₄⁺ è risultato la forma

predominante di azoto inorganico (74,86%) in agosto (Fig. 2A), con il massimo di 40,40 μM nell'area ipossica (Fig. 1). Le medie più basse sono state osservate in aprile e luglio (Fig. 2A). La concentrazione dei N-NO_x rileva un trend inverso a quello di N-NH₄⁺, con valori medi più alti in aprile e maggio (Fig. 2A). Una diminuzione è stata evidenziata da maggio a settembre, con il minimo in agosto (Fig. 2A) quando sono stati osservati valori compresi tra 0,09 e 0,36 μM nei siti ipossici. Le acque della laguna si sono presentate ben ossigenate in tutti i mesi di studio, eccetto in agosto quando è stato osservato il valore medio più basso (Fig. 2B) e livelli <1,87 mg/L (28,2%) nei siti ipossici. La concentrazione media di Chl *a*, è risultata al di sotto di 1,56±1,12 $\mu\text{g/L}$ da aprile a luglio, mentre è aumentata in agosto e settembre (Fig. 2B), quando ha raggiunto valori tra 15,50 e 19,56 $\mu\text{g/L}$ nei siti ipossici e un picco di 32,27 $\mu\text{g/L}$ nel sito V18 (Fig. 1).

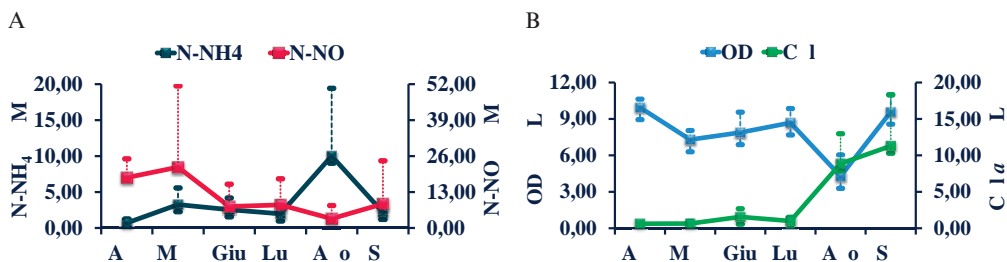


Fig. 2 - A) Variazioni temporali delle forme azotate. B) Variazioni temporali di OD e Chl *a*.

A) Nitrogen forms temporal variations. B) OD and Chl *a* temporal variations.

Conclusioni - La Laguna di Varano è un ambiente microtidale caratterizzato da basso idrodinamismo ed interscambio col mare attraverso due canali artificiali (Fig. 1). I risultati ottenuti rilevano che in estate avanzata l'innalzamento della temperatura, associato allo scarso idrodinamismo, ha provocato l'occorrenza di fenomeni di ipossia, osservabile dai valori di OD, alterando i processi biogeochimici a favore della flora microbica anaerobica, con conseguente aumento delle forme ridotte di azoto. Le concentrazioni di N-NH₄⁺ sono risultate più alte rispetto a quelle riportate da Specchiulli *et al.* (2008). Successivamente all'evento di ipossia, la riossigenazione delle acque, probabilmente dovuta alla diminuzione della temperatura e ad un maggiore idrodinamismo, ha favorito l'ossidazione delle forme azotate, determinando un aumento della biomassa fitoplanctonica in settembre.

Bibliografia

- LARDICCI C., COMO S., CORTI S., ROSSI F. (2001) - Recovery of the macrozoobenthic community after severe dystrophic crises in a Mediterranean coastal lagoon (Orbetello, Italy). *Mar. Pollut. Bull.*, **42**: 202-214.
- SPECCHIULLI A., FOCARDI S., RENZI M., SCIROCCO T., CILENTI L., BREBER P., BASTIANONI S. (2008) - Environmental heterogeneity patterns and assessment of trophic levels in two Mediterranean lagoons: Orbetello and Varano, Italy. *Sci. Total Environ.*, **402**: 285-298.
- VIGNES F., BARBONE E., BREBER P., D'ADAMO R., ROSELLI L., UNGARO N., FOCARDI S., RENZI M., BASSET A. (2009) - Spatial and temporal description of the dystrophic crisis in Lesina lagoon during summer 2008. *Transit. Waters Bull.*, **3** (2): 47-62.

A. UGOLINI, A. CIOFINI, L. MERCATELLI*

Dipartimento di Biologia, Università di Firenze, Via Romana, 17 - 50125 Firenze, Italia.
alberto.ugolini@unifi.it

*Istituto Nazionale di Ottica Applicata, CNR, Largo E. Fermi, 6 - 50125 Firenze, Italia.

I GRADIENTI CELESTI NELL'ORIENTAMENTO DI *TALITRUS SALTATOR* (CRUSTACEA, AMPHIPODA)

CELESTIAL GRADIENTS IN THE ORIENTATION OF *TALITRUS SALTATOR* (CRUSTACEA, AMPHIPODA)

Abstract - We investigated the role of the celestial gradients as compass cues in the orientation of *Talitrus saltator* (Crustacea, Amphipoda). Our tests confirmed the use of the natural skylight gradient of luminance in the zonal recovery of this species. Instead, the artificial reduction of the gradient, at least by 40% compared with the natural conditions, induces a positive phototactic behaviour. Furthermore, we demonstrated that the spectral gradient is not employed as a compass cue as in all our tests individuals constantly showed mean directions in agreement with the hemisphere of the sky most rich in blue wavelengths.

Key-words: ecological zonation, gradients, migrations, orientation behaviour.

Introduzione - L'anfipode sopralitorale *Talitrus saltator* (Montagu, 1808) si avvale di numerosi fattori orientanti durante le sue escursioni lungo l'asse mare-terra per fare ritorno alla fascia di sabbia umida, dove vive infossato durante il giorno. A partire dagli anni '50 numerosi studi hanno dimostrato l'utilizzo da parte di questa specie della bussola solare e di quella lunare (Papi e Pardi, 1953; Pardi e Papi, 1953). Recentemente (Ugolini *et al.*, 2009), è stato identificato un nuovo riferimento orientante rappresentato dal gradiente d'intensità luminosa del cielo (gradiente di luminanza), costituito dalla differenza di luminosità tra emiciclo solare ed emiciclo antisolare. Nessuna indagine è stata effettuata per stabilire l'eventuale impiego del gradiente spettrale celeste, determinato dalla diffusione della luce solare attraverso l'atmosfera e anch'esso concordante con la posizione del sole (l'emiciclo solare risulta particolarmente ricco in lunghezze d'onda verdi e quello antisolare in lunghezze d'onda blu). Studi di tipo comportamentale ed indagini elettoretinografiche (Ugolini *et al.*, 2010) hanno permesso di stabilire la sensibilità spettrale di *T. saltator*; in particolare è stato messo in evidenza un picco principale di sensibilità nell'UV-blu ($\lambda=390-450$ nm) ed uno secondario nel verde ($\lambda=500-550$ nm). È stata inoltre dimostrata (Ugolini *et al.*, 2013) la capacità di percezione, ma non di impiego come riferimento bussolare, del pattern di polarizzazione celeste nell'ambito delle lunghezze d'onda UV-blu. Lo scopo di questo lavoro è quello di approfondire le conoscenze relative alla capacità di utilizzo del gradiente di intensità luminosa, in particolare per quanto riguarda la soglia del gradiente percepita, ed indagare l'eventuale ruolo di quello spettrale come fattore orientante bussolare in *T. saltator*.

Materiali e metodi - Gli esperimenti, condotti su individui adulti di *T. saltator*, sono stati effettuati in ambiente confinato impiegando il classico dispositivo per saggi di orientamento in questa specie (Ugolini e Macchi, 1988) con opportune modifiche. Volte celesti artificiali sono state realizzate tramite il software Matlab che ha permesso di ottenere immagini specifiche, proiettate su un disco traslucido in plexiglass posto sopra la ciotola contenente gli animali. In particolare, sono state riprodotte le seguenti condizioni celesti: 1) profili di luminanza sia corrispondenti a quello naturale che attenuati (rispettivamente del 40% e del 75%); 2) profili spettrali blu-verdi con e senza sovrapposizione di lunghezze d'onda rosse (non visibili dagli

animali ma funzionali alla riduzione complessiva dell'intensità luminosa percepita); 3) profili spettrali che riproducono il gradiente blu naturale del cielo. Le ultime due tipologie di immagini sono caratterizzate dall'assenza di qualunque informazione percepibile dagli animali relativa al gradiente di luminanza. L'analisi statistica relativa alle direzioni assunte dagli animali è stata condotta seguendo le indicazioni riportate da Batschelet (1981) relative alle distribuzioni circolari.

Risultati - Negli esperimenti condotti impiegando la volta celeste artificiale corrispondente al gradiente naturale di intensità luminosa le scelte direzionali effettuate dagli animali sono in buon accordo con le direzioni attese. Gli esemplari saggiati con le immagini relative a gradienti di luminanza attenuati hanno invece esibito un comportamento di tipo fototattico positivo ed è stata evidenziata una riduzione significativa della percentuale di individui in grado di compiere una scelta direzionale. L'impiego delle volte celesti relative al gradiente spettrale ha determinato una tendenza generale degli animali ad orientarsi nella direzione dell'emicalotta celeste maggiormente ricca in lunghezze d'onda blu. Inoltre, solo una piccola proporzione degli individui saggiati è stata in grado di compiere una scelta direzionale nei test realizzati con le immagini rappresentanti il profilo spettrale blu naturale.

Conclusioni - I nostri esperimenti hanno permesso di confermare la capacità di *T. saltator* di utilizzare il gradiente di luminanza della volta celeste come riferimento orientante bussolare. Profili di luminanza attenuati, almeno del 40% rispetto a quello naturale, non permettono invece di ottenere informazioni direzionali. Per quanto riguarda il gradiente spettrale, questo non sembra essere utilizzato come fattore orientante bussolare. La scelta direzionale media degli animali è, infatti, costantemente diretta verso l'emicalotta celeste più ricca in lunghezze d'onda blu.

Bibliografia

- BATSCHOLET E. (1981) - *Circular statistics in biology*. Academic Press, London: 371 pp.
- PAPI F., PARDI L. (1953) - Ricerche sull'orientamento di *Talitrus saltator* (Montagu) (Crustacea - Amphipoda). II. Sui fattori che regolano la variazione dell'angolo di orientamento nel corso del giorno. L'orientamento di notte. L'orientamento diurno di altre popolazioni. *Z. Vergl. Physiol.*, **35**: 490-518.
- PARDI L., PAPI F. (1953) - Ricerche sull'orientamento di *Talitrus saltator* (Montagu) (Crustacea - Amphipoda). I. L'orientamento durante il giorno in una popolazione del litorale tirrenico. *Z. Vergl. Physiol.*, **35**: 459-489.
- UGOLINI A., BORGIOLO G., GALANTI G., MERCATELLI L., HARIYAMA T. (2010) - Photoresponses of the compound eye of the sandhopper *Talitrus saltator* (Crustacea, Amphipoda) in the ultraviolet-blue range. *Biol. Bull.*, **219**: 72-79.
- UGOLINI A., GALANTI G., MERCATELLI L. (2009) - Difference in skylight intensity is a new celestial cue for sandhopper orientation (Amphipoda: Talitridae). *Anim. Behav.*, **77**: 171-175.
- UGOLINI A., GALANTI G., MERCATELLI L. (2013) - Do sandhoppers use the skylight polarization as a compass cue? *Anim. Behav.*, **86**: 427-434.
- UGOLINI A., MACCHI T. (1988) - Learned component in the solar orientation of *Talitrus saltator* Montagu (Amphipoda: Talitridae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **121**: 79-87.

WORKSHOP

***“I microorganismi negli ambienti marini:
distribuzione, ruolo ecologico e potenziali applicazioni
biotecnologiche”***

L. GARZOLI, G. GNAVI, A. POLI, V. PRIGIONE, E. BOVIO, P. MARCHESE, G.C. VARESE

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Viale Mattioli, 25 - 10125 Torino, Italia.
laura.garzoli@unito.it

I FUNGHI DEL MAR MEDITERRANEO: BIODIVERSITÀ, DISTRIBUZIONE E RUOLO ECOLOGICO

FUNGI FROM THE MEDITERRANEAN SEA: DIVERSITY, DISTRIBUTION AND ECOLOGICAL ROLE

Abstract - *The Mediterranean Sea is a biodiversity hotspot. Nevertheless, to date, few substrates have been studied for the presence of marine fungi. In recent years, the Mycotheca Universitatis Taurinensis (MUT) carried out several research programs aiming to assess the fungal biodiversity associated with biotic and abiotic substrates, such as algae, seagrasses, invertebrates, wood, water and sediments from a crude oil contaminated site. Approximately 1,500 fungal strains, belonging to more than 400 taxa have been isolated, and deposited in MUT collection. Our works confirm that Ascomycetes are dominant in the Mediterranean marine environment, while Basidiomycetes and Zygomycetes represent a small percentage of isolates. The recorded data demonstrate that fungi display a high substrate specificity: small overlap, in terms of species composition, has been observed among the mycobiotas from different matrixes.*

Key-words: *microorganisms, marine technology, fungi, mycology.*

Introduzione - Sebbene il Mar Mediterraneo rappresenti un *hot spot* di biodiversità, lo studio della comunità microbica marina è ancora agli albori. Pochissimi substrati sono stati studiati per la presenza di funghi marini, nonostante essi siano organismi estremamente importanti dal punto di vista ecologico, biotecnologico e farmaceutico. Ciò nonostante, è possibile affermare che questi organismi siano principalmente associati a benthos e necton. I funghi marini svolgono un ruolo fondamentale nella decomposizione della sostanza organica, nel riciclo degli elementi e nella sintesi di composti coinvolti nei meccanismi di difesa dei loro ospiti. Inoltre, sono oggi considerati una fonte molto promettente di metaboliti secondari utili in molteplici processi industriali e dalle numerose proprietà farmacologiche. Negli ultimi anni, la *Mycotheca Universitatis Taurinensis* (MUT) ha condotto diversi programmi di ricerca volti alla valutazione della biodiversità fungina associata a vari substrati biotici e abiotici campionati nel periodo compreso tra il 2008 e il 2016 in differenti località del Mar Mediterraneo.

Materiali e metodi - Campioni di *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813, alghe [*Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon, 1845, *Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddin, 1987, *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, 1960], invertebrati (*Holoturia polii* Delle Chiaje, 1824), legno, acqua e sedimenti da un sito contaminato da petrolio sono stati prelevati in vari siti del Mar Mediterraneo. I funghi sono stati isolati utilizzando diversi terreni colturali, sia naturali sia sintetici, contenenti sale marino a diverse concentrazioni (da 2 a 3,5%). I ceppi fungini sono stati identificati tramite un approccio polifasico, combinando analisi morfofisiologiche e molecolari con specifici markers genetici per i differenti gruppi fungini, quali ITS, LSU, SSU, Actina, β -tubulina e Calmodulina. L'analisi Bayesiana basata sulle sequenze LSU è stata utilizzata per determinare l'ipotetica posizione filogenetica dei ceppi sterili o presentati peculiari caratteristiche morfologiche ed aventi bassa omologia con sequenze depositate nei database pubblici (GenBank, Mycobank).

Risultati - Circa 1.500 ceppi fungini, appartenenti a più di 400 *taxa* e isolati da substrati differenti, sono stati depositati nella collezione della MUT. Gli Ascomiceti risultano dominanti nell'ambiente marino mediterraneo, mentre i Basidiomiceti e gli Zigomiceti rappresentano una piccola percentuale degli isolati. Le classi più rappresentate sono quelle dei Sordariomiceti, Dothideomiceti ed Eurotiomiceti, tra le quali, in base alle analisi morfologiche, molecolari e filogenetiche, sembrano essere presenti nuove entità tassonomiche (Garzoli *et al.*, 2015a,b; Gnavi *et al.*, 2014). In generale, i funghi marini mostrano un'elevata specificità per un determinato substrato, con una scarsa sovrapposizione in termini di composizione specifica tra le popolazioni associate ai differenti substrati, anche quando questi crescono in prossimità all'interno dello stesso ecosistema. Questa forte substrato-specificità sembra indicare come ogni singolo ospite sia in grado di "reclutare" dall'ambiente circostante una specifica micoflora con la quale instaura un intenso dialogo metabolico.

Conclusioni - L'analisi dei diversi microbiota associati ai differenti substrati del Mar Mediterraneo ha mostrato un'enorme diversità sistematica e fisiologica. Grazie ai numerosi studi condotti e al numero elevato di ceppi conservati, la MUT rappresenta oggi una delle più grandi collezioni pubbliche europee di funghi marini. Molti dei funghi depositati presso la MUT sono attualmente oggetto di studio in progetti di ricerca volti a caratterizzare le loro capacità degradative e le loro potenzialità nel produrre metaboliti di interesse industriale e farmaceutico, ai fini di chiarire inoltre il loro ruolo ecologico e le loro potenzialità biotecnologiche.

Bibliografia

- GARZOLI L., GNAVI G., TAMMA F., TOSI S., VARESE G.C., PICCO A.M. (2015a) - Sink or swim: updated knowledge on marine fungi associated with wood substrates in the Mediterranean Sea and hints about their potential to remediate hydrocarbons. *Prog. Oceanogr.*, **137**: 140-148.
- GARZOLI L., GNAVI G., VARESE G.C., PICCO A.M. (2015b) - Mycobiota associated with the rhodophyte alien species *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol.*, **36**: 959-968.
- GNAVI G., ERCOLE E., PANNO L., VIZZINI A., VARESE G.C. (2014) - Dothideomycetes and Leotiomyces sterile mycelia isolated from the Italian seagrass *Posidonia oceanica* based on rDNA data. *SpringerPlus*, **3**, doi: 10.1186/2193-1801-3-508.

E. BOVIO, L. GARZOLI, D. FIRSOVA¹, G.P. MC CORMACK², G.C. VARESE

Mycotheca Universitatis Taurinensis, Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Turin,
Viale Mattioli, 25 - 10125 Torino, Italia.
elena.bovio@unito.it

¹Marine Biodiscovery Laboratory, School of Chemistry, National University of Ireland Galway,
University Rd., Galway, Ireland.

²Molecular Evolution & Systematics Laboratory, Zoology, School of Natural Sciences & Ryan Institute,
National University of Ireland Galway, University Rd., Galway, Ireland.

MARINE FUNGI ISOLATED FROM THE SPONGE *PACHYMATISMA JOHNSTONIA* IN THE ATLANTIC OCEAN

FUNGHI MARINI ISOLATI DALLA SPUGNA PACHYMATISMA JOHNSTONIA NELL'OCEANO ATLANTICO

Abstract - Marine fungi inhabiting sponges represent an interesting group of microorganisms, whose biodiversity and ecological role is still mainly unknown. The aim of this study was the isolation and the identification of the mycobiota associated with the sponge *Pachymatisma johnstonia*. Overall, 22 taxa have been recorded. Ascomycetes were dominant. The most abundant genera were *Penicillium*, *Cladosporium* and *Aspergillus*. This study contributes to the general knowledge of fungal biodiversity in the oceans.

Key-words: fungi, sponges, biodiversity, sea water.

Introduction - Oceans bear an almost unlimited diversity of microorganisms, and it is realistic to assume that today we know less than 0.1% of their diversity. Among these, fungi are often dominant, as they are capable of colonizing almost all types of substrate. Nevertheless, little is known about their diversity and ecological role. While they have been reported to establish biological interactions with marine invertebrates, the mechanisms involved in this coexistence are still unknown and the current challenge is the elucidation of the chemical crosstalk between fungi and the colonized organisms (Yarden, 2014). Considering the potential biodiversity of marine fungi and the large gaps in our knowledge regarding their presence and role in the oceans, this study, the first concerning the fungal biodiversity associated with the marine sponge *Pachymatisma johnstonia* (Bowerbank in Johnston, 1842) makes an important contribution.

Materials and methods - *P. johnstonia* specimens were collected in the Atlantic Ocean, along the West Coast of Ireland in Summer 2015. The specimens were surface-sterilized in 70% ethanol and washed in sterile seawater to remove external contaminants. Sponge pieces (1 cm³) and sponge homogenates were plated on two different media mimicking natural conditions and incubated at 25 °C. Plates were checked weekly for one month. Strains belonging to each fungal morphotype were isolated in pure culture. Fungi were identified by means of a polyphasic approach combining morpho-physiological and molecular features. All the fungal isolates are preserved at the *Mycotheca Universitatis Taurinensis* (MUT).

Results - Fungi were isolated from all the *P. johnstonia* specimens resulting in a total of 22 fungal taxa recorded. Ascomycota was the dominant phylum (96% of isolates) whereas only two basidiomycetes were detected. Almost half of the isolates belonged to *Penicillium* spp. (43%), followed by *Cladosporium* spp. (25%) and *Aspergillus* spp. (11%). Overall, these three genera represented 80% of the total mycobiota.

Conclusions - This first report on the mycobiota associated with *P. johnstonia* underlines the dominance of Ascomycota species in the marine environment. Similar

to other sponges, our study confirm *Penicillium*, *Cladosporium* and *Aspergillus* as the most common genera associated with these animals (Henríquez *et al.*, 2014). This study contributes to the general knowledge on microorganisms inhabiting the oceans. Since recent studies demonstrated that fungi associated with sponges could represent an outstanding source of bioactive compounds, further analyses will be performed to highlight the biotechnological and pharmaceutical potential of the isolated fungal strains.

References

- HENRÍQUEZ M., VERGARA K., NORAMBUENA J., BEIZA A., MAZA F., UBILLA P., ARAYA I., CHÁVEZ R., SAN-MARTÍN A., DARIAS J., DARIAS M.J., VACA I. (2014) - Diversity of cultivable fungi associated with Antarctic marine sponges and screening for their antimicrobial, antitumoral and antioxidant potential. *World J. Microb. Biot.*, **30**: 65-76.
- YARDEN O. (2014) - Fungal association with sessile marine invertebrates. *Front. Microbiol.*, **5**: 1-6.

L. NERVA^{1,2}, M. CIUFFO¹, G. GNAVI², M. VALLINO¹, G.C. VARESE², M. TURINA¹

¹Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, CNR, Strada delle Cacce, 73 - 10135 Torino, Italia.

²*Mycotheca Universitatis Taurinensis*, Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi,
Università di Torino, Viale Mattioli, 25 - 10125 Torino, Italia.
marina.ciuffo@ipspp.cnr.it

CARATTERIZZAZIONE DEL VIROMA ASSOCIATO A FUNGHI MARINI ISOLATI DA *POSIDONIA OCEANICA*

CHARACTERIZATION OF THE VIROME ASSOCIATED TO MARINE FUNGI ISOLATED FROM POSIDONIA OCEANICA

Abstract - For the first time we identified the genome of 12 mycoviruses associated to marine fungi, isolated from different districts of *Posidonia oceanica*. With NGS technique we obtained the whole nucleotide sequences. We identified viruses belonging to some already established and new phylogenetic clades. Then we tried to understand their biological role curing original isolates and comparing them with the virus-infected isogenic ones. We analyzed growth and production of secondary metabolites on several media.

Key-words: fungi, viruses, marine ecology.

Introduzione - *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, 1813, fanerogama marina in grado di sviluppare praterie sottomarine, considerate uno degli ecosistemi più complessi e alla base della biodiversità del Mar Mediterraneo, è inserita nella Direttiva Habitat (n. 92/43/CEE) in quanto considerata specie a rischio. Per questo motivo la caratterizzazione della nicchia biologica ad essa associata potrebbe aiutarci nel monitoraggio e nella gestione dell'ecosistema di cui è un componente chiave. Studi precedenti hanno evidenziato la presenza di un ampio spettro di simbionti fungini associati a *P. oceanica*, i quali sono stati caratterizzati e inseriti nella collezione della *Mycotheca Universitatis Taurinensis* (MUT). I micovirus sono stati isolati da una vasta gamma di taxa fungini, compresi molti patogeni di piante terrestri, ma ad oggi, la loro presenza in ambiente marino non è documentata. Si è quindi deciso di analizzare 91 isolati rappresentativi della diversità biologica presente nella collezione di specie fungine isolate da *P. oceanica*. Gli isolati positivi ai virus sono stati poi sottoposti a differenti trattamenti con lo scopo di ottenere isolati curati o parzialmente curati.

Materiali e metodi - Tutti gli isolati fungini sono stati mantenuti su estratto di malto (MEA) con 3% di sali marini ad eccezione di *Wallemia sebi* (Fries, 1970) mantenuta su estratto di malto ed estratto di lievito con il 40% di saccarosio (MY40). I dsRNA (caratteristici di presenza di virus in replicazione) sono stati isolati con resina cellulosica Whatman CF11. Questi sono stati utilizzati per la sintesi del DNA complementare (cDNA), utilizzato come template per la PCR. In parallelo sono stati estratti gli RNA totali che sono stati sottoposti a deplezione degli RNA ribosomiali (rRNA) e quindi sequenziati mediante tecniche NGS. In aggiunta, dagli stessi campioni sono stati purificati anche i piccoli RNA (sRNA) che a loro volta sono stati sequenziati mediante tecniche NGS. I dati ottenuti sono stati elaborati bioinformaticamente per assemblare i genomi dei virus. Infine si è proceduto alle analisi filogenetiche con *Maximum likelihood* e *Neighbor-Joining*. Per i campioni contenenti micovirus, è stata confermata la presenza dei trascritti virali con *Northern blot*. Ad ulteriore conferma le particelle virali sono state osservate in microscopia elettronica. Per curare gli isolati contenenti virus sono state utilizzate tecniche diverse singolarmente o combinate tra loro. I nuovi isolati così ottenuti sono stati

sottoposti a caratterizzazione fenotipica saggiando fino a 63 condizioni di crescita diverse combinando fra loro substrati colturali, temperatura e salinità.

Risultati - In questo lavoro sono state caratterizzate 12 nuove specie virali: *Penicillium aurantiogriseum totivirus* 1, *Penicillium aurantiogriseum bipartite virus* 1 (PaBV1), *Penicillium aurantiogriseum partitivirus* 1, *Penicillium aurantiogriseum partiti-like virus* 1 (PaPIV1), *Penicillium aurantiogriseum aspergillus foetidus-like virus* 1, *Penicillium aurantiogriseum fusari-like virus* 1 (PaFIV), *Penicillium janczewskii chrysovirus* 1 (PjCV1), *Penicillium janczewskii chrysovirus* 2 (PjCV2), *Penicillium janczewskii beauveria bassiana-like virus* 1, *Pleospora typhicola fusari-like virus* 1, *Pleosporales megabirnavirus* 1 e *Wallemia sebi mycovirus* 1. Sono stati ottenuti 3 isolati parzialmente curati a partire da *Penicillium aurantiogriseum* (Dierckx, 1990) in cui, in modo sequenziale, sono stati eliminati PaBV1, poi PaFIV1 e infine PaPIV1; quattro da *Penicillium janczewskii* (Zallesky, 1927) di cui due completamente curati da MUT4358 avendo eliminato PjCV1 e due parzialmente curati avendo eliminato solo PjCV2 da MUT4359; tre da *W. sebi* completamente curati. Le caratterizzazioni fenotipiche hanno mostrato che nel caso di *P. aurantiogriseum* sulla maggior parte dei terreni utilizzati, il primo isolato parzialmente curato mostra una velocità di crescita significativamente inferiore rispetto a tutti gli altri. Inoltre su terreno UNO con il 3% di sali marini l'ultimo isolato ottenuto mostra una velocità di crescita statisticamente superiore del 25%. Un dato interessante emerge dalle prove effettuate con *P. janczewskii* (MUT4359) e gli isolati parzialmente curati, in cui questi ultimi mostrano una velocità di crescita statisticamente superiore tranne che in una singola particolare condizione (MEA con 10% di sali marini) dove l'isolato originale mostra una velocità di crescita maggiore di circa il 35%. I due isolati completamente curati ottenuti da *P. janczewskii* (MUT4358) e da *W. sebi* (MUT4935) non mostrano differenze significative nelle condizioni saggiate.

Conclusioni - Tutti i 12 virus isolati sono stati caratterizzati analizzando dsRNA, verificando la reale trascrizione con *Northern blot*, purificando le particelle e verificando l'assenza di queste sequenze nel genoma fungino. Alcune delle specie riportate hanno inoltre permesso la definizione o l'arricchimento di alcuni raggruppamenti tassonomici e per questo motivo è stata proposta l'annotazione di nuove famiglie virali. Analizzando i risultati della prima parte del lavoro, è evidente che il sequenziamento degli RNA totali sia la tecnica migliore per descrivere il viroma associato ad un isolato fungino. La seconda parte del lavoro mostra, invece, come nonostante la combinazione di più tecniche, in alcuni casi non sia stato possibile ottenere isolati fungini esenti da virus. Inoltre la valutazione dei fenotipi in coltura non è sufficiente per comprendere l'interazione tra l'ospite e il virus poiché sono spesso legate a specifiche condizioni nutritive e non possono essere generalizzate (Pearson *et al.*, 2009). In due casi non sono state riscontrate differenze, ma ciò nonostante non possiamo escludere che in ambiente naturale la presenza del virus possa giocare un ruolo nell'interazione con altri organismi. Nell'ottica di approfondire queste possibili interazioni è in corso un nuovo studio volto a valutare le interazioni intra-specie ed inter-specie utilizzando specie fungine e batteriche di origine marina.

Bibliografia

PEARSON M.N., BEEVER R.E., BOINE B., ARTHUR K. (2009) - Mycoviruses of filamentous fungi and their relevance to plant pathology. *Mol. Plant Pathol.*, **10** (1): 115-128.

A. MONDINI, F. PALMA ESPOSITO, E. TORTORELLA, P. TEDESCO, M. AURILIO,
N. DE MARTINO, C. FESTA¹, M.C. MONTI², M.V. D'AURIA¹, D. DE PASCALE

Institute of Protein Biochemistry, National Research Council,
Via P. Castellino, 111 - 80131 Napoli, Italy.
d.depascale@ibp.cnr.it

¹Department of Pharmacy, University of Naples "Federico II", Napoli, Italy.

²Department of Pharmacy, University of Salerno, Fisciano (SA), Italy.

ANTARCTIC MARINE ENVIRONMENT AS A SOURCE OF NOVEL ANTIMICROBIAL COMPOUNDS

L'AMBIENTE MARINO ANTARTICO COME FONTE DI NUOVI COMPOSTI BIOATTIVI

Abstract - In the last 20 years, the increasing alarm of multidrug resistant bacteria underlined the need of novel antimicrobials compounds. The bioprospecting from marine and extreme environments has yielded a noteworthy number of novel molecules from a wide range of organisms. The objective of this study was to look for bioactive compounds active against several Multidrug Resistant human pathogen strains. Herein, we report the purification and identification of bioactive molecules from Antarctic psychrophilic bacteria. We developed a six-step biodiscovery pipeline starting from the collection of environmental samples and isolation of novel bacteria, to the compounds chemical identification. This research revealed a promising compound able to strongly inhibit *Staphylococcus aureus* in vitro growth.

Key-words: antibiotics, pathogens, natural resources.

Introduction - During the last two decades, only two antibacterial drugs with a new mode of action have been progressed into market (Leonard *et al.*, 2012). Nowadays the bioprospecting microorganisms inhabiting extreme environment represents a very promising strategy to yield new natural drugs (Parages *et al.*, 2016). Antarctica is one of the most extraordinary places on Earth and exhibits many distinctive features, which led organisms inhabiting it to evolve unique characteristics to face the harsh environmental conditions. In particular, Antarctic microorganisms are known to produce novel secondary metabolites that are valuable in a range of applications such as antiparasitic, antimalarial, immunosuppressant, anticancer and antibiotic applications (Bratchkova and Ivanova, 2011). The objective of this study was to look for bioactive compounds from Antarctic microorganisms active against a panel of Multidrug Resistant (MDR) bacteria, immune to the most common antibiotics, famous as "ESKAPE" pathogens (Rice, 2008): *Enterococcus faecium* (Orla-Jensen, 1919), *Staphylococcus aureus* (Rosenbach, 1884), *Klebsiella pneumoniae* (Schroeter, 1886), *Acinetobacter baumannii* (Bouvet and Grimont, 1986), *Pseudomonas aeruginosa* (Schröter, 1872), *Enterobacter* species and also *Burkholderia metallica* (Vanlaere *et al.*, 2008).

Materials and methods - Antarctic sub-sea sediments were collected in the area of Edmonson Point (74°20'S, 165°08'E) and Prior Island (75°41'S, 162°52'E). Microorganisms have been isolated from these sediments using 4 different growth media, Glycerol Arginine Agar (GAA), Marine Broth (MB), Tryptic soy broth (TSB), Starch Casein (SC) and using two different incubation temperatures (4 and 20 °C) to allow the isolation of bacteria belonging to different classes (gram negative, Streptomyces, marine bacteria). Incubation times were extended up to 45 days at 4 and 20 °C to allow the growth of slow-growing strains. Preliminary screening to detect antimicrobial-producer strains active against various pathogenic microorganisms was performed using cross-streaking and soft agar assay. Positive isolates showing

inhibition activity were used to inoculate 100 ml cultures. After 5 days of incubation at 20 °C, extracellular broths were subjected to extraction by using ethyl acetate. Crude extracts were used to perform the MIC assay to evaluate antimicrobial activity of crude extracts against selected bacteria. Then, the workflow includes the scale-up of promising cultures, extractions with adsorbent resins (Diaion® HP20) in order to increase the yield, followed by purification using Solid Phase Extraction (SPE) in a step gradient of Water/Methanol and the active fraction was further purified by HPLC. Mass spectrometry and NMR analyses were employed to identify molecular structure of bioactive compounds.

Results - 1000 bacteria were isolated using four different media growth at two different temperatures, and subjected to primary screening. Cross-streaking revealed the presence of 10 potential antimicrobial producer strains. In particular, C5 strain, showed the highest antimicrobial activity against *S. aureus*. This strain was subsequently identified as *Pseudomonas* sp. The fraction responsible for the antimicrobial activity was identified as 100% Methanol elution and then exposed to HPLC purification. The MIC value of purified compound by HPLC was calculated against selected MDR bacteria: *B. metallica* LMG 24068, *K. pneumoniae* DF12SA, *P. aeruginosa* PA01 and *S. aureus* 6538P. *Pseudomonas* sp. C5 compound disclosed a very promising activity inhibiting the *S. aureus* growth with a MIC of 0.006 mg/ml.

Conclusions - Marine bacteria represent an important and a yet unexplored source of novel and bioactive secondary metabolites. In this study, Antarctic microorganisms were chosen for their antimicrobial potential against human pathogens (Lo Giudice *et al.*, 2007). The antimicrobial producer strain C5 was identified by phylogenetic analysis and assigned to *Pseudomonas* genus, taxa already known as a bioactive compound producer (Feklistova and Le Huy, 2014). The purified bioactive compound showed promising *in vitro* activity against *S. aureus*. LC-MS and NMR of the bioactive compound are still ongoing. Further experiments aiming at determining compound *in vivo* efficacy will be carried out using non-vertebrate model systems like *Caenorhabditis elegans*.

References

- BRATCHKOVA A., IVANOVA V. (2011) - Bioactive metabolites produced by microorganisms collected in Antarctica and the Arctic. *Biotechnol. Biotec. Eq.*, **25** (4) (Suppl.), doi: 10.5504/BBEQ.2011.0116.
- FEKLISTOVA I., LE HUY H. (2014) - 1-oxyphenazine produced by *Pseudomonas aureofaciens* induces resistance of leafy vegetables to grey rot causal agent. *Buletinul AȘM. Științele vietii*, **1** (322): 128-132.
- LEONARD S.N., MURPHY K., ZAEEM M., DİVALL M.V. (2012) - An introductory review module for an anti-infectives therapeutics course. *Am. J. Pharm. Educ.*, **76** (7), doi: 10.5688/ajpe767135.
- LO GIUDICE A., BRUNI V., MICHAUD L. (2007) - Characterization of Antarctic psychrotrophic bacteria with antibacterial activities against terrestrial microorganisms. *J. Basic Microb.*, **47** (6): 496-505.
- PARAGES M.L., GUTIÉRREZ-BARRANQUERO J.A., REEN F.J., DOBSON A.D.W., O'GARA F. (2016) - Integrated (meta) genomic and synthetic biology approaches to develop new biocatalysts. *Mar. Drugs*, **14** (3), doi: 10.3390/md14030062.
- RICE L.B. (2008) - Federal funding for the study of antimicrobial resistance in nosocomial pathogens: no ESKAPE. *J. Infect. Dis.*, **197** (8): 1079-1081.

F. PALMA ESPOSITO, E. TORTORELLA, P. TEDESCO, P. VILLA CORRAL,
A. MASINO, A. FALCO, D. DE PASCALE

Istituto di Biochimica delle Proteine, CNR, Via P. Castellino, 111 - 80131 Napoli, Italia.
e.tortorella@ibp.cnr.it

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF MONORAMNOLIPIDS PRODUCED BY BACTERIAL STRAINS ISOLATED FROM ROSS SEA (ANTARCTICA)

L'ATTIVITÀ ANTIMICROBICA DEI MONORAMNOLIPIDI PRODOTTI DAI CEPPI ANTIBATTERICI ISOLATI DAL MARE DI ROSS (ANTARTIDE)

Abstract - Microorganisms living in extreme environments represent a huge reservoir of novel antimicrobial compounds. Antarctic microorganisms are well known as producers of valuable secondary metabolites. Specifically, several Antarctic strains have been reported to inhibit opportunistic human pathogens strains belonging to *Burkholderia cepacia* complex. Herein we applied a biodiscovery pipeline in six step for the discovery of novel antibiotics. Antimicrobials producer isolates were selected and 2 novel bioactive compounds were identified using a bioassay-guided purification.

Key-words: antibiotics, natural resources, pathogens.

Introduction - In the last decades, the alarming rise of Multi-Drug Resistance (MDR) bacteria has highlighted the need for novel antimicrobial compounds (Bérdy, 2012; Tegos and Hamblin, 2013). Bioprospecting of natural products from unexplored natural environments, such as marine environments, is considered a promising strategy to identify novel compounds. Antarctica is characterized by peculiar environmental conditions that helped Antarctic bacteria to evolve metabolic pathways producing compounds with unique biological activities and structures. Specifically, several Antarctic strains were able to inhibit the growth of several strains belonging to the *Burkholderia cepacia* complex (Bcc) (Papaleo *et al.*, 2012; Maida *et al.*, 2015). Bcc bacteria have showed to be very resilient and incredibly difficult to eradicate as they are resistant to almost all known antimicrobial agents and can survive under the most extreme conditions (Tegos *et al.*, 2012). Herein, we applied a biodiscovery pipeline aiming at the identification of novel anti-Bcc compounds, starting from the isolation of bacteria from Antarctic sub-sea sediments.

Materials and methods - Antarctic sub-sea sediments were collected from the Ross Sea (at -20 m of depth), near the Mario Zucchelli Station, Baia Terranova, and used to isolate 25 psychrophilic microorganisms on PYG minimal medium. A phylogenetic affiliation of bacterial isolates was performed through the 16S rRNA genes amplification and analysis. Then they were subjected to a primary cell-based screening to determine their bioactivity against Bcc strains. Positive isolates were used to produce crude extracts from microbial spent culture media: the extraction with organic solvents was carried out, by using ethyl acetate. The obtained crude extracts were used to perform the secondary screening: the minimal inhibitory concentration (MIC) was evaluated. Strain *Pseudomonas* BTN1 was then selected for bioassay-guided purification employing SPE and HPLC. Finally, LC-MS and NMR structurally resolved the purified bioactive compounds.

Results - Phylogenetic analysis revealed that all the isolated strains belong to the three genera *Pseudomonas*, *Psychrobacter* and *Arthrobacter*. Data obtained from the bioassays revealed that the extracts were differentially active against the selected Bcc

strains. Three Antarctic bacterial strains, i.e. BTN2, BTN15, and BTN5, were able to inhibit at least three of the five Bcc strains used as target more than 70% of growth. However, the extract from *Pseudomonas* BTN1 exhibited the best anti-Bcc activity, as it was able to almost completely inhibit the growth of all the target strains. For this reason, this strain was selected for further scale-up and extract purification. The crude extract produced by *Pseudomonas* BTN1 was fractionated with a SPE C18 Cartridge, using a step increasing methanol concentration for elution. Fraction eluted at 100% methanol resulted to be the most active one against *B. cenocepacia* LMG 16656 and it was subjected to HPLC separation. With this strategy, we achieved the isolation of 3 Rhamnolipids, two of which were new, embedded with high (MIC < 1 µg/mL) and unreported antimicrobial activity against Bcc strains.

Conclusions - Exploiting a bioassay-driven purification approach, 3 RLs (one of which was novel) with antimicrobial activity against Bcc strains, were isolated from *Pseudomonas* sp. BTN1, recovered from Antarctic sediments. RLs represent a promising class of biosurfactants as antimicrobials or in combination with antibiotics. A recent study suggested the use of RLs as an additive in the formulation of antibiotic and other antimicrobial agents for enhancing the effectiveness of chemotherapeutics (Bharali *et al.*, 2013). To the best of our knowledge, this is the first report of antimicrobial activity of RLs against Bcc strains, and it prompts future studies aimed at RLs exploitation as drugs to counteract these hazardous opportunistic human pathogens.

References

- BÉRDY J. (2012) - Thoughts and facts about antibiotics: where we are now and where we are heading. *J. Antibiot.*, **65** (8): 385-395.
- BHARALI P., SAIKIA J.P., RAY A., KONWAR B.K. (2013) - Rhamnolipid (RL) from *Pseudomonas aeruginosa* OBPI: a novel chemotaxis and antibacterial agent. *Colloid. Surface. B*, **103**: 502-509.
- MAIDA I., BOSI E., FONDI M., PERRIN E., ORLANDINI V., PAPALEO M.C., MENGONI A., DE PASCALE D., TUTINO M.L., MICHAUD L., LO GIUDICE A., FANI R. (2015) - Antimicrobial activity of *Pseudoalteromonas* strains isolated from the Ross Sea (Antarctica) versus Cystic Fibrosis opportunistic pathogens. *Hydrobiologia*, **761**: 443-457.
- PAPALEO M.C., FONDI M., MAIDA I., PERRIN E., LO GIUDICE A., MICHAUD L., MANGANO S., BARTOLUCCI G., ROMOLI R., FANI R. (2012) - Sponge-associated microbial Antarctic communities exhibiting antimicrobial activity against *Burkholderia cepacia* complex bacteria. *Biotechnol. Adv.*, **30** (1): 272-293.
- TEGOS G.P., HAMBLIN M.R. (2013) - Disruptive innovations: new anti-infectives in the age of resistance. *Curr. Opin. Pharmacology*, **13** (5): 673-677.
- TEGOS G.P., HAYNES M.K., SCHWEIZER H.P. (2012) - Dissecting novel virulent determinants in the *Burkholderia cepacia* complex. *Virulence*, **3** (3): 234-237.

P. MARCHESE, G. GNAVI, L. GARZOLI, A. BOURAOU¹, M. MURPHY²,
F. BARRY², M. MEHIRI³, V. PRIGIONE

Mycotheca Universitatis Taurinensis, Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Turin,
Viale Mattioli, 25 - 10125 Turin, Italy.

pietro.marchese@outlook.it

¹Laboratoire de Développement Chimique, Galénique et Pharmacologique des Médicaments (LR12
ES09), Equipe de Pharmacologie Marine, Faculté de Pharmacie de Monastir,

Université de Monastir - 5000 Monastir, Tunisia.

²Regenerative Medicine Institute, Biomedical Sciences, National University of Ireland, Galway, Ireland.

³Institute of Chemistry of Nice, UMR CNRS 7272, Marine Natural Products Team,
University Nice 'Sophia Antipolis', 28, Avenue de Valrose, Nice, France.

MARINE FUNGI FROM *HOLOTHURIA POLII* (DELLE CHIAJE, 1823): DIVERSITY AND EXTRACTS BIOACTIVITY

I FUNGHI MARINI ASSOCIATI A HOLOTHURIA POLII (DELLE CHIAJE, 1823): DIVERSITÀ E ATTIVITÀ BIOLOGICA DEGLI ESTRATTI

Abstract - In the last years, dozens of molecules of pharmaceutical interest have been discovered from marine fungi. In particular, fungi isolated from marine animals have been demonstrated to be ideal candidates for promising therapeutic applications. The aims of the present study were: a) to characterize the fungal mycoflora associated with *Holothuria polii* sampled from the Tunisian coast in the Mediterranean Sea; b) to study the cytotoxic and pro-differentiation bioactivity of crude extracts of the isolated strains by a High Throughput Screening Strategy (HTS). Forty-nine ascomycetes have been identified, mainly belonging to *Penicillium* and *Aspergillus* genus. All tested strains showed cytotoxic activity at the highest concentration, and different profiles were found in fungi grown on different media. These differences were also observed when osteogenic induction was evaluated.

Key-words: sea water, fungi, biodiversity, bioassays.

Introduction - Over the past decades, the study of marine natural products led to the discovery of several novel compounds with outstanding properties, isolated mostly from sponges, corals and other marine invertebrates. However, recent studies have suggested that some of these bioactive compounds may originate from associated microorganisms and, in particular, from marine fungi. *Holothuria polii* (Delle Chiaje, 1823) is a marine benthonic echinoderm widely distributed in the Mediterranean Sea. This sediment-feeding species usually occurs on hard bottoms and has been also observed in seagrass meadows (Mercier, 2013). *H. polii* has been recognised to produce triterpene glycosides with a high antifungal activity (Ismail *et al.*, 2008). To date, *H. polii* has never been investigated for the presence of associated marine fungi. Thus, the present study aimed to isolate and to identify its cultivable mycobiota and to characterize the fungal production of cytotoxic and pro-differentiation molecules.

Materials and methods - Six individuals of *H. polii* together with its rejected sand were collected in September 2013 along the Tunisian coast (Tabarka area). Animals were separated from the surrounding sand and dissected to obtain intestine contents. The scraped body wall, rejected sediments (feces), and intestine contents were collected and shaken in 1:10 P-buffer. One ml of the final solution was plated on Corn Meal Agar SeaWater (CMASW). Strains were identified by means of a polyphasic approach, combining morpho-physiological and molecular features. All fungi are preserved at *Mycotheca Universitatis Taurinensis* (MUT). Sixteen fungal strains, belonging to different taxa, were selected and cultivated on different media

(Malt Extract Agar - MEA, Soy Mannitol Agar - SM, Malt Extract 1.7% NaCl - MECl). Crude extracts were produced by solvent extraction 1:3 (w/v) of a mixture of MeOH and CH₂Cl₂ (1:1) and dried under vacuum. These extracts were used for both chemical profiling and bioassays. By means of a High Throughput Screening robotic system, different concentrations of dried extracts were tested for cytotoxicity on a human hepatic cell-line and for osteogenic differentiation induction on human mesenchymal stem cells.

Results - All holothurian samples were colonized by fungi with different rates depending on individuals and districts (rejected sediments, intestine contents and scraped body wall). Fifty-one Ascomycetes species, belonging to 5 classes and 9 orders, were identified. *Aspergillus* and *Penicillium* represented the dominant genera (34% and 24%, respectively). The chemical fingerprints, performed on the organic crude extracts, displayed a wide range of metabolites with different polarities. For several strains, the cultivation media has great influence on the metabolites produced. All fungal extracts showed cytotoxic activity against the liver cell line. In detail, bioactivity changes according to fungal strain and growing media. As for the osteogenic potential, fungal and media-related variability was also observed. *Myrotecium verrucaria* (Alb. & Schwein.) Ditmar 1813; MUT 1069, grown on MEA showed the highest cytotoxicity and the highest stimulation of human mesenchymal stem cells.

Conclusions - To the best of our knowledge, this is the first investigation on the fungal mycobiota associated to *H. polii*. In terms of species diversity, our data showed that the holothurian fungal community composition was different from those reported from seagrass (Gnavi *et al.*, 2014), algal (Garzoli *et al.*, 2015a) and wood samples (Garzoli *et al.*, 2015b) in the Mediterranean Sea. Cytotoxicity and osteogenic assessments highlighted the high potential of the fungal isolates as candidates in drug discovery. Nevertheless, further studies are required to identify the compounds responsible for the observed activity.

References

- GARZOLI L., GNAVI G., TAMMA F., TOSI S., VARESE G.C., PICCO A.M. (2015b) - Sink or swim: updated knowledge on marine fungi associated with wood substrates in the Mediterranean Sea and hints about their potential to remediate hydrocarbons. *Prog. Oceanogr.*, **137**: 140-148.
- GARZOLI L., GNAVI G., VARESE G.C., PICCO A.M. (2015a) - Mycobiota associated with the rhodophyte alien species *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-Léon in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol.*, **36**: 959-968.
- GNAVI G., ERCOLE E., PANNO L., VIZZINI A., VARESE G.C. (2014) - Dothideomycetes and Leotiomyces sterile mycelia isolated from the Italian seagrass *Posidonia oceanica* based on rDNA data. *SpringerPlus*, **3**, doi: 10.1186/2193-1801-3-508.
- ISMAIL H., LEMRISS S., BEN AOUN Z., MHADHEBI L., DELLAI A., KACEM Y., BOIRON P., BOURAOUI A. (2008) - Antifungal activity of aqueous and methanolic extracts from the Mediterranean Sea cucumber, *Holothuria polii*. *J. Med. Mycology*, **18** (1): 23-26.
- MERCIER A. (2013) - *Holothuria polii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T180295A1612001.en>.

M.F. ELSEBAI, F. FONTAINE-VIVE*, M. MEHIRI*

Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Mansoura University, Egypt.

*Institut of Chemistry of Nice, UMR CNRS 7272, Marine Natural Products Team,
University Nice 'Sophia Antipolis', 28, Avenue de Valrose - Nice, France.
mohamed.mehiri@unice.fr

NEW DERIVATIVES FROM THE MARINE-DERIVED FUNGUS *PHOMA* SP. ISOLATED FROM THE SPONGE *ECTYPLASIA PEROX*

NUOVI DERIVATI DAL FUNGO MARINO PHOMA SP. ISOLATO DALLA SPUGNA ECTYPLASIA PEROX

Abstract - Several new halogenated polyketide derivatives were isolated from the marine-derived fungus *Phoma* sp. isolated from the sponge *Ectyplasia perox*. These compounds exhibited potent antibacterial activities.

Key-words: fungi, sponges, metabolites, bioassays.

Introduction - Marine fungi represent a quite diverse group and an excellent source of natural products. Studies of the endophytic marine fungi indicate that they are prolific producers of unique natural products, which render them as highly useful in the drug discovery process and indicating that much of their hidden potential still needs to be uncovered. The marine-derived endophytic fungus *Phoma* sp. Sacc., 1880 isolated from the sponge *Ectyplasia perox* (Duchassaing & Michelotti, 1864) was investigated. Cultivation of the fungus in media supplemented with sea salt led to structurally unusual halogenated derivatives.

Materials and methods - The marine-derived fungus *Phoma* sp. was isolated from the sponge *Ectyplasia perox*. The isolation of the fungus from the host tissues was carried out through single colony isolation method. Upon cultivation in BMS medium supplemented with sea salt, *Phoma* sp. produced halogenated derivatives.

Results - Three new halogenated metabolites were isolated from the marine-derived fungus isolated from the sponge *Ectyplasia perox*. The structural elucidation of these compounds was achieved by extensive analysis of spectroscopy (1D- and 2D-NMR), HRMS, optical rotation, UV, and IR. Their absolute configuration was determined by using circular dichroism and TDDFT ECD calculations. The isolated metabolites showed significant antimicrobial activity against *Escherichia coli* (T. Escherich, 1885), *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, 1835), *Mycobacterium phlei* (Lehmann & Neumann, 1899), and *Staphylococcus aureus* (Rosenbach, 1884).

Conclusions - The chemical investigation of the derived endophytic fungus *Phoma* sp. isolated from the sponge *Ectyplasia perox* (Höller *et al.*, 1999) resulted in the identification of several new polyketide derivatives.

References

HÖLLER U., KÖNIG G.M., WRIGHT A.D (1999) - Three new metabolites from marine-derived fungi of the genera *Coniothyrium* and *Microsphaeropsis*. *J. Nat. Prod.*, **62** (1): 114-118.

F. SPINA, M. ROSSINO, L. GARZOLI

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Viale Mattioli, 25 - 10125 Torino, Italia.
federica.spina@unito.it

TRASFORMAZIONE DI POLISACCARIDI DI ORIGINE ALGALE AD OPERA DI ENZIMI FUNGINI MARINI

TRANSFORMATION OF ALGAL POLYSACCHARIDES BY MARINE FUNGAL ENZYMES

Abstract - *Algae-inhabiting fungi are considered one of the most promising sources of novel and stress-tolerant enzymes useful for novel biotechnological purposes. In particular, the degradation of complex algal polysaccharides is considered the new frontier in industrial fields such as food, cosmetic and pharmaceutical. In the present study, 44 marine fungal strains isolated from the Mediterranean Sea were tested to screen their ability to produce alginate-lyases, carragenases, xylanases, endo- and exo-cellulases. The majority of strains seem to be able to transform xylan, and, to a lesser extent, carrageenan, cellulose and avicel, both in presence and absence of NaCl in the medium. Further analyses are in progress to purify and characterised the halophilic enzymes.*

Key-words: *microorganisms, seaweeds, fungi, degradation.*

Introduzione - Le alghe sono state impiegate dall'uomo fin dall'antichità come fonte di nutrimento, nella preparazione di rimedi naturali, e come fertilizzanti. Negli ultimi anni hanno trovato inoltre largo impiego in diversi settori industriali (alimentare, farmaceutico e cosmetico). I derivati di polisaccaridi complessi presenti nella parete cellulare delle alghe trovano largo impiego in particolare per le loro proprietà gelificanti, viscosizzanti e stabilizzanti. Diversi studi sono oggi dedicati allo sviluppo di nuove metodologie di estrazione di tali composti che concilino le necessità industriali e che allo stesso tempo siano economicamente ed ecologicamente sostenibili. Metodi come l'estrazione enzimatica assistita (EAE, *Enzyme-Assisted Extraction*), che prevede l'impiego di enzimi di origine biologica (ad esempio cellulasi, pectinasi ed emicellulasi) rappresentano promettenti alternative rispetto alle tecniche tradizionali. I funghi marini algicoli sono i candidati ideali per lo sviluppo di tali processi, poiché fisiologicamente adattati a sopravvivere in associazione alle alghe. Grazie all'espressione di enzimi mirati, in grado di agire anche in presenza di fattori di stress quali elevate salinità e basse temperature, operano la biotrasformazione di polimeri complessi, quali alginato, carragenina, xilano e cellulosa. Il loro studio rappresenta perciò un campo all'avanguardia nella moderna "bioraffineria marina". Scopo del presente progetto è la valutazione dell'attività enzimatica di funghi marini algicoli nei confronti di polisaccaridi algali complessi.

Materiali e metodi - Quarantaquattro ceppi fungini isolati dall'alga bruna *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, 1960 e dall'alga verde *Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddin, 1987, sono stati saggiati per valutare la presenza di specifiche classi enzimatiche.

1) In un primo test qualitativo, i funghi sono stati inoculati su 5 diversi terreni di crescita (in presenza/assenza di NaCl al 3%), fornendo come unica fonte di carbonio i polisaccaridi di origine algale (alginato, avicel, carbossimetilcellulosa, carragenina, xilano). Dopo 7 giorni è stata misurata l'intensità di crescita (diametro delle colonie) e monitorata l'attività enzimatica corrispondente attraverso l'uso di specifici marker quali il cloruro di cetilpiridinio (alginato-liasi e carragenasi), il congo red (endocellulasi) e il lugol (xilanasi).

2) Un secondo test semiquantitativo, miniaturizzato, è stato eseguito inoculando i ceppi fungini in substrato liquido contenente i polisaccaridi come unica fonte di carbonio in presenza e assenza di NaCl. È stata quindi monitorata la biotrasformazione dei polisaccaridi valutando l'incremento di zuccheri riducenti (test DNSA; Miller, 1959) prodotti in seguito all'azione dei ceppi fungini.

Risultati - Le analisi sperimentali hanno evidenziato come tutti i ceppi marini saggiati sono stati in grado di crescere sui polisaccaridi utilizzati e, nella maggior parte dei casi, di mostrare una specifica attività enzimatica fra quelle analizzate. La maggior parte dei funghi analizzati non ha risentito o è stata stimolata dalla presenza di NaCl nel mezzo colturale. Risultati preliminari mostrano come le xilanasi sono particolarmente diffuse nei ceppi esaminati (>90% dei ceppi hanno prodotto xilanasi in elevate quantità), e l'attività enzimatica è stata rilevata sia in presenza, sia in assenza di NaCl. In misura minore, ma pur sempre consistente (attività osservata su >30% dei ceppi), i funghi marini hanno dimostrato buona capacità di trasformare carbossimetilcellulosa, carragenina e avicel. Per questi substrati il sale è risultato generalmente un elemento limitante. Tuttavia, di particolare interesse sono risultati alcuni ceppi (11-27% del totale) in grado di ben tollerare questo fattore di stress e la cui attività enzimatica è risultata addirittura più efficace in presenza di elevate concentrazioni di sale. I risultati preliminari indicano invece come l'alginato risulti un substrato più recalcitrante (trasformato da <20% dei ceppi).

Conclusioni - La degradazione di polisaccaridi algali per ottenere prodotti a elevato valore aggiunto è alla base del concetto di "bioraffineria marina". L'impiego di polimeri algali ha, infatti, notevoli ricadute applicative in campo biomedico, alimentare e farmaceutico. I loro prodotti di degradazione, e gli enzimi stessi che catalizzano tali reazioni, sono al centro di ricerche volte a verificarne non solo il ruolo ecologico, ma anche le potenzialità biotecnologiche. Questo studio dimostra come i funghi isolati da alghe del Mediterraneo sono in grado di produrre enzimi in grado di trasformare polisaccaridi algali complessi. Inoltre, le nostre osservazioni suggeriscono come il sale, in genere considerato un fattore di stress (Wang *et al.*, 2011) può aumentare l'attività enzimatica dei funghi saggiati, probabilmente attivando nuove ed alternative vie metaboliche. Enzimi in grado di rimanere attivi in presenza di elevate concentrazioni di sali sono considerati di grande interesse in numerosi processi industriali. Ulteriori studi sono comunque necessari per purificare e caratterizzare più approfonditamente tali enzimi, per renderli disponibili alla comunità scientifica e a privati in accordo alle nuove norme sull'*Access and Benefit Sharing* delle risorse genetiche.

Bibliografia

- MILLER G.L. (1959) - Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, **31**: 426-428.
- WANG Y., LU Z., SUN K., ZHU W. (2011) - Effects of high salt stress on secondary metabolite production in the marine-derived fungus *Spicaria elegans*. *Mar. Drugs*, **9**: 535-542.

R. DENARO, F. CRISAFI

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC), CNR, Sezione di Messina,
Spianata S. Raineri, 86 - 98123 Messina, Italia.
renata.denaro@iamc.cnr.it

APPLICATION OF *ALCANIVORAX BORKUMENSIS*
SK-3009 (pALK8) BIOREPORTER FOR THE MONITORING
OF A BIOREMEDIATION TREATMENT
IN MARINE OIL-POLLUTED NATURAL SAMPLES

APPLICAZIONE DEL BIOREPORTER *ALCANIVORAX BORKUMENSIS*
SK-3009 (pALK8) PER IL MONITORAGGIO
DI UN TRATTAMENTO DI BIOREMEDIATION
IN CAMPIONI MARINI CONTAMINATI DA PETROLIO

Abstract - The present study focus on the use of a bacterial bioreporter in the monitoring of a bioremediation treatment of real polluted seawater samples. The bioreporter *Alcanivorax borkumensis* SK-3009 (pALK8) able to emit fluorescence in presence of alkanes was applied. A set of three microcosms were performed to simulate a standard condition to test the functionality of the bioreporter in artificial seawater amended with tetradecane, seawater amended with a commercially available washing agent and a third microcosm where a consortium of hydrocarbon-degrading bacteria was inoculated to stimulate biodegradation. The results showed that the use of washing agent already inhibited the response of the bioreporter. Moreover the bioreporter responded efficiently in the monitoring of hydrocarbons during the treatments, the fluorescence signal diminished along the treatment period up to the minimum value registered at the end of the experiment. The result was confirmed by hydrocarbons analyses and the specific *gfp* quantitative gene expression. Our study confirms that biosensor technology can be applied for the monitoring both natural environment but also the waste treatment efficiency.

Key-words: monitoring, oil pollution, biotechnology, marine environment.

Introduction - Hydrocarbons are common contaminants in aquatic habitats because of the number of refinery plants distributed along the coasts and the intensive ship traffic. Hydrocarbonoclastic bacteria (HCB) are a group of marine bacteria whose principal feature is to use hydrocarbons as sole source of carbon and energy. Such high specialization has been extensively studied focusing on the optimization of *in situ* bioremediation treatments. A second application is the use of HCB as bioindicators of pollution, in fact their presence seems to be univocally linked to the presence of hydrocarbons. Sensor technology designed for marine environment monitoring has earned in the last years exiting progress. Kumari *et al.* (2011) have constructed a bioreporter suitable for measuring bioavailability and bioaccessibility of long chain alkanes in marine systems using *Alcanivorax borkumensis* (Yakimov *et al.*, 1998) modified for its capability to express green fluorescent protein gene in presence of hydrocarbons. Although the artificial system provides useful information about the potential and the extent of biosensor response, the real polluted environments can significantly influence the response of the bioreporter in term of background, inhibition, pollutant concentration, etc. The goal of the present work was to test *A. borkumensis* SK-3009 with real polluted marine samples evaluating the efficiency of a bioremediation treatment.

Materials and methods - Experimental microcosms were performed to simulate different conditions: 1) seawater supplemented with 0.1% of tetradecane and inorganic nutrients (CTRL); 2) oil-polluted seawater supplemented with inorganic nutrients and HCB consortium composed by *Thalassolituus oleivorans* (Yakimov *et al.*, 2004),

Alcanivorax dieselolei (Liu and Shao, 2005), *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* (Gauthier *et al.*, 1992) (BA); 3) seawater supplemented with tetradecane, nutrients and washing agent as previously described by Crisafi *et al.* (2016) (WA). Experiments were performed in triplicate. Microcosms were maintained at 23 °C for 20 days. At selected time (1, 5, 20 days) aliquots of samples were collected for chemical analysis and were tested with *A. borkumensis* SK-3009 (kindly provided by Prof. Van Der Meer) for fluorescence emission. Total RNA was isolated with the Masterpure DNA/RNA purification kit according to manufacture's; cDNA synthesis was performed using SuperScriptII RT. The cDNA was used as template for further qPCR analysis testing specific primers for *alkB* and *gfp* genes.

Results - In CTRL microcosms the maximum of fluorescence was observed within almost the whole period of treatment; after 1 days of treatment, 70% of total microbial community showed fluorescence emission with significant increase of values within 8 hours. In BA microcosms were recorded the maximum of fluorescence values between 1 and 5 days, after 5 days fluorescence decreased significantly. A condition totally different was observed during WA treatment during which we were not able to observe fluorescence emission. The qPCR analysis of *alkB* and *gfp* genes confirmed the data obtained. *gfp* gene expression values were detectable where we have observed fluorescence emission, the quantitative expression value where significantly lower in WA microcosm. *alkB* gene monitored to verify the activity of the consortium showed a high expression during the same period when bioreporter reduced its fluorescence emission. Finally the hydrocarbons analysis performed at the end of experiments showed the best performance in terms of hydrocarbons degradation in BA microcosms probably due to the activity of microbial consortium.

Conclusions - The bioreporter *Alcanivorax borkumensis* SK-3009 showed a linear response in standard conditions using specific amount of tetradecane. The bioreporters didn't show fluorescence emission in WA microcosm, confirming previously demonstrated inhibition effect of biodispersant on HCB. The bioremediation treatment was efficiently monitored with the bioreporter that responded accordingly with hydrocarbons analyses and HCB activity.

References

- CRISAFI F., GENOVESE M., SMEDILE F., RUSSO D., CATALFAMO M., YAKIMOV M., GIULIANO L., DENARO R. (2016) - Bioremediation technologies for polluted seawater sampled after an oil-spill in Taranto Gulf (Italy): a comparison of biostimulation, bioaugmentation and use of a washing agent in microcosm studies. *Mar. Pollut. Bull.*, **106** (1-2): 119-126.
- GAUTHIER M.J., LAFAY B., CHRISTEN R., FERNANDEZ L., ACQUAVIVA M., BONIN P., BERTRAND J.C. (1992) - *Marinobacter hydrocarbonoclasticus* gen. nov., sp. nov., a new, extremely halotolerant, hydrocarbon-degrading marine bacterium. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **42**: 568-576.
- KUMARI R., TECON R., BEGGAH S., RUTLER R., AREY J.S., VAN DER MEER J.R. (2011) - Development of bioreporter assays for the detection of bioavailability of long-chain alkanes based on the marine bacterium *Alcanivorax borkumensis* strain SK2. *Environ. Microb.*, **13** (10): 2808-2819.
- LIU C., SHAO Z. (2005) - *Alcanivorax dieselolei* sp. nov., a novel alkane-degrading bacterium isolated from sea water and deep-sea sediment. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **55**: 1181-1186.
- YAKIMOV M.M., GIULIANO L., DENARO R., CRISAFI E., CHERNIKOVA T.N., ABRAHAM W.R., LUENS DORF H., TIMMIS K.N., GOLYSHIN P.N. (2004) - *Thalassolituus oleivorans* gen. nov., sp. nov., a novel marine bacterium that obligately utilizes hydrocarbons. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **54**: 141-148.
- YAKIMOV M.M., GOLYSHIN P.N., LANG S., MOORE E.R.B., ABRAHAM W.R., LÜNSDORF H., TIMMIS K.N. (1998) - *Alcanivorax borkumensis* gen. nov., sp. nov., a new, hydrocarbon-degrading and surfactant-producing marine bacterium. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **48**: 339-348.

E. BOVIO, G. GNAVI, F. SPINA, V. PRIGIONE, G.C. VARESE

Mycotheca Universitatis Taurinensis, Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Turin,
Viale Mattioli, 25 - 10125 Torino, Italia.
elena.bovio@unito.it

MARINE FUNGI FROM A CRUDE-OIL POLLUTED SITE IN MEDITERRANEAN SEA: DIVERSITY AND SELECTION OF POTENTIAL BIOREMEDIATION AGENTS

FUNGHI MARINI DI UN SITO CONTAMINATO DA PETROLIO NEL MAR MEDITERRANEO: BIODIVERSITÀ E SELEZIONE DI POTENZIALI AGENTI DI BIORISANAMENTO

Abstract - Oil spill represents one of the main threats for marine ecosystems and human health. Nowadays different techniques contribute to crude oil removal although with several environmental inconvenients. Bioremediation the use of microorganisms to clean polluted environments, is an economic and environmental friendly method to counteract crude oil persistence in marine water. Since the mycoflora adapted to these extreme ecosystems is barely known, in the present study the fungal community of a Mediterranean marine site, chronically and recently interested by oil spills, was investigated and preliminary bioremediation tests were performed.

Key-words: fungi, oil spills, marine environment, biodiversity, bioremediation.

Introduction - Most of oil worldwide production is shipped by sea. As a consequence costal and marine environments are constantly exposed to accidental oil spills. Oil is carcinogenic and mutagenic and, once released in the environment, prevents light diffusion and oxygen penetration, causing serious problems to marine life (Balachandran *et al.*, 2012). Nowadays crude oil can be removed by means of techniques, such as in situ burning or the use of chemical dispersants, but they present economical, ecological and technical drawbacks (Schaum *et al.*, 2010; Zheng *et al.*, 2014). Bioremediation can be a viable alternative both from an environmental and economic perspective. Bioremediation of crude oil spills is a well-known practice to treat polluted terrestrial environment, but knowledge and applications in marine ecosystems are still rough and primarily focused on prokaryotic organisms. The aim of this work was to isolate and to identify the fungal community from a crude-oil polluted site in the Mediterranean Sea, and to test the isolates for bioremediation purposes.

Materials and methods - Samples of seawater and sediments were collected from a marine site chronically and recently contaminated by a crude-oil spill in Gela (Sicily). Aliquots of seawater and sediments were plated on Petri dishes containing a salty medium; the developing fungi were isolated in pure culture for taxonomic identification according to a poliphasic approach (morpho-physiological, molecular and phylogenetic studies) and deposited at the *Mycotheca Universitatis Taurinensis* (MUT). The number of colony forming units (CFU) per 100 ml of water and per gram of dry sediments was calculated. Moreover, fluorescent Brightener (FB) staining was used to detect actively growing hyphae and fungal spores in raw samples. All the isolated fungi were tested for their abilities to grow on crude oil as sole carbon source. The mycelium growth was evaluated after 4, 7 and 14 days. The four most promising strains were selected to evaluate their capability to degrade oil in liquid cultures, using DCPIP as colorimetric assay (Varjani and Upasani, 2013); aliquots of solution were periodically sampled for the spectroscopy measurements. At the

end of the experiment, the biomasses were collected and dried to assess the fungal development.

Results - Fungal hyphae and spores were directly detected by staining with FB, both in water and sediments. The water sample showed a total fungal load of about 30 CFU 100 ml⁻¹ and a high fungal biodiversity: the cultivable mycoflora consisted of 67 taxa belonging to 29 genera. Almost all the recorded taxa belonged to Ascomycota (94%). As for the sediments, the total fungal load was about 4,000 CFU g⁻¹ dw, and the cultivable mycoflora consisted of 17 taxa belonging to 12 genera. Ascomycota predominated (94%) over Basidiomycota (6%). The 142 isolated fungi, were tested for their capability to grow in presence of crude oil: about 25% of the organisms were significantly stimulated by its presence. The highest stimulation was observed for *Lulworthiales* sp. Kohlm, 2000 (MUT 263), *Penicillium citreonigrum* Dierckx, 1901 (MUT 267), *Aspergillus terreus* Thom, 1918 (MUT 271) and *Trichoderma harzianum* Rifai, 1969 (MUT 290). The ability of these strains to degrade crude oil in liquid culture was evaluated in presence of the redox dye DCPIP. *A. terreus* showed the highest rate of discoloration (88%). Also *P. citreonigrum* and *T. harzianum* activated an oxido-reductase cascade and were able to oxidize about 70% of DCPIP, while *Lulworthiales* sp. was less effective.

Conclusions - Crude oil spill is a huge threat for marine ecosystems and wildlife biodiversity, and the use of adapted fungi capable of cleaning these contaminated environments is an actual challenge. The high biodiversity and the presence of hyphae in the samples highlighted by FB demonstrated the existence of an important living fungal community immediately after the oil spill, as already suggested by other authors (Bik *et al.*, 2012). Noteworthy, the selection of three strong crude-oil degraders for bioremediation purposes: *A. terreus*, *P. citreonigrum* and *T. harzianum*. In conclusion, the understanding of the fungal biodiversity and of its ability to use crude oil as sole carbon source, is a key step that would lead to the development of a microbial consortium useful for bioremediation purposes.

References

- BALACHANDRAN C., DURAI PANDIYAN V., BALAKRISHNA K., IGNACIMUTHU S. (2012) - Petroleum and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) degradation and naphthalene metabolism in *Streptomyces* sp. (ERI-CPDA-1) isolated from oil contaminated soil. *Bioresource Technol.*, **112**: 83-90.
- BIK H.M., HALANYCH K.M., SHARMA J., THOMAS W.K. (2012) - Dramatic shifts in benthic microbial eukaryote communities following the Deepwater Horizon oil spill. *PLoS ONE*, **7**, doi: 10.1371/journal.pone.0038550.
- SCHAUM J., COHEN M., PERRY S., ARTZ R., DRAXLER R., FRITHSEN J.B., HEIST D., LORBER M., PHILLIPS L. (2010) - Screening level assessment of risks due to dioxin emissions from burning oil from the BP Deepwater Horizon Gulf of Mexico spill. *Environ. Sci. Technol.*, **44**: 9383-9389.
- VARJANI S.J., UPASANI V.N. (2013) - Comparative studies on bacterial consortia for hydrocarbon degradation. *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.*, **2**: 5377-5383.
- ZHENG M., AHUJA M., BHATTACHARYA D., CLEMENT T.P., HAYWORTH J.S., DHANASEKARAN M. (2014) - Evaluation of differential cytotoxic effects of the oil spill dispersant Corexit 9500. *Life Sci.*, **95**: 108-117.

WORKSHOP

*“Mammiferi marini in Italia:
metodi di studio, risultati, prospettive future”*

C. CASALONE, A. PAUTASSO, C. GRATTAROLA, F. GIORDA, B. IULINI, M. PINTORE,
M. BALLARDINI, W. MIGNONE, S. MAZZARIOL¹, F. BELLUCCI², U. SANTUCCI²

Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta,
Via Bologna, 148 - 10154 Torino, Italia.
cristina.casalone@izsto.it

¹BCA, Università di Padova, Padova, Italia.

²Ministero della Salute, Roma, Italia.

MAMMIFERI MARINI SPIAGGIATI IN ITALIA: GESTIONE E MONITORAGGIO DELLE CAUSE DI MORTE

MARINE MAMMALS STRANDED IN ITALY: MANAGEMENT AND MONITORING OF DEATH'S CAUSES

Abstract - Thanks to the multi-year activity in the surveillance of cetaceans' stranding, the Istituto Zooprofilattico Sperimentale of Piedmont, Liguria and Valle d'Aosta was recognised as the National Reference Centre for diagnostic activities in dead stranded cetaceans (C.Re.Di.Ma) by the Italian Ministry of Health. C.Re.Di.Ma. standardised the flow of intervention in case of stranding and started the standardization of the diagnostic activities, with the aim of obtaining comparable diagnostic conclusions at national level.

Key-words: cetaceans, stranding net, standardization, Italy.

Introduzione - I cetacei sono specie protette da accordi nazionali ed internazionali e monitorare il loro stato di salute rappresenta una priorità da parte non solo delle organizzazioni coinvolte nella loro conservazione, ma anche delle pubbliche amministrazioni. L'esame degli animali spiaggiati rappresenta una fonte preziosa di dati biologici e diagnostici, utili per valutare l'impatto sia dell'attività umana sull'ambiente marino, sia degli agenti patogeni sulla salute umana e animale. Le cause di spiaggiamento vengono suddivise in cause di origine antropogenica e cause di origine naturale. Le prime sono collegate all'attività umana, le seconde vengono ulteriormente suddivise in cause infettive e non infettive. Nel primo gruppo sono da considerarsi le patologie sostenute da agenti quali virus, batteri, miceti e protozoi, mentre al secondo gruppo afferiscono le patologie di origine degenerativo-metabolica e neoplastica, le intossicazioni da biotossine algali e le lesioni derivanti da interazioni *intra* ed *inter* specifiche (Arbelo *et al.*, 2013). L'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta (IZSPLV) è impegnato da oltre 25 anni nella sorveglianza degli spiaggiamenti dei mammiferi marini nell'area del Santuario Pelagos e nella conseguente attività diagnostica *post mortem*. Obiettivo di questo lavoro è descrivere la gestione dell'intervento sui cetacei spiaggiati morti e il consolidamento della rete diagnostica in Italia.

Materiali e metodi - A partire dal 2009 l'IZSPLV è stato finanziato dal Ministero della Salute attraverso 2 progetti di ricerca sui cetacei. Il primo ha avuto l'obiettivo di uniformare il protocollo diagnostico *post mortem* e il flusso di intervento in caso di spiaggiamento nelle regioni Liguria, Toscana e Lazio. Il secondo, nel 2011, ha avuto lo scopo di creare, attraverso corsi di formazione organizzati nel triennio 2012-2014, una rete nazionale di laboratori diagnostici, coordinati dall'IZSPLV, con la designazione di un referente cetacei per ogni IZS, quale figura di riferimento. Nell'ambito del medesimo progetto è stato anche allestito un database, dal nome RE.DA.CE. (Registro Dati Diagnostici Cetacei), volto a raccogliere i risultati diagnostici di tutti gli esemplari spiaggiati lungo il territorio nazionale. L'IZSPLV è stato designato, con Decreto del Ministero della Salute del 22 ottobre 2014, "Centro

di Referenza per le Indagini Diagnostiche sui Mammiferi marini spiaggiati” (C.Re. Di.Ma.), al fine di garantire la disponibilità di uno strumento tecnico-scientifico di riferimento a livello nazionale, per l'intervento diagnostico sui soggetti spiaggiati e per la determinazione delle cause di mortalità, con particolare riferimento ai fattori di origine infettiva. Le attività portate avanti in seguito alla sua istituzione hanno consentito, nel novembre del 2015, la creazione di un Tavolo di coordinamento della “Rete Nazionale Spiaggiamenti Mammiferi Marini” (ReNaSMM), sostenuto dal Ministero della Salute e dell'Ambiente, al fine di predisporre gli atti ufficiali necessari per l'istituzione, l'avvio ed il coordinamento centrale della ReNaSMM.

Risultati - Il C.Re.Di.Ma. ha recentemente elaborato linee guida operative dal titolo “Protocollo di Intervento sui cetacei morti sul territorio nazionale” in cui viene formalizzato il flusso di intervento previsto in caso di spiaggiamento di mammiferi marini morti, con il dettaglio dei ruoli di tutti gli Enti e le Istituzioni coinvolte. Al fine di utilizzare basi comuni per tracciare conclusioni diagnostiche comparabili, in tale documento vengono forniti inoltre i protocolli operativi per l'esecuzione delle indagini autoptiche e dei campionamenti per fini diagnostici da parte di tutti gli IZZSS. I dati raccolti con la compilazione delle apposite schede di rilevamento consegnate in allegato alle Linee Guida forniranno al C.Re.Di.Ma. una fotografia puntuale dei rilievi effettuati sui cetacei lungo le coste italiane. Allo scopo di rendere comparabili i risultati delle indagini *post mortem* il C.Re.Di.Ma. ha iniziato un percorso di standardizzazione delle metodiche biomolecolari per la diagnosi dei principali agenti patogeni responsabili di mortalità nei cetacei. Per quanto riguarda invece l'attività di campo, oltre ad aver garantito l'intervento sugli animali spiaggiati nell'area costiera ligure, il C.Re.Di.Ma. ha gestito l'evento di mortalità anomala verificatosi nel 2013 lungo le coste tirreniche (Casalone *et al.*, 2014) ed ha supportato il C.E.R.T. (*Cetacean Emergency Response Team*) nella gestione dello spiaggiamento straordinario di 7 capodogli (*Physeter macrocephalus* Linnaeus, 1758) avvenuto a Vasto (CH) nel 2014.

Conclusioni - Le attività intraprese e i risultati ottenuti hanno permesso di ottenere un controllo centralizzato degli eventi di spiaggiamento sul territorio nazionale, nonché la standardizzazione delle prime fasi dell'*iter* diagnostico applicabile in campo. Per il futuro ci si propone di implementare ulteriormente l'armonizzazione delle metodiche analitiche, nonché di ottimizzare i sistemi di raccolta dati informatici, attraverso la creazione di un sistema informativo (SI), unificato a livello nazionale, in cui confluisca la totalità dei dati anamnestici e sanitari.

Bibliografia

- ARBELO M., ESPINOSA DE LOS MONTEROS A., HERRÁEZ P., ANDRADA M., SIERRA E., RODRÍGUEZ F., JEPSON P.D., FERNÁNDEZ A. (2013) - Pathology and causes of death of stranded cetaceans in the Canary islands (1999-2005). *Dis. Aquat. Org.*, **103**: 87-99.
- CASALONE C., MAZZARIOL S., PAUTASSO A., DI GUARDO G., DI NOCERA F., LUCIFORA G., LIGIOS C., FRANCO A., FICHI G., COCUMELLI C., CERSINI A., GUERCIO A., PULEIO R., GORIA M., PODESTÀ M., MARSILI L., PAVAN G., PINTORE A., DE CARLO E., ELENÌ C., CARACAPPA S. (2014) - Cetacean strandings in Italy: an unusual mortality event along the Tyrrhenian Sea coast in 2013. *Dis. Aquat. Org.*, **109**: 81-86.

R. CROSTI, A. ARCANGELI, T. ROMEO, P. VIVONA, F. ANDALORO

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA),
Via V. Brancati, 48 - 00144 Roma, Italia.
roberto.crosti@isprambiente.it

CETACEAN STRANDINGS AND FISHING CAPACITY IN SICILY

SPIAGGIAMENTI DI CETACEI E CAPACITÀ DI PESCA IN SICILIA

Abstract - Relationship between fishing capacity, a pertinent indicator of anthropogenic pressure, and cetacean strandings, in Sicily, was investigated. Results showed a similar trend and a strong correlation both in time and in space with different values according to the fishing gear.

Key-words: fishing capacity, strandings, bottlenose, striped dolphin, fishing gear.

Introduction - By-catch in fishery is one of the main anthropogenic impact that can cause direct cetacean deaths and commercial fishery was recognized to be one of the major causes impacting cetacean in the Mediterranean (Bearzi, 2002; Pace *et al.*, 2015). The Sicilian commercial fishing fleet represents by far the largest in Italy, both in terms of the number of vessels and total capacity. Aim of this paper was to assess whether values, trends and distributions of cetacean stranding records, in particular of *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), *T.t.*, and *Stenella coeruleoalba* (Meyer 1833), *S.c.*, were associated with fishing capacity and port distributions, in Sicily from 1995 to 2012.

Materials and methods - In Sicily, there are 48 ports spread along the coastline to which fishing vessels have to register according to EU Regulation. Fishing capacity (quantified using power of engine in KW) is a pertinent indicator with a good quality of information strictly connected to anthropogenic activities. Data on cetacean strandings were input into the ORBS (*Osservatorio sulla Biodiversità della Regione Sicilia*, the Sicily Region focal point of the Italian national Network for Biodiversity) webgis mostly from the “Monitoring on cetacean stranding on Italian coast” database, a project of CIBRA (Pavia University), funded among others by the Italian Environmental Ministry; the database also incorporates historical information acquired from the *Centro Studi Cetacei* reports. Input data was also gathered from the “Geocetus database” and from direct reports of the Coastal Guards Local Authorities. The Sicilian waters were divided into the three FAO-GFCM geographical sub-areas (GSAs): 10 ‘northern Sicily’; 16 ‘southern Sicily’; 19 ‘eastern Sicily’. Trends of fishing capacity and strandings were compared: 1) chronologically for the entire 18 year period (1995 to 2012) and for three “six years periods” in which the study period was also divided; 2) spatially for all Sicily and for the three GSAs separately. Measures of the strength of association between yearly fishing capacity and strandings for the all 18 years and for all the Region were undertaken using the Pearson correlation coefficient ‘r’. We also assessed: a) if strandings showed a clustered pattern; b) the existence of spatial patterns Estimation KDE (volume contour 50% and G_i^* hotspot analysis). KDE was overlapped with positions and total fishing capacity for all the time periods of all the ports in order to visually assess spatial relationships among the two spatial distributions. The fishing capacity of ports located close to the stranding hotspots were compared with the fishing capacity of all the other ports showing above median values.

Results - In the investigated period, a total of 213 cetacean strandings occurred for the eight Mediterranean resident cetacean species; more than 80% of the strandings affected *T.t.* and *S.c.* During the 18 years of investigation, the fishing capacity of the

Sicilian fleet decreased (for all the fishing gears); yearly values of strandings for all the Region showed that trends were similar (Fig. 1). Trends were also similar when compared for the three 6 year periods for the all Sicily and for the 3 GSAs. Overall results highlight a strong positive association between strandings of both species and fishing capacity (respectively 0.70 *T.t.* and 0.74 *S.c.*); differences were evidenced in relation to the different registered fishing gears. Most of the strandings (over 85%) of *T.t.* were concentrated in GSA 16 'southern Sicily'. The fishing capacity of set gillnets was equivalent in the 3 GSAs, but with low value for fishing capacity (mean 29 500 KW), while for bottom otter trawls (OTB) was much higher within GSA 16 accounting for 82% (=2 583 075 KW) of the entire Sicilian fleet. Less than 5% was the likelihood that clustered pattern was the result of random chance. The KDE highlighted a high density areas in close proximity of ports with high fishing capacities; in fact 50% of the strandings were located in four areas: Mazara del Vallo, between Mazara del Vallo and Sciacca, between Palermo and Termini Imerese, Cefalù. The Gi* hotspot analysis located statistically significant hotspots (z -score>1.65) nearby five ports with above mean fishing capacity values: Mazara del Vallo, Palermo, Porto Empedocle, Catania, Porticello. Comparison with the fishing capacity values of the other ports above the median (N=19) showed that the % of medium/high impact gear (GND, GNS, OTB) on total fishing gear was more than 80% for the five ports, while for the port above the median it was only 46%. Mean values of total gear were, for the five ports, three fold times bigger than the port above the median.

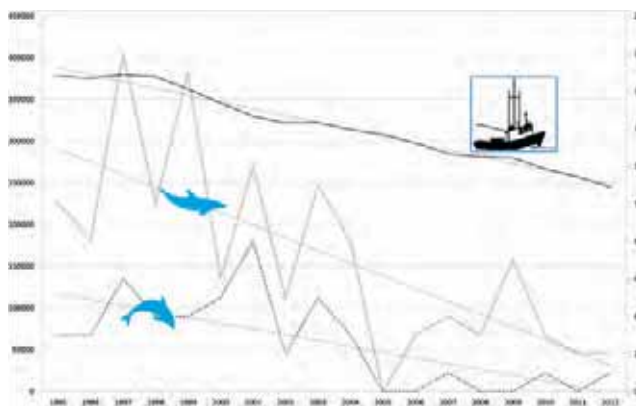


Fig. 1 - Yearly values and trend lines of fishing capacity (left axis in KW), *S. coeruleoalba* (middle) and *T. truncatus* (bottom) strandings (right axis in N).

Trend su valori annuali di capacità di pesca (asse di sinistra in KW), spiaggiamenti di S. coeruleoalba (al centro) e T. truncatus (in basso) (asse di destra in N).

Conclusions - Overall, this study showed the strong correlation, without implying direct causation, between fishing capacity and cetacean strandings, sustaining the idea that fishing pressure, and in particular OTB, is one of the main pressures for cetaceans and a pertinent indicator. Relationships were assessed both in space and in time.

References

- BEARZI G. (2002) - Interactions between cetaceans and fisheries in the Mediterranean Sea. In: Notarbartolo di Sciara G. (ed), *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies*. Report to the ACCOBAMS Secretariat, Section 9. Monaco: 20 pp.
- PACE D.S., TIZZI R., MUSSI B. (2015) - Cetaceans value and conservation in the Mediterranean Sea. *J. Biodiv. Endanger. Species*, doi: 10.4172/2332-2543.S1.004.

P. MANFREDI, L. MARANGI, A. ROSSI*, G. SANTANGELO*

Department of Economics and Management, University of Pisa, Pisa, Italia.

*Department of Biology, University of Pisa, Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.
arossi@biologia.unipi.it

AN ALTERNATIVE MODEL FOR THE EARLY MORTALITY IN THE BOTTLENOSE DOLPHIN (*TURSIOPS TRUNCATUS* MONTAGU, 1821): THE INDIAN RIVER LAGOON CASE STUDY

MODELLO ALTERNATIVO DI MORTALITÀ PER I PRIMI ANNI DI VITA DEL TURSIOPE (TURSIOPS TRUNCATUS MONTAGU, 1821): IL CASO STUDIO DELL'INDIAN RIVER LAGOON

Abstract - For many marine mammal populations Siler model of exponential early mortality decline is considered as universal. Based on bottlenose dolphin population data of the Indian River Lagoon (IRL), we suggest that Siler mortality hazard during early life cannot be fully supported and propose an alternative model based on a reversed-logistic initial decline better fitting these data.

Key-words: long-lived species, life tables, mortality hazard, maternal care.

Introduction - Understanding early mortality is essential to foster the conservation of long-lived species, as marine mammals. The stranding dataset of the Florida Indian River Lagoon (IRL) is an important source of information for bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) age-specific mortality. A theoretical life table was built on these data by fitting Siler model to the age of death, estimated by dentinal growth layers (Stolen and Barlow, 2003). We propose an alternative model better fitting these data.

Materials and methods - We analyzed the raw mortality data of 220 strandings recorded in the Indian River Lagoon since 1975. In the original paper the Siler parametric model was used to fit the age of strandings (Stolen and Barlow, 2003). In the Siler model the age-specific hazard mortality is given by the sum of 3 components: 1) an exponentially declining one in early life, 2) a constant one at intermediate ages and 3) an exponentially increasing one for senescence-related mortality (Siler, 1979). To better cope with early mortality in IRL data we replace the first component of Siler model by the following alternative formulation: $\mu_1(x) = a_1(1 - 1/(1 + b_1 e^{-c_1 x}))$ $a_1, b_1, c_1 > 0$. This model implies a 3-phasic pattern of decline of early mortality hazard (essentially constant in very early life then fast declining and eventually slowing down again). For large b_1 values, parameter a_1 represents the hazard of mortality in the initial phase of life and c_1 represents the rate at which the subsequent decline occurs.

Results - Analyzing the empirical age-specific hazard mortality in the first years of life of IRL bottlenose dolphins, we found out that these data do not support the exponentially declining pattern postulated by Siler model. Indeed, the mortality risk is high at age 0 (about 18% /year), declines at age 1 (about 10% /yr), climbs back at age 2 (>20% /yr), then stays constant until age 5 (about 12% /yr) before eventually declining rapidly to a roughly constant value (about 3.5% /yr) until age 15. The alternative model fits IRL data better than the Siler one (Fig. 1), as confirmed by the corrected Akaike information criterion (AIC) and related Akaike weights (AW) (Tab. 1). The Akaike weight of Siler model, which can be interpreted as the probability that the Siler model is the best model for the IRL data, is only 4%. Further confirmation

of the goodness of the alternative model is provided by a mean square error analysis (MSE) of the regression residuals of the fitted mortality rate. Both weighted (WSS) and unweighted (USS) residual sums of squares decrease by a factor of about 40-50% passing from Siler model to the alternative model.

Tab. 1 - Parameter estimates and AIC between Siler model and the alternative model.

Stime ottime e AIC per il modello Siler ed il modello alternativo qui proposto.

Siler model	Alternative model
$a_1=0.19552$	$a_1=0.13267$
$b_1=0.25955$	$b_1=608.0378$
$a_2=0.01309$	$c_1=1.29853$
$b_2=0.10767$	$a_2=0.01626$
	$b_2=0.09948$
AIC=1390.83	AIC=1384.49
$AW_{Siler}=0.04$	

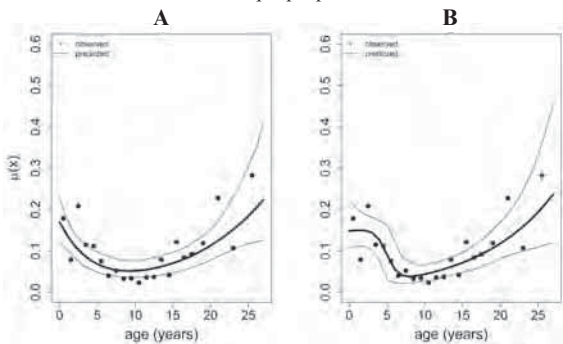


Fig. 1 - Fit of IRL bottlenose data. A: fit by Siler model. B: fit by alternative model.

Adattamento ai dati di mortalità della popolazione di tursiopi della IRL. A: modello Siler. B: modello alternativo.

Conclusions - Our results point out that a careful analysis of data is crucial before applying a model, even if it is considered universal. The model we propose suggests an essentially constant mortality rate for the first 4-5 yr of life of IRL population (Manfredi *et al.*, 2016), as also observed for Italian and French Mediterranean strandings (Rossi, 2015). The constant mortality hazard in the first years of life overlaps with the extensive 3-6 yr period of dependence on maternal care (Wells and Scott, 1999). The homogeneity of early mortality could be biologically explained as the combination of two constant components: 1) the risk arising every time mothers temporarily reduce caring of young individuals; 2) the risk arising due to the premature death of mothers (Noren and Edwards, 2007).

References

MANFREDI P., MARANGI G., ROSSI A., SANTANGELO G. (2016) - An improved model life table for the Indian River Lagoon bottlenose dolphin population and remarks on early mortality. *Mar. Mammal Sci.*, **32** (4): 1522-1528.

NOREN S.R., EDWARDS E.F. (2007) - Physiological and behavioral development in delphinid calves: implications for calf separation and mortality due to tuna purse-seine sets. *Mar. Mammal Sci.*, **23** (1): 15-29.

ROSSI A. (2015) - A demographic approach to cetacean conservation based on photo-identification and stranding data. PhD Thesis. University of Pisa: 104 pp.

SILER W. (1979) - A competing-risk model for animal mortality. *Ecology*, **60**: 750-757.

STOLEN M.K., BARLOW J. (2003) - A model life table for bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Indian River Lagoon system, Florida, U.S.A. *Mar. Mammal Sci.*, **19** (4): 630-649.

WELLS R.S., SCOTT M.D. (1999) - Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). In: Ridgway S.H., Harrison R. (eds), *Handbook of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, CA: 137-182.

F. SALVIOLI, S. NUTI, S. TOZZI, M. BELLINGERI*, F. FOSSA*, G. GNONE*

CE.TU.S. Cetacean Research Center, Via Unità d'Italia, 30 - 55045 Pietrasanta (LU), Italia.
cetus@supereva.it

*Acquario di Genova, Area Porto Antico, Ponte Spinola - 16128 Genova, Italia.

STUDIO DELLE INTERAZIONI OPPORTUNISTICHE
DELLA SPECIE *TURSIOPS TRUNCATUS* IN PRESENZA
DI RETI A STRASCICO NELLA PARTE NORD-ORIENTALE
DEL SANTUARIO PELAGOS E LORO EVOLUZIONE NEL TEMPO

*STUDY OF THE OPPORTUNISTIC INTERACTIONS
IN TURSIOPS TRUNCATUS IN PRESENCE
OF TRAWLING NETS IN THE NORTH-EAST PART
OF THE PELAGOS SANCTUARY AND THEIR TEMPORAL EVOLUTION*

Abstract - It has been long observed in the Pelagos Sanctuary as bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) have an opportunistic foraging behaviour in relation to trawling net. This work has focused on this behaviour in the area between Genoa and Livorno. The data were analysed in order to investigate the presence of distinct communities of bottlenose dolphins by association to trawling net and/or behavioural differences in the presence of fishing vessels. The study revealed that opportunistic behaviour on trawlers is now affecting all the animals in the study area and has not undergone substantial changes over the last 13 years (2003-2015). The "in-trawling groups" presented a lowest average number of dolphins (8.77 against 14.38). The "non-trawling groups" presented a higher number of interaction between dolphins than the "in-trawling groups", but the HWI between dolphins are lower (0.17 than 0.18 - comparison between medians with Kruskal-Wallis test, $P < 0.001$). A deeper understanding of how animals respond to an interaction, in particular if this changes the existing social structure, is essential in view of implementing and updating management plans and species conservation strategies.

Key-words: Pelagos Sanctuary, *Tursiops truncatus*, trawling, Half-Weight Index.

Introduzione - Il tursiopo (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) in Mediterraneo ha un comportamento costiero, che lo rende maggiormente suscettibile all'impatto antropico. Nell'area costiera compresa tra Genova e Livorno è largamente documentato il comportamento opportunistico del tursiopo sui pescherecci a strascico (Nuti *et al.*, 2006; Bellingeri *et al.*, 2008; Fossa *et al.*, 2012). Il presente lavoro ha lo scopo di indagare tale comportamento, valutandone gli impatti sulla struttura sociale: composizione dei gruppi, comportamento, indici di associazione.

Materiali e metodi - L'area di studio si estende da Capo Arenzano (Genova) a Livorno. I dati sono stati raccolti tra il 2003 e il 2015 dal Centro CE.TU.S. di Viareggio e dal gruppo di ricerca "Delfini Metropolitan" dell'Acquario di Genova. Su 909 rilevamenti e 439 avvistamenti è stato calcolato: indice di incontro (*encounter rate*, E.R.), trend di associazione tursiopi-pescherecci (*trawling*), composizione gruppi in *trawling* (GIT) e non in *trawling* (GNT). Successive analisi, relative al comportamento di associazione dei singoli delfini foto-identificati, sono state effettuate selezionando gli individui con almeno 5 catture: 1) categoria di appartenenza (*trawler*, *non trawler*); 2) proporzione di ricatture in GIT e in GNT. L'analisi del comportamento di associazione (tramite calcolo dello HWI - *Half Weight Index*) è stata applicata sugli individui complessivi e specificamente sulle femmine. Sono stati utilizzati i seguenti test statistici: test di Spearman, test F, test di Kruskal-Wallis, test del χ^2 .

Risultati - L'E.R. si mantiene costante nel corso degli anni (0,01-0,012); la proporzione di avvistamenti in associazione ai pescherecci, calcolata annualmente,

non mostra un trend significativo (test di Spearman, $R=0,38 - P>0,05$). Nei GIT la taglia del branco va da 1 a 47 individui (media gruppo $8,77\pm 7,7$); nei GNT da 1 a 90 individui (media gruppo $14,4\pm 15$). La differenza della media risulta significativa (test K-W, $\chi^2=14,9 - P<0,001$). Su 350 tursiopi (ricatt. 1-39 volte) la proporzione di *trawler* rispetto al totale non varia significativamente durante gli anni di studio (test di Spearman, $R=0,05 - P>0,05$). Gli individui catturati almeno 5 volte sono 173; di questi, 168 sono stati osservati in *trawling*. Nessuna associazione tra non *trawler* risulta preferenziale; tutti gli individui presentano HWI maggiore con individui *trawler*. I gruppi GNT sono caratterizzati da un numero di legami maggiore rispetto ai GIT (Test $\chi^2=281, P<<0,01$). Dal confronto tra le mediane, gli HWI risultano più alti tra gli individui dei gruppi in *trawling* (0,18 rispetto a 0,17 - test di Kruskal-Wallis, $P<0,001$). Analizzando le associazioni degli individui femmina con il resto del gruppo, HWI significativamente maggiori si instaurano tra due individui femmina durante il *trawling* (test di Kruskal-Wallis, $P<<0,05$).

Conclusioni - La specie target è stabilmente presente nell'area e il comportamento di associazione tra tursiopi e pescherecci a strascico non mostra un trend significativo nel periodo di studio. I gruppi GIT sono meno numerosi e con meno piccoli, contrariamente a studi precedenti che non riscontravano differenze (Pace *et al.*, 2012) o davano risultati opposti (Hoover Fleming, 2004). La presenza di un'unica comunità di *trawler* è in contrasto con studi precedenti, che descrivono comunità distinte (Chilvers e Corkeron, 2001; Hoover Fleming, 2004) o parzialmente sovrapposte (Pace *et al.*, 2012). Gli HWI medi tra gli individui del gruppo sono bassi (0,203-0,244) e variabili nel tempo, in linea con la società *fission-fusion* tipica della specie (Würsig e Würsig, 1977). I tursiopi nei GIT tendono a formare meno legami rispetto ai GNT, ma questi legami sembrano più forti. Una possibile spiegazione è il carattere opportunistico del *trawling*, che spinge gli individui ad aggregarsi in gruppi più piccoli mantenendo l'associazione preferenziale, che risulta quindi più marcata.

Bibliografia

- BELLINGERI M., FOSSA F., GNONE G., SAPORITI F., FRIGERIO L. (2008) - Different behaviour of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) related with trawlers in the eastern Ligurian Sea. 22nd Conference of the European Cetacean Society. Egmond aan Zee, The Netherlands, 10-12 March 2008.
- CHILVERS B.L., CORKERON P.J. (2001) - Trawling and bottlenose dolphins' social structure. *P. Roy. Soc. Lond. B. Bio.*, **268**: 1901-1905.
- FOSSA F., LAMMERS M.O., ORSI RELINI L. (2012) - Measuring interactions between common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and artisanal fisheries in the Ligurian Sea. 26th Conference of the European Cetacean Society. Galway, Ireland, 26-28 March 2012. Abstract poster: 295.
- HOOVER FLEMING K. (2004) - *The social structure, behavior and occurrence of bottlenose dolphins in relation to shrimp trawlers in Southport, North Carolina*. Master thesis, University of North Carolina, Wilmington: 52 pp.
- NUTI S., BEDOCCHI D., CHIERICONI V., GIORLI G., TOZZI S. (2006) - Alimentazione "opportunistica" di *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) in presenza di reti a strascico. 5^o Convegno Nazionale per le Scienze del Mare. Viareggio (LU), 14-18 novembre 2006.
- PACE D.S., PULCINI M., TRIOSSI F. (2012) - Anthropogenic food patches and association patterns of *Tursiops truncatus* at Lampedusa island, Italy. *Behav. Ecol.*, **23**: 254-264.
- WÜRSIG B., WÜRSIG M. (1977) - The photographic determination of group size, composition and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). *Science*, **198**: 755-756.

G. PAVAN, C. FOSSATI

Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali,
Dip. di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia,
Via Taramelli, 24 - 27100 Pavia, Italia.
gianni.pavan@unipv.it

IMPATTO DEL RUMORE SULL'AMBIENTE MARINO. SITUAZIONI E PROSPETTIVE NEL MEDITERRANEO

IMPACT OF NOISE ON THE MARINE ENVIRONMENT. SITUATIONS AND PROSPECTS IN THE MEDITERRANEAN SEA

Abstract - *During their evolution, cetaceans have adapted their own emission and sound reception organs, as well as their acoustic communication strategies, to the acoustics characteristics of the marine environment and to the natural noise generated by hydroacoustic and geoseismic phenomena. Now they face an acoustic environment altered by noise pollution produced by many human activities. Concern about the effects of noise impacts on marine life, and particularly on cetaceans, it developed in the last two decades mainly in relation to high power acoustic sources such as sonar, airgun and pile drivers. Only in recent years it has emerged the awareness that even the low-frequency noise continuously spread from the vessel traffic can have a major impact at both individual and population levels. This set of issues is recognized as a whole with the Directive of the European Marine Strategy of 2008, however the problem of the assessment of cumulative and synergistic effects of multiple stressors due to human activities is still unresolved.*

Key-words: *underwater noise, marine mammals, marine strategy.*

Introduzione - Nel corso dell'evoluzione i cetacei hanno adattato i propri apparati di emissione e ricezione sonora, e le strategie di comunicazione acustica, alle caratteristiche dell'ambiente e al suo rumore naturale, dovuto a fenomeni idroacustici e geosismici, ma ora si trovano ad affrontare un ambiente alterato dall'inquinamento acustico prodotto da molteplici attività umane. La preoccupazione per gli impatti del rumore sulla fauna marina, e sui cetacei in particolare, nasce con il progetto ATOC degli anni '70 del secolo scorso, ma si è ampiamente sviluppato solo negli ultimi 2 decenni prevalentemente in relazione a sorgenti acustiche di alta potenza quali sonar, *airgun* e piantapali. Solo in anni recenti si è sviluppata la consapevolezza che anche il rumore a bassa frequenza continuamente diffuso dal traffico navale può avere un impatto importante sia a livello individuale che di popolazione.

Impatto del rumore - Fonti di rumore di elevata potenza possono provocare gravi danni fisici non solo alle strutture dell'apparato uditivo, ma anche ad altri organi (traumi meccanici ed embolie) e provocare la morte degli animali sia per danni diretti che per cause indirette, mediate da particolari risposte comportamentali. Si tratta di problemi emersi di recente che richiederanno ancora molti studi per comprendere i limiti di tollerabilità al rumore e per capire in quali casi la morte di animali rinvenuti spiaggiati sia da attribuire a tali cause. Oltre che produrre danni diretti e immediati, quali la diminuzione di sensibilità uditiva temporanea (TTS - *Temporary Threshold Shift*) o permanente (PTS - *Permanent Threshold Shift*), a causa di sorgenti sonore di alta potenza, il rumore, anche se di minore intensità diffuso dal traffico navale, può agire in modo subdolo e difficilmente identificabile. Il rumore può limitare la capacità degli animali di comunicare (mascheramento), di chiamarsi e di riconoscersi ad esempio nel periodo riproduttivo, ma anche di segnalare situazioni di pericolo o di individuare ostacoli e prede tramite il biosonar. Se subito estensivamente, il rumore può indurre stress, alterazioni del comportamento, diminuire la capacità riproduttiva o indurre l'allontanamento da

determinate aree o dalle usuali rotte di migrazione, con gravi implicazioni per la sopravvivenza delle specie interessate e imprevedibili conseguenze ecologiche per l'ambiente marino. La consapevolezza che il rumore navale è un fenomeno continuo, ubiquitario e in continuo aumento, ha portato alla redazione da parte dell'IMO (*International Maritime Organization*) di linee guida per la riduzione del rumore irradiato dalle navi raccomandando ai costruttori idonee soluzioni progettuali e alle compagnie di navigazione l'adozione di interventi di manutenzione specifici (MEPC 66/17, 2013). Per quanto riguarda, invece, la mitigazione degli impatti dovuti agli *airgun*, è da ricordare che l'Italia ha introdotto, da inizio 2015, una severa normativa che richiede non solo l'implementazione di procedure di mitigazione, in accordo con le linee guida di ACCOBAMS e JNCC, ma anche, unica in Europa, l'esecuzione di campagne di rilevamento visuale e acustico della presenza di cetacei per almeno 60 giorni prima delle prospezioni, durante le prospezioni, e per almeno 60 giorni dopo il termine, al fine di produrre dati scientifici che consentano di meglio valutare gli impatti ambientali. Rimane ancora da affrontare il problema della valutazione degli effetti cumulativi e sinergici di molteplici forme di impatti dovuti alle attività umane. Il rapporto sui cosiddetti "noise hotspots" (Maglio *et al.*, 2015) redatto su richiesta di ACCOBAMS vuole essere un primo tentativo di catalogare le principali fonti di rumore considerando le relative estensioni temporali e spaziali, le aree e i periodi di sovrapposizione, e anche la sovrapposizione con aree marine protette e aree rilevanti per la conservazione dei cetacei.

Conclusioni - L'attenzione dell'opinione pubblica su questi problemi è molto alta, soprattutto perché sono coinvolti animali evoluti e benvoluti quali i cetacei; tuttavia, è da considerare che il rumore subacqueo ha un impatto su tutta la fauna marina. I danni su pesci e invertebrati, pur sollevando minori problemi etici, possono avere un impatto sulla produttività economica delle aree colpite e sulle condizioni ecologiche generali, con ripercussioni sull'intera rete trofica e in definitiva anche sugli stessi cetacei. La crescente attenzione a livello istituzionale, che in Europa si inquadra essenzialmente nella *Marine Strategy*, sta portando allo sviluppo di strategie di controllo e riduzione delle sorgenti di rumore sia puntuali che diffuse con un approccio a lungo termine fondamentale per la gestione di fenomeni complessi condizionati da molteplici pressioni antropiche dirette ed indirette. La possibilità di monitoraggio a lungo termine è quindi funzionale all'implementazione della *Marine Strategy*, al monitoraggio degli effetti ecologici dei cambiamenti climatici e al monitoraggio degli effetti delle strategie di conservazione dell'ambiente marino. In questo quadro, si deve infine considerare che la protezione della fauna marina nel suo complesso deve essere attuata non solo attraverso la riduzione delle sorgenti sonore di alta potenza, ma anche e soprattutto garantendo un ambiente acustico confortevole che ne garantisca il benessere e la sopravvivenza nell'interesse dell'intero ecosistema marino.

Bibliografia

- MAGLIO A., PAVAN G., CASTELLOTE M., FREY S. (2015) - Overview of the noise hotspots in the ACCOBAMS area. Part I. Mediterranean Sea. Report to ACCOBAMS. doi: 10.13140/RG.2.1.2574.8560.
- MARINE ENVIRONMENT PROTECTION COMMITTEE (MEPC) (2013) - Noise from commercial shipping and its adverse impacts on marine life. 66th Session. Agenda item 17. International Maritime Organization: 10 pp.

J. ALESSI, A. MANDICH, N. FALZOI¹, P. VASSALLO, M. PETRILLO, M. BRUNOLDI¹,
D. GROSSO¹, A. PESCE¹, O. CAVALLERI¹, G. GNONE², B. VALETTINI², C. MELCHIORRE³,
G. VIANO³, M. TAIUTI¹

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

¹Dipartimento di Fisica (DIFI), Università di Genova, Via Dodecaneso, 33 - 16146 Genova, Italia.

²Costa Edutainment S.P.A., Area Porto Antico, Ponte Spinola - 16128 Genova, Italia.

³Softeco Sismat S.p.A., Via de Marini - 16149 Genova, Italia.

THE PROJECT LIFE+ WHALESAFE: DEVELOPMENT OF A PERMANENT ACOUSTIC STATION FOR THE PROTECTION OF SPERM WHALE (*PHYSETER MACROCEPHALUS*) FROM COLLISIONS IN THE LIGURIAN SEA

IL PROGETTO LIFE+ WHALESAFE: SVILUPPO DI UNA STAZIONE ACUSTICA PERMANENTE PER LA PROTEZIONE DEL CAPODOGLIO (PHYSETER MACROCEPHALUS) DALLE COLLISIONI IN MAR LIGURE

Abstract - Sperm whale (*Physeter macrocephalus*, Linnaeus 1758) is an endangered cetacean species, particularly sensitive to noise pollution and highly vulnerable to ship strikes. In the framework of the Life+ Nature WHALESAFE it was realized an interference avoidance system capable to detect and track sperm whale, to identify the threats and to prevent collisions and other risks by issuing warning messages in real time to ships. The permanent acoustic station is able to detect sperm whale in a range of about 7 km.

Key-words: Ligurian Sea, passive acoustic monitoring, collision, *Physeter macrocephalus*.

Introduction - The sperm whale (*Physeter macrocephalus*) is one of the largest and most widely distributed of all marine mammals (Berta and Sumich, 1999). The Mediterranean population, in the IUCN Red List is classified as Endangered, being affected by a number of anthropogenic threats. Sperm whale is a potentially affected species by increases in oceanic noise due to its long and deep dives. The species is particularly sensitive to noise pollution, resulting in changes in behaviour and distribution in response to unnatural low-frequency sounds (Reeves and Whitehead, 1997; Whitehead, 2003). Sperm whales spend long periods “rafting” and socializing at the surface between deep dives. This could make them vulnerable to ship strikes. They may be killed or injured by collisions with ships. This problem is likely to worsen as ships become more numerous, larger, and faster (Whitehead, 2003). The disturbance from intense marine traffic and collisions with vessels is a serious threat. More than 6% of the sperm whales stranded in Italy (1986-1999) and Greece (1982-2001) died after being struck by a vessel, and 6% of 51 photo-identified individuals had wounds or scars that were clearly caused by a collision (Pesante *et al.*, 2002). In the Pelagos Sanctuary, 8% of photo-identified sperm whales has evidence of propellers (Alessi *et al.*, 2014). In the framework of WHALESAFE project, was created a Controlled Area in front of Savona-Vado harbour to reduce the risk of strike between ships and cetaceans. In this work, the project and the technical details of the permanent acoustic station, still not operative, are presented and discussed.

Materials and methods - WHALESAFE, funded by the Life+ Nature programme 2013, aims to improve the conservation status of sperm whale. The concrete conservation takes action by deploying an interference avoidance system capable to detect and

track sperm whale, to identify the threats and to prevent collisions and other risks by issuing warning messages in real time to ships in the area. A Protocol of Conduct for reducing disturbance and collision risks has been developed and agreed by involved stakeholders in cooperation with the local Coast Guard branch. Upon reception of the warning messages the ships present in the area are invited to follow the protocol of conduct and the Coast Guard supervise its application. The area selected for the action is a representative “Case Study” as the special seabed features in the area, rich in submarine canyons, attracts a large number of sperm whales often emerging near to the coast. At the same time intense marine traffic interest the area due to the presence of a large commercial and passenger port which determines disturbance and high collision risks for the animals.

Results - The acoustic station is designed to automatically reconstruct the position of the animals in a 3D frame. It consists of two detection units, A (44°13.20'N; 008°29.85'E) and B (44°12.802'N; 008°29.625'E). Each unit is composed by a couple of buoys: one smaller buoy hosting four hydrophones, at 75 m depth, connected to an EthernetRio, and a compass, which provides real-time orientation of the unit. This smaller buoy is free to rotate and is connected to a bigger buoy by means of an underwater mechanical cable and a lan/power cable (data flows through the cable from the smaller to the biggest buoy, while power flow at inverse direction). The biggest buoy moored to the seabed, hosts a solar panel, which powers two batteries, a CompactRIO that performs first sound analysis to reveal sperm whale presence, a GPS and a 3G antenna for data transmission. The information is transmitted to a central monitoring and alarm generation centre via 3G. The centre confirms the presence of sperm whales, compute their position and send a warning message to the local maritime authority to issue warning and alarm message to ships in the area. The comparison with the location of the ships (provided by the VTS of the Savona Coast Guard) allows the evaluation of the collision risk level. The improved permanent acoustic station has a sperm whale detection range of about 7 km.

Conclusions - The approach of WHALESAFE project will ensure species protection improvement, sustainable coexistence of sperm whale and anthropic activities and will promote responsible usage of the sea. The system here presented is innovative as it will prevent ship strikes by monitoring and tracking animals underwater, by acoustic means. This aspect is fundamental considering that sperm whales spend $\frac{3}{4}$ of their time underwater. The acoustic station is easily replicable in other areas and it is conceived to operate with low maintenance costs.

References

- ALESSI J., AÏSSI M., FIORI C. (2014) - Photo-identification of sperm whales in the North-western Mediterranean Sea: an assessment of natural markings. *Aquat. Conserv.*, **24** (Suppl. 1): 11-22.
- BERTA A., SUMICH J.L. (1999) - *Marine mammals: evolutionary biology*. Academic Press, NY: 428 pp.
- PESANTE G., COLLET A., DHERMAIN F., FRANTZIS A., PANIGADA S., PODESTÀ M., ZANARDELLI M. (2002) - Review of collisions in the Mediterranean Sea. In: Pesante G., Panigada S., Zanardelli M. (eds), *Proceedings of the Workshop “Collisions between cetaceans and vessels: can we find solutions?”*. 15th European Cetacean Society Conference. Roma, Italy, 6 May 2001: 5-12.
- REEVES R.R., WHITEHEAD H. (1997) - Status of the sperm whale, *Physeter macrocephalus*, in Canada. *Can. Field-Nat.*, **111**: 293-307.
- WHITEHEAD H., MACLEOD C.D., RODHOUSE P. (2003) - Differences in niche breadth among some teuthivorous mesopelagic marine mammals. *Mar. Mammal. Sci.*, **19**: 400-406.

M. AZZOLIN^{1,2,3}, A. GIOVANNINI², E. PAPALE⁴, M. REGGENTE⁵, C. GIACOMA¹

¹Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Turin, Italy.

²Gaia Research Institute Onlus, Italy.

³Thalassa, Torino, Italy.
tursiope.ve@libero.it

⁴Bioacoustics Lab., IAMC-CNR, Capo Granitola, Italy.

⁵Department of Biology, University of Milano-Bicocca, Milano, Italy.

ANALYSIS OF THE VOCAL REPERTOIRE OF *STENELLA*
COERULEOALBA IN THE GULF OF CORINTH (IONIAN SEA):
“NACCHERE” PRODUCTION IN RELATION
TO TIME AND NUMBER OF ANIMALS

ANALISI DEL REPERTORIO VOCALE DI STENELLA
COERULEOALBA NEL GOLFO DI CORINTO (MAR IONIO):
LA PRODUZIONE DI NACCHERE IN RELAZIONE
ALL'ORA DEL GIORNO E ALLA DIMENSIONE DEL GRUPPO

Abstract - During the summers of 2009-2011 striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*, Meyen 1833) acoustic data were collected in the Gulf of Corinth, in order to study the vocal repertoire of the species. In 43 surveys, and 10.32 hours of acoustic data, 321 “nacchere” were found. The mean frequency of the peak of intensity of “nacchere” resulted 3816 Hz. When present in a recording session the mean “nacchere” emission rate resulted 2.9 nacchere/minute. The analysis of emission in relation to daylight showed a greater production of “nacchere” during the evening (17-19) and their absence during the central part of the day (9-15). The analysis of the number of emitted “nacchere”, divided by number of animals present in the observed group, and related to group size, showed that there is not correlation among “nacchere” production and number of animals.

Key-words: striped dolphin, vocal behaviour, nacchere, Ionian Sea.

Introduction - Striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*, Meyen 1833) is the most abundant cetacean of the Mediterranean Sea. In order to investigate the striped dolphin's vocal behaviour, the characteristics of the sounds emitted by the individuals inhabiting the Gulf of Corinth were collected and analyzed. Striped dolphin is usually considered a pelagic species, but the peculiar characteristics of the Gulf of Corinth, such as deep water, the systematic occurrence of wind-driven upwelling currents and the steep slope along its coasts, make it an optimal area for the species (Bearzi *et al.*, 2011). Acoustic data were then collected in this area because in the long and deep Gulf of Corinth, striped dolphins are encountered more frequently (0.043 sightings/km) (Frantzis *et al.*, 2003) than in the neighbouring waters of the Ionian Sea (0.001 sightings/km) (Azzolin *et al.*, 2011). The vocalisations emitted by striped dolphin and defined as “nacchere” were first named by Pavan *et al.* (2005) and Manghi *et al.* (2005). The “nacchere” are “pulsed sound”, similar to “click”, with a peak of intensity at low frequency (Fossati, 2011). In the present project the daily emission rate of “nacchere” was analysed as well as the emission rate in relation to group size.

Materials and methods - Data collection was conducted during the summers 2009-2011. Acoustic and visual monitoring was carried out during daylight hours (9.00-19.00), because dolphins had to be visible for species recognition. Once a group of striped dolphins was located, they were closely approached to exclude the presence of other species and to allow counting of individuals present in a group. The boat then slowed down or stopped, to record dolphins. Each recording lasted at

least two minutes and stopped only when the dolphins swam away. Acoustic signals were collected using an omnidirectional hydrophone Benthos AQ-4. They were not amplified neither filtered and a M-Audio microtrack digitized them at a sampling rate of 96 kHz and stored it on an CF card. The acoustic recordings were visualized and analysed with Raven Pro 1.4 (Cornell Lab of Ornithology, USA). Daylight hours were grouped into the five following clusters: 1) 9-11; 2) 11-13; 3) 13-15; 4) 15-17; 5) 17-19. Number of individuals was grouped into the three following clusters: a) 1-10, b) 11-20, c) 21-60.

Results - During the three years of study, 75 surveys were conducted, 81 sightings were recorded, and acoustical data were collected in 43 of them. In the 10.32 hours of acoustic data analyzed, 75614 “clicks”, 3051 “whistles” and 321 “nacchere” were found. The manual analysis of the spectrogram of “nacchere”, showed that the mean frequency of the peak of intensity was 3816 Hz. “Nacchere” were not recorded in 2009. When present in a recording session the mean “nacchere” emission rate resulted 2.9 nacchere/minute. For the entire period of study, the mean group size was 14 individuals. The analysis of emission rate of “nacchere” in relation to daylight hours showed the absence of this vocalisation for the clusters 1-3, its appearance in cluster 4 and the maximum presence in cluster 5 (17-19). Kruskal-Wallis Test confirmed that “nacchere” emission rate is significantly greater from 17 to 19 ($X^2=10.46$; $df=4$; $P=0.03$). The analysis of emission rate of “nacchere” divided by number of animals present in the observed group and related to group size showed that this vocalisation is more frequent in small group (1-10 individuals) than in larger group. Nevertheless the Kruskal-Wallis Test showed that this difference is not statistically significant.

Conclusions - The results of the present study highlight that “nacchere” are produced less frequently than other vocalisations. For the first time the mean frequency of the intensity peak is reported. The increasing occurrence of “nacchere” during the evening corresponds to what highlighted by Fossati (2011) for the Ligurian Sea, with a major presence of “nacchere” during the evening and the night. In the future it would be interesting to collect data also at night in order to investigate the relation among “nacchere” production and feeding activity linked to the nocturnal vertical migration of preys.

References

- AZZOLIN M., GALLI A., GIACOMA C., GIOVANNINI A., RONCHETTI F., PAPALE E. (2011) - Valutazione dell'influenza delle variabili ambientali ed antropiche sulla distribuzione di tursiope e stenella in Grecia ionica. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 172-173.
- BEARZI G., BONIZZONI S., AGAZZI S., GONZALVO J., CURREY R.J.C. (2011) - Striped dolphins and short-beaked common dolphins in the Gulf of Corinth, Greece: abundance estimates from dorsal fin photographs. *Mar. Mammal. Sci.*, **27** (3): 165-184.
- FOSSATI (2011) - *Analisi Bioacustiche di vocalizzazioni di Stenella coeruleoalba (Meyen, 1833) nel Mar Mediterraneo*. Tesi di dottorato di ricerca in Biologia del Comportamento, Ciclo XXIII, Università di Parma: 1-61.
- FRANTZIS A., ALEXIADOU P., PAXIMADIS G., POLITI E., GANNIER A., CORSINI-FOKA M. (2003) - Current knowledge of the cetacean fauna of the Greek Seas. *J. Cetacean Res. Manage.*, **5**: 219-232.
- MANGHI M., FOSSATI C., PAVAN G., PRIANO M. (2005) - Diel occurrence of characteristic acoustic emission in feeding striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). In: Evans P.G.H., Anderwald P., Andre M. (eds), *Proceedings of the 17th Annual Conference of the European Cetacean Society*: 65-67.
- PAVAN G., FOSSATI C., MANGHI M., PRIANO M. (2005) - Nacchere: an acoustic behavior of striped dolphins. In: Evans P.G.H., Anderwald P., Andre M. (eds), *Proceedings of the 17th Annual Conference of the European Cetacean Society*: 72.

L. BITTAU^{1,2}, R. MANCONI^{1,2}

¹Dipartimento di Scienze della Natura e del Territorio (DIPNET), Università di Sassari,
Via Muroni, 25 - 07100 Sassari, Italia.

²SEAME Sardinia Onlus, Vill. Piras, Via delle Ginestre, 6 - 07024 La Maddalena (OT), Italia.
lbittau@uniss.it

PRESENZA DI ZIFIO (*ZIPHIUS CAVIROSTRIS*) AL LARGO DELLA SARDEGNA NORD-ORIENTALE (CANYON DI CAPRERA)
PRESENCE OF CUVIER'S BEAKED WHALE (*ZIPHIUS CAVIROSTRIS*) OFFSHORE NORTH-EASTERN SARDINIA (CAPRERA CANYON)

Abstract - We investigated presence and distribution of Cuvier's beaked whale (*Ziphius cavirostris*) during the three-years systematic and opportunistic surveys carried out in the Caprera Canyon area (off North-eastern Sardinia). A total of 64 sightings were recorded. The mean encounter rate value in the study area was $ER_{Zc}=1.89$. Preliminary results as well as regular sightings of newborns and calves highlighted the study area as a favourable habitat for *Z. cavirostris* and pointed out the special conservation interest of the entire central Tyrrhenian Sea for this cryptic beaked whale species.

Key-words: cetacean, Ziphiidae, beaked whales, encounter rate, central Tyrrhenian Sea.

Introduzione - *Ziphius cavirostris* Cuvier, 1823 è considerato l'unico cetaceo odontocete appartenente alla famiglia Ziphiidae regolarmente presente in Mediterraneo (Notarbartolo di Sciarra e Demma, 2004) anche se la sua distribuzione e abbondanza sono ancora poco conosciute. La subpopolazione mediterranea di zifio è attualmente classificata come *Data Deficient* nella Lista Rossa IUCN (Cañadas, 2012). Gli avvistamenti (Gannier, 2011; Bittau *et al.*, 2013) e gli spiaggiamenti (Podestà *et al.*, 2006) nel Mar Tirreno centrale indicano che questo bacino costituisce un habitat favorevole per lo zifio. Lo scopo di questo studio è indagare la presenza e distribuzione di zifio nell'area del Canyon di Caprera considerato un *hot spot* di cetacei nel Mar Tirreno centro-occidentale a nord-est della Sardegna (Bittau e Manconi, 2011).

Materiali e metodi - I dati sono stati raccolti nell'area del Canyon di Caprera, nell'ambito di uno studio sui cetacei pelagici, durante 86 giorni di campionamenti dedicati (gennaio 2011 - ottobre 2013) utilizzando sia imbarcazioni per indagini sistematiche che opportunistiche (*whale watching*). Il campionamento secondo la tecnica della ricerca visiva in condizioni meteo-marine ottimali ($\pm 30'$ da alba/tramonto, Beaufort ≤ 3 , Douglas ≤ 2 , visibilità ≥ 5 km, *swell* ca. $\leq 0,5$ m) con almeno tre osservatori esperti, alla velocità di 7-10 nodi (13-19 km/h). Il percorso GPS della barca è stato registrato in continuo durante l'attività di ricerca visuale e avvistamento. Lo sforzo di campionamento (*effort*) e i dati sui gruppi incontrati sono stati elaborati utilizzando software GIS. L'*effort* è stato calcolato in base alla lunghezza dei tratti percorsi *on-effort*. Il tasso di incontro (*Encounter Rate*, ER) è stato calcolato come numero di avvistamenti/100 km *on effort*. I dati di presenza/assenza sono basati su avvistamenti *off-effort* e *on-effort*. Sono stati raccolti dati sulla taglia dei gruppi.

Risultati - Durante lo studio (2011-2013) sono stati percorsi quasi 11700 km per un totale di 3537 km *on effort*. Sono stati avvistati 64 gruppi di *Z. cavirostris* (n=140 individui) di cui 59 avvistamenti condotti *on effort* (n=127). In totale, il tasso di incontro medio di zifio è $ER_{Zc}=1,89$ (SD=2,65, SE $\pm 0,29$), mentre il tasso di incontro annuale medio ha avuto un andamento apparentemente crescente: $ER_{Zc2011}=1,09$ (SD=1,87, SE $\pm 0,35$), $ER_{Zc2012}=2,07$ (SD=2,59, SE $\pm 0,52$), $ER_{Zc2013}=2,44$ (SD=2,65,

SE±0,29). La dimensione media dei gruppi è 2,19 individui (SD=3,14, n=64, range=1-4). Durante l'intero periodo di studio sono state avvistate femmine con cuccioli e neonati, di cui uno presentava pieghe fetali evidenti e un'età stimata inferiore a 2 mesi.

Conclusioni - I nostri risultati documentano la presenza regolare di zifio nell'area del Canyon di Caprera. Il valore medio di *school size* calcolato per quest'area è simile a quello riscontrato nel Mar Ligure (2,3±1,5, range=1-11; Moulins *et al.*, 2007) in un altro *hot-spot* mediterraneo dello zifio. La presenza di cuccioli permette di ipotizzare che il canyon costituisca anche un'area di *nursery*, suggerendo la necessità di incrementare gli studi dedicati alla specie e le azioni di tutela nel Mar Tirreno centrale. L'intenso traffico marittimo e le attività di pesca *offshore* osservate nell'area del canyon durante il presente studio rappresentano un potenziale rischio per *Z. cavirostris*, ritenuta una specie sensibile all'inquinamento acustico (MacLeod e D'Amico, 2006).

Ringraziamenti: Si ringrazia la SIBM per il contributo concesso al proseguimento delle ricerche su *Z. cavirostris*. Si ringrazia *Whale Watching Sardinia* (Poltu Quatu, Arzachena) per aver reso possibile questo studio ed il Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena e UNEP RAC/SPA per il fondamentale supporto.

Bibliografia

- BITTAU L., GILIOLI V., MANCONI R. (2013) - Diversità e distribuzione dei cetacei al margine sud-orientale del Santuario Pelagos (Sardegna nord-est). *Biol. Mar. Mediterr.*, **20** (1): 168-169.
- BITTAU L., MANCONI R. (2011) - Il Canyon di Caprera: un hot spot di cetacei nel Mar Tirreno centrale? *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 332-333.
- CAÑADAS A. (2012) - *Ziphius cavirostris* (Mediterranean subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2012. <http://www.iucnredlist.org/details/16381144/0> (accessed 20 January 2016).
- GANNIER A. (2011) - Using existing data and focused surveys to highlight Cuvier's beaked whales favourable areas: a case study in the central Tyrrhenian Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, **63** (1): 10-17.
- MACLEOD C.D., D'AMICO A. (2006) - A review of beaked whale behaviour and ecology in relation to assessing and mitigating impacts of anthropogenic noise. *J. Cetacean Res. Manage.*, **7** (3): 211-221.
- MOULINS A., ROSSO M., NANI B., WÜRTZ M. (2007) - Aspects of the distribution of Cuvier's beaked whale (*Ziphius cavirostris*) in relation to topographic features in the Pelagos Sanctuary (North-western Mediterranean Sea). *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **87** (1): 177-186.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G., DEMMA M. (2004) - *Guida dei mammiferi marini del Mediterraneo*. 3ª Ed. Franco Muzzio Ed., Padova: 264 pp.
- PODESTÀ M., D'AMICO A., PAVAN G., DROUGAS A., KOMNENOU A., PORTUNATO N. (2006) - A review of Cuvier's beaked whale strandings in the Mediterranean Sea. *J. Cetacean Res. Manage.*, **7** (3): 251-261.

M. AZZOLIN^{1,2,3}, A. ARCANGELI⁴, I. CAMPANA⁵, R. CROSTI⁶, A. GIOVANNINI²,
M. PARABOSCHI⁶, M. RAMAZIO⁷, E. TURANO^{1,2}, T. VLACHOGIANNI⁸,
A. ZAMPOLLO^{1,2}, C. GIACOMA¹

¹Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino, Italia.

²Gaia Research Institute Onlus, Italia.

³Thalassa, Torino, Italia.

tursiope.ve@libero.it

⁴ISPRA-NAT, Roma, Italia.

⁵Università della Tuscia, Viterbo, Italia.

⁶Accademia del Leviatano, Roma, Italia.

⁷Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia.

⁸MIO-ECSDE, Atene, Grecia.

CONSERVAZIONE DI *TURSIOPS TRUNCATUS* E *STENELLA COERULEOALBA* IN ADRIATICO E MAR IONIO

TURSIOPS TRUNCATUS AND STENELLA COERULEOALBA CONSERVATION IN THE ADRIATIC AND IONIAN SEA

Abstract - In December 2014 a systematic survey of cetaceans started in the Adriatic and Ionian Sea, employing ferry as platform of observation simultaneously with maritime traffic and floating marine macro litter monitoring. During the first monitoring season (December 2014 - November 2015) 9000 km (190 hours) of effort were conducted in good weather condition, and 60 sightings of cetaceans belonging to 4 species were realised. The mean sighting per unit effort (SPUE) of the whole period was 0.007 (sight/km effort). Striped (*Stenella coeruleoalba*, Meyen 1833) and bottlenose (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) dolphins were the two most sighted species, with respectively 26 and 22 sightings (SPUE: 0.003 and 0.002). Presence and distribution of species varied among the seasons. Anthropogenic pressures, such as maritime traffic and marine litter, were also monitored while looking for cetaceans. The results of the first monitoring season highlighted that the boat traffic is greater in absence of dolphins than in presence of them, and that the marine litter is more abundant in the investigated area than in the western Mediterranean, with a greater pollution of the Adriatic Sea compared to the Ionian Sea. Both data on cetacean's presence and anthropogenic pressures should be taken into account while assessing cetacean's state of conservation in a specific area.

Key-words: *Tursiops truncatus*, *Stenella coeruleoalba*, Adriatic Sea, Ionian Sea, marine litter.

Introduzione - Nel triennio 2008-2010 l'attività di ricerca condotta dai ricercatori di Gaia Research Institute Onlus e di Università di Torino, a bordo di un'imbarcazione a vela, tra il nord dell'isola di Corfù e il sud dell'isola di Lefkada, ha evidenziato la regolare presenza di cetacei in questa porzione di Mar Ionio. Le due specie più avvistate in questa area sono risultate tursiope (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) e stenella (*Stenella coeruleoalba*, Meyen 1833) (Azzolin *et al.*, 2011). A partire dal 2007 ISPRA-NAT ha realizzato un programma di monitoraggio cetacei lungo le rotte dei traghetti che attraversano il Mediterraneo, in collaborazione con enti di ricerca, ONG, Università e Compagnie di Navigazione (Fig. 1). Lo scopo di questo programma di monitoraggio è la raccolta dati relativi a presenza, distribuzione e abbondanza relativa dei cetacei, su larga scala. Al fine di incrementare le conoscenze utili a stabilire lo status di conservazione delle specie, il protocollo di monitoraggio del network prevede anche la raccolta sistematica di dati sulle pressioni antropiche quali il traffico marittimo e i macro-rifiuti galleggianti in mare (Arcangeli *et al.*, 2015). Traffico marittimo e rifiuti marini, infatti, vengono considerati, sia dalle valutazioni delle Liste Rosse IUCN, sia dal reporting della Direttiva Habitat (art. 17) come principali minacce per i cetacei.

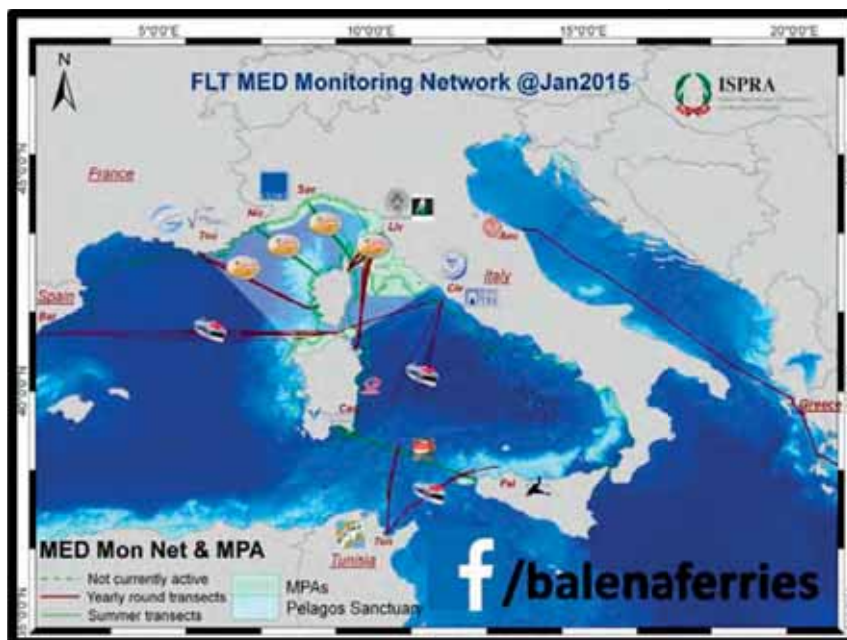


Fig. 1 - Rotte attive del *Fixed Line Transect Monitoring Network* coordinato da ISPRA.
Fixed Line Transect Monitoring Network coordinated by ISPRA.

A questo programma hanno recentemente aderito anche i ricercatori di Gaia Research Institute Onlus e di Università di Torino. A dicembre 2014 è iniziato il monitoraggio lungo la rotta fissa trans regionale di 1300 km, che attraversa Adriatico e Ionio, da Ancona ad Igoumenitsa e Patrasso. L'attivazione di questo transetto ha consentito di estendere su un'area più vasta il monitoraggio portato avanti negli anni 2008-2010.

Materiali e metodi - L'attività di monitoraggio è regolarmente condotta dal ponte di comando del traghetto, nel corso delle ore diurne, in condizioni meteo-marine e di visibilità favorevoli. Nel corso della navigazione, osservatori esperti si posizionano su entrambi i lati del traghetto per poter monitorare la presenza dei cetacei, identificarne la specie e rilevare la dimensione dei gruppi. Il monitoraggio viene effettuato ad occhio nudo e gli avvistamenti vengono confermati con binocolo (7×50). La posizione degli avvistamenti, così come il tracciato dello sforzo di monitoraggio, vengono rilevati con un GPS portatile. Ogni qual volta le condizioni meteo-marine cambiano vengono annotate la posizione, l'intensità del vento (scala Beaufort) e lo stato del mare (scala Douglas), rilevati ad occhio nudo e confermati dagli strumenti di navigazione del traghetto. Oltre ai dati sulla distribuzione dei cetacei vengono raccolti in maniera sistematica anche dati su: traffico marittimo e macro rifiuti. Il traffico marittimo viene valutato con monitoraggio regolare volto a quantificare il numero di grandi imbarcazioni sia in presenza sia in assenza di avvistamenti di cetacei. I dati rilevati a bordo sono successivamente integrati con i dati AIS di *MarineTraffic*. La presenza di macro rifiuti marini galleggianti maggiori di 20 cm viene invece valutata con monitoraggio continuo lungo uno *strip transect*.

Risultati - Durante la prima stagione di monitoraggio (dicembre 2014 - novembre 2015) sono stati percorsi 9000 km (190 ore) di sforzo in condizioni meteo-marine

ottimali (Beaufort non superiore a 3; Douglas non superiore a 3) e sono stati effettuati 60 avvistamenti ripartiti tra 4 specie di cetacei: tursiope (*Tursiops truncatus*), stenella (*Stenella coeruleolba*), zifio (*Ziphius cavirostris*) e balenottera comune (*Balaenoptera physalus*). Il numero di avvistamenti per unità di sforzo (SPUE: *sighting per unit of effort*) medio per tutto il periodo e per tutte le specie cumulate insieme è risultato 0,007 (avvistamenti/km). Stenella e tursiope sono risultate le specie più avvistate, con rispettivamente 26 e 22 avvistamenti e SPUE pari a 0,003 avv./km e 0,002 avv./km. L'analisi della distribuzione delle due specie in Adriatico ha mostrato un andamento variabile tra le stagioni. Durante i mesi invernali i tursiopi sono risultati l'unica specie avvistata nella porzione settentrionale del transetto, nettamente separati dalle stenelle. In primavera le stenelle sono apparse anche più a nord, per arrivare, in estate, a sovrapporsi ai tursiopi nelle acque antistanti l'Abruzzo (43,0898 N 15,1055 E) (Fig. 2).

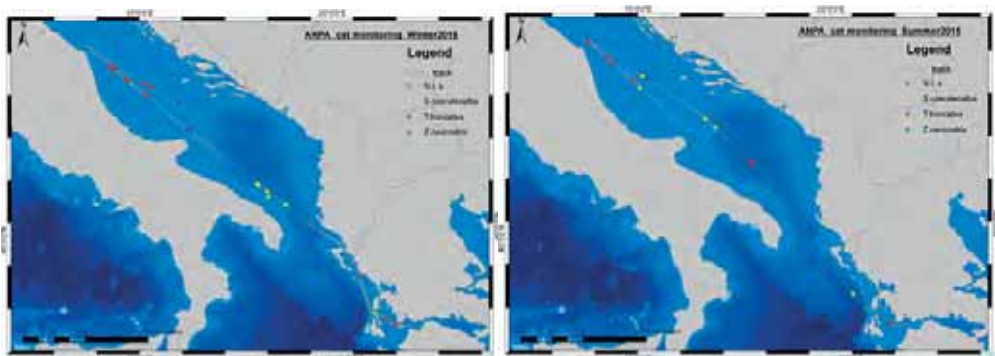


Fig. 2 - Traccianti dello sforzo di monitoraggio e avvistamenti in inverno ed estate 2015.
Surveyed transects and sighting positions of winter and summer 2015.

L'analisi dei dati di traffico nautico ha mostrato come all'interno dell'area di studio, il bacino Adriatico presenti una maggior densità di traffico marittimo (Fig. 3).

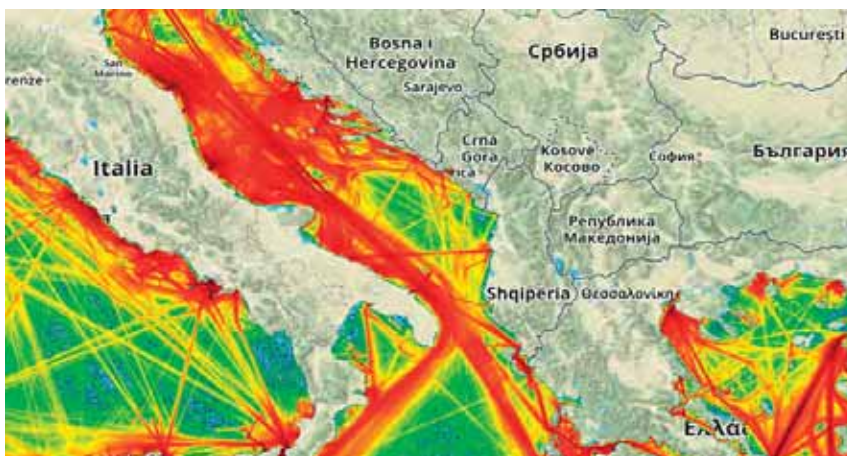


Fig. 3 - Densità di traffico marittimo per l'anno 2015 nell'area di studio (Fonte MarineTraffic).
Maritime traffic density of 2015 within the study area (from MarineTraffic).

L'analisi preliminare dei dati di compresenza di cetacei e traffico nautico ha evidenziato, come già rilevato da Campana *et al.* (2015) per altre aree del Mediterraneo, come in presenza di avvistamenti di cetacei il numero di grandi imbarcazioni sia più basso rispetto al numero di imbarcazioni in assenza di avvistamenti. La densità annuale di macro rifiuti marini è risultata essere di più di 3 oggetti per km² con valori doppi per l'Adriatico rispetto allo Ionio. In Fig. 4 è riportata la distribuzione spaziale della concentrazione dei rifiuti lungo tutto il transetto monitorato. Circa il 90% dei rifiuti è risultato costituito da polimeri artificiali (plastica e polistirolo). La maggior parte degli oggetti osservati sono risultati essere infatti buste/teli di plastica e cassette di polistirolo (anche frammenti).

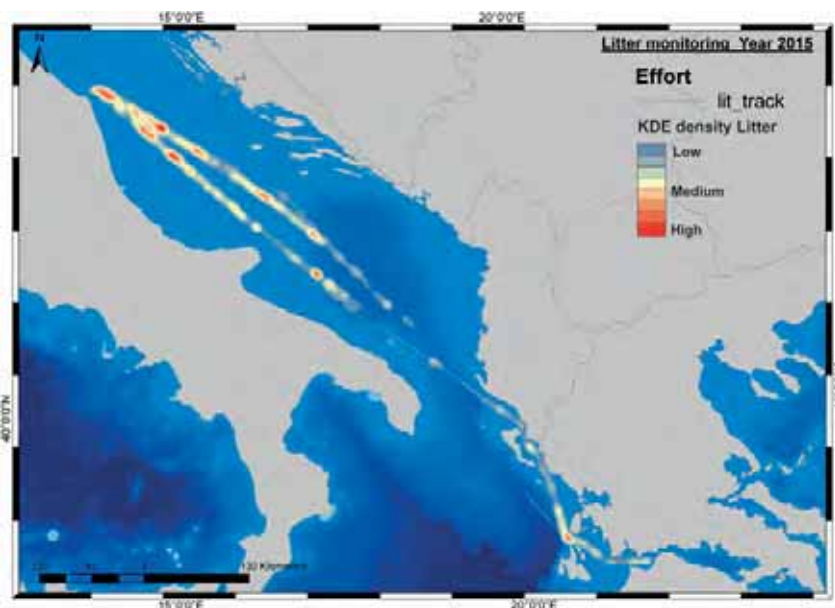


Fig. 4 - Valori di densità di macro rifiuti marini (>20 cm).
Marine macro litter density (item >20 cm).

Conclusioni - L'attivazione del transetto Ancona-Igoumenitsa-Patrasso ha consentito di monitorare la presenza e la distribuzione dei cetacei su scala maggiore, rispetto al periodo di studio precedente, estendendo il transetto ad aree più settentrionali e maggiormente distanti da costa. Adriatico e Ionio, inoltre, sono stati per la prima volta monitorati costantemente, nel corso di un intero anno solare. I risultati di questo studio confermano che le specie più presenti nell'area sono stenella e tursiope. Ulteriori analisi della distribuzione spaziale e temporale di tursiope e stenella in Adriatico e Ionio consentiranno l'elaborazione di modelli spaziali da integrare e validare con quelli precedentemente elaborati per le acque greche dello Ionio. L'elevato traffico nautico, la riduzione di avvistamenti in presenza delle grandi imbarcazioni largamente presenti, e l'elevata presenza di rifiuti mostrano come l'area adriatico-ionica risulti critica per la conservazione delle due specie oggetto d'esame, tenendo conto anche del generale depauperamento delle prede (UNEP-MAP-RAC/SPA, 2014) e della particolare forma del bacino Adriatico. In particolare, i valori di densità dei macro rifiuti sono risultati superiori a quelli rilevati da uno studio

condotto con lo stesso protocollo nel Mediterraneo occidentale (Arcangeli *et al.*, 2014) e la maggior parte degli oggetti osservati in mare è risultata potenzialmente pericolosa, in quanto costituita da oggetti che potrebbero essere scambiati con delle prede ed essere ingeriti dai cetacei. In futuro l'analisi dettagliata dei fattori antropici verrà integrata con lo studio spaziale di fattori ambientali (SST e CHLA) per spiegare la diversa distribuzione delle specie nelle stagioni e valutare lo stato di conservazione delle stesse.

Ringraziamenti: Si ringraziano gli osservatori volontari di Gaia Research Institute Onlus, di Accademia del Leviatano, di Delfini Bizantini ed i tirocinanti del Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente dell'Università Politecnica delle Marche. Si ringrazia, inoltre, la Compagnia Marittima Minoan-Grimaldi ed il loro personale di terra ed a bordo, senza cui non sarebbe stato possibile realizzare questo studio.

Bibliografia

- ARCANGELI A., AISSI M., ARAGNO P., ATZORI F., AZZOLIN M., BACCETTI N., CAMPANA I., CASTELLI A., CERRI F., CROSTI R., DAVID L., DI MEGLIO N., FRAU F., LIPPI S., LUPERINI C., MAFFUCCI F., MARINI L., MOULINS A., PARABOSCHI M., PELLEGRINO G., RUVOLO A., TEPSICH P., TRINGALI M. (2014) - Cetacei, uccelli pelagici, tartarughe marine, traffico marittimo e rifiuti marini galleggianti: potenzialità di una raccolta dati sinottica multidisciplinare nella regione marina del Mediterraneo occidentale. *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 366-368.
- ARCANGELI A., AZZOLIN M., CAMPANA I., CASTELLI A., GIACOMA C., LUPERINI C., MARINI L., PARABOSCHI M., PELLEGRINO G., RUVOLO A., TRINGALI M., VETRUGNO A., CROSTI R. (2015) - Cetaceans at risk by plastic debris: first results from the Fixed Line Transect Mediterranean monitoring network. *Biol. Mar. Mediterr.*, **22** (1): 248-249.
- AZZOLIN M., GALLI A., GIACOMA C., GIOVANNINI A., RONCHETTI F., PAPALE E. (2011) - Valutazione dell'influenza delle variabili ambientali ed antropiche sulla distribuzione di tursiope e stenella in Grecia ionica. *Biol. Mar. Mediterr.*, **18** (1): 172-173.
- CAMPANA I., CROSTI R., ANGELETTI D., CAROSSO L., DAVID L., DI-MÉGLIO N., MOULINS A., ROSSO M., TEPSICH P., ARCANGELI A. (2015) - Cetacean response to summer maritime traffic in the Western Mediterranean Sea. *Mar. Environ. Res.*, **109**: 1-8.
- UNEP-MAP-RAC/SPA (2014) - Status and Conservation of Fisheries in the Adriatic Sea. In: Farrugio H., Soldo A. (eds), *Draft internal report for the purposes of the Mediterranean Regional Workshop to facilitate the description of ecologically or biologically significant marine areas*. Malaga, Spain, 7-11 April 2014: 50 pp.

MIO-ECSDE, nell'ambito del progetto DeFishGear ha parzialmente finanziato la raccolta dei dati sui macro rifiuti marini.

S. MICCOLI SARTORI, C. FANIZZA

Ionian Dolphin Conservation, Viale Virgilio, 102 - 74121 Taranto, Italia.
serena.miccolisarto@libero.it

PRELIMINARY PHOTO-IDENTIFICATION STUDY
OF BOTTLENOSE DOLPHIN (*TURSIOPS TRUNCATUS*,
CETARTIODACTYLA: DELPHINIDAE)
IN THE GULF OF TARANTO (NORTHERN IONIAN SEA,
CENTRAL MEDITERRANEAN SEA)

*STUDIO PRELIMINARE DI FOTOIDENTIFICAZIONE
DEL TURSIOPE (TURSIOPS TRUNCATUS,
CETARTIODACTYLA: DELPHINIDAE) NEL GOLFO DI TARANTO
(MAR IONIO NORD-OCCIDENTALE, MEDITERRANEO CENTRALE)*

Abstract - A preliminary photo-identification study of *Tursiops truncatus* in the Gulf of Taranto was carried out analyzing photographs taken in two contiguous research areas (Taranto, Policoro) between 2013 and 2015. Two different photographic catalogues with 56 uniquely identified individuals were compared. Results suggested that a group of animals show site fidelity while several others were passing irregularly to temporarily visit the areas.

Key-words: cetology, photographs, identification, Gulf of Taranto, northern Ionian Sea.

Introduction - Application of photo-identification techniques to *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) in the Gulf of Taranto has very much increased our understanding of their biology, in particular their site fidelity. By photographing dorsal fins, researchers are provided with a non-invasive method of identifying and following the progress of individuals over time. Many bottlenose dolphin populations show long-term site fidelity (Blasi and Boitani, 2014). This contribution presents the results of the first photo-identification study of *Tursiops truncatus* in the Gulf of Taranto, where the species is observed with a predictable distribution of sightings (Fanizza *et al.*, 2014), including individual sighting frequency, a comparison between catalogued animals from Taranto and Policoro and the maximum distance of the sightings of individuals sighted more than once (Gnone *et al.*, 2006).

Materials and methods - During standardized vessel-based surveys, photographs of bottlenose dolphin were collected in two contiguous study areas of 130 NM each: Policoro and Taranto, from July 2013 to November 2015. Data were collected by researchers when visibility was good (≥ 1 km) and in Beaufort 4 or less. Once sighted, the dolphin groups were slowly approached in order to minimize disturbance and their positions recorded using a global positioning system (GPS). On each encounter dolphins were followed for a variable time, sufficient to attempt the photo-identification of all individuals. The photographer attempted to obtain more pictures of each dolphin, ideally showing both sides of the dorsal fin. Photographs of dorsal fins were sorted according to standard protocols, using nicks, notches, or scars (Würsig and Jefferson, 1990). We used good/optimal quality images of distinctive fins to realise two photo-identification catalogs of known individuals (Urian *et al.*, 2015). Catalogs were compared to detect any recapture of individuals.

Results - Data collection resulted in the development of two separate catalogs for a total of 56 uniquely identifiable individuals (Fig. 1). In Policoro, individual sighting frequency ranged from one (n=10) to ten (n=1) times (mean=3.4, SD= ± 2.7) and the

majority of individuals were sighted more than once (67.7%, n=21). In Taranto area no individual was sighted more than once (n=25). Twenty-five point eight percent (n=8) of individuals in Policoro catalogue were positively matched with images in the Taranto catalogue. The comparison of photographic catalogs provides the maximum distance of the sightings of individuals sighted more than once in 60 km.

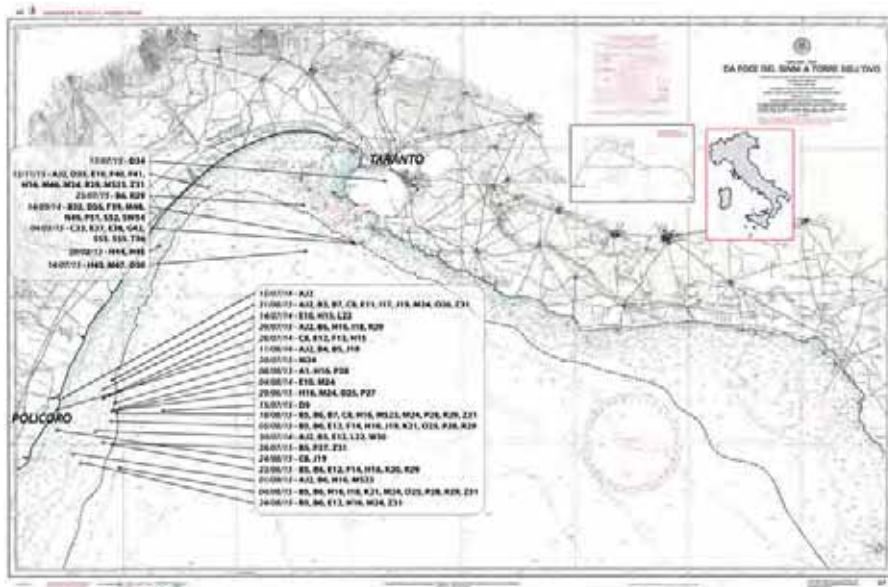


Fig. 1 - Geographic position of the identified individuals (day/month/year-individual code).

Posizione geografica degli individui identificati (giornomeselanno-codice individuo).

Conclusions - Individual sighting frequency and a comparison between catalogued animals from Taranto and Policoro suggested that a group of animals show site fidelity (Policoro) while others were passing irregularly to temporarily visit the two areas (Policoro, Taranto) (Blasi and Boitani, 2014). Results of this study are preliminary and must be confirmed by new comparison analysis on a greater number of photo identified individuals.

References

- BLASI M.F., BOITANI L. (2014) - Complex social structure of an endangered population of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Aeolian Archipelago (Italy). *PLoS ONE*, **9** (12), doi: 10.1371/journal.pone.0114849.
- FANIZZA C., DIMATTEO S., POLLAZZON V., PRUNELLA V., CARLUCCI R. (2014) - An update of cetaceans occurrence in the Gulf of Taranto (Western-Central Mediterranean Sea). *Biol. Mar. Mediterr.*, **21** (1): 373-374.
- GNONE G., NUTI S., BELLINGERI M., PANNONCINI R., BEDOCCHI D. (2006) - Comportamento spaziale di *Tursiops truncatus* lungo la costa del Mar Ligure: risultati preliminari. *Biol. Mar. Mediterr.*, **13** (2): 272-273.
- URIAN K., GORGONE A., READ A., BALMER B., WEELS R.S., BERGGREN P., DURBAN J., EGUCHI T., RAYMENT W., HAMMOND P.S. (2015) - Recommendations for photo-identification methods used in capture-recapture models with cetaceans. *Mar. Mamm. Sci.*, **31** (1): 298-321.
- WÜRSIG B., JEFFERSON T.A. (1990) - Methods of photo-identification for small cetaceans. *Rep. Int. Whal. Commn.*, **12** (Special Issue): 43-52.

D. MINELLI, S. NASINI, N. MAIO*

Museo di Anatomia comparata, Dipartimento di Scienze Biologiche Geologiche e Ambientali,
Sistema Museale di Ateneo, Università di Bologna, Via Selmi, 3 - 40126 Bologna, Italia.
daniela.minelli@unibo.it

*Dipartimento di Biologia, Università di Napoli Federico II, Edificio 7,
Via Cinthia, 26 - 80126 Napoli, Italia.

ANALISI COMPARATIVA DELLE MANDIBOLE DI MISTICETI ESPOSTE NEL MUSEO DI ANATOMIA COMPARATA DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE JAWS OF BALEEN WHALES EXPOSED IN THE MUSEUM OF COMPARATIVE ANATOMY OF THE UNIVERSITY OF BOLOGNA

Abstract - The hemimandibles of Mysticeti collections of the Museum of Comparative Anatomy at the University of Bologna have been determined: a left hemimandible of an individual found in the sea at Porto Garibaldi (Ferrara) in 2011 was compared to the jaws of the so-called "Balenottera di Mondini", holotype of *Sibbaldius mondinii* Capellini, 1877, and to an undetermined hemimandible. Based on morphological and osteometrical investigations the find was determined as *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) the other specimen was determined as *Balaenidae* gen. sp. and the "Balenottera di Mondini" was confirmed as *Balaenoptera acutorostrata* Lacépède, 1804.

Key-words: museum, marine mammals, skull, *Balaenoptera physalus*, *Balaenoptera acutorostrata*.

Introduzione - Il Museo di Anatomia comparata dell'Università di Bologna possiede la collezione ottocentesca Alessandrini (1854) e molti reperti della collezione Richiardi: tra i preparati esposti vi sono anche alcuni reperti cetologici di rilievo, tra cui lo scheletro di capodoglio (16 m), il più grande scheletro di questa specie esposto in Italia, forse in Europa (Minelli, 1987), e la "Balenottera di Mondini", reperto storico importante in quanto il più antico per la sua specie conservato in Italia. Come per molti reperti, anche l'intera collezione cetologica ha richiesto un lavoro di ricognizione per la corretta diagnosi tassonomica dei reperti (Minelli, 2014).

Materiali e metodi - In questo studio abbiamo esaminato alcuni reperti riguardanti il cranio di Mysticeti, in particolare l'emimandibola sinistra di un Mysticete rinvenuta nelle reti di un peschereccio al largo di Porto Garibaldi nel 2011, e presa recentemente in consegna dal Museo al fine di includerla nella collezione ed esporla. Abbiamo utilizzato come confronto le emimandibole presenti nella collezione storica: il cranio della "Balenottera di Mondini" (Capellini, 1877) ed anche una emimandibola di *Balaenidae* priva di qualsiasi riferimento e catalogazione.

Risultati e conclusioni - Sulla base di confronti morfologici comparativi relativi alla forma e alla curvatura della emimandibola, alla forma ed estensione della superficie articolare e del processo coronoide, e sulla base di indagini osteometriche abbiamo attribuito il reperto di Porto Garibaldi ad un giovane esemplare di *Balaenoptera physalus* (Balenottera comune) di un individuo di circa un anno di età, della lunghezza stimata di 15 m e 13 t di peso (Tomilin, 1957); il reperto possiede un processo coronoide piuttosto alto e sviluppato, più tipico del genere *Balaenoptera*, mentre un processo coronoide rudimentale, con l'apertura rotonda del canale dentale, è tipico dei *Balaenidae* (Jefferson *et al.*, 1993); inoltre la forma è molto simile alla emimandibola della "Balenottera di Mondini", anche se è stata esclusa con certezza l'appartenenza alla specie *acutorostrata* per le sue evidenti maggiori dimensioni

(Tab. 1, Fig. 1): infatti la lunghezza totale del cranio (misura condilo-premascellare) nella balenottera comune può raggiungere e superare la lunghezza di 4 m, mentre nella balenottera minore può raggiungere al massimo 190 cm di lunghezza (Cagnolaro *et al.*, 2015). Dalle nostre indagini è emerso anche che il cranio della “Balenottera di Mondini” è in realtà l’olotipo, fissato per monotipia, della specie *Sibbaldius mondinii* descritta da Capellini (ICZN, 1999). Ci proponiamo, infine, in seguito di svolgere anche indagini molecolari per confermare l’attribuzione specifica dei reperti studiati.

Tab. 1 - Misure osteometriche, espresse in cm, delle emimandibole esaminate.

Osteometrical measurements of the examined hemimandibles, expressed in cm.

Emimandibola sinistra	Lunghezza totale retta dal condilo della mandibola	Lunghezza della curva esterna della mandibola al centro del condilo	Altezza al coronoide	Altezza a metà della mandibola
<i>Balaenoptera physalus</i>	270	287	21,9	17,4
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	89	95	12,6	6,9
<i>Eubalaena glacialis</i>	393	430	32	16

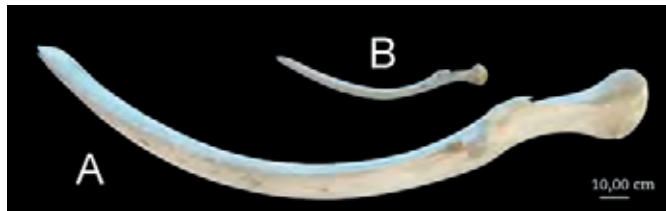


Fig. 1 - Emimandibole di *Balaenoptera physalus* (A) e di *Balaenoptera acutorostrata* (B) in veduta dorsale, le misure sono riportate nella Tab. 1.

Hemimandibles of Balaenoptera physalus (A) and of Balaenoptera acutorostrata (B) in dorsal view; the measures are listed in the Tab. 1.

Bibliografia

- ALESSANDRINI A. (1854) - *Catalogo degli oggetti e preparati più interessanti del Gabinetto d'Anatomia comparata della Pontificia Università di Bologna dalla sua fondazione all'ottobre 1852*. Tipografia Sassi nelle Spaderie, Bologna: 555 pp.
- CAGNOLARO L., COZZI B., NOTARBARTOLO DI SCIARA G., PODESTÀ M. (2015) - *Mammalia IV. Cetacea*. Vol. 49. Fauna d'Italia. Calderini Ed., Bologna: 375 pp.
- CAPELLINI G. (1877) - Sulla balenottera di Mondini, rorqual de la Mer Adriatique di G. Cuvier. Memoria letta nella sessione del 15 febbraio 1877. *Memorie dell'Accademia delle Scienze e dell'Ist. Bologna*, Serie III, 7: 413-448.
- JEFFERSON T.A., LEATHERWOOD S., WEBBER M.A. (1993) - *Marine Mammals of the World*. FAO Species Identification Guide, Rome: 320 pp.
- ICZN (1999) - *International Code of Zoological Nomenclature*. The International Trust for Zoological Nomenclature, London: 306 pp.
- MINELLI D. (2014) - La collezione cetologica del Museo di Anatomia comparata dell'Università di Bologna. *Museologia Scientifica Memorie*, 12: 162-171.
- MINELLI G. (1987) - Il Museo di Anatomia comparata. Storia Illustrata di Bologna. *I Musei dell'Università*, 7: 121-138.
- TOMILIN A.G. (1957) - *Mammals of the U.S.S.R. and adjacent countries*. 9. *Cetacea*. Izdatel'stvo Akademi Nauk SSSR, Mosca: 717 pp.

D. LAPICCIRELLA, G. GNONE*, E. BIOLCHINI*, D. PESSANI, L. FAVARO

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino,
Via Accademia Albertina, 13 - 10124 Torino, Italia.
livio.favaro@unito.it

*Acquario di Genova, Costa Edutainment SpA, Ponte Spinola - 16128 Genova, Italia.

INDIVIDUALITÀ VOCALE IN UN GRUPPO DI LAMANTINI (*TRICHECHUS MANATUS MANATUS*) IN AMBIENTE CONTROLLATO

VOCAL INDIVIDUALITY IN A GROUP OF MANATEES (*TRICHECHUS MANATUS MANATUS*) UNDER HUMAN CARE

Abstract - *The West Indian manatee is a marine mammal endemic in Central America. In manatees, vocalisations are used for social and mother-offspring communication. However, it is not clear whether vocalisations can encode information about individual identity. We collected acoustic recordings from an ex-situ group housed at Acquario di Genova. For each vocalisation, we measured several vocal parameters in order to perform a stepwise cross-validated discriminant function analysis (DFA). Our results suggest that acoustic cues of individuality are encoded in their calls. The DFA also resulted in the selection of three acoustic parameters (f_0 mean, f_0 end, and call duration) that were particularly important for vocal individuality. We recommend additional studies, using playback experiments, to investigate acoustic recognition in this species.*

Key-words: bioacoustics, marine mammals, West Indian manatee.

Introduzione - I lamantini (*Trichechus* spp.) sono mammiferi acquatici endemici in Centroamerica e Sudamerica. L'interesse per lo studio della biologia dei lamantini è cresciuto negli ultimi anni ed ha portato a nuove ricerche sia in ambiente naturale, sia in quello controllato. Crescenti sforzi sono stati indirizzati anche verso lo studio del loro comportamento acustico. Il loro repertorio vocale è semplice e comprende due tipi di vocalizzazioni: i "chearps" caratterizzati da una chiara struttura armonica e gli "squeaks" con una organizzazione non armonica (Nowacek *et al.*, 2003). Nelle vocalizzazioni tipo *chearp*, recenti studi hanno evidenziato la presenza di differenze acustiche legate al sesso, età e taglia degli animali (Sousa-Lima *et al.*, 2008). Studi più recenti si sono anche focalizzati sulle emissioni vocali dei lamantini in relazione al livello di *noise* ambientale (Miksis-Olds e Tyack, 2009) e sui meccanismi di produzione di questi segnali acustici (Landrau-Giovannetti *et al.*, 2014). Tuttavia, rimane indefinita la presenza di individualità vocale nelle vocalizzazioni di questi mammiferi. Per sopperire a questa lacuna, abbiamo verificato la presenza di stereotipie individuali nelle vocalizzazioni emesse da un gruppo di tre lamantini appartenenti alla sottospecie *Trichechus manatus manatus* (Linnaeus, 1758), ospitati presso l'Acquario di Genova.

Materiali e metodi - La raccolta delle vocalizzazioni è stata effettuata dal 2010 al 2014, per un totale di 250 ore di registrazione. I dati acustici sono stati acquisiti nella vasca dei lamantini (15,5×14,9×3 m) con un idrofono HTI-94-SSQ, immerso a 50 cm di profondità e connesso ad un registratore TASCAM DR-680 (*sampling rate* 96 kHz). Attraverso un'ispezione visiva degli spettrogrammi, con la *toolbox* BELUGA per MATLAB®, sono stati selezionati i suoni con una *signal-to-noise ratio* >10 dB. Per ciascuna vocalizzazione selezionata è stato estratto il *pitch contour* e sono stati misurati i seguenti parametri: f_0 start (Hz), f_0 end (Hz), f_0 max (Hz), f_0 min (Hz), f_0 range (Hz), f_0 mean (Hz), Time-to-min f_0 (ms), Time-to-max f_0 (ms), Durata (ms). Infine, è stata condotta un'analisi della funzione discriminante (DFA) con *cross-validation*, utilizzando l'identità degli individui come variabile di raggruppamento ed i parametri acustici come variabili discriminanti.

Risultati - I nostri risultati evidenziano che le vocalizzazioni tipo *chearp* dei lamantini presentano un elevato grado di stereotipia individuale e che le loro caratteristiche acustiche differiscono tra gli individui. Le percentuali di assegnazione corretta della DFA dei suoni all'individuo emittente variano da 64,4% a 100%. La Fig. 1 mostra, inoltre, come le vocalizzazioni dei tre individui formino dei *clusters* separati nella porzione di piano definita dalle funzioni discriminanti 1 e 2.

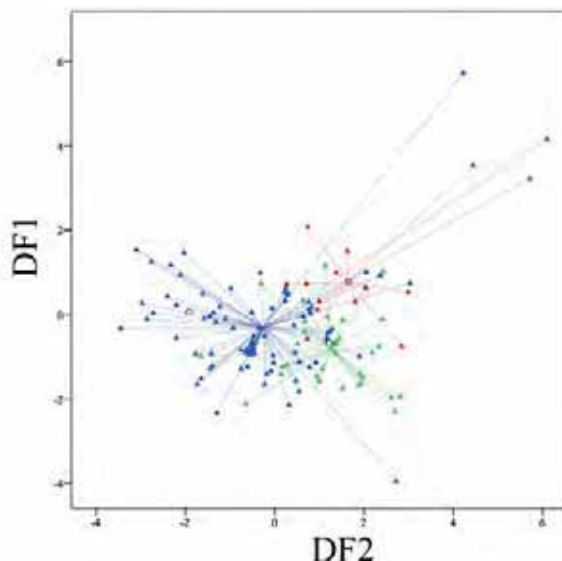


Fig. 1 - Punteggi discriminanti delle vocalizzazioni dei tre individui proiettati sul piano definitivo delle funzioni discriminanti 1 e 2.

Discriminant scores of vocalisations of the three tested individuals generated by the discriminant functions 1 and 2.

Conclusioni - I risultati avvalorano l'ipotesi che le vocalizzazioni dei lamantini possano essere utilizzate dagli animali per il riconoscimento individuale. Tuttavia, futuri studi, che prevedano l'utilizzo di *playback*, saranno necessari per dimostrare che i lamantini possono percepire le informazioni di individualità vocale contenute nei *chearp*. Il riconoscimento è importante per molteplici aspetti della vita di questi mammiferi, quali l'ambito sociale, le interazioni madre-piccolo ed il riconoscimento tra *partner* per l'accoppiamento.

Bibliografia

- LANDRAU-GIOVANNETTI N., MIGNUCCI-GIANNONI A.A., REIDENBERG J.S. (2014) - Acoustical and anatomical determination of sound production and transmission in West Indian (*Trichechus manatus*) and Amazonian (*T. inunguis*) manatees. *Anat. Rec.*, **297**: 1896-1907.
- MIKSYS-OLDS J.L., TYACK P.L. (2009) - Manatee (*Trichechus manatus*) vocalization usage in relation to environmental noise level. *J. Acoust. Soc. Am.*, **125** (3): 1806-1815.
- NOWACEK D.P., CASPER B.M., WELLS R.S., NOWACEK S.M., MANN D.A. (2003) - Intraspecific and geographic variation of West Indian manatee (*Trichechus manatus*) vocalizations. *J. Acoust. Soc. Am.*, **114** (1): 66-69.
- SOUSA-LIMA R.S., PAGLIA A.P., DA FONSECA G.A.B. (2008) - Gender, age, and identity in the isolation calls of Antillean manatees (*Trichechus manatus manatus*). *Aquatic Mammals*, **34** (1): 109-122.

INDICI

INDICE GENERALE

Tema “La pesca artigianale e l’uso sostenibile delle risorse marine. Ritorno al passato o rotte per il futuro?”

Relazione Introduttiva

FARRUGIO H. - Back to reason: from industrial to small-scale fisheries.....	2
---	---

Comunicazioni del Tema

ANELLI MONTI M., PESSA G., PRANOVI F. - Indicatori trofodinamici per lo studio dell’impatto di diverse attività di pesca lungo la fascia costiera del Veneto (Nord Italia).....	13
---	----

ORSI RELINI L., VALLARINO G. - An artisanal fishery, a centuries-long experience for the future and intriguing relations between ocean sunfish and sharks.....	17
--	----

PANZERI D., FORTIBUONI T., CARPI P., SANTOJANNI A., SOLIDORO C., LIBRALATO S. - Analisi dei dati storici di pesca dell’acciuga (<i>Engraulis encrasicolus</i> , Linnaeus, 1758) a Trieste.....	21
---	----

RAICEVICH S., GRATI F., GIOVANARDI O., SARTOR P., SBRANA M., SILVESTRI R., BAINO R., ANDALORO F., BATTAGLIA P., ROMEO T., SPAGNOLO M., DUBOIS M. - Stato, gestione e prospettive della pesca artigianale in Italia	26
--	----

Intervento Programmato

SILVESTRI R., COLELLA S., DE RANIERI S., MANNINI P. - Italian marine recreational fishery: state of the art and interactions with artisanal fishery	30
---	----

Poster del Tema

COLLA S., PRANOVI F. - Pesca artigianale e gestione della fascia costiera: due tipologie di habitat a confronto.....	37
--	----

FALSONE F., SCANNELLA D., MILISENDA G., GIUSTO G.B., VITALE S., CUSUMANO S., GANCITANO V., FIORENTINO F. - Catch composition of trammel net off the North-West coast of Strait of Sicily.....	39
---	----

MATIDDI M., ROMANELLI M., TOMASSETTI P., VANI D., DULCIC J. - New data on the presence of <i>Pomadasyus incisus</i> (Osteichthyes, Haemulidae) in the Tyrrhenian Sea and its role in the local catches.....	41
---	----

SBRANA M., MUSUMECI C., SARTINI M., SARTOR P., VIVA C. - Artisanal fishery exploitation of European hake, <i>Merluccius merluccius</i> , in the Tuscan Archipelago	43
SCAPIN L., CAVRARO F., ZUCCHETTA M., FRANZOI P. - Effects of fishery and other anthropogenic pressures on artisanal fishery catches in the Venice lagoon.....	45
VECCHIONI L., MILISENDA G., MASSI D., TITONE A., RIZZO P., BADALUCCO C., INGRANDE G., VITALE S. - Possiamo ridurre lo scarto nella pesca con il tramaglio? Il caso di studio nella AMP delle Isole Egadi	47
Tema “Organismi marini: soggetti ed indicatori di impatto ambientale”	
<i>Relazione Introduttiva</i>	
BOERO F. - Marine biodiversity and ecosystem functioning: the pillars of Good Environmental Status.....	50
<i>Comunicazioni del Tema</i>	
ZOPPINI A., AMALFITANO S., ADEMOLLO N., BENSI M., BERTO D., BONGIORNI L., CAMPANELLI A., CASENTINI B., PATROLECCO L. - L’impatto di una piena fluviale di elevata intensità su un ecosistema marino costiero: relazioni tra gli apporti di origine alloctona e l’attività microbica.....	58
CAROPPO C., MISEROCCHI S., PAGLIARA P., AZZARO M. - Effetti dei cambiamenti climatici sulla biomassa e diversità del fitoplancton nelle acque costiere artiche	62
CARONNI S., CALABRETTI C., CECCHERELLI G., DELARIA M.A., GRECHI M., MACRI G., NAVONE A., OCCHIPINTI AMBROGI A. - Gli effetti della mucillagine della microalga invasiva <i>Chrysothrix taylorii</i> Lewis & Bryan (Pelagophyceae) sulla resilienza delle macroalghe al disturbo meccanico	66
SFRISO A., BUOSI A., FACCA C., FRANZOI P., SFRISO A.A. - Macrofite e stato ecologico dell’area individuata per il passaggio delle grandi navi nella laguna di Venezia	70
BUOSI A., FACCA C., CENTANNI E., RAMPAZZO F., PONIS E., BONOMETTO A., BOSCOLO R., SFRISO A. - Le fanerogame come indicatori di stato trofico in laguna di Venezia	74
BURGOS-JUAN E., MONTEFALCONE M., FERRARI M., MORRI C., BIANCHI C.N. - A century of change in seagrass meadows of Liguria.....	78
CATUCCI E., SCARDI M. - Un approccio modellistico alla valutazione della vulnerabilità delle praterie di <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile.....	82

CABRINI M., AURIEMMA R., BERAN A., CERINO F., DE OLAZABAL A., DI POI E., FORNASARO D., NASI F. - Harmful and non indigenous species in the port of Trieste (Adriatic Sea).....	86
AURIEMMA R., NASI F., DEL NEGRO P. - The macrozoobenthic fauna of the bottoms nearby the underwater sewage duct of Trieste (northern Adriatic Sea).....	90
GORRINO A., BELCI F., PESSANI D. - Caridei (Crostacei Decapodi) di strato fogliare di <i>Posidonia oceanica</i> : possibili indicatori della condizione ambientale.....	94
BURZIO P., BATTUELLO M., MUSSAT SARTOR R., NURRA N., PESSANI D. - Analisi dell'ittiofauna e del macrobenthos sessile come strumento di confronto in aree marine sottoposte a differente grado di tutela	98
<i>Poster del Tema</i>	
BATTUELLO M., DI MUZIO G., MUSSAT SARTOR R., NURRA N., BRIZIO P., ABETE M.C., SQUADRONE S. - Chetognati come bioindicatori di metalli in traccia in un ecosistema costiero.....	102
CARELLA F., ACETO S., MOLLICA M.P., MANGONI O., DE VICO G. - Tissue lesions, gene expressions, oxidative stress and environmental data in wild populations of <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819 from the Gulf of Naples.....	104
CECERE E., PORTACCI G., PETROCELLI A. - Alien seaweeds as indicators of environmental impact: the case of the Phlegrean lakes Fusaro and Miseno (Gulf of Naples, Tyrrhenian Sea).....	106
DELL'ACQUA O., DUBOIS P., M'ZOUZI S., ASNAGHI V., CHIANTORE M. - Effetti dell'acidificazione oceanica sulle proprietà meccaniche dello scheletro del riccio antartico <i>Sterechinus neumayeri</i>	108
LO BRUTTO S., IACIOFANO D., SCHIMMENTI E., LUBINEVSKY H., GALIL B.S., BAZAN G. - Environmental quality of soft-bottom in Haifa Bay (Israel): amphipod assemblages.....	110
MAGAGNINI M., BIGAZZI D., GIACCAGLIA L., CATALANO V., PEDUTO F., SESSA F., DI STEFANO F., ARMENI M., RANESI D. - Biodiversità del macrozoobenthos nei sedimenti costieri del Golfo di Salerno	112
REDOLFI BRISTOL S., CAVRARO F., FIORIN R., ZUCCHETTA M., FRANZOI P. - Monitoraggio biennale degli ingressi di uova, larve e giovanili di pesci in laguna di Venezia	114
RIZZO L., ACQUAVIVA M.I., CECERE E., NARRACCI M., PETROCELLI A., STABILI L., CAVALLO R.A. - L'alga invasiva <i>Undaria pinnatifida</i> (Laminariales, Phaeophyceae): una fonte di composti antibatterici.....	116

SQUADRONE S., FAVARO L., BRIZIO P., MONACO G., ISAJA V., ABETE M.C. - Contenuto di elementi in traccia nelle penne di pinguini africani (<i>Spheniscus demersus</i> Linnaeus, 1758) ospitati <i>ex-situ</i>	118
--	-----

Tema “Innovazioni in acquacoltura: produzioni e tecnologie”

Relazione Introduttiva

SARÁ G. - Verso le nuove sfide dell’acquacoltura italiana attraverso una visione proattiva ed ecosistemica in un contesto di cambiamento globale.....	122
---	-----

Comunicazioni del Tema

BRIGOLIN D., FORCHINO A.A., PORPORATO E.M.D., PASTRES R. - Combining models and satellite data for the allocation of areas to shellfish farming along the Adriatic coast	136
--	-----

CHIANTORE M., FERRANTI M.P., DE LA FUENTE G., SHPIGEL M., ROSENFELD H., BRUNNER L., KELLY M., JAMES P., SIIKAVUOPIO S., FANELLI G., PRATO E., BASILE G., CHAMBERLAIN J., ADDIS P., ANGIONI A., JÓHANSSON R., ORN ASMUNDSSON O., TAMPONI G., HANNON C., GUDNASON A., TARRAB K. - ResUrch: research & technological development to improve economic profitability and environmental sustainability of sea urchin farming.....	138
--	-----

CHIANTORE M., PECORINO D., POVERO P., OLIVARI E., MONTEGGIA D. - A European scale comparison of off-shore mariculture farms shows good environmental sustainability and scope for growth.....	142
--	-----

TULLI F., BRUNO M., MESSINA M., CARDINALETTI G., GIORGI G., GALGANI I., TREDICI M.R., CHINI ZITTELLI G., POLI B.M., TIBALDI E. - Risposta del branzino (<i>Dicentrarchus labrax</i>) a diete che includono microalghe marine quali ingredienti sostenibili	146
---	-----

Poster del Tema

CARUSO G., SARÁ G. - Indagini microbiologiche di supporto ad attività di policoltura nel Golfo di Castellammare (TP, Sicilia).....	150
---	-----

FABBROCINI A., MASELLI M.M.A., PELOSI S., D’ADAMO R. - Nuove tecnologie per l’echinocoltura: maturazione ripetuta di esemplari di <i>Paracentrotus lividus</i> stabulati in condizioni controllate.....	152
---	-----

FANELLI G., BIANDOLINO F., PARLAPIANO I., PAPA L., PRATO E. - Indice di condizione, resa delle carni e indice gonadosomatico di <i>Flexopecten glaber</i> (Mollusca, Bivalvia) nel Golfo di Taranto	154
---	-----

MONTEGGIA D., PECORINO D., ANGELINI C., MANDICH A., BONALDO M. - Food safety and animal welfare in IMTA farms: old concerns in a new scenario.....	156
--	-----

PAGLIARANI A., CIMA F., VENTRELLA V., FABBRI M., NESCI S., SERRATORE P., VOLPE E., CIULLI S. - Risposta antiossidante e immunitaria in vongole (<i>Ruditapes philippinarum</i>) esposte ad un germicida commerciale.....	158
PRATO E., BIANDOLINO F., ADDIS P., ANGIONI A., SECCI M., PARLAPIANO I., PAPA L., FANELLI G. - Qualità sensoriali delle gonadi di <i>Paracentrotus lividus</i> allevati con due diete artificiali.....	160
SFRISO A.A., GALLO M., BALDI F. - Carbohydrate and agar yield: preliminary insights on seasonal variations in <i>Ulva</i> and three Gracilariaceae.....	162
STABILI L., CECERE E., FALZONE M., GIANGRANDE A., LATERZA F., LICCIANO M., NOTARANGELO M., PETROCELLI A., PORTACCI G., SANTAMARIA F., SICURO B. - Un mangime innovativo da policheti e macroalghe per l'allevamento di stadi giovanili di <i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758).....	167
 Tema "Biocostruttori"	
<i>Relazione Introduttiva</i>	
BAVESTRELLO G., BERTOLINO M., BETTI F., BIANCHI C.N., BO M., CATTANEO-VIETTI R., MONTEFALCONE M., MORRI C. - Nuove prospettive nello studio del coralligeno mediterraneo	170
 <i>Comunicazioni del Tema</i>	
CIBIC T., ROGELJA M., QUERIN S., SEGARICH M., DEL NEGRO P. - Microphytobenthic community development under different hydrodynamic conditions nearby the rocky outcrops of the northern Adriatic Sea	174
COSSU A., DE LUCA M. - Indagine sui fondi duri ai fini della attuazione della Direttiva della Strategia Marina - Sardegna settentrionale	178
FALACE A., PEZZOLESI L., KALEBS., ALVITO A., DONNARUMMA L., DI STEFANO F., ABBIATI M., BADALAMENTI F., BAVESTRELLO G., BENEDETTI-CECCHI L., BOERO F., CANNAS R., CERRANO C., MASTROTOTARO F., CHIMIENTI G., PONTI M., RUSSO G.F., SANDULLI R., RINDI F. - Distribution of bioconstructor coralline algae of the genus <i>Lithophyllum</i> along the Italian shores.....	182
LA PORTA B., LA PORTA G. - Analisi della dinamica di crescita di popolazioni di <i>Sabellaria alveolata</i> nel Tirreno centrale	186
OPRANDI A., MONTEFALCONE M., MUSUMECI S., MORRI C., POVERO P., BAVESTRELLO G., BIANCHI C.N. - Bioconstruction in the Marine Protected Area of Portofino (Ligurian Sea).....	190
PIAZZI L., CECCHERELLI G., LA MANNA G., GUALA I., CECCHI E., SERENA F., BIANCHI C.N., MORRI C., MONTEFALCONE M. -	

Differenze tra popolamenti coralligeni lungo un gradiente di pressione antropica	194
--	-----

Poster del Tema

DONNARUMMA L., DI STEFANO F., APPOLLONI L., SANDULLI R., RUSSO G.F. - Spatial distribution of <i>Lithophyllum byssoides</i> in the Costa degli Infreschi e della Masseta Marine Protected Area.....	198
---	-----

FERRIGNO F., SANDULLI R., RUSSO G.F. - Fishing pressure on coralligenous assemblages of “Secchitiello” shoal (Gulf of Naples, Italy).....	200
---	-----

LA MARCA E.C., FRANZITTA G., CAPRUZZI E., MILAZZO M., CHEMELLO R. - Substratum recognition as settlement cue for larvae of <i>Dendropoma cristatum</i> (Biondi, 1859).....	202
--	-----

MUSCO L., PIPITONE C., AGNETTA D., ALAGNA A., D'ANNA G., DI STEFANO G., GIACALONE V.M., GRISTINA M., PRADA F., VEGA FERNÁNDEZ T., BADALAMENTI F. - Distribution of the orange stony coral <i>Astroides calycularis</i> along the Italian coasts.....	204
--	-----

STIPCICH P., CASOLI E., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. - Caratterizzazione dei popolamenti associati agli habitat dominati da <i>Eunicella cavolini</i> (Koch, 1887) e <i>Paramuricea clavata</i> (Risso, 1826) dell'Isola del Giglio, Toscana.....	207
---	-----

STIPCICH P., PARDI G., CAREDDU G., ZANELLO A., CECCHERELLI G., LA MANNA G., PIAZZI L. - Struttura e qualità ecologica (indice ESCA) dei popolamenti coralligeni dell'Isola dell'Asinara	209
---	-----

TARGUSI M., PAZZINI A., FRANCESCHINI G., LA PORTA B., LATTANZI L., LA VALLE P., PROIETTI R., PAGANELLI D., GRANDE V., MOSCHIN G., FOGLINI F., REMIA A., PIAZZA R., CORREGGIARI A., NICOLETTI L. - Segnalazione di nuovi affioramenti rocciosi recentemente rinvenuti in Alto Adriatico.....	211
---	-----

Poster del Comitato Benthos

BELLONI G., CALABRETTI C., CITTERIO S., DELARIA M.A., MACRI G., NAVONE A., PANZALIS P., CARONNI S. - Effetto dell'arricchimento di nutrienti sulle fioriture della microalga <i>Chrysothrix taylorii</i>	214
--	-----

BERNAT P., MOLINARI A. - Northernmost record of the alien sea hare <i>Aplysia dactylomela</i> Rang, 1828 (Opisthobranchia, Aplysiidae) in the Mediterranean Sea.....	216
--	-----

CHIMIENTI G., MASTROTOTARO F., PANETTA P. - Secrets in the sands: micromolluscs of Isole Tremiti MPA	218
--	-----

COSTA G., PINNA S., BONAVIRI C., PADIGLIA A., BERTOLINO M., PRONZATO R., MANCONI R. - La spongofauna (Porifera) del <i>barren</i> della costa dalmata meridionale (Mar Adriatico).....	222
FERRARIO J., ULMAN A., MARCHINI A., SARACINO F., OCCHIPINTI AMBROGI A. - Non-indigenous fouling species in the marina of Rome	224
GUALA I., MAGNANI L., FARINA S., PIAZZI L., OLIVA S., PIRES DA SILVA R., CECCHERELLI G. - Out of the frying pan into the fire: is protection harmful to sea urchins hidden in seagrass meadows?.....	226
MARCHINI A., BEFFA M.L., FERRARIO J., OCCHIPINTI AMBROGI A. - Ritrovamenti del raro isopode <i>Eisothistos macrurus</i> Wägele, 1979 in Sardegna e Liguria e considerazioni sulla sua distribuzione mediterranea.....	228
MOLINARI A., BERNAT P. - Preliminary investigation on the <i>Pinna nobilis</i> L., 1758 populations in 5 Ligurian coastal areas.....	230
MUSSAT SARTOR R., BATTUELLO M., NURRA N., SQUADRONE S. - Sulla presenza di <i>Ganonema farinosum</i> (Rhodophyta, Liagoraceae) lungo le coste dell'AMP Isola di Bergeggi (Mar Ligure).....	232
NEPOTE E., BETTI F., BO M., BAVESTRELLO G., PANSINI M., BERTOLINO M. - Confronto della comunità a poriferi di una grotta semisommersa del Mar Ligure a distanza di 54 anni.....	234
NURRA N., COLLETTI A., MUSSAT SARTOR R. - Atlante dei Rissoidae di strato fogliare di <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile.....	236
PADIGLIA A., CUBEDDU T., CADEDDU B., DEMURTAS D., PRONZATO R., MANCONI R. - Spugne cornee (Porifera: Demospongiae: Keratosa) spiaggiate in Sardegna: dati preliminari.....	238
PREVEDELLI D., FAI S., RIGHI S., SIMONINI R. - Predazione di <i>Hermodice carunculata</i> (Annelida: Amphinomidae) su <i>Anemonia viridis</i> (Actiniaria): primi dati	240
SCIROCCO T., SPECCHIULLI A., CILENTI L., PELOSI S., SANTUCCI A., URBANO F., RAMPACCI M., D'ADAMO R. - Abbondanza di specie non-indigene nella biodiversità dei bivalvi della laguna di Varano (Adriatico centrale).....	243
SERIO D., ALONGI G., CATRA M., LEONARDI R., SANFILIPPO R., SCIUTO F., VIOLA A., ROSSO A. - Stato dei popolamenti fitobentonici infralitorali del litorale catanese e degli invertebrati associati: osservazioni preliminari.....	245
SIMONINI R., FAI S., RIGHI S., PREVEDELLI D. - Palatabilità di diverse parti del corpo di <i>Hermodice carunculata</i> (Pallas, 1766) (Annelida: Amphinomidae).....	247
TEMPESTI J., ROSSANO C., GAMBINERI S., PLAITI W., SCAPINI F. - New records in the Mediterranean for the non-indigenous species <i>Paranthurus japonica</i> Richardson, 1909 (Anthuridea, Isopoda).....	249

Poster del Comitato Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera

BLASI F., JONA-LASINIO G., CAVALLETTI B., SAROGLIA M. - Applicazione di un <i>choice experiment</i> a Portofino per la valutazione monetaria di tre servizi ecosistemici	251
CALABRETTI C., BONUOMO C., CITTERIO S., OCCHIPINTI AMBROGI A., CARONNI S. - Prima segnalazione della microalga produttrice di mucillagine <i>Chrysophaeum taylorii</i> Lewis & Bryan lungo le coste siciliane.....	253
SIMEONE M., GRECH D., MASUCCI P., PAGLIARANI A., MORACA M., APPOLLONI L. - Progetto MedPAN “Analisi Territoriale per la Gestione Integrata della Costa di Posillipo” (Golfo di Napoli): rilievi delle biocenosi bentoniche.....	255

Poster del Comitato Necton e Pesca

COLELLA S., DONATO F., PANFILI M., SANTOJANNI A. - Reproductive parameters and sexual maturity of <i>Squilla mantis</i> L., 1758 (Crustacea: Stomatopoda) in the North-central Adriatic Sea (GSA 17)..	258
D’ANTONI S., BORME D., LORENZON S., DEL NEGRO P. - Osservazioni preliminari sulla composizione in specie e relative lesioni del <i>by-catch</i> di crostacei derivante da alcune attività di pesca nel nord Adriatico	260
GANCITANO V., BADALUCCO C., COLLOCA F., CUSUMANO S., ENEA M., GIUSTO G.B., MASSI D., TITONE A., FIORENTINO F. - Discard ogives of deep water rose shrimp and European hake of bottom trawl fisheries in the Strait of Sicily	262
MASSARO A., FORTUNA C., LIGAS A. - Accrescimento di <i>Lophius</i> <i>budegassa</i> Spinola, 1807 nel Mar Ligure e Tirreno settentrionale.....	264
MASSI D., TITONE A., COLLOCA F., GAROFALO G., GRISTINA M., MANCUSO M., SINACORI G., VINCI A., FIORENTINO F. - Are <i>Leptometra phalangium</i> (Echinodermata, Antedonidae) beds nursery habitats for hake in the Strait of Sicily?	266
MONTANINI S., BENNI E., RANDI M.R., STAGIONI M., VALLISNERI M. - Scanning electron investigations of saccular otoliths of the European anchovy (Clupeiformes: Engraulidae) from Adriatic Sea.....	269
MONTANINI S., STAGIONI M., BENNI E., VALLISNERI M. - Otolith shape analysis within species: an application on sagittal otolith of European anchovy from GSA 17	271
ORSI RELINI L. - The search for a large-headed female hake. Preliminary morphological notes about <i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758).....	273
RELINI G., VALLARINO G. - Species richness of Crustacea Decapoda in MEDITS surveys.....	277

VINCENZI C., SARTOR P., SBRANA M. - Ontogenetic and environmental effects on condition factors of the blackmouth catshark, <i>Galeus melastomus</i> (Rafinesque, 1810).....	279
---	-----

Poster del Comitato Plancton

CASABIANCA S., ASNAGHI V., PENNA A., CHIANTORE M., GIUSSANI V., PUGLIESE L., OTTAVIANI E., SBRANA F., VASSALLI M. - Intercalibration of innovative methods for toxic <i>Ostreopsis</i> spp. identification and counting.....	281
DI MUZIO G., BELMONTE G., PESSANI D. - Biodiversity and distribution of Crustacean Decapod larvae in South Adriatic and Otranto Channel.....	283
PANTÓ G., BATTUELLO M., DI MUZIO G. - Distribuzione stagionale e <i>sex ratio</i> di tre famiglie di copepodi (Pontellidae, Candaciidae, Corycaeidae) nelle acque superficiali.....	285
PENNA A., PERINI F., DELL'AVERSANO C., CAPELLACCI S., TARTAGLIONE L., GIACOBBE M.G., CASABIANCA S., FRAGA S., CIMINIELLO P., SCARDI M. - The <i>sxt</i> gene and paralytic shellfish poisoning toxins as markers for the monitoring of toxic <i>Alexandrium</i> species blooms.....	287
PUGLIESE L., CASABIANCA S., PERINI F., ANDREONI F., PENNA A. - High Resolution Melting: an innovative approach for molecular characterization of <i>Pseudo-nitzschia</i> spp. (Bacillariophyceae).....	289
VANUCCI S., PEZZOLESI L., SISTI F., PISTOCCHI R. - Osservazioni preliminari di produzione di dimetilsolfoniopropionato (DMSP) nella dinoflagellata tossica <i>Ostreopsis</i> cf. <i>ovata</i>	291

Poster della Sessione Vari

SANTUCCI A., D'ADAMO R., FABBROCINI A., SCIROCCO T., SPECCHIULLI A., UNGARO N. - Risposte fisico-chimiche e trofiche all'evento di ipossia nella laguna di Varano durante l'estate 2015.....	295
UGOLINI A., CIOFINI A., MERCATELLI L. - I gradienti celesti nell'orientamento di <i>Talitrus saltator</i> (Crustacea, Amphipoda).....	297

Workshop “I microorganismi negli ambienti marini: distribuzione, ruolo ecologico e potenziali applicazioni biotecnologiche”

Comunicazioni

GARZOLI L., GNAVI G., POLI A., PRIGIONE V., BOVIO E., MARCHESE P., VARESE G.C. - I funghi del Mar Mediterraneo: biodiversità, distribuzione e ruolo ecologico.....	300
--	-----

BOVIO E., GARZOLI L., FIRSOVA D., MC CORMACK G.P., VARESE G.C. - Marine fungi isolated from the sponge <i>Pachymatisma johnstonia</i> in the Atlantic Ocean.....	302
NERVA L., CIUFFO M., GNAVI G., VALLINO M., VARESE G.C., TURINA M. - Caratterizzazione del viroma associato a funghi marini isolati da <i>Posidonia oceanica</i>	304
MONDINI A., PALMA ESPOSITO F., TORTORELLA E., TEDESCO P., AURILIO M., DE MARTINO N., FESTA C., MONTI M.C., D'AURIA M.V., DE PASCALE D. - Antarctic marine environment as a source of novel antimicrobial compounds.....	306
PALMA ESPOSITO F., TORTORELLA E., TEDESCO P., VILLA CORRAL P., MASINO A., FALCO A., DE PASCALE D. - Antimicrobial activity of monoramnholipids produced by bacterial strains isolated from Ross Sea (Antarctica).....	308
MARCHESE P., GNAVI G., GARZOLI L., BOURAOUI A., MURPHY M., BARRY F., MEHIRI M., PRIGIONE V. - Marine fungi from <i>Holothuria polii</i> (Delle Chiaje, 1823): diversity and extracts bioactivity...	310
ELSEBAI M.F., FONTAINE-VIVE F., MEHIRI M. - New derivatives from the marine-derived fungus <i>Phoma</i> sp. isolated from the sponge <i>Ectyplasia perox</i>	312
SPINA F., ROSSINO M., GARZOLI L. - Trasformazione di polisaccaridi di origine algale ad opera di enzimi fungini marini.....	313
DENARO R., CRISAFI F. - Application of <i>Alcanivorax borkumensis</i> SK-3009 (pALK8) bioreporter for the monitoring of a bioremediation treatment in marine oil-polluted natural samples.....	315
BOVIO E., GNAVI G., SPINA F., PRIGIONE V., VARESE G.C. - Marine fungi from a crude-oil polluted site in Mediterranean Sea: diversity and selection of potential bioremediation agents.....	317

Workshop “Mammiferi marini in Italia: metodi di studio, risultati, prospettive future”

Intervento Programmato

CASALONE C., PAUTASSO A., GRATTAROLA C., GIORDA F., IULINI B., PINTORE M., BALLARDINI M., MIGNONE W., MAZZARIOL S., BELLUCCI F., SANTUCCI U. - Mammiferi marini spiaggiati in Italia: gestione e monitoraggio delle cause di morte.....	320
---	-----

Comunicazioni

CROSTI R., ARCANGELI A., ROMEO T., VIVONA P., ANDALORO F. - Cetacean strandings and fishing capacity in Sicily.....	322
MANFREDI P., MARANGI L., ROSSI A., SANTANGELO G. - An alternative model for the early mortality in the bottlenose dolphin	

(<i>Tursiops truncatus</i> Montagu, 1821): the Indian River Lagoon case study.....	324
SALVIOLI F., NUTI S., TOZZI S., BELLINGERI M., FOSSA F., GNONE G. - Studio delle interazioni opportunistiche della specie <i>Tursiops truncatus</i> in presenza di reti a strascico nella parte nord-orientale del Santuario Pelagos e loro evoluzione nel tempo.....	326
<i>Intervento Programmato</i>	
PAVAN G., FOSSATI C. - Impatto del rumore sull'ambiente marino. Situazioni e prospettive nel Mediterraneo	328
<i>Comunicazioni</i>	
ALESSI J., MANDICH A., FALZOI N., VASSALLO P., PETRILLO M., BRUNOLDI M., GROSSO D., PESCE A., CAVALLERI O., GNONE G., VALETTINI B., MELCHIORRE C., VIANO G., TAIUTI M. - The project Life+ WHALESAFE: development of a permanent acoustic station for the protection of sperm whale (<i>Physeter macrocephalus</i>) from collisions in the Ligurian Sea	330
AZZOLIN M., GIOVANNINI A., PAPALE E., REGGENTE M., GIACOMA C. - Analysis of the vocal repertoire of <i>Stenella coeruleoalba</i> in the Gulf of Corinth (Ionian Sea): "nacchere" production in relation to time and number of animals.....	332
<i>Poster</i>	
BITTAU L., MANCONI R. - Presenza di zifio (<i>Ziphius cavirostris</i>) al largo della Sardegna nord-orientale (Canyon di Caprera)	334
AZZOLIN M., ARCANGELI A., CAMPANA I., CROSTI R., GIOVANNINI A., PARABOSCHI M., RAMAZIO M., TURANO E., VLACHOGIANNI T., ZAMPOLLO A., GIACOMA C. - Conservazione di <i>Tursiops truncatus</i> e <i>Stenella coeruleoalba</i> in Adriatico e Mar Ionio ...	336
MICCOLI SARTORI S., FANIZZA C. - Preliminary photo-identification study of bottlenose dolphin (<i>Tursiops truncatus</i> , Cetartiodactyla: Delphinidae) in the Gulf of Taranto (northern Ionian Sea, central Mediterranean Sea)	341
MINELLI D., NASINI S., MAIO N. - Analisi comparativa delle mandibole di Mysticeti esposte nel Museo di Anatomia comparata dell'Università di Bologna.....	343
LAPICCIARELLA D., GNONE G., BIOLCHINI E., PESSANI D., FAVARO L. - Individualità vocale in un gruppo di lamantini (<i>Trichechus manatus manatus</i>) in ambiente controllato	345

INDICE per AUTORI

A

ABBIATI M. 182
ABETE M.C. 102, 118
ACETO S. 104
ACQUAVIVA M.I. 116
ADDIS P. 138, 160
ADEMOLLO N. 58
AGNETTA D. 204
ALAGNA A. 204
ALESSI J. 330
ALONGI G. 245
ALVITO A. 182
AMALFITANO S. 58
ANDALORO F. 26, 322
ANDREONI F. 289
ANELLI MONTI M. 13
ANGELINI C. 156
ANGIONI A. 138, 160
APPOLLONI L. 198, 255
ARCANGELI A. 322, 336
ARDIZZONE G.D. 207
ARMENI M. 112
ASNAGHI V. 108, 281
AURIEMMA R. 86, 90
AURILIO M. 306
AZZARO M. 62
AZZOLIN M. 332, 336

B

BADALAMENTI F. 182, 204
BADALUCCO C. 47, 262
BAINO R. 26
BALDI F. 162
BALLARDINI M. 320
BARRY F. 310
BASILE G. 138
BATTAGLIA P. 26
BATTUELLO M. 98, 102, 232, 285
BAVESTRELLO G. 170, 182, 190, 234
BAZAN G. 110
BEFFA M.L. 228
BELCI F. 94
BELLINGERI M. 326

BELLONI G. 214
BELLUCCI F. 320
BELLUSCIO A. 207
BELMONTE G. 283
BENEDETTI-CECCHI L. 182
BENNI E. 269, 271
BENSI M. 58
BERAN A. 86
BERNAT P. 216, 230
BERTO D. 58
BERTOLINO M. 170, 222, 234
BETTI F. 170, 234
BIANCHI C.N. 78, 170, 190, 194
BIANDOLINO F. 154, 160
BIGAZZI D. 112
BIOLCHINI E. 345
BITTAU L. 334
BLASI F. 251
BO M. 170, 234
BOERO F. 50, 182
BONALDO M. 156
BONAVIRI C. 222
BONGIORNI L. 58
BONOMETTO A. 74
BONUOMO C. 253
BORME D. 260
BOSCOLO R. 74
BOURAOU I. A. 310
BOVIO E. 300, 302, 317
BRIGOLIN D. 136
BRIZIO P. 102, 118
BRUNNER L. 138
BRUNO M. 146
BRUNOLDI M. 330
BUOSI A. 70, 74
BURGOS-JUAN E. 78
BURZIO P. 98

C

CABRINI M. 86
CADEDU B. 238
CALABRETTI C. 66, 214, 253
CAMPANA I. 336

CAMPANELLI A. 58
 CANNAS R. 182
 CAPELLACCI S. 287
 CAPRUZZI E. 202
 CARDINALETTI G. 146
 CAREDDU G. 209
 CARELLA F. 104
 CARONNI S. 66, 214, 253
 CAROPPO C. 62
 CARPI P. 21
 CARUSO G. 150
 CASABIANCA S. 281, 287, 289
 CASALONE C. 320
 CASENTINI B. 58
 CASOLI E. 207
 CATALANO V. 112
 CATRA M. 245
 CATTANEO-VIETTI R. 170
 CATUCCI E. 82
 CAVALLERI O. 330
 CAVALLETTI B. 251
 CAVALLO R.A. 116
 CAVRARO F. 45, 114
 CECCHERELLI G. 66, 194, 209, 226
 CECCHI E. 194
 CECERE E. 106, 116, 167
 CENTANNI E. 74
 CERINO F. 86
 CERRANO C. 182
 CHAMBERLAIN J. 138
 CHEMELLO R. 202
 CHIANTORE M. 108, 138, 142, 281
 CHIMIENTI G. 182, 218
 CHINI ZITTELLI G. 146
 CIBIC T. 174
 CILENTI L. 243
 CIMA F. 158
 CIMINIELLO P. 287
 CIOFINI A. 297
 CITTERIO S. 214, 253
 CIUFFO M. 304
 CIULLI S. 158
 COLELLA S. 30, 258
 COLLA S. 37
 COLLETTI A. 236
 COLLOCA F. 262, 266
 CORREGGIARI A. 211

COSSU A. 178
 COSTA G. 222
 CRISAFI F. 315
 CROSTI R. 322, 336
 CUBEDDU T. 238
 CUSUMANO S. 39, 262

D

D'ADAMO R. 152, 243, 295
 D'ANNA G. 204
 D'ANTONI S. 260
 D'AURIA M.V. 306
 DE LA FUENTE G. 138
 DELARIA M.A. 66, 214
 DELL'ACQUA O. 108
 DELL'AVERSANO C. 287
 DEL NEGRO P. 90, 174, 260
 DE LUCA M. 178
 DE MARTINO N. 306
 DEMURTAS D. 238
 DENARO R. 315
 DE OLAZABAL A. 86
 DE PASCALE D. 306, 308
 DE RANIERI S. 30
 DE VICO G. 104
 DI MUZIO G. 102, 283, 285
 DI POI E. 86
 DI STEFANO F. 112, 182, 198
 DI STEFANO G. 204
 DONATO F. 258
 DONNARUMMA L. 182, 198
 DUBOIS M. 26
 DUBOIS P. 108
 DULCIC J. 41

E

ELSEBAI M.F. 312
 ENEA M. 262

F

FABBRI M. 158
 FABBROCINI A. 152, 295
 FACCA C. 70, 74
 FAI S. 240, 247
 FALACE A. 182
 FALCO A. 308
 FALSONE F. 39

FALZOI N. 330
FALZONE M. 167
FANELLI G. 138, 154, 160
FANIZZA C. 341
FARINA S. 226
FARRUGIO H. 2
FAVARO L. 118, 345
FERRANTI M.P. 138
FERRARI M. 78
FERRARIO J. 224, 228
FERRIGNO F. 200
FESTA C. 306
FIORENTINO F. 39, 262, 266
FIORIN R. 114
FIRSOVA D. 302
FOGLINI F. 211
FONTAINE-VIVE F. 312
FORCHINO A.A. 136
FORNASARO D. 86
FORTIBUONI T. 21
FORTUNA C. 264
FOSSA F. 326
FOSSATI C. 328
FRAGA S. 287
FRANCESCHINI G. 211
FRANZITTA G. 202
FRANZOI P. 45, 70, 114

G

GALGANI I. 146
GALIL B.S. 110
GALLO M. 162
GAMBINERI S. 249
GANCITANO V. 39, 262
GAROFALO G. 266
GARZOLI L. 300, 302, 310, 313
GIACALONE V.M. 204
GIACCAGLIA L. 112
GIACOBBE M.G. 287
GIACOMA C. 332, 336
GIANGRANDE A. 167
GIORDA F. 320
GIORGI G. 146
GIOVANARDI O. 26
GIOVANNINI A. 332, 336
GIUSSANI V. 281
GIUSTO G.B. 39, 262

GNAVI G. 300, 304, 310, 317
GNONE G. 326, 330, 345
GORRINO A. 94
GRANDE V. 211
GRATI F. 26
GRATTAROLA C. 320
GRECH D. 255
GRECHI M. 66
GRISTINA M. 204, 266
GROSSO D. 330
GUALA I. 194, 226
GUDNASON A. 138

H

HANNON C. 138

I

IACIOFANO D. 110
INGRANDE G. 47
ISAJA V. 118
IULINI B. 320

J

JAMES P. 138
JÓHANNSSON R. 138
JONA-LASINIO G. 251

K

KALEB S. 182
KELLY M. 138

L

LA MANNA G. 194, 209
LA MARCA E.C. 202
LAPICCIRELLA D. 345
LA PORTA B. 186, 211
LA PORTA G. 186
LATERZA F. 167
LATTANZI L. 211
LA VALLE P. 211
LEONARDI R. 245
LIBRALATO S. 21
LICCIANO M. 167
LIGAS A. 264
LO BRUTTO S. 110

LORENZON S. 260
LUBINEVSKY H. 110

M

MACRI G. 66, 214
MAGAGNINI M. 112
MAGNANI L. 226
MAIO N. 343
MANCONI R. 222, 238, 334
MANCUSO M. 266
MANDICH A. 156, 330
MANFREDI P. 324
MANGONI O. 104
MANNINI P. 30
MARANGI L. 324
MARCHESE P. 300, 310
MARCHINI A. 224, 228
MASELLI M.M.A. 152
MASINO A. 308
MASSARO A. 264
MASSI D. 47, 262, 266
MASTROTOTARO F. 182, 218
MASUCCI P. 255
MATIDDI M. 41
MAZZARIOL S. 320
MC CORMACK G.P. 302
MEHIRI M. 310, 312
MELCHIORRE C. 330
MERCATELLI L. 297
MESSINA M. 146
MICCOLI SARTORI S. 341
MIGNONE W. 320
MILAZZO M. 202
MILISENDA G. 39, 47
MINELLI D. 343
MISEROCCHI S. 62
MOLINARI A. 216, 230
MOLLIKA M.P. 104
MONACO G. 118
MONDINI A. 306
MONTANINI S. 269, 271
MONTEFALCONE M. 78, 170, 190, 194
MONTEGGIA D. 142, 156
MONTI M.C. 306
MORACA M. 255
MORRI C. 78, 170, 190, 194
MOSCHIN G. 211

MURPHY M. 310
MUSCO L. 204
MUSSAT SARTOR R. 98, 102, 232, 236
MUSUMECI C. 43
MUSUMECI S. 190
M'ZOUZI S. 108

N

NARRACCI M. 116
NASI F. 86, 90
NASINI S. 343
NAVONE A. 66, 214
NEPOTE E. 234
NERVA L. 304
NESCI S. 158
NICOLETTI L. 211
NOTARANGELO M. 167
NURRA N. 98, 102, 232, 236
NUTI S. 326

O

OCCHIPINTI AMBROGI A. 66, 224, 228, 253
OLIVA S. 226
OLIVARI E. 142
OPRANDI A. 190
ORN ASMUNDSSON O. 138
ORSI RELINI L. 17, 273
OTTAVIANI E. 281

P

PADIGLIA A. 222, 238
PAGANELLI D. 211
PAGLIARA P. 62
PAGLIARANI Ale. 158
PAGLIARANI Alb. 255
PALMA ESPOSITO F. 306, 308
PANETTA P. 218
PANFILI M. 258
PANSINI M. 234
PANTÓ G. 285
PANZALIS P. 214
PANZERI D. 21
PAPA L. 154, 160
PAPALE E. 332
PARABOSCHI M. 336

PARDI G. 209
PARLAPIANO I. 154, 160
PASTRES R. 136
PATROLECCO L. 58
PAUTASSO A. 320
PAVAN G. 328
PAZZINI A. 211
PECORINO D. 142, 156
PEDUTO F. 112
PELOSI S. 152, 243
PENNA A. 281, 287, 289
PERINI F. 287, 289
PESCE A. 330
PESSA G. 13
PESSANI D. 94, 98, 283, 345
PETRILLO M. 330
PETROCELLI A. 106, 116, 167
PEZZOLESI L. 182, 291
PIAZZA R. 211
PIAZZI L. 194, 209, 226
PINNA S. 222
PINTORE M. 320
PIPITONE C. 204
PIRES DA SILVA R. 226
PISTOCCHI R. 291
PLAITI W. 249
POLI A. 300
POLI B.M. 146
PONIS E. 74
PONTI M. 182
PORPORATO E.M.D. 136
PORTACCI G. 106, 167
POVERO P. 142, 190
PRADA F. 204
PRANOVI F. 13, 37
PRATO E. 138, 154, 160
PREVEDELLI D. 240, 247
PRIGIONE V. 300, 310, 317
PROIETTI R. 211
PRONZATO R. 222, 238
PUGLIESE L. 281, 289

Q

QUERIN S. 174

R

RAICEVICH S. 26
RAMAZIO M. 336

RAMPACCI M. 243
RAMPAZZO F. 74
RANDI M.R. 269
RANESI D. 112
REDOLFI BRISTOL S. 114
REGGENTE M. 332
RELINI G. 277
REMI A. 211
RIGHI S. 240, 247
RINDI F. 182
RIZZO L. 116
RIZZO P. 47
ROGELJA M. 174
ROMANELLI M. 41
ROMEO T. 26, 322
ROSENFELD H. 138
ROSSANO C. 249
ROSSI A. 324
ROSSINO M. 313
ROSSO A. 245
RUSSO G.F. 182, 198, 200

S

SALVIOLI F. 326
SANDULLI R. 182, 198, 200
SANFILIPPO R. 245
SANTAMARIA F. 167
SANTANGELO G. 324
SANTOJANNI A. 21, 258
SANTUCCI A. 243, 295
SANTUCCI U. 320
SARÁ G. 122, 150
SARACINO F. 224
SAROGLIA M. 251
SARTINI M. 43
SARTOR P. 26, 43, 279
SBRANA F. 281
SBRANA M. 26, 43, 279
SCANNELLA D. 39
SCAPIN L. 45
SCAPINI F. 249
SCARDI M. 82, 287
SCHIMMENTI E. 110
SCIROCCO T. 243, 295
SCIUTO F. 245
SECCI M. 160
SEGARICH M. 174

SERENA F. 194
SERIO D. 245
SERRATORE P. 158
SESSA F. 112
SFRISO A. 70, 74
SFRISO A.A. 70, 162
SHPIGEL M. 138
SICURO B. 167
SIIKAVUOPIO S. 138
SILVESTRI R. 26, 30
SIMEONE M. 255
SIMONINI R. 240, 247
SINACORI G. 266
SISTI F. 291
SOLIDORO C. 21
SPAGNOLO M. 26
SPECCHIULLI A. 243, 295
SPINA F. 313, 317
SQUADRONE S. 102, 118, 232
STABILI L. 116, 167
STAGIONI M. 269, 271
STIPCICH P. 207, 209

T

TAIUTI M. 330
TAMPONI G. 138
TARGUSI M. 211
TARRAB K. 138
TARTAGLIONE L. 287
TEDESCO P. 306, 308
TEMPESTI J. 249
TIBALDI E. 146
TITONE A. 47, 262, 266
TOMASSETTI P. 41
TORTORELLA E. 306, 308
TOZZI S. 326
TREDICI M.R. 146
TULLI F. 146

TURANO E. 336
TURINA M. 304

U

UGOLINI A. 297
ULMAN A. 224
UNGARO N. 295
URBANO F. 243

V

VALETTINI B. 330
VALLARINO G. 17, 277
VALLINO M. 304
VALLISNERI M. 269, 271
VANI D. 41
VANUCCI S. 291
VARESE G.C. 300, 302, 304, 317
VASSALLI M. 281
VASSALLO P. 330
VECCHIONI L. 47
VEGA FERNÁNDEZ T. 204
VENTRELLA V. 158
VIANO G. 330
VILLA CORRAL P. 308
VINCENZI C. 279
VINCI A. 266
VIOLA A. 245
VITALE S. 39, 47
VIVA C. 43
VIVONA P. 322
VLACHOGIANNI T. 336
VOLPE E. 158

Z

ZAMPOLLO A. 336
ZANELLO A. 209
ZOPPINI A. 58
ZUCCHETTA M. 45, 114

HANNO PARTECIPATO A QUESTO VOLUME IN QUALITÀ DI REFEREE:

ABELLA Alvaro Juan
ADDIS Pierantonio
ANGIONI Alberto
ARLORIO Marco
AZZELLINO Arianna
BADALAMENTI Fabio
BAINO Romano
BARBERO Francesca
BATTUELLO Marco
BAVESTRELLO Giorgio
BELLUSCIO Andrea
BENEDETTO Alessandro
BETTI Federico
BIANCHI Carlo Nike
BLASI Filippo
BO Marzia
BONA Francesca
BOVIO Elena
CABRINI Marina
CALTAVUTURO Giovanni
CALVO Sebastiano
CAMATTI Elisa
CARBONARA Pierluigi
CARLUCCI Roberto
CAROPPO Carmela
CASTELLI Alberto
CAVALLO Rosa Anna
CHEMELLO Renato
CHIANTORE Mariachiara
COLLOCA Francesco
CORRIERO Giuseppe
CORSI Ilaria
COSSU Andrea
D'ANNA Giovanni
DEGL'INNOCENTI Donatella
DE LA FUENTE Gina
DESSÌ Francesco
DI MUZIO Giorgia
DONNARUMMA Luigia
FABBROCINI Adele
FALACE Annalisa
FANELLI Giovanni
FAVARO Livio
FIORENTINO Fabio
FRASCHETTI Simonetta
FROGLIA Carlo
GAMBI Maria Cristina
GANCITANO Vita
GARIBALDI Fulvio
GARZOLI Laura
GIACCONE Giuseppe
GIANGRANDE Adriana
GILI Claudia
GIOVANARDI Otello
GNAVI Giorgio
GNONE Guido
GRATI Fabio
GUALA Ivan
LANTERI Luca
LARDICCI Claudio
LIGAS Alessandro
LO BRUTTO Sabrina
LUGLI Marco
LUNA Gian Marco
MANCUSI Cecilia
MANDICH Alberta
MANGONI Olga
MANNINI Alessandro
MANNINO Anna Maria
MASTROTOTARO Francesco
MONTEFALCONE Monica
MUSSAT SARTOR Rocco
NICOLETTI Luisa
NUCCIO Caterina
NURRA Nicola
OCCHIPINTI Anna

OLIVERIO Marco
PASTRES Roberto
PAVAN Gianni
PECORINO Danilo
PENNA Antonella
PESSANI Daniela
PIAZZI Luigi
PODESTÀ Michela
POLI Anna
PONTI Massimo
POVERO Paolo
PRATO Ermelinda
PREARO Marino
PRETTI Carlo
PRIGIONE Valeria
PROFETA Adriana
RAGONESE Sergio
RAICEVICH Saša
RELINI Giulio
ROMAGNOLO Alice
ROSSO Massimiliano
SANDULLI Roberto
SANTINI Giacomo

SANTOVITO Gianfranco
SARÀ Gianluca
SARTOR Paolo
SBRANA Mario
SERENA Fabrizio
SERIO Donatella
SFRISO Adriano
SILVESTRI Roberto
SPINA Federica
SQUADRONE Stefania
SUGNI Michela
TERLIZZI Antonio
TIGINI Valeria
TRAINITO Egidio
TULLI Francesca
UGOLINI Alberto
VANUCCI Silvana
VARESE Giovanna Cristina
VEZZULLI Luigi
VOLIANI Alessandro
ZOPPINI Annamaria
ZUPA Walter

S.I.B.M. – SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA / ITALIAN SOCIETY OF MARINE BIOLOGY

Cod. Fisc. 00816390496 – Cod. Anagrafe Ricerca 307911FV

Sede legale/*Headquarters* c/o Acquario Comunale, Piazzale Mascagni 1 – 57127 Livorno

BREVE STORIA DELLA S.I.B.M. (SOCIETÀ ITALIANA DI BIOLOGIA MARINA - ONLUS)

La Società Italiana di Biologia Marina (SIBM) è stata fondata il 4 giugno 1969 a Livorno presso il cui Acquario Comunale si trova la sede legale.

L'associazione è una ONLUS dal 1998 ed ha per scopo principale la tutela e la valorizzazione della natura ed in particolare dell'ambiente marino e del suo biota. Fin dalla fondazione la SIBM ha promosso studi sulla vita marina, anche organizzando e coordinando gruppi di ricerca e campagne in mare in tutte le acque italiane. Un costante sforzo viene profuso nella diffusione delle conoscenze scientifiche di base ed applicate e nella promozione dell'educazione e sensibilizzazione sulle problematiche della vita nell'ambiente marino, anche organizzando riunioni, congressi, tavole rotonde e pubblicando appositi volumi a carattere scientifico. L'attività della SIBM è coordinata da un Consiglio Direttivo, composto da Presidente, vice Presidente, Segretario più altri quattro membri. Nell'ambito della Società ci sono cinque Comitati scientifici, ciascuno coordinato da un direttivo composto dal Presidente, Segretario e quattro membri.

A SHORT HISTORY OF S.I.B.M. (ITALIAN SOCIETY OF MARINE BIOLOGY - ONLUS)

The Italian Society for Marine Biology (SIBM) was founded the 4th June 1969 in Livorno, the registered office of SIBM was at Aquarium of Livorno (Piazzale Mascagni, 1).

The Association is an ONLUS (like registered charity) since 1998 and has the main aim to promote the conservation and valorisation of nature and in particular of the marine environment and biota. Since its foundation SIBM has promoted studies on marine life also organizing coordinated groups of researchers and surveys in all Italian seas. A constant effort is done to diffuse basic and applied technical and scientific knowledge to promote education and awareness on marine life also organizing meetings, congresses, workshops and publishing scientific papers and volumes. Each year a congress and at least a General Assembly is organized in different sites and Proceedings are published. The activity of SIBM is managed by the Council Board, composed by the President, the vice President, the Secretary and four Councilmen, elected every three years. Inside SIBM there are five Committees, each chaired by a President, Secretary and four Council Members.

CONSIGLIO DIRETTIVO (in carica fino al dicembre 2018)/*COUNCIL BOARD (in charge until December 2018)*

Giovanni RUSSO – Presidente/*President*

Carmela CAROPPO – Vice Presidente/*Vice President* Antonella PENNA – Consigliere/*Member*

Giorgio BAVESTRELLO – Segretario Tesoriere/*Secretary* Paolo SARTOR – Consigliere/*Member*

Fabio FIORENTINO – Consigliere/*Member* Michele SCARDI - Consigliere/*Member*

Giulio RELINI - Presidente Onorario/*Honorary President*

PRESIDENTI E SEGRETARI DEI 5 COMITATI SCIENTIFICI/ *PRESIDENTS AND SECRETARIES OF 5 SCIENTIFIC COMMITTEES*

BENTHOS <i>(Benthos)</i>	PLANCTON <i>(Plankton)</i>	NECTON e PESCA <i>(Necton & Fishery)</i>
Renato CHEMELLO (Pres.)	Olga MANGONI (Pres.)	Fabrizio SERENA (Pres.)
Marzia BO (Segr.)	Annamaria ZOPPINI (Segr.)	Saša RAICEVICH (Segr.)

ACQUACOLTURA <i>(Aquaculture)</i>	GESTIONE e VALORIZZAZIONE della FASCIA COSTIERA <i>(Management of the Coastal Zone)</i>
Mariachiarra CHIANTORE (Pres.)	Roberto SANDULLI (Pres.)
Adele FABBROCINI (Segr.)	Adriana GIANGRANDE (Segr.)

Segreteria Tecnica ed Amministrazione/*Technical and Administrative Secretariat*

c/o DISTAV, Università di Genova – Viale Benedetto XV, 3 – 16132 GENOVA
e-mail sibmzool@unige.it web site www.sibm.it
G. RELINI E. MASSARO, S. QUEIROLO, R. SIMONI
tel. e fax 0039 010 3533016 tel. e fax 0039 010 357888

ISSN 1123-4245

€ 35,00