

# INDICE GENERALE

## TEMA 1 – *Indicatori di qualità e benessere animale nell’acquacoltura*

### *Relazione introduttiva*

McKINLEY R.S. - Importance of a quantifiable measure of fish welfare to fish and farmer.....	3
--	---

### *Intervento programmato*

LEMBO G., SPEDICATO M.T., CARBONARA P., SCOLAMACCHIA M., CORSI I., FOCARDI S., McKINLEY R.S. - Insight into the well-being of sea bass by using physiological operational indicators.....	8
---	---

### *Comunicazioni*

BARBATO F., CASTORINA M. - Valutazioni qualitative del seme di orata ( <i>Sparus aurata</i> ) e alimentazione dei donatori .....	12
--	----

GORBI S., TEDESCO S., BENEDETTI M., BOCCHETTI R., FATTO-RINI D., NOTTI A., PISANELLI B., BARUCCA M., CANAPA A., STEFANI R., REGOLI F. - Utilizzo di un approccio ecotossicologico per valutare la qualità e la salubrità di un tipico prodotto di acquacoltura, il branzino <i>Dicentrarchus labrax</i> .....	14
---	----

MARINO G., DI MARCO P., PETOCHI T., FINOIA M.G., PRIORI A. - Indicatori di benessere nelle specie ittiche d’acquacoltura .....	16
--	----

MOSCA F., DAINESE E., COMPAGNONE D., AMADDEO D., NARCISI V., ANGELUCCI C., MASCINI M., BARBARO K., FINOIA M.G., TISCAR P.G. - Approccio integrato nello studio delle HSPs 70 in <i>Mytilus galloprovincialis</i> .....	18
--	----

ORSI RELINI L., DI NATALE A., LANTERI L., MANGANO A., PALANDRI G., GARIBALDI F. - Il fattore di condizione nei tonni sottoposti ad ingrasso: quale rapporto con quello naturale?.....	20
---	----

SARÀ G., MARTINO G., OLIVERI A., LO MARTIRE M., ZENONE A. - Analisi della risposta comportamentale in organismi ittici allevati come indicatore di stato di benessere .....	22
---	----

SCAPIGLIATI G., MAZZINI M., BUONOCORE F. - Il sistema immunitario della spigola <i>Dicentrarchus labrax</i> .....	24
---	----

### *Poster*

BOSCOLO R., CACCIATORE F., BERTO D., GIANI M., GIOVANNARDI O. - Monitoraggio dei policlorobifenili (PCB) quali indicatori di qualità delle vongole <i>Tapes philippinarum</i> coltivate nella laguna di Venezia .....	28
---	----

BOSCOLO R., OSELLADORE F., CACCIATORE F., MARIN M.G. - Indici di condizione nelle vongole ( <i>Tapes philippinarum</i> ) allevate in laguna di Venezia .....	30
CACCIATORE F., BOSCOLO R., GIOVANARDI O. - Indici di decon- taminazione da metalli pesanti per la vongola filippina <i>Tapes philippina- rum</i> .....	32
CARUSO G., MARICCHIOLO G., MANCUSO M., GENOVESE L., ZACCONE R. - Parametri immunologici ed ematologici quali indicatori dello stato di salute in specie ittiche in allevamento intensivo: prove di infezione sperimentale con <i>Photobacterium damsela</i> subsp. <i>piscicida</i> in <i>Dicentrarchus labrax</i> .....	34
GALLUZZI L., BERTOZZINI E., PENNA A., POMPEI M., MILAN- DRI A., PERINI F., PIGALARGA A., INGARAO C., PRIOLI S., MA- GNANI M. - Monitoraggio tramite PCR di dinoflagellati tossici in un allevamento di mitili lungo la costa dell'Emilia Romagna.....	36
TISCAR P.G., NARCISI V., MOSCA F., MAROZZI S., CALZETTA A., PARADISI A., DE SANCTIS F., FINOIA M.G., MACCARRONE M. - Caratterizzazione funzionale e azioni biologiche del sistema endocanna- binoide in <i>Mytilus galloprovincialis</i> .....	38
ZUCCHI S., FOCARDI S. - Espressione della mrp2 (multi drug related protein 2) in <i>Dicentrarchus labrax</i> .....	40
 <b>TEMA 2 – Effetti degli interventi antropici sulle comunità marine della fa- scia costiera</b>	
 <i>Relazione introduttiva</i>	
BELLAN SANTINI D., BELLAN G. - Effetti degli interventi antropici sulle comunità marine della fascia costiera: è possibile un approccio po- sitivo?.....	44
 <i>Comunicazioni</i>	
DEL BARGA I., FRENZILLI G., FALLENI A., SCARCELLI V., NI- GRO M. - Biomarker cellulari per lo studio del disturbo ambientale lun- go le coste toscane .....	48
DRAREDJA B., COMO S., MAGNI P. - Regional cooperation in the Mediterranean Sea: joint analysis of macrobenthic assemblages in the la- goons of Mellah (Algeria) and Cabras (Italy) .....	50
GRECO S., GIUSTI M., SALVATI E., CARDINALI A., ANGIOLIL- LO M., FABRONI F., CANESE S. - Monitoraggio della biodiversità ma- rina in Calabria .....	52
MUNARI C., MISTRI M. - Effetto delle barriere soffolte di Punta Ma- rina - Lido Adriano sulla fauna bentonica .....	54
PIZZOLON M., CENCI E., MAZZOLDI C. - Variazioni nella fauna it- tica associata alle due dighe del porto canale sud della laguna di Venezia (Mar Adriatico).....	56
SALVATI E., GIUSTI M., CANESE S., CARDINALI A. - Studio dei popolamenti bentonici di fondo duro in due siti della Calabria.....	58

SPAGNOLO A., AUSILI S., FABI G., MANOUKIAN S., PULETTI M. - Realizzazione di una piattaforma estrattiva off-shore: effetti sul macro- zoobenthos di fondo mobile .....	60
<i>Poster</i>	
BATTISTI A., VILLANO E., GUERRIERO G. - Biomonitoring of Campania coasts: biotoxins study.....	64
CAVALLO R.A., ACQUAVIVA M.I., NARRACCI M. - Biodiversità di vibrioni in acqua e sedimento prelevati nel Mar Piccolo di Taranto .....	66
CIARAMITARO M., PELLINO D., MILAZZO M., CHEMELLO R. - Stima degli effetti diretti del calpestio umano sul mosaico ambientale delle piattaforme a vermeti.....	68
FRANZITTA G., GRAZIANO M., DI FRANCO A., MILAZZO M., CHEMELLO R. - Valutazione dell'impatto di un piccolo porto sui po- polamenti bentonici di substrato duro.....	70
LA VALLE P., NICOLETTI L., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. - Monitoraggio di <i>Posidonia oceanica</i> e ripascimenti costieri (Mar Tirreno centrale).....	72
MOLINARI A. - Studio della fauna ittica associata a substrati rocciosi superficiali in Liguria occidentale e possibili effetti causati da attività di ripascimento degli arenili .....	74

**TEMA 3 – Analisi della distribuzione spaziale delle comunità marine**

*Relazione introduttiva*

GUIDETTI P. - Analisi della distribuzione spaziale delle comunità ma- rine .....	78
---	----

*Comunicazioni*

CIGLIANO M., APICELLA A., GAMBI M.C. - Il grande freddo: varia- bilità spaziale della struttura di popolazione di alcuni policheti nei fondi mobili di Baia Terra Nova (Mare di Ross, Antartide).....	82
COSSU A., DELUCA M., GHELFI C. - Distribuzione spaziale dei po- polamenti a <i>Lithophyllum byssoides</i> , a <i>Patella ferruginea</i> e della frangia a <i>Cystoseira</i> sp. nell'Arcipelago di La Maddalena (Sardegna-Italia).....	84
CURIEL D., RISMONDO A., MIOTTI C., CHECCHIN E., DRI C., GENTILIN S. - Variabilità spaziale della comunità macroalgale nella La- guna di Venezia.....	86
LASAGNA R., GATTORNA I., ALBERTELLI G., MORRI C., BIAN- CHI C.N. - Eterogeneità del substrato e relazione con il reclutamento dei coralli in scogliere coralline delle Maldive (Oceano Indiano).....	88
MONTEFALCONE M., BAUDANA M., VENTURINI S., LASAGNA R., BIANCHI C.N., ALBERTELLI G. - Distribuzione spaziale delle pra- terie di <i>Posidonia oceanica</i> nell'Area Marina Protetta di Portofino.....	90

ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., LANTERI L., ASTRALDI M., RELINI G. - Un paesaggio mesopelagico sotto 40000 km <sup>2</sup> di Mar Ligure.....	92
PARRAVICINI V., SEVESO D., MONTANO S., DONATO M., GALLI P., MORRI C., CATTANEO VIETTI R. - Analisi sulla diversità specifica di comunità bentoniche soggette a differenti gradi di impatto dovuto alla pesca di <i>Lithophaga lithophaga</i> (L.).....	94
RENZI M., LENZI M., FRANCHI E., VOLTERRANI M., PERRA G., GUERRANTI C., FOCARDI S.a - Sviluppo di criteri previsionali di compatibilità delle fanerogame con le caratteristiche chimico-fisiche del sedimento.....	96
RISMONDO A., CURIEL D., MION D. - Dinamismi spazio-temporali a breve termine delle fanerogame marine in Laguna di Venezia .....	98
SANTANGELO G., RENIERI D., BONGIORNI L., BRAMANTI L. - Study of spatial distribution of marine organisms. What hints could supply? Two examples.....	100
TAGLIAPIETRA D., ZANON V., FRANGIPANE G. - Zonazione abio- tica e biodiversità bentonica in una laguna costiera .....	102
TUNESI L., AGNESI S., DI MARTINO V., MO G., MOLINARI A., MANGIALAJO L., BAVA S. - Evoluzione spazio-temporale dei popola- menti dei fondali dell'Isola di Gallinaria (Mar Ligure).....	104
<i>Poster</i>	
BALATA D., ACUNTO S., PIAZZI L., CINELLI F. - Variabilità spazia- le dei popolamenti coralligeni.....	108
CAROPPO C., DECEMBRINI F. - Comunità fitoplanctoniche nell'area Stretto di Messina: distribuzione e biodiversità .....	110
CARUSO G., CAROPPO C., AZZARO F., RAFFA F., DECEMBRINI F. - Comunità microbica nello Stretto di Messina: distribuzione e diver- sità funzionale .....	112
DE STEFANO W., FRANCHI E. - Variazioni temporali e spaziali del macrozoobenthos nei fondi molli della Laguna di Orbetello.....	114
PACCIARDI L., DE BIASI A.M., BALATA D. - Variabilità spaziale di alcune specie di un popolamento coralligeno del Mar Ligure.....	116
PIAZZI L., ACUNTO S., PARDI G., NESTI U., CINELLI F. - Variabi- lità spaziale dei popolamenti epifiti di <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile.....	118
<b>Comitato Acquacoltura</b>	
<i>Poster</i>	
BRAMBILLA F., ANTONINI M., ROSSETTI C., ZAGHETTO E., TE- ROVA G., SAROGLIA M. - Bilancio di massa dell'azoto ammoniacale in sistemi di lagunaggio: caso studio in un'azienda ittica toscana.....	122
CARUSO G., DENARO M.G., DONATO E., GENOVESE L. - Ulte- riore contributo alla caratterizzazione degli enzimi digestivi in <i>Anguilla</i> <i>anguilla</i> (L.).....	124

COSTANZO M.T., GAI F., MARICCHIOLO G., PALMEGIANO G.B., MICALÈ V., GENOVESE L., MICARI P., SALPIETRO L. - Parziale sostituzione della farina di pesce con il concentrato proteico di riso nella dieta del rovello ( <i>Pagellus bogaraveo</i> ) .....	126
DE PASQUALE F., MARICCHIOLO G., COSTANZO M.T., BONANNO A., GAI F. - Il concentrato proteico di riso come ingrediente nella dieta di <i>Pagellus bogaraveo</i> : risposta degli enzimi digestivi in relazione a dose e taglia corporea .....	128
GUARNIERO I., BONALDO A., GATTA P.P., PARMA L., RONGAI F., TRENTINI M. - Genotipizzazione di un pool di sogliola comune come possibile candidata per il ripopolamento ittico del nord Adriatico .	130
MASTINO A., MERELLO S., RELINI G. - Innesamento e accrescimento di <i>Mytilus galloprovincialis</i> in un impianto di maricoltura .....	132
PAIS A., CHESSA L.A., SERRA S., RUIU A. - An alternative suspended culture method for the Mediterranean carpet clam, <i>Tapes decussatus</i> (L.), in the Calich Lagoon (North Western Sardinia).....	134
PANE L., BARISIONE C., FELETTI M., MARIOTTINI G.L. - Alghe fitoplanctoniche immobilizzate nell'alimentazione di larve di <i>Sparus aurata</i> .....	136
PASTORE A.M., CORSI I., MERCURIO M., LONGO C., CORRIERO G. - Elevata tolleranza agli insetticidi organofosforici in <i>Spongia officinalis</i> var. <i>adriatica</i> .....	138
POLTRONIERI C., BERTOTTO D., RADAELLI G., SIMONTACCHI C. - Effetti dello stress da trasporto sulla produzione di cortisolo e HSP70 in spigole ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) a diversi stadi di sviluppo.....	140
RAMBALDI E., OTTOLENGHI F., PELUSI P., DEL MISSIER M., BINDA F. - Prove di preingrasso della mazzancolla ( <i>Marsupenaeus japonicus</i> ) in moduli sperimentali controllati e a diverso substrato.....	142
SARÀ G. - Una meta-analisi per la stima degli effetti dell'acquacoltura sulla colonna d'acqua .....	144
STABILI L., MERCURIO M., LICCIANO M., LONGO C., CAVALLO R.A., GIANGRANDE A., CORRIERO G. - Accumulo microbiologico in <i>Spongia officinalis</i> var. <i>adriatica</i> (Schmidt) (Porifera, Demospongiae)..	146

**Comitato Benthos**

*Poster*

ANCORA S., VANNINI G., BIANCHI N., LEONZIO C. - Analisi lepidocronologica e fenologica della prateria a <i>Posidonia</i> nel nord della costa ionica calabrese .....	150
ANDREOTTI S., DI PASCOLI A., ODORICO R., BRESSAN G. - Approccio sistemico allo studio di comunità vegetali marine: <i>herbaria</i> e collezioni vive.....	152
BALATA D., CECCHI E., MAGRI M., SERENA F. - Caratterizzazione biologica della grotta marina M2 dell'Isola di Montecristo (Mar Tirreno) .....	154

BALDUCCI G.M., OMICCIOLI H., GIANNATTASIO S., MINELLI D., COLLEVECCHIO V., VALLISNERI M., SABELLI B. - Studio sulla biologia e distribuzione di <i>Nassarius mutabilis</i> (L., 1758) (Gastropoda, Prosobranchia) nel Compartimento Marittimo di Pesaro per una corretta gestione della risorsa.....	156
BALZANO R., DI STEFANO F., DI DONATO R., CARRADA G.C. - Analisi fenologiche e distribuzione dei prati a <i>Caulerpa racemosa</i> (Forsk.) J. Agardh nell'Area Marina Protetta (AMP) di Punta Campanella (Tirreno centrale) .....	158
CASTELLI A., LARDICCI C., CASTELLANI C., FINOCCHIARO C., GENOVESI S., TATARANNI M., MALTAGLIATI F. - Analisi della distribuzione verticale nel substrato sabbioso di due policheti (genere <i>Ophelia</i> ) lungo il litorale pisano .....	160
CERRANO C., CASTELLANO L., GIBERTI M., MUTI C., PREVIATI M., VALISANO L., BAVESTRELLO G. - Long-term effects of different foods on four Mediterranean species of Gorgonians .....	162
CERRANO C., PREVIATI M., PALMA M., ARILLO A. - Distribuzione di <i>Gerardia savaglia</i> (Bertoloni, 1819) (Cnidaria, Zoanthidea) nell'Area Marina Protetta di Portofino .....	164
CERVELLI M., BORTOLOMEI E., BISOL P.M. - Differenziazione genetica tra popolazioni di <i>Orchestia montagui</i> . Confronto fra campioni tirrenico-adriatici.....	166
CUCCU D., FOLLESA M.C., MEREU M., CAU A. - Evoluzione dell'incremento ponderale alla muta di <i>Palinurus elephas</i> (Fabricius, 1787) in cattività.....	168
DE LEONARDIS C., SANDULLI R., GALLO D'ADDABBO M., DE ZIO GRIMALDI S. - Diversità e abbondanza della meiofauna del litorale pugliese.....	170
DE LEONARDIS C., SEMPRUCCI F., BALSAMO M., D'ADDABBO R., GALLO D'ADDABBO M., SANDULLI R., DE ZIO GRIMALDI S. - Note sulla meiofauna dell'Area Marina Protetta di Porto Cesareo (Lecce).....	172
DI PASCOLI A., SUSTERSIC A., POLONIATO D., BABBINI L., BRESSAN G. - Tecniche di biomonitoraggio: metodo di valutazione rapida del ricoprimento macrofitobentonico.....	174
EVA G., PREVIATI M., BORRI M., VOLPI C., LAZZARA L. - Mass mortality event of a <i>Paramuricea clavata</i> (Risso, 1826) (Anthozoa, Gorgonacea) population in a South of Leghorn area (Summer 2003).....	176
GALLO D'ADDABBO M., SANDULLI R., DE ZIO GRIMALDI S. - I tardigradi marini della Sardegna.....	178
GALVAN T., VENDRAMINI A., FAVRETTO J., LAZZARINI R., PENZO P., PELLIZZATO M. - Evoluzione di un popolamento a <i>Callista chione</i> (L.) in una area di cava in nord Adriatico.....	180
GIANGUZZA P., BONAVIRI C., ZAVA B., MONTEVERDE G., RIGGIO S. - Espansione di <i>Caulerpa taxifolia</i> (Caulerpales, Ulvophyceae) lungo le coste dell'Isola di Favignana .....	182

GIOVANNETTI E., MONTEFALCONE M., MORRI C., ALBERTELLI G. - Fenologia e comunità epifita di foglie intermedie ed adulte di <i>Posidonia oceanica</i> in Mar Ligure.....	184
KEPPEL E., MAGGIORE F. - Short-term changes of macrobenthos in an estuarine area of the Venice lagoon.....	186
LA PORTA B., LATTANZI L., LA VALLE P., PANFILI M., TARGUSI M., NICOLETTI L. - Studio del popolamento a policheti di fondi mobili del Tirreno centrale.....	188
LEASI F., VIRNO-LAMBERTI C., TODARO M.A. - Prima segnalazione di <i>Musellifer profundus</i> (Gastrotrica) nei mari italiani.....	190
LOMBARDI C., COCITO S., PEIRANO A., OCCHIPINTI-AMBROGI A. - Influenza della temperatura sulla densità degli zoidi di <i>Schizobrachiella sanguinea</i> (Bryozoa, Cheilostomata).....	192
MASSA-GALLUCCI A., CIGLIANO M., LATTANZI L., PATTI F.P., BUIA M.C., GAMBÌ M.C. - Zoobenthos associato a fondi a rodoliti (Corallinales) dell'Isola d'Ischia (Mare Tirreno).....	194
MOLIN E., GOMIERO M. - Stime di biomassa di <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819) e <i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823) mediante monitoraggio fotografico in un'area a barriere artificiali nel nord Adriatico.....	196
MUNARI C., MISTRI M. - Exergy and biodiversity: the Valli di Comacchio study case.....	198
NOCCIOLINI S., ELMI C., MARTELLI F., PELLEGRINI R., CRUSCANTI M. - Evoluzione stagionale delle principali componenti macrofitobentoniche della Laguna di Orbetello.....	200
PAIS A., CHESSA L.A., SERRA S., MELONI G., RUIU A., MANUNZA B. - Morphometric relationships and annual gonad index of edible sea urchin <i>Paracentrotus lividus</i> from North western Sardinia.....	202
PANETTA P., MASTROTOTARO F., MATARRESE A. - Tanatocenosi a molluschi presente sui fondali della ZTB al largo delle Isole Tremiti....	204
RENDE F., ROCCA D., CAPPÀ P., COZZA R. - Monitoraggio dei limiti inferiori delle praterie di <i>P. oceanica</i> nell'Area Marina Protetta Capo Rizzuto (KR).....	206
RENDE F., STROOBANT M., POLIFRONE M. - Applicazioni preliminari di software di analisi di immagini allo studio fenologico di <i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile e <i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Ascherson.....	208
ROVERE A., PARRAVICINI V., DONATO M., RIVA C., DIVIACCO G., COPPO S., FIRPO M., BIANCHI C.N. - Indagini sulle secche di Punta Manara: un esempio di approccio ecotipologico.....	210
SCINTO A., BOYER M., BAVESTRELLO G., CERRANO C. - Mortalità di gorgonie in relazione ad un attacco massivo di caprellidi (Nord Sulawesi, Indonesia).....	212
SFRISO A., CECERE E., PETROCELLI A., LENZI M. - Confronto della flora marina presente in alcuni ambienti di transizione italiani.....	214
SIGOVINI M., MASIERO E., FRANGIPANE G., ZANON V., TAGLIAPIETRA D. - Crescita e produttività in una popolazione di <i>Nassarius reticulatus</i> (L., 1758) nella laguna di Venezia.....	216

SORIA A., IACONO G., SILVESTRE F., BUIA M.C. - “ALGEBRA”: data base operativa per la gestione della diversità macroalgale nell’area campana .....	218
TAMMARO D., PIAZZI L. - Modello numerico dell’espansione dei popolamenti mediterranei di <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i> .....	220
TARGUSI M., LATTANZI L., LA VALLE P., LA PORTA B., PANFILI M., NICOLETTI L. - Distribuzione spaziale dei crostacei anfipodi di fondo mobile nel Tirreno centrale (Lazio meridionale) .....	222
TUNESI L., MOSS D., EVANS D., MO G., DI MARTINO V. - The Mediterranean marine habitats in the “E.U.N.I.S.” European System .....	224
 <i>Comitato Gestione e Valorizzazione della Fascia Costiera</i> <i>Poster</i>	
AZZARO F., RAFFA F., MARINI A., RINELLI P. - Caratteristiche idrobiologiche del Golfo di S. Eufemia (Tirreno sud orientale): estate 2006 .....	228
BENFANTE M., CIMÒ G., MILAZZO M., FIORENTINO F., CHEMELLO R. - Struttura di popolazione di <i>Haliotis tuberculata</i> in aree soggette a diversi livelli di protezione .....	230
CARONNI S., CRISTO B., TORELLI A. - <i>Octopus vulgaris</i> (Cuvier, 1797) come indicatore ecologico nella Baia di Punta Don Diego, area naturale marina protetta di Tavolara - Punta Coda Cavallo (Sardegna nord-orientale) .....	232
CASELLATO S., SORESI S., MASIERO L., STEFANON A. - Unicità delle “tegnue”, gli affioramenti rocciosi del Golfo di Venezia .....	234
DE BIASI A.M., SARTOR P., LIGAS A., PACCIARDI L., REALE B., DE RANIERI S., DEMESTRE M. - Direct and indirect estimates of otter-trawling impact in a highly fished area of the Adriatic Sea .....	236
DI FRANCO A., BAIATA P. - Selezione ed uso di habitat di subacquei in una AMP mediterranea .....	238
FABI G., GRATI F., DE MAURO M., POLIDORI P. - Distribuzione spaziale e densità di <i>Nassarius mutabilis</i> (L.) e <i>Nassarius reticulatus</i> (L.) nel Compartimento Marittimo di Ancona .....	240
FACCA C., CEOLDO S., PELLEGRINO N., TIBALDO M., SFRISO A. - Confronto del livello di trofia in alcuni ambienti di transizione italiani .....	242
GIOMI F., PERILLI L., BELTRAMINI M. - Impatto antropico sugli ecosistemi lagunari: effetti sulla plasticità adattativa di <i>Carcinus aestuarii</i> .....	244
MAROZZO S., ANCORA S., DI FAZIO N., BERNASCONI M.P. - Fauna a molluschi e biodiversità lungo la piattaforma continentale ionica della Calabria settentrionale .....	246
PERRA G., GUERRANTI C., BARONI D., BENINCASA T., GRECO S. - Distribuzione di contaminanti nei sedimenti marini superficiali dell’area di Capo Vaticano (Calabria, Italia) .....	248



ROFFILLI R., MASTACCHI R., RAVENNI R., LENZI M., FRANCHI E. - Utilizzo di immagini satellitari per la mappatura di <i>Posidonia oceanica</i> .....	250
SPAGNOLO A., MANOUKIAN S., AUSILI S. - Distribuzione di <i>Lentidium mediterraneum</i> lungo la fascia costiera adriatica compresa tra i fiumi Esino e Musone .....	252
TUNESI L., MOLINARI A., AGNESI S., BAVA S., DI MARTINO V. - Studio dell'ittiofauna dell'Isola Gallinaria (Mar Ligure) finalizzato all'istituzione dell'area marina protetta .....	254
UGOLINI A., RUWA R.K., BARONI D., BORGHINI F. - <i>Talorchestia martensii</i> (Weber) (Amphipoda, Talitridae) as a bioindicator of heavy metals contamination of Kenyan sandy shores.....	256
 <b>Comitato Necton e Pesca</b> <i>Poster</i>	
ABELLA A., RIA M., MANCUSI C. - Assessment of the status of the coastal groundfish assemblage exploited by the Viareggio fleet.....	260
BOTTARO M., CONSALVO I., GIROSI L., VACCHI M. - New record of <i>Raja brachyura</i> from the Ligurian Sea.....	262
CATTAPAN S., NURRA N., MUSSAT SARTOR R., FROGLIA C., PESSANI D. - Primi dati biometrici relativi al teleosteo batiale <i>Lepidion lepidion</i> (Risso, 1810) presente in Mar Jonio .....	264
CRISTO B., STORAI T., ZUFFA M., ZINZULA L., FLORIS A. - Presenza di <i>Carcharodon carcharias</i> (Chondrichthyes, Lamnidae) nelle acque sarde (Mediterraneo centrale) .....	266
GANCITANO V., GANCITANO S., RIZZO P., BADALUCCO C., FIORENTINO F. - Valutazione della precisione nella stima dell'età della triglia di fango ( <i>Mullus barbatus</i> L., 1758; Pisces Mullidae) nello Stretto di Sicilia.....	268
GIORDANO D., BUSALACCHI B., PERDICHIZZI F., PERDICHIZZI A., PROFETA A., RINELLI P., GRECO S. - Abundance trend of <i>Octopus vulgaris</i> and <i>Eledone cirrhosa</i> (Mollusca: Cephalopoda) in the Southern Tyrrhenian Sea (Central Mediterranean).....	270
GNONE G., NUTI S., BELLINGERI M., PANNONCINI R., BEDOCCHI D. - Comportamento spaziale di <i>Tursiops truncatus</i> lungo la costa del Mar Ligure: risultati preliminari.....	272
LIGAS A., SIRNA R., SARTOR P. - Nuova segnalazione di <i>Sphoeroides pachygaster</i> (Müller & Troschel, 1848) (Pisces, Tetraodontidae) nel Mar Tirreno Settentrionale .....	274
MICARELLI P., SPINETTI S., CARUSO T. - Osservazioni preliminari sulla struttura della comunità ittica del posidonieto affiorante di S. Liberata (Orbetello).....	276
MICARELLI P., SPINETTI S., TRIPEPI S., SPERONE E. - Osservazioni sul comportamento di superficie del grande squalo bianco <i>Carcharodon carcharias</i> (L.) su prede passive a Dyer Island (Sudafrica).....	278

NUTI S., GIORLI G., BEDOCCHI D. - Analisi della distribuzione di <i>Tursiops truncatus</i> lungo le coste della Toscana settentrionale per mezzo di sistema GIS.....	280
REALE B., LIGAS A., BERTOLINI D., BELCARI P., VIVA C. - Flottiglia a strascico e sbarcato commerciale della marineria di Castiglione della Pescaia (Mar Tirreno settentrionale) .....	282
ROSSETTI I., VANNUCCI A., SARTINI M., FRANCESCONI B., GAMBACCINI S., DE RANIERI S. - Pesca di mazzancolla, <i>Penaeus kerathurus</i> (Forsskål, 1775) con reti da posta presso la marineria artigianale di Viareggio (Mar Ligure sud-orientale).....	284
RUSSO T., MAGNIFICO G., BALDI P., CATAUDELLA S. - New insight into growth parameters estimation: searching for a better approach in data massaging.....	286
SARTOR P., ROSSETTI I., VANNUCCI A., VIVA C. - Pesca del gobbetto striato, <i>Plesionika edwardsii</i> (Brandt, 1851), con nasse sperimentali nel Tirreno settentrionale.....	288
VAGELLI C., CHELLI M., VANNUCCI S., SILVESTRI R., VOLIANI A. - Teuthoidea in the Southern Ligurian Sea.....	290
VALLISNERI M., SCAPOLATEMPO M., BERTASI F., COLANGELO M. - Uso della microfotografia digitale nell'analisi dei contenuti stomacali: dati preliminari sulla triglia di fango, <i>Mullus barbatus</i> L. dell'Adriatico ..	292
VALLISNERI M., TROTTA V., CAVICCHI S. - Biometria degli otoliti nello studio dell'accrescimento del merluzzetto adriatico .....	294
VANNUCCI S., MANCUSI C., SERENA F., CUOCO C., VOLIANI A. - Feeding ecology of rays in the Southern Ligurian Sea.....	296
VIERUCCI E., BUSSOTTI S., CICCOLELLA A., GUIDETTI P. - La piccola pesca presso l'Area Marina Protetta di Torre Guaceto: indicazioni per la gestione.....	298
ZAVA B., FERRANTELLI V., CASTIGLIONE F., FIORENTINO F. - First record of the copper shark <i>Carcharhinus brachyurus</i> (Gunther, 1870) in the Tyrrhenian Sea.....	300
ZUPA R., SILECCHIA T., CARBONARA P., SPEDICATO M.T. - Crescita di <i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868) nel Tirreno centro-meridionale.....	302

**Comitato Plancton**

*Poster*

BARRECA M., ABBATE M., ALONSO-HERNANDEZ C.M., BORGHINI M., CERRATI G., GASPARINI G.P., MALTAGLIATI F., TANGHERLINI M., TORRICELLI L., PANNACCIULLI F.G. - Mesozooplankton superficiale dello Stretto di Sicilia: la distribuzione di <i>Evadne spinifera</i> (Crustacea, Cladocera).....	306
BUTTINO I., CAROTENUTO Y., DE ROSA G., MAZZELLA M., IANORA A., MIRALTO M. - Veicolazione di fitotossine nei copepodi mediante liposomi giganti e loro impiego in studi ecofisiologici.....	308

CHIGURNI L., NUCCIO C., MELILLO C., MASSI L., INNAMORATI M. - Ciclo stagionale di <i>Dinophysis</i> spp. Nella Laguna di Orbetello (1995-2001) .....	310
CUTTITTA A., CARUANA L., DI NIERI A., SPOSITO P., PATTI C., BASILONE G., BONANNO A., PATTI B., BUSCAINO G., MAZZOLA S. - <i>Ichthyodinium chabelardi</i> : una causa di morte delle uova di <i>Engraulis encrasicolus</i> nel Canale di Sicilia.....	312
DE DOMENICO M., DE LUCA M., GENTILE G., GIULIANO L., SCARFÌ S., DE DOMENICO E. - Distribuzione di batteri luminescenti in acque pelagiche del Mar Tirreno centro-meridionale (Mar Mediterraneo).....	314
GUARDIANI B., VIRGILIO D., GASPARDO M., FORNASARO D., CABRINI M. - Prime stime di produttività primaria del nanoplancton nel Golfo di Trieste .....	316
INGARAO C., CAPELLACCI S., KOVAC N., PENNA N., PENNA A. - Studio sulla composizione oligosaccaridica e fitoplanctonica di alcuni campioni di mucillagine raccolti lungo la costa pesarese (Nord-Ovest Mare Adriatico) e lungo la costa slovena (Nord-Est Mare Adriatico).....	318
 <i>Sessione Vari</i>	
<i>Poster</i>	
BANDIERA P., TROMBETTI F., VENTRELLA V., PIRINI M., BORGATTI A.R., PAGLIARANI A. - Effetto del TBT sulla Mg-ATPasi in mitocondri di mantello di mitilo .....	322
BISOL P.M., BARBISAN F., MARINO I., ZANE L. - Applicazione di microsatelliti per lo studio del differenziamento genetico nel bioindicatore <i>Carcinus aestuarii</i> .....	324
BONACCI S. - Cholinesterase activities in <i>Pecten jacobaeus</i> as biomonitoring tools.....	326
CASELLATO S., BETTO C. - La collezione marina di Giovanni Canestrini proveniente dal Mar di Sciacca.....	328
CUOLLO M., GUERRIERO G., FERRO R., CIARCIA G. - Analisi quantitativa di antiossidanti plasmatici in pesci antartici .....	330
DE BIASI A.M., FABI G., PACCIARDI L., SPINELLI O., MICHELI R., PULETTI M., DE RANIERI S. - Metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici in prossimità di una piattaforma di estrazione: 3 anni di osservazioni (Mare Adriatico).....	332
GALANTI G., MERCATELLI L., CASTELLINI C., UGOLINI A. - I fattori di orientamento celeste nel recupero zonale di <i>Talitrus saltator</i> (Montagu) (Crustacea, Amphipoda).....	334
GUERRANTI C., PERRA G., BISOGNO I., FOCARDI S. - Contaminanti emergenti in <i>Xiphias gladius</i> dell'area tirrenica .....	336
IACOCCA A., FOCARDI S. - Attività enzimatiche CYP450-dipendenti in esemplari di <i>Patella caerulea</i> esposti a 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-paradiossina e benzo(a)pirene .....	338

MANUZZI M.P., VENTRELLA V., PAGLIARANI A., TROMBETTI F., BORGATTI A.R., PIRINI M. - Composizione degli acidi grassi delle classi fosfolipidiche di mitocondri di <i>Mytilus galloprovincialis</i> .....	340
MATOZZO V., MONARI M., FOSCHI J., CATTANI O., MARIN M.G. - Effetti della salinità su risposte immunitarie della vongola <i>Chamelea gallina</i> (L. 1758).....	342
MONARI M., SERRAZANETTI G.P., FOSCHI J., VITALI G., MATOZZO V., MARIN M.G., CATTANI O. - Effetti della salinità sull'enzima antiossidante superossido dismutasi in <i>Chamelea gallina</i> (L. 1758) ..	344
NESTO N., ROMANO S., DA ROS L., MARCHESELLI M., MAURI M. - Bioaccumulo di metalli e contenuto di metallotioneine e malondialdeide in <i>Mytilus galloprovincialis</i> e <i>Perinereis cultrifera</i> della Laguna di Venezia .....	346
PANE L., GIACCO E., MARIOTTINI G.L. - Utilizzo di <i>Tigriopus fulvus</i> (Copepoda: Harpacticoida) in ecotossicologia. Saggi con disperdenti e tensioattivi .....	348
PRATO E., BIANCOLINO F., SCARDICCHIO C. - Effetti sub-letali del rame sulle larve di <i>Mytilus galloprovincialis</i> .....	350
RELINI G., LA POSTA S. - Revisione della checklist della fauna marina italiana.....	352
TACCHI B., CORRÀ C., GRECO G., TRIELLI F., AMAROLI A., GARAVENTA F., FAIMALI M., DELMONTE CORRADO M.U. - Alterazione delle prime fasi di sviluppo del biofilm come nuovo biosaggio per indagini ecotossicologiche di laboratorio .....	354
TIMPANARO A., ORECCHIO S., CULOTTA L., MANNINO M.R., GIANGUZZA A., SARÀ G. - Variazione dei livelli di concentrazione di IPA in <i>Patella coerulea</i> nelle acque costiere siciliane .....	356
TOZZINI V., STURM A., CORSI I. - High neurotoxic risk to ChEs in bluefin tuna ( <i>Thunnus thynnus thynnus</i> ) revealed by high <i>in vitro</i> sensitivity to organophosphates.....	358

R.S. MCKINLEY

University of British Columbia, Vancouver, Canada.  
mckin@interchange.ubc.ca

## IMPORTANCE OF A QUANTIFIABLE MEASURE OF FISH WELFARE TO FISH AND FARMER

### *IMPORTANZA ECOLOGICA E PRODUTTIVA DI UN APPROCCIO QUANTITATIVO AL BENESSERE DEI PESCI ALLEVATI*

**Abstract** - *Quantifiable procedures and related tools are available to assess, and ultimately design, grow-out conditions that benefit the health or well-being of fish and the economic health of the fish farming industry.*

**Key-words:** *fish welfare, physiological telemetry, swimming behaviour, metabolic rate.*

Over the past decade finfish aquaculture production has more than doubled globally and is expected to continue to rise as the demand for protein increases worldwide (FAO, 2000). Unlike other intensive production practices, scientific research into the ethical and welfare treatment of cultured fish has only recently been initiated. Indeed, the importance of fish welfare to the individual has included improved feed conversion, heightened immunity and increased ability to cope with stress (McFarlane *et al.*, 2004). Only recently however, have there been attempts to examine the benefits of fish welfare to both the animal and farmer.

The welfare of an animal has been described as defining its “quality of life” (Duncan and Fraser, 1997). Typically, definitions of welfare fall into three broad categories:

- Feelings-based definitions - related in terms of subjective mental states, good welfare requiring the animal is free of negative influences (e.g. pain) but does experience positive influences such as companionship. Of course, this category of definitions assumes that fish demonstrate cognitive characteristics of sentient organisms.
- Function-based definitions - related to the ability of the animal to successfully adapt to its environment.
- Nature-based definitions - focused on the belief that “good” welfare enables the animal to lead a natural life as exhibited in wild counterparts.

All the above rely on “valued” judgements and are likely to lead to considerable debate among regulators, non-governmental organisations and the farmer.

Recently, Mellor and Stafford (2001) promoted the concept of “domains of welfare”, derived primarily for mammals and birds:

- Domain 1. Water and food deprivation, malnutrition. Animals are to have free access to water and an appropriate diet.
- Domain 2. Environmental challenge: Animals are housed in a “suitable environment” which includes shelter and comfortable resting area.
- Domain 3. Disease, injury and functional impairment. Holding facilities must minimise risk of disease, but once detected, animals to receive treatment.
- Domain 4. Behavioural/interactive restriction. Focuses on the need for animals to have sufficient space and facilities as well as companionship.
- Domain 5. Mental and physical suffering. Requires the minimisation of conditions that result in unacceptable levels of anxiety, fear, pain, thirst, hunger etc.

Again, the above subjectively based approach does little to provide either researcher or farmer with quantifiable standards to ensure the welfare of cultured animals. To move forward and ensure the development of standard operating protocols that are repeatable and benefit both fish and farmer, quantifiable measures of the animal's condition are required.

Development of procedures to obtain quantifiable measures of condition in fish have borrowed heavily from procedures outlined in human medicine to measure overall condition or well-being. Typically, procedures relied on a measurement of overall aerobic performance to reflect the ability of an individual to cope with changing environmental conditions. For fish, Fry (1971) introduced the concept of examining the effect of environmental factors on their scope for activity. Scope for activity is defined as the difference between standard (resting, post-absorptive) metabolic rate and the maximum sustained metabolic rate. Scope for activity represents the metabolic energy that is available for capture of prey, avoidance of predators, migration, spawning and all other volitional activity. Determining scope for activity in most fish can be determined from swim performance trials and provides a standard from which the effects of changing environmental conditions can be quantified. With the development of physiological telemetry sensors, it is no longer necessary to extrapolate laboratory induced changes in scope for activity to free swimming individuals. Direct measurement of swimming ability in free ranging fish allows for effects from changing environmental conditions in real time.

For aquaculture, telemetry will provide a valuable tool for remotely monitoring fish swimming behaviour and related physiological state in sea cages. Previously, farmers could only conduct a basic assessment of health and welfare whilst hand feeding fish. Typically, these assessments are conducted in small scale experimental cages rather than large-scale commercial operations (Juell and Westerberg, 1993; Bégout Anras *et al.*, 2000). Recently, the accuracy of acoustic positioning systems has been measured and assessed to optimise position and differences in behaviour relative to time and environmental conditions (Ehrenberg and Steig, 2001, 2003). Adoption of these quantifiable measures of behaviour and activity levels permits the farmer to optimise grow-out conditions within the energetic limits of the cultured animals.

Assessing optimal grow-out conditions from the perspective of the cultured fish is also beneficial to the farmer. Ensuring cultured conditions does not threaten the metabolic limit of the animal and results in optimal feed conversion, survival and improved immunity to disease. Providing the farmer with quantifiable procedures and tools to optimise grow-out conditions also results in improved flesh quality, characterised by increased muscle tone and retardation of rigor. As a result, the shelf life of the fish product is extended. It is well recognised that extending the shelf life of a fish product by only one day can significantly benefit the economical welfare of the farmer.

In summary, quantifiable procedures and related tools are available to assess, and ultimately design, grow-out conditions that benefit the health or well-being of fish and the economic health of the industry.

## References

- BÉGOUT ANRAS M.L., KADRI S., JUELL J.E., HANSEN T. (2000) - Measuring individual and group swimming behaviour under production densities. Test of a 3D multiple fish acoustic positioning in a sea cage. In: A. Moore, I.C. Russell (eds), *Advances in Fish Telemetry*. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Conference of Fish Telemetry in Europe. Lowestoft, CEFAS: 75-78.
- DUNCAN I.J.H., FRASER D. (1997) - Understanding animal welfare. In: Appleby M.C., Hughes B.O. (eds), *Animal Welfare*. CAB International, University Press, Cambridge: 19-31.
- EHRENBERG J.E., STEIG T.W. (2001) - A method for measuring the position accuracy of acoustic fish tags. *ICES J. Mar. Sci.*, **59**: 140-149.

- 
- EHRENBERG J.E., STEIG T.W. (2003) - Improved techniques for studying the temporal and spatial behaviour of fish in a fixed location. *ICES J. Mar. Sci.*, **60**: 700-706.
- FAO (2000) - *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Food and Agriculture Organisation of the United Nations.
- FRY F.E.J. (1971) - The effect of environmental factors on the physiology of fish. In: W.S. Hoar and D.J. Randall (eds), *Fish Physiology*. Academic Press, New York, **6**: 1-98.
- JUELL J.E., WESTERBERG H. (1993) - An ultrasonic telemetric system for automatic positioning of individual fish used to track Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a sea cage. *Aquaculture Eng.*, **12**: 1-18.
- MCFARLANE W.J., CUBITT K.F., WILLIAMS H., ROWSELL D., MOCCIA R.D., GOSINE R., MCKINLEY R.S. (2004) - Can feeding status and stress be assessed by analyzing patterns of muscle activity in free swimming rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). *Aquaculture*, **239**: 467-484.
- MELLOR D.J., STAFFORD K.J. (2001) - Integrating practical, regulatory and ethical strategies for enhancing animal welfare. *Australian Veterinary Journal*, **79**: 762-768.

G. LEMBO, M.T. SPEDICATO, P. CARBONARA, M. SCOLAMACCHIA, I. CORSI<sup>1</sup>,  
S. FOCARDI<sup>1</sup>, S. ROCHIRA<sup>2</sup>, R.S. MCKINLEY<sup>3</sup>

COISPA Tecnologia & Ricerca, Via dei Trulli, 18 - 70045 Bari, Italia.  
lembo@coispa.it

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Chimica Fisica-IPCF, Università di Bari, Italia.

<sup>3</sup>University of British Columbia, Vancouver, Canada.

## INSIGHT INTO THE WELL-BEING OF SEA BASS BY USING PHYSIOLOGICAL OPERATIONAL INDICATORS

### *L'USO DI INDICATORI FISIOLOGICI PER UN'ANALISI DELLO STATO DI BENESSERE NELLE SPIGOLE ALLEVATE*

**Abstract** - Aquaculture employs a variety of husbandry protocols that need to be evaluated in terms of health and welfare of fish. Our study demonstrated that monitoring electrical activity from red and white muscles, swimming performances and hormone levels would permit a quantitative measure of fish well-being.

**Key-words:** fish well-being, swimming performance, Ucrit, recovery test, sea bass.

**Introduction** - Assessing the well-being of free ranging fish has been fuelled by the need to evaluate anthropogenic stress from the fish perspective. Stressors are directly related to various fish handling procedures. Assessing fish handling protocols or environmental perturbations which affect fish performance, and associated energy expenditures, would permit the development of appropriate mitigative strategies. Aquaculture employs a variety of husbandry protocols that need to be evaluated in terms of health and welfare of fish. Behavioural tests can be used as indicators of short-term stress, but examples are sparse. Measurement of swimming ability, such as critical swimming speed (Ucrit) has been used as indicators of the effects of environmental challenges on the general health of fish (Randall *et al.*, 1987; Brauner *et al.*, 1994) and as welfare indicator for reared sea bass (Carbonara *et al.*, 2006). Frequently, Ucrit has been used as a physiological end point to assess the impact of environmental change (Brauner *et al.*, 1992). There have however been examples where Ucrit is not always a sensitive indicator of metabolic disturbance. Our study expands the use of simple Ucrit measures as an indicator of metabolic disturbance by examining the ability of individual fish to recover from repeated exhaustive exercise events (recovery test). Furthermore, the physiological response to the stress has been evaluated monitoring the contribution of two muscle type (red and white) to the swimming activity and the relative stress hormone levels.

**Materials and methods** - Adult sea bass were reared in 16 m<sup>3</sup> circular tanks, at a density of 10 kg (m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> under natural light conditions. Individuals were fed once per day to satiation. Tanks water was exchanged five times per day. Water temperature was maintained at 18 °C. The size of the fish used for monitoring the muscle electrical activity ranged between 160 and 180 g in weight, the size of those used for the swimming performance trials ranged from 160 and 700 g. Swimming performance trials were conducted using a Blažka-style swimming chamber (Thorstad *et al.*, 1997). Water velocity was calculated using a Doppler flow meter (Sigma). All the fish tested were fasted for 24 h prior to swim trials to ensure a post-absorptive state (McFarlane *et al.*, 2004). Swimming trials were conducted, in the swimming chamber, using increasing water flow velocity by steps of 0.1 msec<sup>-1</sup> every ten minutes, until individuals fatigued. Blood



samples were collected from different treatment groups and cortisol levels were measured by HPLC. Electrical activity from muscles types was monitored by implanting two pairs of wire electrodes on anaesthetized fish. One pair of electrodes were inserted subcutaneously into the lateral red musculature, a second pair of electrodes was implanted into the white musculature at a similar location but at depth of 1 cm. The duration of surgical procedure including anaesthetization, was generally 25-30 minutes. The bio-sensitive electrodes monitoring electrical activity in the two muscle types were passed through a controlled opening in the swimming chamber to the pre-amplifiers. Signals were filtered, amplified and transformed into non-differential signals. Data were subsequently recorded with a sample size of 5000 data per second.

**Results** - The averages of hard wired-red muscle electromyograms were ranging between 0.28 mV at velocity of 0.2 msec<sup>-1</sup> and 1.19 mV at the Ucrit velocity (~0.9 msec<sup>-1</sup>). The pattern was initially rather sharp and then reached a plateau at the higher velocity steps. The white muscle activity showed a different pattern. Indeed, the electromyograms (EMG) varied between 0.15 and 1.00 mV and the intensity increased exponentially between 0.2 msec<sup>-1</sup> and the Ucrit velocity (~0.9 msec<sup>-1</sup>). The Ucrit measures showed remarkable differences among the different size classes (160-700 g). Total length showed a significant positive correlation with absolute Ucrit and a significant negative correlation with relative Ucrit. The recovery tests carried out with unstressed fish showed no significant differences between Ucrit<sub>1</sub> and Ucrit<sub>2</sub>. The levels of cortisol were significantly different between stressed and unstressed fish, reaching, in the latter, values higher than 1.5 µg/ml.

**Conclusions** – Our study demonstrated that the scope for activity in sea bass is not supported solely using aerobic metabolism, though the red muscle powers the majority of the swimming ability. Monitoring EMG, swimming behaviour and performances, hormone levels would permit an estimate of the ability of fish to compensate stress directly related to various handling procedures, providing a quantitative measure of its well-being.

#### References

- BRAUNER C.J., SHRIMPSON J.M., RANDALL D.J. (1992) - Effect of short-duration seawater exposure on plasma ion concentrations and swimming performance in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) parr. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49**: 2399-2405.
- BRAUNER C.J., IWAMA G.K., RANDALL D.J. (1994) - The effect of short-duration seawater exposure on the swimming performance of wild and hatchery-reared juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) during smoltification. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **51**: 2188-2194.
- CARBONARA P., SCOLAMACCHIA M., SPEDICATO M.T., LEMBO G., ZUPA W., MCKINLEY R.S. (2006) - Swimming performance as a well-being indicator of reared sea-bass *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Preliminary results. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in press).
- MCFARLANE W.J., CUBITT K.F., WILLIAMS H., ROWSELL D., MOCCIA R., GOSINE R., MCKINLEY R.S. (2004) - Can feeding status and stress level be assessed by analyzing pattern of muscle activity in free swimming rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum)? *Aquaculture*, **239**: 467-484.
- RANDALL D.J., MENSE D., BOUTILIER R.G. (1987) - the effects of burst swimming on aerobic swimming in Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) *Mar. Behav. Physiol.*, **13**: 77-88.
- THORSTAD E.B., FINSTAD B., ØKLAND F., MCKINLEY R.S., BOOTH R.K. (1997) - Endurance of farmed and sea-ranched Atlantic salmon (*Salmon salar* L.) at spawning. *Aquatic Research*, **28**: 635-640.

F. BARBATO, M. CASTORINA

Enea UTS, Biotecnologie e Protezione dell'Uomo e degli Ecosistemi, Sezione Biologia ambientale e Conservazione della Natura, Via Anguillarese, 301 - 00060 S.M. di Galeria (RM), Italia.  
fabio.barbato@casaccia.enea.it

## VALUTAZIONI QUALITATIVE DEL SEME DI ORATA (*SPARUS AURATA*) E ALIMENTAZIONE DEI DONATORI

### *GILTHEAD SEABREAM (SPARUS AURATA) SEMEN QUALITY EVALUATIONS AND FEEDING OF THE DONORS*

**Abstract** – *Sparus aurata* (marine teleost fish) semen from donors kept in experimental and productive plant conditions was evaluated according to a microscope direct observation protocol. In the experimental plant group feeding was based on thawed squid and in the productive plant groups on artificial pellets. Results show a significant better quality of semen in the experimental plant, meaning that donor feeding is a major factor in relation to semen quality.

**Key-words:** semen quality, *Sparus aurata*, feeding, spawners.

**Introduzione** – Nell'ambito di studi e ricerche compiuti nel corso di vari anni sulla crioconservazione del seme di teleostei marini (Barbato *et al.*, 1998a; Canese *et al.*, 1997), sono state effettuate alcune osservazioni che inducono a stabilire una relazione tra condizioni di allevamento dei riproduttori e la qualità dei gameti emessi. Nel presente lavoro vengono considerati alcuni parametri di qualità del seme in orata (*Sparus aurata*) e vengono elaborati dati ad essi relativi; tali dati sono confrontati tra situazioni di allevamento dei riproduttori diverse tra loro, in particolare per quanto riguarda l'alimentazione. Tramite un'analisi di questi confronti si mira a individuare il regime alimentare più appropriato per ottenere seme di buona qualità, in vista anche di un'ottimizzazione delle successive fasi della riproduzione artificiale.

**Materiali e metodi** – Il seme veniva prelevato tramite aspirazione in una siringa senza ago da riproduttori maschi fluenti anestetizzati. Si è valutata al microscopio ottico, da parte sempre di uno stesso operatore, la motilità degli spermatozoi mediante 5 osservazioni in un intervallo compreso tra 5 e 180 secondi dall'attivazione con acqua di mare al 38‰, con punteggi da 0 a 5, più i valori intermedi, (Chambeyron e Zoar, 1990; Barbato *et al.*, 1998b) attribuiti considerando la velocità e la quantità percentuale degli spermatozoi in movimento. Il tipo di valutazione della qualità del seme impiegato in questo studio è soggettivo, ma diffuso fra gli operatori del settore. Sta infatti all'operatore esperto, verificando sui diversi piani focali e tenendo conto di situazioni particolari, eseguire una valutazione attendibile utilizzando campo scuro e contrasto di fase. Tale valutazione qualitativa è stata effettuata su campioni di seme fresco. I campioni di seme sono stati prelevati, nel corso di un periodo compreso tra il 1998 ed il 2004, da riproduttori tenuti in condizioni diverse presso vari impianti, uno sperimentale (AU, n=12) e tre produttivi (BA, n=28; MB, n=26; UT, n=14). Una serie di parametri di allevamento sono stati registrati, così come per parametri biometrici degli esemplari donatori.

**Risultati** - L'analisi dei dati di motilità nell'intervallo temporale 5-180 secondi (ANOVA) ha mostrato una differenza significativa tra le valutazioni di motilità relative agli esemplari campionati nel modulo sperimentale (AU) e quelle degli esemplari campionati presso i tre impianti produttivi (BA, MB e UT). I risultati mostrano nel primo caso punteggi a 5" e 30" sempre massimi (5), mentre nel secondo i valori ana-

loghi riscontrati si attestano su punteggi intermedi di motilità. La differenza maggiormente rilevante fra i due blocchi appare essere nelle modalità di alimentazione dei donatori: infatti, mentre negli impianti produttivi non si è curata in modo particolare l'alimentazione, fornendo ai donatori perlopiù mangime artificiale pellettato non specifico per riproduttori, nel caso dell'impianto sperimentale si forniva, durante il periodo di maturazione sessuale, una dieta comprendente totani scongelati, che rappresentano una fonte naturale di biomolecole importanti per una maturazione ottimale dei gameti, sia maschili che femminili, quali, tra le altre, acidi grassi poliinsaturi e vitamine.

**Conclusioni** - Il presente studio ha fornito risultati che evidenziano l'importanza di una alimentazione adeguata per ottenere seme di buona qualità da parte di riproduttori maschi di orata. Maisse *et al.* (1998), menzionano peraltro l'importanza del regime alimentare lipidico dei riproduttori tra i fattori di variabilità qualitativa per il seme. Dunque si ribadisce l'opportunità di considerare nei processi produttivi anche una cura attenta dell'alimentazione dei riproduttori per ottenere gameti di buona qualità. La qualità del seme, valutata come qui descritto, può essere impiegata come indice di buone condizioni di stabulazione dei riproduttori, con particolare riguardo all'alimentazione.

#### **Bibliografia**

- BARBATO F., CANESE S., MORETTI F., MISITI S., LACONI F., RANA K. (1998 a) - Preliminary experiences for cryopreservation of *Sparus aurata* and *Diplodus puntazzo* semen. *Cahiers Options Mediterranennes*, **34**: 281-287.
- BARBATO F., CANESE S., MORETTI F., MISITI S. (1998 b) - Sviluppo di metodiche affidabili per la crioconservazione dello sperma di teleostei marini di interesse economico. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 894-903.
- CANESE S., BARBATO F., MORETTI F., MISITI S., LACONI F., RANA K. (1997) - Crioconservazione dello sperma di *Sparus aurata* e valutazioni preliminari di fertilità. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 481-483.
- MAISSE G., LABBÈ C., OGIER DE BAULNY B., LEVERONI CALVI S., HAFFRAY P. (1998) - Cryoconservation du sperme et des embryons de poissons. *INRA Prod. Anim.*, **11**: 57-65. CHAMBEYRON F., ZOHAR Y. (1990) - A diluent for sperm cryopreservation of gilthead seabream, *Sparus aurata*. *Aquaculture*, **90**: 345-352.

S. GORBI, S. TEDESCO, M. BENEDETTI, R. BOCCHETTI, D. FATTORINI, A. NOTTI,  
B. PISANELLI, M. BARUCCA, A. CANAPA, R. STEFANI, F. REGOLI

Istituto di Biologia e Genetica, Università Politecnica delle Marche,  
Via Ranieri, 65 (Montedago) – 60131 Ancona, Italia.  
s.gorbi@univpm.it

## UTILIZZO DI UN APPROCCIO ECOTOSSICOLOGICO PER VALUTARE LA QUALITÀ E LA SALUBRITÀ DI UN TIPICO PRODOTTO DI ACQUACOLTURA, IL BRANZINO *DICENTRARCHUS LABRAX*

### *USE OF ECOTOXICOLOGICAL APPROACH FOR ASSESSING QUALITY AND SAFETY OF THE FARM SEA BASS, DICENTRARCHUS LABRAX*

**Abstract** – The aim of this work was to provide a characterization of several biological responses in a model farmed fish, *Dicentrarchus labrax*. Specimens of this organisms were sampled in a fishing farm during June 2005 and March 2006. Analyses on biotransformation systems (*EROD* and glutathione *S*-transferases activities) acetylcholinesterase activity, appearance of DNA damages (evaluated as strand breaks and micronucleus frequency), vitellogenin gene expression did not show a biological disturbance in the organisms. The use of these cellular responses as biomarkers could be of great utility for monitoring and protecting the health status of aquaculture products, with implication also for human health.

**Key-words:** aquaculture, biomarkers, *Dicentrarchus labrax*.

**Introduzione** – La diffusione degli impianti di acquacoltura ha subito una rapida espansione nell'ultimo decennio e in questo senso risulta di fondamentale importanza fornire nuove metodologie che permettano di valutare in tempi rapidi la qualità e la salubrità del prodotto ittico allevato. Numerose sono infatti le sostanze chimiche che vengono utilizzate negli impianti di acquacoltura come additivi alimentari, ormoni o antibiotici; molte di queste molecole, sebbene utilizzate in quantità definite “modeste” sono in realtà caratterizzate da una elevata persistenza e tossicità e potenzialmente producono effetti dannosi anche nell'uomo che, attraverso il consumo alimentare di prodotti ittici, può entrare a contatto con tali sostanze.

In questo lavoro, una tipica specie di allevamento, il branzino (*Dicentrarchus labrax*), è stata utilizzata allo scopo di caratterizzare e definire l'utilizzo di alcune risposte biologiche (a livello subcellulare, biochimico e molecolare) le cui variazioni possono permettere di identificare l'insorgenza di una condizione di stress legata alla presenza di molecole tossiche o la perdita di valore e/o la qualità nutrizionale del prodotto finale.

**Materiali e metodi** – Esemplari sessualmente immaturi di branzino, *Dicentrarchus labrax* (14±2 cm di lunghezza, 32±5 g di peso) sono stati ottenuti nel giugno 2005 e nel marzo 2006 dalla azienda ittica Caldoli di Lesina (FG); trasportati in laboratorio gli organismi sono stati immediatamente dissezionati e i campioni di fegato, bile, cervello e muscolo sono stati congelati in azoto liquido e conservati a –80 °C fino al momento delle analisi. I parametri biologici analizzati si riferiscono all'induzione dei principali sistemi di biotrasformazione dei contaminanti organici (attività del citocromo P-450 e della glutathione *S*-transferasi); la presenza di metaboliti degli idrocarburi policiclici aromatici è stata rilevata attraverso l'analisi spettrofluorimetrica a lunghezza d'onda fissa (FF, fixed fluorescence) di campioni di bile opportunamente diluiti in etanolo 48%. L'attività dell'acetilcolinesterasi (enzima implicato nella trasmissione dell'impulso nervoso) è stata scelta come marker di esposizione a composti organofosforici e car-

bammati. La perdita di integrità strutturale del DNA (uno dei principali target dei composti tossici) è stata analizzata mediante il test della Cometa e la frequenza dei micronuclei. Poiché molti degli additivi utilizzati nei mangimi sono sospettati possedere caratteristiche estrogeniche o ormone mimetiche, l'espressione genica della vitellogenina (proteina del tuorlo presente nelle femmine sessualmente mature) è stata analizzata mediante analisi RT-PCR degli RNA messaggeri. Per valutare la possibilità di utilizzare questa risposta biologica come biomarker di avvenuta esposizione a composti xenoestrogeni è stato condotto un esperimento di laboratorio in cui esemplari di *Dicentrarchus labrax* immaturi sono stati esposti a 17 $\beta$ -estradiolo, alla concentrazione di 15mg/kg, per un periodo di 1 settimana.

**Risultati** – I risultati ottenuti per i sistemi di biotrasformazione dei composti organici come il citocromo P450 e la glutazione S-transferasi mostrano livelli tipici di organismi di controllo (attività EROD pari a 4 pmol/min/mg prot, GST pari a 150 nmol/min/mg prot), e l'assenza di metaboliti degli idrocarburi policiclici aromatici nella bile dei pesci campionati nei due anni esclude l'esposizione a questo tipo di contaminanti (Gorbi *et al.*, 2005). L'attività dell'acetilcolinesterasi misurata nel cervello degli organismi ha mostrato valori di 50 $\pm$ 7 nmol/min/mg prot. I livelli di frammentazione del DNA analizzati con il test della cometa forniscono un valore di Danno Totale (DT) pari a 170 $\pm$ 30, e la frequenza dei micronuclei inferiore a 0.1‰, sottolineano che i livelli basali di danno genotossico sono più bassi di quelli, ad esempio, tipici di invertebrati marini come il *Mytilus galloprovincialis* (Venier *et al.*, 1997). In seguito all'esposizione a 17 $\beta$ -estradiolo in tutti gli esemplari è stata indotta l'espressione del gene della vitellogenina, mentre nessun organismo prelevato dall'allevamento evidenzia questa risposta, confermando da una parte la sensibilità di questo biomarker e dall'altra l'assenza di esposizione a molecole estrogeniche negli organismi provenienti dall'allevamento (Barucca *et al.*, 2005).

**Conclusioni** – I risultati ottenuti in questo lavoro complessivamente confermano che le risposte biologiche analizzate nei branzini campionati nei due anni 2005-2006 mostrano livelli paragonabili a quelli già rilevati in organismi di controllo della stessa specie o di altre specie di allevamento (Gorbi *et al.*, 2005). La caratterizzazione e l'utilizzo delle risposte biologiche in una specie ittica di interesse per l'acquacoltura come il branzino *Dicentrarchus labrax* risulta di interesse pratico ed applicativo per la valorizzazione delle risorse ittiche allevate, per la tutela del consumatore, per mantenere e preservare la qualità nutrizionale del prodotto.

#### Bibliografia

- BARUCCA M., CANAPA A., OLMO E., REGOLI F. (2005) - Analysis of vitellogenin gene induction as a valuable biomarker of estrogenic exposure in various Mediterranean fish species. *Environmental Research*, (in stampa): corrected proof available online.
- GORBI S., BALDINI C., REGOLI F. (2005) - Seasonal variability of metallothioneins, cytochrome P450, bile metabolites and oxyradical metabolism in the European eel *Anguilla anguilla* L. (Anguillidae) and striped mullet *Mugil cephalus* L. (Mugilidae). *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **49**: 62-70.
- VENIER P., MARON S., CANOVA S. (1997) - Detection of micronuclei in gill cells and haemocytes of mussels exposed to benzo[a]pyrene. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, **390**: 33-44.

G. MARINO, P. DI MARCO, T. PETOCHI, M.G. FINOIA, A. PRIORI

ICRAM – Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare  
Dipartimento Uso Sostenibile delle Risorse – Unità Acquacoltura  
Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.  
g.marino@icram.org

## INDICATORI DI BENESSERE NELLE SPECIE ITTICHE D'ACQUACOLTURA

### WELFARE INDICATORS IN FARMED FISH

**Abstract** - Clinical, immunological and stress parameters were evaluated as indicators of welfare of farmed fish. Sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Moronidae) was used as model species. Fish were exposed to different environmental (carbon dioxide) and management (diets with different immunostimulants, stocking density) which significantly affected welfare of aquaculture species.

**Key-words:** welfare, stress, innate immunity, sea bass.

**Introduzione** – Lo sviluppo di tecniche intensive di acquicoltura ha recentemente sollevato la necessità di assicurare condizioni di benessere nelle specie ittiche allevate. Alla ricerca scientifica spetta il compito di sviluppare criteri e metodologie per la valutazione del benessere nelle specie ittiche, presupposto etico, di sicurezza alimentare e salute pubblica. Questo studio analizza i risultati di otto anni di attività di ricerca finalizzata all'individuazione di indicatori obiettivi di benessere nelle specie oggetto d'acquacoltura. Parametri chimico-clinici di stress e immunologici sono analizzati in una specie modello, la spigola *Dicentrarchus labrax*, esposta a diverse condizioni ambientali (anidride carbonica) e gestionali (densità di allevamento/somministrazione di immunostimolanti).

**Materiali e metodi** – I protocolli sperimentali hanno valutato gli effetti di differenti densità di allevamento (15, 30 e 45 Kg/m<sup>3</sup>), dell'esposizione a livelli crescenti di anidride carbonica (0-5, 15-20, 30-35 e 50-55 mg/l CO<sub>2</sub>) e della somministrazione di immunostimolanti nella dieta (Ergosan® e Macrogard®) in spigola. I parametri considerati sono stati analizzati su siero o sangue *in toto*, prelevato da 20 soggetti per ogni condizione e tempo di campionamento. Cortisolo: metodica RIA; Glucosio e NEFA: metodo enzimatico-colorimetrico; Proteine Totali: reazione colorimetrica; Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>: test potenziometrico; Osmolarità: metodo crioscopico; ROMs e AOP: reazione Redox, colorimetrico; Complemento: test di emolisi diretta, reazione colorimetrica; Lisozima: immunodiffusione radiale su Agar-*Micrococcus lysodeikticus*; Attività respiratoria dei leucociti (NBT e Cit-C-test): reazione di riduzione di nitroblue tetrazolium e ferrocitocromo-c, metodo colorimetrico; parametri ematologici e gas-status: emogas-analizzatore.

**Risultati** – La densità di allevamento influenza i livelli plasmatici di cortisolo, che aumentano durante la fase acuta (7 gg) e tornano ai valori basali dopo 35 gg (Fig. 1). Significativi sono gli effetti sull'attività del complemento, che risulta significativamente ridotta nei soggetti mantenuti ad elevate densità (30 e 45 Kg/m<sup>3</sup>) per periodi prolungati (Fig. 1). Le densità sperimentali non hanno effetti significativi sulla concentrazione di altri parametri, quali il lisozima e le proteine totali plasmatiche.

L'esposizione ad elevate concentrazioni di CO<sub>2</sub> induce una risposta fisiologica adattativa, con variazioni significative dello stato di gas del sangue e dell'equilibrio acido-base. I livelli di cortisolo misurati nei gruppi esposti ad alte concentrazioni (30-35 e 50-55 mg/l CO<sub>2</sub>) risultano più elevati nella prima settimana di esposizione. L'esposizione

cronica ad elevate concentrazioni di CO<sub>2</sub> induce significativi effetti anche sul sistema immunitario aspecifico, con riduzione dell'attività respiratoria dei fagociti. Negli stessi soggetti, inoltre, si osserva una condizione di stress ossidativo, con aumento significativo dei livelli di ROMs nella fase acuta di esposizione (6 ore) rispetto ai controlli e agli altri gruppi sperimentali.

La somministrazione di adiuvanti immunologici (acido alginico-Ergosan®) con la dieta ha effetti positivi sul sistema immunitario aspecifico, con un aumento significativo nei successivi 30 giorni delle concentrazioni di complemento e lisozima nei soggetti trattati rispetto ai gruppi di controllo.

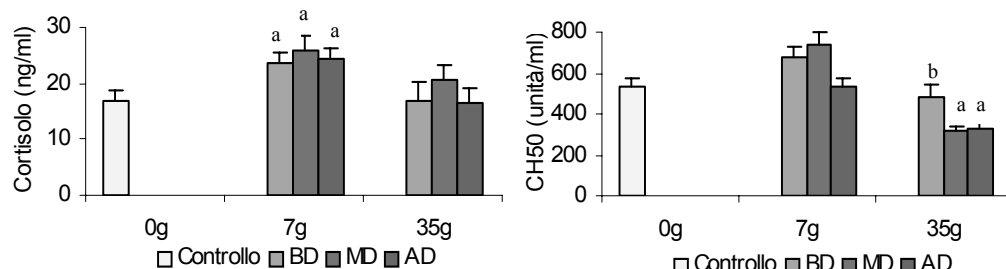


Fig. 1 - *Test di densità*. Concentrazioni sieriche di cortisolo (ng/ml) e complemento (CH50, unità/ml) nel gruppo controllo e in gruppi mantenuti a 3 densità sperimentali. ANOVA: tempo  $P < 0.01$ ; densità  $P < 0.01$ . a: confronto verso basale (T0). b: confronto tra densità allo stesso tempo di prelievo.

*Stocking density test. Serum cortisol (ng/ml) and complement activity (CH50, unit/ml) in sea bass maintained at three experimental stocking densities and in controls. ANOVA: time  $P < 0.01$ ; density  $P < 0.01$ . a: difference vs T0; b: difference at the same sampling time.*

**Conclusioni** – Numerosi studi evidenziano nei pesci una stretta relazione tra stress, sistema neuro-endocrino e sistema immunitario (Barton e Iwama, 1991; Broom e Johnson 1993). I parametri fisiologici, immunologici ed ematologici risultano nei pesci, come nei mammiferi, parametri obiettivi di benessere animale in grado di rilevare alterazioni indotte da variabili ambientali e gestionali. In particolare il cortisolo, i ROMs e gli AOP rispondono a condizioni di stress acuto e variano in funzione della densità di allevamento e dell'esposizione ad elevate concentrazioni di CO<sub>2</sub>. Anche la risposta immunitaria aspecifica (complemento, lisozima e attività respiratoria dei fagociti) è influenzata significativamente dalla densità di allevamento, dalle concentrazioni di CO<sub>2</sub>. La somministrazione di principi immunostimolanti con la dieta può rappresentare un utile strumento in condizioni di deficienza immunitaria.

#### Bibliografia

- BARTON B.B., IWAMA G.K. (1991) - Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Dis.*, 1: 3-26.  
 BROOM D.M., JOHNSON K.G. (1993) - *Stress and Animal Welfare*. Ed. Chapman & All, London.

F. MOSCA, E. DAINESE, D. COMPAGNONE<sup>1</sup>, D. AMADDEO<sup>2</sup>, V. NARCISI, C. ANGELUCCI, M. MASCINI<sup>1</sup>, K. BARBARO<sup>2</sup>, M.G. FINOIA<sup>3</sup>, P.G. TISCAR

Dipartimento di Scienze Biomediche Comparate, Univ. di Teramo,  
Piazza A. Moro, 45 – 64100 Teramo, Italia.  
pgtiscar@unite.it

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Università di Teramo, Teramo, Italia.

<sup>2</sup>Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana, Roma, Italia.

<sup>3</sup>Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare, Roma, Italia.

## APPROCCIO INTEGRATO NELLO STUDIO DELLE HSPS 70 IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

### *AN INTEGRATED APPROACH TO STUDY THE HSPS 70 IN MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

**Abstract** – *The HSPs 70 have been investigated in combination with immune system parameters for monitoring the mussel stress during the application of experimental or environmental stressors. These conditions were utilized for the protein purification, to develop monoclonal antibodies and to standardize piezoelectric sensors finalized to the mussels quality assessment.*

**Key-words:** *HSPs 70, Mytilus galloprovincialis, immunity, quality control, stress.*

**Introduzione** – Lo stato di salute dei mitili risulta dipendente dalle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'ambiente in cui vivono ed in questo contesto le HSPs 70 hanno trovato ampio utilizzo quali indicatori di stress (Feder e Hofmann, 1999; Buckley *et al.*, 2001). Tuttavia, la rilevazione delle HSPs 70 non può prescindere da uno studio di base che favorisca lo sviluppo di strumenti specifici, sensibili e rapidi da utilizzarsi non solo nella valutazione della condizione omeostatica degli organismi in un contesto di monitoraggio ambientale, ma anche nella salvaguardia degli allevamenti e lungo la filiera commerciale fornendo, quindi, indici di qualità del prodotto. Scopo del presente lavoro è stato quello di porre le basi per lo sviluppo di nuove metodiche atte a valutare le HSPs 70 nell'ambito dei processi di qualificazione dei mitili.

**Materiali e metodi** – L'espressione di HSPs 70 è stata valutata in vari tessuti di mitili in risposta a stress termici subletali mediante tecniche immunoenzimatiche e di immunoblotting utilizzando un anticorpo monoclonale anti-HSP 70 commerciale (clone BRM-22). In parallelo si è proceduto alla purificazione delle isoforme di HSPs 70 mediante cromatografia a scambio ionico e cromatografia di affinità su resina di tipo ATP-agarosio provvedendo alla produzione di anticorpi monoclonali dal purificato a maggior peso molecolare (78 kDa). È stato quindi sviluppato un biosensore piezoelettrico utilizzando come ligandi sia il clone BRM-22, sia tre eptapeptidi con sequenze consenso specifiche per il sito di legame di HSPs 70. La valutazione delle HSPs 70 è stata integrata dallo studio di parametri morfologici e funzionali degli emociti dei mitili, mediante citometria a flusso, chemiluminescenza, fluorimetria in micrometodo ed analizzatore di vitalità cellulare (Vi-cell, Beckman). Infine, i parametri indagati sono stati valutati sia su mitili campionati stagionalmente sia in situazioni sperimentali volte a simulare reali e ipotetiche filiere commerciali.

**Risultati** – La massima induzione di HSPs 70 nei tessuti (mantello, branchie ed emociti) dei mitili sottoposti a stress termico (40 °C per 60') era riscontrabile a livello del mantello, in particolare a distanza di 24 ore dal termine del trattamento. Le analisi in Western Blotting mostravano il riconoscimento di due isoforme della proteina (78 kDa e 72 kDa), entrambe modulate positivamente dall'applicazione delle alte



temperature. Le metodiche cromatografiche hanno permesso di purificare all'omogeneità entrambe le isoforme. La selezione dei cloni di anticorpi monoclonali, effettuata mediante ELISA e Western Blotting, ha evidenziato per uno di essi una immunoreattività verso la proteina a 78 kDa presente sia nel mantello di mitili stressati che nel purificato utilizzato per l'immunizzazione dei topini. I biosensori piezoelettrici messi a punto hanno permesso di rilevare la proteina target direttamente su matrici complesse come il tessuto mantellare proveniente da mitili stressati; tutti i sensori allestiti mostravano bassa aspecificità ed una sensibilità analoga a quella rilevata utilizzando come campione una soluzione di HSP 70 purificata. I parametri immunitari indagati sugli emociti dei mitili mediante le tecniche di chemiluminescenza, citometria a flusso, fluorimetria in micrometodo e tramite analizzatore di vitalità cellulare hanno permesso di mettere a punto metodiche capaci di misurare in maniera rapida e semplice gli effetti inibitori dei trattamenti stressanti nei confronti della capacità ameboide, ossidativa e quindi fagocitaria delle cellule immunitarie ponendo così in relazione il parametro HSPs 70 con gli effetti immunodepressivi dello stress. Infine, la valutazione delle HSPs 70, condotta in parallelo con la rilevazione di parametri immunitari, ha permesso di evidenziare sia negli studi di campo che nell'applicazione sperimentale di filiere commerciali (depurazione e seguente stoccaggio in refrigerazione) una differente condizione di salute dei mitili, dipendente non solo dalla stagionalità del campionamento ma soprattutto dalla tipologia di stoccaggio applicata. In tal senso, le condizioni ipossiche, riprodotte sperimentalmente e volte alla simulazione delle ultime fasi commerciali, hanno evidenziato un notevole impatto negativo sia nell'espressione delle HSPs 70 che nella modulazione dei parametri immunitari.

**Conclusioni** - Le HSPs 70 svolgono un ruolo importante nella risposta dei mitili alle variazioni della propria condizione omeostatica e la loro misurazione costituisce un valido indicatore di stress, sia sperimentale che naturale. In tal senso, la purificazione delle sue isoforme, la produzione di anticorpi monoclonali e la messa a punto di biosensori piezoelettrici costituiscono elementi innovativi nella possibile misurazione dello stato di salute dei mitili sia in termini di specificità che di praticità. L'utilizzo integrato dei parametri immunitari, infine, permette sia un ampliamento nello studio degli effetti e della risposta allo stress, sia la possibilità di misurare qualitativamente e quantitativamente lo stato di benessere dei mitili. Un approccio di tipo integrato, infine, è di particolare efficacia qualora contestualizzato all'interno di un processo di qualificazione di un organismo che risulta al contempo alimento in quanto obbligatoriamente da commercializzarsi vivo e vitale.

#### **Bibliografia**

- BUCKLEY B.A., OWEN M.E., HOFMANN G.E. (2001) - Adjusting the thermostat: the threshold induction temperature for the heat shock response in intertidal mussels (genus *Mytilus*) changes as a function of thermal history. *The Journal of Experimental Biology*, **204**: 3571-9.
- FEDER M.E., HOFMANN G.E. (1999) - Heat Shock Proteins, molecular chaperones and the stress response: evolutionary and ecological physiology. *Annual Reviews Physiology*, **61**: 243-82.

L. ORSI RELINI, A. DI NATALE\*, L. LANTERI, A. MANGANO\*,  
G. PALANDRI, F. GARIBALDI

Laboratorio di Biologia Marina ed Ecologia Animale  
Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Dip.Te.Ris., Università di Genova,  
Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.

largepel@unige.it

\*Aquastudio, Via Trapani, 6 – 98121 Messina, Italia.

aquauno@tin.it

## IL FATTORE DI CONDIZIONE NEI TONNI SOTTOPOSTI AD INGRASSO: QUALE RAPPORTO CON QUELLO NATURALE?

### *THE CONDITION INDEX IN FARMED TUNA: WHICH RELATIONSHIP WITH WILD FISH?*

**Abstract** – Condition index was ascertained in samples of wild tuna obtained in the Central Mediterranean, from the Ligurian Sea and Messina Strait, as well as in fattened specimens of four tuna farms located in South Tyrrhenian Sea. Length/weight relationship of wild tuna were studied per different vital phase (juvenile and adult) and season; those of fattened tuna in different months of harvesting.

**Key-words:** *Thunnus thynnus*, length-weight relationship, condition index, farming.

**Introduzione** – Come avviene ormai in numerose località del Mediterraneo, impianti di ingrasso del tonno situati nel Tirreno meridionale utilizzano tonni di varie taglie (principalmente riproduttori tra 30 e 500 kg) catturati con le tonnare volanti durante la loro migrazione verso le aree di deposizione e li alimentano *ad libitum* fino ad ottobre-novembre, per venderli sul mercato giapponese (Doumenge, 1996). Dato che si tratta di un procedimento di ingrasso, l'indice di condizione dovrebbe dare la misura più diretta del florido stato del pesce "allevato", e quindi del successo dell'operazione. Se tuttavia l'obiettivo di fornire un tonno grasso al mercato giapponese si sposta verso quello di fornire un tonno il più possibile "naturale" al mercato nazionale, allora i ritmi dell'indice di condizione del tonno in natura diventano un fondamentale punto di riferimento. Entrambi i tipi di informazione sono scarsamente disponibili; questa nota presenta pertanto le relazioni taglia peso e gli indici di condizione ottenuti seguendo attività di pesca in diverse stagioni nei mari italiani e simili dati ottenuti nella fase di "harvesting" dei tonni di quattro differenti impianti del Tirreno.

**Materiali e metodi** – Le misure di lunghezza dei tonni è in centimetri di lunghezza alla forca, FL. Il peso dei tonni pescati è quello totale, RW in kg. L'indice di condizione è quello di Fulton (Ricker, 1975) e corrisponde alla formula:  $K = (\text{Peso totale (kg)} / \text{Lunghezza alla forca (cm)}^3) \times 10^5$ . I dati relativi agli impianti sono stati rilevati da Aquastudio per conto del MiPAF, nel quadro del progetto nazionale di "Raccolta dati" e ne è stato autorizzato l'uso nei termini del testo che segue.

## Risultati

### a) Tonno in natura

la variabilità della relazione taglia-peso con la stagione è stata verificata con campioni di tonni ottenuti in due periodi in cui le acque hanno temperature sensibilmente differenti; queste temperature possono essere definite estive (luglio-ottobre) e invernali (marzo-maggio).

Nel primo caso, è stato studiato il pescato del Mar Ligure, composto principalmente da tonni dell'età 1+, 2+, 3+, con sporadiche catture alla fine dell'estate di indi-

vidui adulti in fase post riproduttiva (N=882). L'indice di condizione del tonno molto giovane (50-65 cm LF) varia da 1,7 a maggio a 2 a settembre: questa variazione si annulla a circa 100 cm di LF, il cui indice di condizione è circa 1,7 sia a maggio sia a settembre. Non diversamente, l'accrescimento in lunghezza è marcatamente stagionale nei tonni più giovani (Orsi Relini *et al.*, 1997). Considerando l'andamento generale dell'indice dai giovani agli adulti nella stagione estiva, il trend è in discesa da 1,9 a 1 per gli individui esauriti dopo la riproduzione. Nella stagione invernale, adulti delle taglie 120-240 cm LF sono stati ottenuti dalla pesca con amo dello Stretto di Messina (N=67). In questi pesci l'indice di condizione è mediamente pari a 1,4, indicando una fase di ripresa dopo lo sforzo riproduttivo, anche se la temperatura dell'acqua è bassa.

#### b) Tonno in gabbia

In quattro impianti (A, B, C, D) collocati nel Tirreno meridionale, l'harvesting di tonni di circa 140-300 cm LF, è stato osservato nel periodo settembre-dicembre; inoltre, nell'impianto B, un lotto di animali di circa 150 cm LF è stato mantenuto fino a marzo.

I tonni sacrificati a fine stagione (novembre-dicembre), nell'impianto A, presentavano un indice di condizione medio di 1,6 (dev. stand.=0,093; N=190); nell'impianto B di 1,85 (dev. stand.=0,12; N=18); nell'impianto C di 1,9 (dev. stand.=0,245; N= 309); nell'impianto D di 1,7 (dev. stand.=0,634; N=135). Nel lotto di animali mantenuti in gabbia per tutto l'inverno e sacrificati a marzo, l'indice era di 1,86 (dev. stand.=0,172; N=20) apparentemente corrispondente al mantenimento della condizione di fine stagione. L'ingrasso più marcato, pari a un indice di condizione medio di 2,2 (dev. stand.=0,24; N=1170) è stato osservato in pesci di 115-287 cm dell'impianto D nel periodo settembre-ottobre.

**Conclusioni** – In generale l'andamento dell'indice di condizione in funzione della taglia è sostanzialmente differente in natura e dopo ingrasso. In natura il trend dell'indice è negativo; al contrario, nei tonni in cattività, l'indice è stazionario nell'ampio intervallo di taglie osservato, oppure in tendenza leggermente positiva (cfr. Aguado-Gimenez e Garcia-Garcia, 2005). Questo significa che i tonni più grossi presentano l'incremento più rilevante rispetto alla condizione naturale, forse per un maggiore consumo di cibo, oppure perché risentono di più della limitazione del movimento. L'incremento di peso osservato negli impianti italiani si può classificare provvisoriamente (mancano procedimenti unificati di rilevamento) in 3 categorie, scarso-medio-grande. Quest'ultimo tuttavia non è paragonabile ai massimi registrati in esperienze estere di allevamento della sottospecie *Thunnus thynnus orientalis* (Odai, 1995).

#### Bibliografia

- AGUADO GIMENEZ F., GARCIA-GARCIA B. (2005) – Changes in some morphometric relationship in Atlantic Bluefin tuna (*Thunnus thynnus thynnus* Linnaeus, 1758) as a result of fattening process. *Aquaculture*, **249**: 303-309.
- DOUMENGE F. (1996) – L'aquaculture des thons rouges. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 258-288.
- ODAI M. (1995) – Le thon rouge – Le point sur les recherches pour la production des alevins. *Fish Culture (Yoshoku)*, n° special, janvier 1995: 214-217 et planches couleurs: 24-25.
- ORSI RELINI L., PALANDRI G., GARIBALDI F., RELINI M., CIMA C., TORCHIA G. (1997) – Seasonal growth in young bluefin tuna of the Ligurian Sea. *Coll. Vol. Sci. Pap.*, **46** (2): 122-125.
- RICKER W.E. (1975) – Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, **191**: 382 pp.

G. SARÀ, G. MARTINO, A. OLIVERI, M. LO MARTIRE, A. ZENONE

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 - 90120 Palermo, Italia.  
g.sara@unipa.it

## ANALISI DELLA RISPOSTA COMPORTAMENTALE IN ORGANISMI ITTICI ALLEVATI COME INDICATORE DI STATO DI BENESSERE

### *FISH BEHAVIOURAL RESPONSE IN CAPTIVITY AS AN INDICATOR OF WELFARE*

**Abstract** - Culture conditions of fish can cause deviations from their natural behaviours. *Dicentrarchus labrax* behavioural response in captivity was tested under manual feeding conditions in summer 2004 in Sicily (Italy). Water position of specimens significantly varied before, during and post the feeding and acts of aggression increased markedly generating a level of confusion inside nets.

**Key-words:** welfare, *Dicentrarchus labrax*, behaviour, fitness, acquaculture.

**Introduzione** - Gli organismi allevati in cattività a grandi densità e provenienti da parecchie generazioni di organismi riprodotti in condizioni controllate possono sviluppare tratti comportamentali differenti da quelli normalmente selezionati in individui selvatici (Huntingford, 2004; Conte, 2004). L'alterazione del *pattern* comportamentale naturale è una risposta facilmente osservabile in concomitanza di circostanze avverse all'animale. Tuttavia, poiché si ritiene che l'alterazione di un comportamento è facilmente "recuperabile" da un organismo animale, i suoi descrittori sono raramente considerati come indicatori di *welfare*. Gli obiettivi del presente lavoro sono stati quelli di studiare se il comportamento di *Dicentrarchus labrax* variava in funzione dell'evento principale che scandisce la vita di una specie in cattività (*i.e.* la distribuzione del cibo) e se vi era una differenza nella risposta in funzione della taglia.

**Materiali e metodi** - Nell'ottobre del 2004 presso l'impianto di maricoltura dell'Ittica Trappeto srl (Golfo di Castellammare, sud Tirreno), sono state effettuate alcune riprese video in due gabbie circolari contenenti in una giovanili e nell'altra adulti di spigola. Il campionamento in mare è consistito in 30 minuti di riprese per gabbia, prima, durante e dopo la somministrazione dell'alimento. In ogni fase, sono stati campionati casualmente 4 periodi da due minuti ciascuno e tutte le riprese sono state ripetute per due giorni, al mattino ed al pomeriggio. Ciò ha consentito di definire le principali categorie comportamentali che sono state analizzate con la tecnica dell'*instantaneous sampling* (Martin e Bateson, 1988). I dati di frequenza percentuale sono stati analizzati con una ANOVA e le differenze significative sono state confrontate a posteriore con SNK test.

**Risultati** - L'analisi del comportamento di *D. labrax* in cattività ha permesso di definire 12 categorie comportamentali (categorie di posizione in colonna d'acqua e categorie di movimento-*i.e.* nuoto), la maggior parte delle quali erano finalizzate all'acquisizione di cibo. Per esempio, lo "stazionamento a mezz'acqua", è stata osservata in media nel 2% ( $\pm 3.8$ ) dei casi, e mostrava differenze significative al variare della taglia. Gli individui giovanili stazionavano a mezz'acqua per un tempo che era significativamente superiore (ANOVA,  $p < 0.05$ ) a quello degli individui adulti e tali differenze si mantenevano durante le fasi sperimentali di alimentazione (ANOVA,  $p < 0.05$ ). Tra le altre, la categoria "urto tra individui" è stata osservata in media nell'8% ( $\pm 8.2$ ) dei casi e variava anche essa con la taglia, prima, dopo e durante l'alimentazione (Fig. 1).

Inoltre, gli individui adulti urtavano un numero di volte significativamente superiore (ANOVA,  $p < 0.05$ ) rispetto ai giovanili.

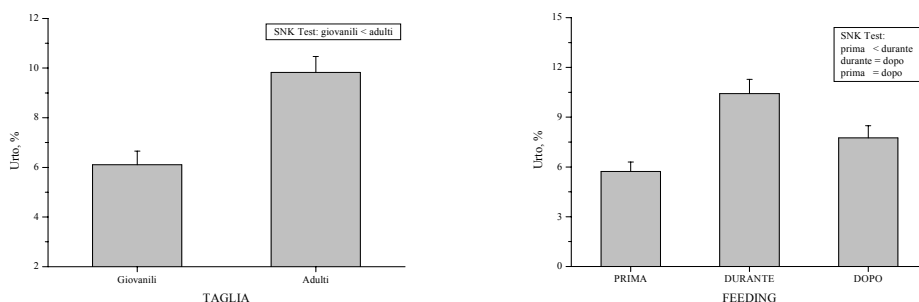


Fig. 1 - Le differenze in termini di urto in funzione della taglia (a) e delle fasi di alimentazione (b).  
Collision differences as a function of the size (a) and feeding phases (b).

**Conclusioni** - Nella presente esperienza, alcune variazioni del comportamento di *Dicentrarchus labrax* sono risultate evidenti in funzione dell'evento di distribuzione del cibo soprattutto al variare della taglia. L'elevata frequenza degli urti dovuta alle alte densità ed al continuo e repentino spostamento dagli strati d'acqua utilizzati dagli individui prima, durante e dopo la distribuzione del cibo, è uno degli esempi più evidenti di come gli individui "subiscano" lo scandire delle fasi giornaliere di alimentazione. Tale evento porta ad una generale eccitazione che innalza il livello di interazione tra gli individui. Esso è funzione della taglia, pertanto è tanto maggiore quanto minore è lo spazio a disposizione del singolo individuo. Se gli aspetti del comportamento che denotano "aggressività" sono limitati negli adulti poco prima della distribuzione del cibo, essi aumentano durante l'alimentazione. Tale studio mostra che, sebbene gli allevatori possano attuare stratagemmi per diminuire la competizione per la risorsa trofica, il livello di *welfare* di spigola in cattività può essere ridotto principalmente a causa delle alte densità e del poco spazio a disposizione. Ciò induce *stress* e comporta frenesia alimentare che sfocia in aggressività, le cui potenziali ricadute in termini di *performance* di accrescimento dell'individuo (*i.e. fitness*) non sono mai state sino ad ora dimostrate. Tuttavia, è necessario approfondire tali aspetti, anche dal punto di vista comportamentale, in modo da rendere l'acquacoltura una attività più "responsabile" anche dal punto di vista del benessere degli organismi allevati.

#### Bibliografia

- CONTE F.S. (2004) - Stress and the welfare of cultured fish. *Applied Animal Behaviour Science*, **86**: 205-223.
- HUNTINGFORD F.A. (2004) - Implication of domestication and rearing conditions for the behaviour of the cultivated fishes. *Journal of Fish Biology*, **65**: 122-142.
- MARTIN P., BATESON P. (1988) - *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge, Cambridge University Press: 222 pp.

G. SCAPIGLIATI, M. MAZZINI, F. BUONOCORE

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università della Tuscia, Largo dell'Università - 01100 Viterbo, Italia.  
scapigg@unitus.it

## IL SISTEMA IMMUNITARIO DELLA SPIGOLA *DICENTRARCHUS LABRAX*

### *THE IMMUNE SYSTEM OF SEA BASS DICENTRARCHUS LABRAX*

**Abstract** – Much knowledge has accumulated in recent years on the immune system of Teleosts, posing bony fish as the best known ectothermic animal model among Vertebrates. This knowledge may have important applications in fish farming, since to avoid the spreading of infectious pathologies and the use of antibiotics/drugs that may be detrimental for the environment and consumers requires a lot of scientific and concerted efforts. This work summarizes the current knowledge on the immune system of sea bass.

**Key-words:** *Dicentrarchus labrax*, immune system, aquaculture, vaccination.

**Introduzione** - Un sistema immunitario efficiente è un prerequisito fondamentale per il mantenimento della salute di una specie marina sia in ambiente selvatico che di allevamento. Quando le condizioni ambientali lo permettono, il diffondersi di patologie batteriche e virali può portare alla distruzione di interi stock ittici. È stato ampiamente riportato che in acquacoltura i fenomeni di stress derivanti da parametri biotici e abiotici rendono le specie allevate più sensibili al diffondersi di patologie. La vaccinazione e la selezione di pesci più resistenti ai patogeni ed allo stress sembrano al momento le strategie migliori per avere il rapporto costo/beneficio più basso possibile sia per la gestione dell'acquacoltura che della difesa dell'ambiente e del consumatore. Il nostro gruppo di ricerca è da tempo impegnato nella ricerca e realizzazione di marcatori per cellule e molecole immunomodulatorie di spigola e orata in modo da conoscere nel maggior dettaglio possibile le reazioni immunitarie a livello cellulare e molecolare di queste specie contro vibriosi, pasteurellosi e nodaviriosi in modo da poter migliorare le tecnologie di vaccinazione e di selezione genetica.

**Materiali e metodi** - Tramite isolamento di leucociti in gradiente di densità sono stati allestiti saggi "in vitro" per determinare in risposta ad antigeni batterici e sintetici: proliferazione, produzione di anticorpi, attivazione intracellulare. Tramite l'impiego di anticorpi monoclonali specifici sono stati allestiti saggi immunoenzimatici e di immunofluorescenza per la determinazione delle risposte anticorpali e dei profili linfocitari. Giovanili ed adulti di spigola sono stati vaccinati per iniezione, immersione, o per via orale contro *Vibrio anguillarum* (*Vian*) e *Photobacterium damsela* (*Phda*), e da questi esemplari sono state determinate le risposte anticorpali specifiche in varie condizioni, incluso lo stress indotto sperimentalmente.

Tramite clonaggio per omologia, sono stati clonati per la spigola: immunoglobulina (Ig), IL-1 $\beta$ , COX-2, TcR $\alpha$  e TcR $\beta$ , Mx, MHC<sub>II $\beta$</sub> , CD8 $\alpha$ . La IL-1 $\beta$  è stata espressa come ricombinante in *E. coli*.

**Risultati** - Tramite analisi dei sieri per ELISA, è stato osservato che è possibile indurre una risposta anticorpale specifica sia contro antigeni sintetici (As) come DNP-KLH, che contro *Vian* e *Phda*. Per via intraperitoneale si ottengono forti risposte anticorpali contro As e *Vian*, ma non contro *Phda*; per immersione si ottengono risposte anticorpali contro *Vian* e *Phda*, ma per *Phda* è necessario un richiamo. Per via orale si ottengono risposte anticorpali contro *Vian* e *Phda*, ma solo se l'antigene è microincapsulato.

Studi effettuati per valutare la funzionalità immunitaria in diverse condizioni ambientali hanno mostrato che una super-saturazione di ossigeno aumenta la concentrazione di Ig totali sieriche, come pure le percentuali di linfociti isolati da diversi organi linfoidi. Al contrario, aumentando la concentrazione di CO<sub>2</sub> disciolta le percentuali di linfociti T e B diminuiscono significativamente, come pure i titoli anticorpali sierici anti-*Vian*.

Tramite l'utilizzo di anticorpi monoclonali specifici per linfociti T e B della spigola è stata per la prima volta in un teleosteo determinata la loro comparsa durante lo sviluppo larvale, e chiarito il profilo linfocitario in organi e tessuti. Tale profilo può risultare alterato in condizioni patologiche o di stress sperimentalmente indotto. Con tali anticorpi è stato recentemente descritto per la prima volta il coinvolgimento di linfociti T e B durante reazioni di alloriconoscimento "in vitro". Tramite analisi della produzione di Ig "in vitro" si è osservato che una vaccinazione per immersione contro *Vian* e *Phda* induce memoria immunologica che nel caso di *Vian* può perdurare per un anno dopo la vaccinazione. Tramite esperimenti di RT-PCR e qRT-PCR è stata mostrata l'espressione dei geni sopra elencati in organi e tessuti della spigola in condizioni normali e dopo stimolazione con vari antigeni. I risultati hanno mostrato espressioni organo-specifiche ed antigene-specifiche nelle varie condizioni di stimolazione.

Nell'ambito di un progetto integrato europeo sono in corso stimolazioni "in vivo" e vaccinazioni di spigole e orate con *Phda* e nodavirus in varie condizioni incluse quelle di stress, e dagli esemplari di questa sperimentazione verrà estratto RNA che servirà per costruire librerie EST di cDNA in modo da clonare per sottrazione geni indotti specificatamente dai patogeni. Tali geni verranno impiegati per l'analisi genomica di spigole e orate tramite metodica di microarray per verificare come le condizioni di stress possano influenzare le risposte immunitarie.

**Conclusioni** - Il sistema immunitario della spigola è, al momento, quello maggiormente conosciuto fra i teleostei marini (Scapigliati *et al.*, 2002). I marcatori per cellule e molecole prodotti e disponibili hanno permesso di valutare importanti reazioni "in vivo" ed "in vitro" in risposta a stimolazioni antigeniche, a vaccinazioni, a variazioni nelle condizioni ambientali (Scapigliati *et al.*, 2006). Si può quindi affermare che il sistema immunitario della spigola può essere utilizzato per valutare le risposte immunitarie ed il benessere della specie sia in allevamento che per applicazioni ecotossicologiche.

#### **Bibliografia**

- SCAPIGLIATI G., ROMANO N., BUONOCORE F., PICCHIETTI S., BALDASSINI M.R., PRUGNOLI D., GALICE A., MELONI S., SECOMBES C.J., MAZZINI M., ABELLI L. (2002) - The immune system of sea bass *Dicentrarchus labrax* reared in aquaculture. *Dev. Comp. Immunol.*, **26**: 151-160.
- SCAPIGLIATI G., MAZZINI M., BUONOCORE F. (2006) - Biological activity of cytokines: an evolutionary perspective. *Curr. Pharmacol. Design*, (in press).

R. BOSCOLO, F. CACCIATORE, D. BERTO, M. GIANI, O. GIOVANARDI

Istituto Centrale Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,  
Loc. Brondolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.  
r.boscolo@icram.org

## MONITORAGGIO DEI POLICLOROBIFENILI (PCB) QUALI INDICATORI DI QUALITÀ DELLE VONGOLE *TAPES PHILIPPINARUM* COLTIVATE NELLA LAGUNA DI VENEZIA

### *MONITORING OF POLYCHLOROBIPHENILS (PCBS) AS QUALITY INDICATORS OF CLAMS *TAPES PHILIPPINARUM* REARED IN THE LAGOON OF VENICE*

**Abstract** – PCBs in clams reared in the Lagoon of Venice were seasonally analysed. Comparisons were made using PCB/shell-weight indices, to eliminate the effect due to seasonal variation of clam tissue composition. One Northern site and one Southern site, showed significantly higher PCB concentrations. On December clams were more contaminated than on following months. PCBs and lipid were also compared.

**Key-words:** PCBs, clams, *Tapes philippinarum*, Lagoon of Venice, rearing.

**Introduzione** – I PCB, composti chimici stabili e persistenti, per le loro caratteristiche chimico-fisiche, penetrano negli organismi attraverso le membrane biologiche accumulandosi nei tessuti adiposi (Bayarri *et al.*, 2000). Nella laguna di Venezia, sebbene le emissioni provenienti dall'area industriale siano state ridotte, i PCB sono presenti soprattutto nella parte centrale (Dalla Valle *et al.*, 2002). La vongola *Tapes philippinarum* è un organismo fossorio e nella laguna di Venezia ha un'ampia distribuzione e un'importanza economica come risorsa alimentare per le popolazioni umane. Per valutare la qualità delle vongole coltivate nella laguna di Venezia si è scelto di analizzare i PCB come indicatori della qualità del prodotto allevato.

**Materiali e metodi** – Sono stati scelti nove allevamenti di *T. philippinarum* della laguna di Venezia come siti di campionamento (siti 1-3 bacino sud, siti 4-6 bacino centro, siti 7-9 bacino nord). In ogni allevamento è stata delimitata un'area di 15×15 m da cui sono stati prelevati 200 esemplari nei mesi di dicembre 2003, marzo, giugno e settembre 2004. In ciascun sito, nell'area campionata, le vongole sono state introdotte come seme, di diversa provenienza, nella primavera del 2003, tra il mese di marzo e quello di maggio. Per ogni campione sono stati scelti random 80 individui che sono stati sgusciati, omogeneizzati e liofilizzati. La determinazione delle concentrazioni di PCB è stata eseguita seguendo il metodo EPA 1668 (1999) e l'analisi gascromatografica con rivelatore di massa a trappola ionica (GC-MS/MS). I risultati delle analisi dei PCB sono stati espressi come  $\Sigma$ PCB (somma dei congeneri PCB 28+31, 52, 81, 77, 101, 123, 118, 114, 105, 153, 128, 138, 167, 156, 157, 169, 180, 170, 189) e rapportati al peso secco (ng/g). Il contenuto di lipidi (mg/g di peso secco) è stato determinato secondo il metodo descritto da Folch *et al.* (1957) modificato. Allo scopo di ottenere risultati non influenzati dal cambiamento stagionale del peso delle carni è stato utilizzato l'indice  $\Sigma$ PCB/PC, approccio già proposto da Fisher (1983) per i metalli, calcolato come  $\Sigma$ PCB×PS/PC (ng/g). I valori di PS (peso secco, g) e PC (peso della conchiglia, g) sono stati determinati secondo il metodo descritto da Boscolo *et al.* (2003). I risultati di  $\Sigma$ PCB, espresso come indice  $\Sigma$ PCB/PC, di tutti i campioni sono stati confrontati con il test dell'ANOVA a effetti principali, utilizzando come variabili indipendenti sia i quattro mesi di campionamento che i diversi siti. Per il confronto tra coppie di campioni è stato utilizzato il test di Tukey. Per verificare se l'accumulo del contaminante



è direttamente proporzionale al contenuto lipidico è stata valutata la correlazione tra l'indice  $\Sigma$ PCB/PC e il contenuto lipidico ( $r$  di Pearson).

**Risultati** – I valori dell'indice  $\Sigma$ PCB/PC differiscono significativamente tra loro ( $p < 0,001$ ) sia tra i siti che nei mesi. I siti con i livelli di indice  $\Sigma$ PCB/PC significativamente maggiore ( $p < 0,001$ ) degli altri sono il sito 2, bacino sud, e il sito 8, bacino nord. Nel mese di dicembre l'indice  $\Sigma$ PCB/PC è risultato significativamente maggiore rispetto agli altri mesi. Da marzo a settembre i valori non differiscono significativamente tra loro ( $p > 0,05$ ). Si potrebbe presumere che la causa degli alti valori di contaminazione nei siti 2 e 8 (rispettivamente 9,34 e 1,94 ng/g) nel mese di dicembre sia dovuta al fatto che ciascun allevamento si è procurato autonomamente il seme e, non avendo una situazione omogenea di partenza, si può supporre che in ciascun sito le vongole abbiano raggiunto concentrazioni caratteristiche della propria zona solo dal mese di marzo. Non essendoci correlazione tra l'indice  $\Sigma$ PCB/PC e contenuto lipidico ( $p < 0,05$ ,  $r = 0,11$ ) come riportato in altri studi (Thompson *et al.*, 1999), non è stata effettuata la normalizzazione sui lipidi.

**Conclusioni** – I risultati del monitoraggio dei PCB effettuato nei mesi di dicembre 2003, marzo, giugno e settembre 2004, nelle vongole allevate in nove siti della laguna di Venezia hanno evidenziato che, se si escludono le differenze dovute alle variazioni stagionali, applicando l'indice  $\Sigma$ PCB/PC, i contenuti del contaminante sono elevati in due siti, uno a nord e uno a sud della laguna di Venezia, nel solo mese di dicembre, presumibilmente a causa di una maggior contaminazione del seme di provenienza. Nei mesi successivi i livelli di contaminazione scendono e diventano simili per tutti siti. I PCB, quindi, possono essere considerati non solo un indicatore di qualità del prodotto allevato, ma anche della sua provenienza.

#### Bibliografia

- BAYARRI S., TURRIO BALDASSARRI L., IACOVELLA N., FERRARA F., DI DOMENICO A. (2000) – PCDDs, PCDFs, PCBs and DDE in edible marine species from the Adriatic Sea. *Chem.*, **43**: 601-610.
- BOSCOLO R., CORNELLO M., GIOVANARDI O. (2003) - Condition index and air survival time to compare three kinds of Manila clam *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve) farming systems. *Aquaculture International*, **11** (3): 243-254.
- DALLA VALLE M., SWEETMAN A.J., JONES K.C., MARCOMINI A. (2002) – Estimation of fluxes and reconstruction of historical trends of PCDD/Fs and PCBs in the Venice Lagoon. *Scientific Research and Safeguarding of Venice*, Corila Research Program 2001 Results, Istituto Veneto di Scienze Lettere e Arti. Campostrini Ed., Stampa La garagnola, Padova: 411-422.
- EPA (1999) - Method 1668, Revision A: Chlorinated Biphenyl congeners in Water, Soil, Sediment and Tissue by HRGC/HRMS (EPA-821-R-00-002).
- FISHER H. (1983) – Shell weight as an independent variable in relation to cadmium content of molluscs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **12**: 59-75.
- FOLCH J., LEES M., STANLEY G.H.S. (1957) – A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**: 497-509.
- THOMPSON S., BUDZINSKI H., GARRIGUES P., NARBONNE F. (1999) – Comparison of PCB and DDT distribution between water-column and sediment-dwelling bivalves in Arcachon Bay, France. *Mar. Poll. Bull.*, **38** (8): 655-662.

R. BOSCOLO, F. OSELLADORE\*, F. CACCIATORE, M.G. MARIN\*

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,  
Località Brontolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.  
r.boscolo@icram.org

\*Dip. Biologia, Università di Padova, Italia.

INDICI DI CONDIZIONE NELLE VONGOLE  
(*TAPES PHILIPPINARUM*) ALLEVATE IN LAGUNA DI VENEZIA  
*CONDITION INDICES IN CLAMS*  
(*TAPES PHILIPPINARUM*) REARED IN THE LAGOON OF VENICE

**Abstract** – Several body and shell parameters have been evaluated in farmed clams *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice, to define the condition index which better describe the quality of the product and its temporal and spatial variations. The most suitable index was PS/SAL (meat dry weight/shell length×height×width).

**Key-words:** *Tapes philippinarum*, condition index, Venice lagoon, cultured area.

**Introduzione** – La vongola *Tapes philippinarum*, è il bivalve maggiormente allevato in laguna di Venezia. Gli allevamenti sono distribuiti in tutta la laguna, dove condizioni ambientali diverse possono diversamente influenzare la crescita delle vongole. Gli indici di condizione riflettono cambiamenti a lungo termine nello stato nutrizionale dei bivalvi, in risposta a stimoli endogeni ed esogeni (Walne, 1976; Lucas e Beninger, 1985). In questo studio è stata eseguita un'indagine comparativa utilizzando più variabili corporee al fine di individuare l'indice di condizione più sensibile nell'evidenziare differenze tra campioni. Sono stati confrontati campioni di siti diversi, campioni dello stesso sito in periodi diversi e campioni provenienti dai tre diversi bacini lagunari. Sulla base delle variazioni dell'indice risultato più idoneo sono state tratte utili informazioni sui *trend* di accrescimento.

**Materiali e metodi** – I campionamenti sono stati effettuati con cadenza mensile da settembre 2003 ad agosto 2004, all'interno di nove allevamenti, dislocati tre nella parte nord della laguna, tre nella zona centrale e tre nella parte più meridionale. All'interno di ciascun vivaio è stata delimitata un'area di metri 15×15 dalla quale sono stati prelevati casualmente esemplari di *T. philippinarum* con l'ausilio di una rasca manuale. Per ogni campione, costituito da 40 vongole, sono state misurate le seguenti variabili: lunghezza (L), altezza (A), spessore della conchiglia (S), il loro prodotto (SAL), peso umido totale dell'animale ( $PU_{tot}$ ), peso umido delle carni (PU), peso della conchiglia (PC), peso secco delle carni (PS) e peso secco senza ceneri (PSSC).

**Risultati** – L'analisi della regressione multipla lineare applicata alle variabili presenti al numeratore dell'indice di condizione (PS, PU e PSSC) e al denominatore (L, PC, SAL), con un numero di casi pari a 4273, ha evidenziato quale variabile al denominatore contribuisce maggiormente a spiegare quella al numeratore. Appurata la presenza di correlazione lineare e la distribuzione normale dei residui, è risultato che sia per PS che per PU e PSSC, la variabile di riferimento che più spiega quella al numeratore è SAL. SAL presenta infatti i coefficienti standardizzati di regressione (*beta*) più elevati: 0,943 per PS, 0,982 per PU e 0,931 per PSSC ( $p < 0.001$ ). Sono stati, quindi, formulati gli indici PS/SAL, PU/SAL e PSSC/SAL. Ai tre indici di condizione si è applicato il test dell'ANOVA a due vie dopo aver appurato l'omogeneità della varianza con il test di Levene e la distribuzione normale tramite il test del chi-quadrato. Per i confronti

a coppie è stato applicato il test di Tukey. I risultati dell'ANOVA a due vie indicano per tutti e tre gli indici differenze altamente significative ( $p < 0,001$ ) sia per l'effetto del periodo di campionamento (varianza tra mesi), che per il luogo di campionamento (varianza tra stazioni) che per l'interazione tra le due variabili. Dal valore di F (varianza tra campioni/varianza entro i campioni) si nota come l'effetto delle stazioni di campionamento sia più forte per tutti e tre gli indici. Dal conteggio dei confronti significativi ottenuti applicando il test di Tukey, considerando sia i confronti mensili in ogni stazione per ciascun indice, sia i confronti tra stazioni di campionamento in ogni mese per ciascun indice, l'indice di condizione più sensibile è risultato essere PS/SAL (362 confronti significativi su 919 confronti) seguito da PSSC/SAL (300 su 919) e da PU/SAL (251 su 919). Confrontando l'andamento dell'indice PS/SAL tra i siti di ogni bacino, si osservano nel bacino Sud valori più bassi nella stazione più interna rispetto alle due stazioni più vicine alla bocca di porto. Nel bacino centrale e settentrionale le tre stazioni mostrano invece valori pressoché simili. Per tutti e tre i bacini si registra una generale diminuzione del valore dell'indice da settembre a dicembre; per il bacino Sud e per quello centrale i valori aumentano da gennaio a maggio in tutte e sei le stazioni per poi diminuire fino ad agosto. Per le tre stazioni del bacino Nord queste variazioni mensili sono molto meno pronunciate.

**Conclusioni** – L'indice PS/SAL è risultato essere l'indice di condizione più adeguato per valutare cambiamenti a lungo termine nello stato di pienezza delle carni del mollusco. Può quindi essere utilizzato sia a scopo commerciale per determinare il periodo in cui si può disporre di animali con quantità di polpa maggiore, sia come indicatore non-specifico dello stato di benessere della vongola *T. philippinarum*. Le variazioni osservate nell'indice di condizione PS/SAL durante il periodo di campionamento, sono risultate rientrare nelle fluttuazioni stagionali tipiche della specie, influenzate essenzialmente dal periodo del ciclo gametogenico, dalla quantità di cibo disponibile e dalla temperatura dell'acqua (Marin *et al.*, 2003; Meneghetti *et al.*, 2004). L'indice di condizione ha mostrato valori maggiori nelle stazioni in prossimità delle bocche di porto rispetto alle stazioni ubicate in aree più interne della laguna. Tra i tre bacini non esiste una netta differenza nei risultati, a prevalere è piuttosto l'inversa proporzionalità tra valore dell'indice e lontananza della stazione di campionamento dalla bocca di porto.

#### **Bibliografia**

- LUCAS A., BENINGER P.G. (1985) - The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, **44**: 187-200.
- MARIN M.G., MOSCHINO V., DEPPIERI M., LUCCHETTA L. (2003) - Variations in gross biochemical composition, energy value and condition index of *T. philippinarum* from the Lagoon of Venice. *Aquaculture*, **219**: 859-871.
- MENEGHETTI F., MOSCHINO V., DA ROS L. (2004) - Gametogenic cycle and variations in oocyte size of *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice. *Aquaculture*, **240**: 473-488.
- WALNE P.R. (1976) - Experiments on the culture in the sea of the butterfish *Venerupis decussata* L. *Aquaculture*, **8**: 371-381.

F. CACCIATORE, R. BOSCOLO, O. GIOVANARDI

Istituto Centrale Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare,  
Loc. Brontolo - 30015 Chioggia (VE), Italia.  
f.cacciatore@icram.org

## INDICI DI DECONTAMINAZIONE DA METALLI PESANTI PER LA VONGOLA FILIPPINA *TAPES PHILIPPINARUM*

### *INDICES OF DECONTAMINATION FROM HEAVY METALS FOR MANILA CLAM *TAPES PHILIPPINARUM**

**Abstract** – Heavy metals decontamination in clams *Tapes philippinarum* gathered from a polluted area and transplanted in two rearing areas of the Lagoon of Venice was studied. Comparisons were made using Metall/shell-weight indices and Zn/Cu ratio in order to propose results not affected by seasonal variation of clam tissue composition and rate of growth. Sediment and clam tissue concentrations were also compared.

**Key-words:** heavy metals, metallshell-weight indices, Zn/Cu ratio, *Tapes philippinarum*, Lagoon of Venice.

**Introduzione** – I metalli pesanti sono tra i contaminanti più studiati in ambienti marini e il loro accumulo da parte dei molluschi bivalvi è utile per stabilire la contaminazione dell'ambiente in cui vivono (Hopkin, 1993). Per lo stesso motivo, organismi trapiantati da siti inquinati a siti a basso inquinamento dovrebbero diminuire la concentrazione di metallo nei tessuti, riflettendone la biodisponibilità nel sito. Tale processo di decontaminazione potrebbe, però, essere condizionato da tasso di crescita e variazione stagionale del peso delle carni dei bivalvi. Per valutare la biodisponibilità dei metalli sono state, quindi, valutate le concentrazioni nel tessuto corporeo delle vongole e sono stati applicati l'indice metallo/peso della conchiglia e il rapporto Zn/Cu, confrontando i valori così ottenuti con le concentrazioni degli stessi metalli analizzate nei sedimenti.

**Materiali e metodi** – Le vongole *Tapes philippinarum* sono state prelevate in prossimità della zona industriale di Porto Marghera e seminate in due allevamenti della Laguna sud di Venezia, uno di fronte alla bocca di porto di Chioggia (sito AD), l'altro più interno e vicino alla SS Romea (sito AZ). Sono stati prelevati campioni di sedimento sia nel sito di raccolta delle vongole che nei due allevamenti. Sono stati analizzati Cd, Hg, Pb, Cu e Zn (Me, ng/g di peso secco), sia in vongole che in sedimento, al momento del prelievo e dopo 30 e 60 giorni dalla semina. Per ogni campione di vongole su 40 individui sono state misurate le variabili corporee: peso secco delle carni (PS, g) e peso della conchiglia (PC, g), secondo il metodo descritto in Boscolo *et al.* (2003). È stato applicato il test Anova a una via sui risultati delle analisi chimiche espressi come indici Metallo/peso della conchiglia ( $Me/PC = Me \times PS/PC$ , ng/g). Per i confronti tra coppie è stato eseguito il test di Tukey. I metalli Cd, Hg e Pb sono stati correlati al rapporto Zn/Cu, sia considerandoli come Me, che come indici Me/PC. Infine, è stata studiata la correlazione tra concentrazione di metallo nel tessuto, espresso come Me e Me/PC, e concentrazione dello stesso metallo nel sedimento.

**Risultati** - I valori degli indici Me/PC (ng/g) mostrano che il trapianto ha portato a decontaminazioni significative ( $p < 0,05$ ), già dopo trenta giorni, in entrambi gli allevamenti per Cu (da valori di 0,78 ng/g a 0,66 ng/g e 0,44 ng/g), Zn (da 9,49 ng/g a 5,41 ng/g e 5,44 ng/g) e Pb (da 0,18 ng/g a 0,08 ng/g e 0,05 ng/g). Cd e Hg nell'allevamento AD rimangono pari a 0,07 ng/g e 0,02 ng/g rispettivamente. Cu e Pb subiscono un aumento significativo dai trenta ai sessanta giorni, nell'allevamento AZ

(rispettivamente da 0,63 ng/g a 0,83 ng/g e da 0,08 ng/g a 0,09 ng/g;  $p < 0,05$ ). Le correlazioni non sono risultate significative nel confronto tra il rapporto Zn/Cu e le concentrazioni risultate dalle analisi chimiche (Me, ng/g) di Cd, Hg e Pb. La correlazione tra il rapporto Zn/Cu e le concentrazioni espresse come Cd/PC e Hg/PC risultano invece significative ( $R=0,90$ ;  $p < 0,05$ ). Questo può essere attribuito al fatto che Cd e Hg vengono accumulati/eliminati negli organismi senza interferire con il rapporto dei due metalli essenziali. Pb/PC, invece, non risulta significativamente correlato al rapporto Zn/Cu ( $p > 0,05$ ) e la spiegazione è da ricercare nelle condizioni ambientali del sito, piuttosto che nei meccanismi di sequestro del metallo all'interno dell'organismo. Tuttavia, nessuna correlazione è stata osservata tra concentrazione nel sedimento e concentrazione nelle vongole espresse come indice Me/PC così come tra Cd, Cu e Zn nel sedimento e relative concentrazioni espresse come Me (ng/g). Si sono, invece, evidenziate correlazioni significativamente positive tra Hg nel tessuto (Me, ng/g) e Hg nel sedimento (ng/g) ( $R=0,90$ ;  $p < 0,05$ ), tra Pb nel tessuto (Me, ng/g) e Pb nel sedimento (ng/g) ( $R=0,92$ ;  $p < 0,05$ ). Ad ogni modo, queste correlazioni, anche se statisticamente significative, non tengono conto della variazione delle parti molli delle vongole, variabile che può, invece, essere eliminata normalizzando il contenuto del metallo pesante ad un parametro corporeo soggetto a minor variazione come il peso della conchiglia. Di conseguenza, le concentrazioni di Piombo e di Mercurio nelle vongole non sono solamente influenzate dai livelli di contaminazione da metalli nel sedimento.

**Conclusioni** – Nella valutazione della decontaminazione da metalli pesanti è emerso che gli indici Me/PC e il rapporto Zn/Cu non vengono influenzati dal tasso di crescita e dalla variazione del peso delle parti molli delle vongole, così come già evidenziato in studi di laboratorio e su campo per altri molluschi bivalvi (Fisher, 1983; Soto *et al.*, 2000). Per questo motivo, gli indici Me/PC e il rapporto Zn/Cu sono più indicativi nella valutazione della biodisponibilità di metalli pesanti e possono essere applicati non solo nei monitoraggi ambientali, ma anche nella valutazione dello stato di qualità degli allevamenti dei bivalvi. Allo stesso modo, gli indici Me/PC possono essere validi indicatori di qualità qualora si vogliano correlare le concentrazioni di metallo in sedimenti e vongole.

#### Bibliografia

- BOSCOLO R., CORNELLO M., GIOVANARDI O. (2003) - Condition index and air survival time to compare three kinds of Manila clam *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve) farming systems. *Aquaculture International*, **11**(3): 243-254.
- FISHER H. (1983) – Shell weight as an independent variable in relation to cadmium content in molluscs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **12**: 59-75.
- HOPKIN S.P. (1993) - In situ biological monitoring of pollution in terrestrial and aquatic ecosystem. In: P. Calow (ed), *Handbook of Ecotoxicology*. Blackwell Sci. Publ., London, Edinburgh, Boston: 397-427.
- SOTO M., IRELAND M.P., MARIGÓMEZ I. (2000) – Changes in mussel biometry on exposure to metals: implications in estimation of metal bioavailability in 'Mussel-Watch' programmes. *Sci. Total Environ.*, **247**: 175-187.

G. CARUSO, G. MARICCHIOLO, M. MANCUSO, L. GENOVESE, R. ZACCONE

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

PARAMETRI IMMUNOLOGICI ED EMATOLOGICI  
QUALI INDICATORI DELLO STATO DI SALUTE IN SPECIE  
ITTICHE IN ALLEVAMENTO INTENSIVO: PROVE DI INFEZIONE  
SPERIMENTALE CON *PHOTOBACTERIUM DAMSELAE*  
SUBSP. *PISCICIDA* IN *DICENTRARCHUS LABRAX*

*IMMUNOLOGICAL AND HAEMATOLOGICAL PARAMETERS  
AS INDICATORS OF FISH HEALTH STATUS IN INTENSIVE  
FARMING: EXPERIMENTAL CHALLENGE OF SEA BASS  
WITH PHOTOBACTERIUM DAMSELAE SUBSP. PISCICIDA*

**Abstract** - *Seabass* (*Dicentrarchus labrax*) were challenged with *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* and their haematological (cortisol and glucose) and non-specific immune response (lysozyme content, haemolytic and hemagglutinating activities) parameters were monitored in order to evaluate their efficiency as potential physiological markers of stress following bacterial infection.

**Key-words:** fish physiology, immunity, hormones, *Photobacterium damsela* *piscicida*, *Dicentrarchus labrax*.

**Introduzione** - In acquacoltura intensiva una delle maggiori problematiche di ricerca riguarda la possibilità di monitorare lo stato di stress attraverso l'utilizzo di un pannello di indicatori biochimici ed ematologici in grado di fornire un quadro completo delle condizioni di benessere dei pesci. I parametri collegati alla risposta immune aspecifica (lisozima, emolisine, emoagglutinine) e alcuni parametri ematici (cortisolemia e glicemia) sono ritenuti idonei allo scopo. Infatti, studi precedenti (Sakai, 1983; Sunyer *et al.*, 1995; Caruso *et al.*, 2005) hanno dimostrato come essi subiscano variazioni (a livello ematico e tissutale) in condizioni di stress naturale o indotto. In quest'ottica è stato seguito l'andamento di una infezione sperimentale con *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* in esemplari di *Dicentrarchus labrax*.

**Materiali e metodi** - Spigole del peso medio di 25 g, stabulate in vasche in PVC da 300 litri (25 individui per ciascuna), sono state infettate per via intraperitoneale con *P. damsela* subsp. *piscicida* ( $3 \times 10^8$  cellule ml<sup>-1</sup>). A tempi progressivi dall'infezione (1, 7, 10, 21, 30, 39 giorni), da 5 pesci sono stati prelevati campioni di muco, rene, siero per determinarne il contenuto in lisozima. Sul siero sono state stimate l'attività emolitica non specifica (SH50) e quella emoagglutinante su globuli rossi di montone secondo i metodi riportati da Caruso *et al.* (2005). Sul siero sono stati inoltre dosati il cortisolo ed il glucosio, rispettivamente mediante kit Alpha Diagnostic basato sul metodo ELISA (Ackerman e Iwama, 2001) e kit Sclavo Diagnostics. Per confronto, gli stessi parametri sono stati determinati su pesci non infetti (controllo).

**Risultati** - Negli esemplari di *D. labrax* infetti, sono stati misurati valori di lisozima (U ml<sup>-1</sup>) più ridotti rispetto a quelli registrati negli esemplari non infetti, sia nel muco (min-max: 0.742-0.865, infetti; 0.742-1.112, controllo) che nel siero (min-max: 3.708-7.417, infetti; 3.708-8.035, controllo) e nel rene (min-max: 3.0-10.0, infetti; 3.0-10.5, controllo). L'attività litica ha presentato nel rene un aumento significativo ( $t=156.3$ ,  $P<0.01$ ) 24 ore dopo l'infezione rispetto ai valori rilevati in un prelievo antecedente

l'inoculo del patogeno; un picco nei valori di lisozima, pur se non significativo, è stato osservato nel siero 7 giorni dopo l'infezione. Conseguentemente all'infezione, i valori di attività emolitica (SH 50), pari alla concentrazione di siero capace di produrre il 50% di emolisi, sono diminuiti nelle spigole infette (min-max: 2-6.48) rispetto a quelle controllo (min-max: 2-21.16). L'attività emoagglutinante, espressa come  $\log_2$  del reciproco della diluizione più elevata mostrante agglutinazione, ha presentato un andamento opposto a quella emolitica, risultando aumentata negli individui infetti (min-max: 0-4) rispetto alle spigole controllo (min-max: 0-3); differenze significative ( $P < 0.01$ ) fra individui infetti e controllo sono state riscontrate già 24 ore dopo l'infezione. Entrambe le attività hanno presentato un picco 7 giorni dopo l'infezione.

Gli esemplari di *D. labrax* infettati con *P. d. piscicida* hanno mostrato una tipica risposta allo stress con un aumento dei livelli di cortisolo plasmatico. La cortisolemia ( $\text{ng ml}^{-1}$ ) è oscillata da  $79.44 \pm 52.69$  a  $640.59$  nel gruppo di controllo e da  $507.06 \pm 111.74$  a  $742.94 \pm 155.40$  nel gruppo degli infetti. I livelli di cortisolo si sono mantenuti più elevati negli esemplari infetti durante tutto l'esperimento. La glicemia ( $\text{mg dl}^{-1}$ ) è oscillata da  $69.99 \pm 37.09$  a  $163.34 \pm 0.64$  nel controllo e da  $50.14 \pm 5.66$  a  $118.14 \pm 48.57$  negli infetti. L'unica differenza significativa ( $p < 0.01$ ) nei livelli di glucosio plasmatici fra i due gruppi è stata riscontrata 24 ore dopo l'infezione. In questo periodo, i pesci infettati hanno presentato un livello significativamente ( $p < 0.01$ ) più basso ( $66.71 \pm 2.84$ ) rispetto al controllo ( $163.34 \pm 0.64$ ). Nel corso dell'infezione il trend della glicemia è risultato in diminuzione principalmente nei pesci infetti anche se non sono state notate differenze significative rispetto al controllo.

**Conclusioni** - In accordo con quanto riportato da Sunyer *et al.* (1995) ed Ackerman e Iwama (2001), il cortisolo ed il lisozima si sono rivelati parametri efficaci per monitorare lo stato fisiologico degli individui oggetto di studio. La risposta immune umorale non specifica all'infezione con *P. piscicida* è risultata maggiormente evidente nel rene rispetto al muco e al siero. La similarità fra gli andamenti dei valori di attività litica negli esemplari infetti e controllo supporta l'ipotesi che l'evoluzione del parametro lisozima sia indicativa di uno stato di stress generale, indotto dalla manipolazione degli esemplari e non strettamente riferibile all'infezione. L'aumento dei livelli di cortisolo rilevato nei pesci infetti ha peraltro suggerito il coinvolgimento dell'asse ipotalamo-ipofisi-interrenale (HPI), tipico di condizioni di stress.

#### Bibliografia

- ACKERMAN P.A., IWAMA G.K. (2001) - Physiological and cellular stress responses of juvenile rainbow trout to vibriosis. *J. Aquatic Animal Health*, **13**: 173-180.
- CARUSO G., GENOVESE L., MARICCHIOLO G., MODICA A. (2005) - Haematological, biochemical and immunological parameters as stress indicators in *Dicentrarchus labrax* and *Sparus aurata* farmed in off-shore cages. *Aquaculture Int.*, **13** (1-2): 67-73.
- SAKAI D.K. (1983) - Lytic and bactericidal properties of salmonid sera. *J. Fish Biol.*, **23**: 457-466.
- SUNYER J.O., GOMEZ E., NAVARRO V., QUESADA J., TORT L. (1995) - Physiological responses and depression of humoral components of the immune system in gilthead seabream (*Sparus aurata*) following daily acute stress. *Can. J. Fish Aquat. Sci.*, **52**: 2339-2346.

L. GALLUZZI, E. BERTOZZINI<sup>1</sup>, A. PENNA<sup>1</sup>, M. POMPEI<sup>2</sup>, A. MILANDRI<sup>2</sup>, F. PERINI,  
A. PIGALARGA, C. INGARAO<sup>1</sup>, S. PRIOLI<sup>3</sup>, M. MAGNANI<sup>4</sup>

Centro di Biotecnologie, Università di Urbino, Via Campanella, 1 - 61032 Fano (PU), Italia.  
l.galluzzi@uniurb.it

<sup>1</sup>Centro di Biologia Ambientale, Università di Urbino, Viale Trieste, 296 - 61100 Pesaro (PU), Italia.

<sup>2</sup>Centro Ricerche Marine, Via A. Vespucci, 2 - 47042 Cesenatico (FO), Italia.

<sup>3</sup>Mare Soc. Coop. srl, Via Toti, 2 - 47841 Cattolica (RN), Italia.

<sup>4</sup>Istituto di Chimica Biologica "G. Formaini", Via Saffi, 2 - 61029 Urbino (PU), Italia.

## MONITORAGGIO TRAMITE PCR DI DINOFLAGELLATI TOSSICI IN UN ALLEVAMENTO DI MITILI LUNGO LA COSTA DELL'EMILIA ROMAGNA

### *PCR MONITORING OF TOXIC DINOFLAGELLATES IN A SHELLFISH FARM ALONG THE COAST OF EMILIA ROMAGNA REGION*

**Abstract** - The standard procedures to monitor the presence of harmful algae and related toxins in mussels are time-consuming and require remarkable experience. In this study, a qualitative PCR assay was carried out for the monitoring of dinoflagellates *Alexandrium* spp. and *Dinophysis* spp. either in seawater samples and mussel tissues in a shellfish farm during 13 months. The results were compared with standard methods.

**Key-words:** biotoxins, dinoflagellates, *Mytilus galloprovincialis*, PCR.

**Introduzione** - L'ingestione da parte dell'uomo di biotossine presenti nei prodotti ittici e in particolare nei molluschi bivalvi, può determinare l'insorgenza di disturbi indicati come biointossicazioni. Le biotossine prodotte da microalghe sono quelle numericamente più importanti e che hanno un impatto maggiore sulla salute dell'uomo. Negli ultimi anni sono stati sviluppati diversi metodi molecolari per il monitoraggio di microalghe tossiche (Scholin *et al.*, 2003). Tra questi, i metodi basati sulla PCR si sono rivelati particolarmente sensibili e specifici (Galluzzi *et al.*, 2005). Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare la possibilità di monitorare la presenza di dinoflagellati potenzialmente tossici in molluschi bivalvi e in acqua di mare tramite tecniche innovative basate sulla PCR.

**Materiali e metodi** - I mitili (*Mytilus galloprovincialis*) sono stati prelevati nell'arco di 13 mesi, con cadenza mensile in tre siti di campionamento (Nord-Est, Centro e Sud-Ovest) di un impianto di molluschicoltura situato in una zona costiera dell'Emilia Romagna. Branchie ed epatopancreas sono stati isolati, fissati in etanolo assoluto e conservati a -20 °C fino all'estrazione del DNA totale con il metodo del fenolo/cloroformio. Il fitoplancton è stato campionato tramite l'uso del retino (20 µm) con cadenza quindicinale nello stesso periodo, all'esterno e all'interno dell'impianto di molluschicoltura. Ogni campione è stato fissato con soluzione di Lugol, esaminato al microscopio ottico al fine di quantificare la presenza di *Alexandrium* spp. e *Dinophysis* spp. tramite il metodo di Utermöhl e raccolto tramite filtrazione su membrane PVDF da 5 µm (Millipore) per la successiva estrazione del DNA totale con fenolo/cloroformio. Il DNA genomico estratto dai campioni di fitoplancton e dai mitili è stato utilizzato come stampo in una reazione di PCR con l'impiego di primers specifici per i generi *Alexandrium* (Galluzzi *et al.*, 2005) e *Dinophysis*. In totale sono stati analizzati con questo metodo 42 campioni di fitoplancton e 81 campioni di molluschi.

**Risultati** - L'analisi dei prodotti di PCR su gel d'agaroso al 2%, ha evidenziato prodotti di amplificazione di grandezza corrispondente ai prodotti attesi (135 e 360 bp



per *Alexandrium* spp. e *Dinophysis* spp., rispettivamente). Inoltre, l'amplificazione dei controlli positivi, ha dimostrato l'amplificabilità del DNA genomico e l'applicabilità della PCR a campioni di acqua di mare e mitili. Su 42 campioni di fitoplancton analizzati, il metodo basato sulla PCR ha permesso di rilevare la presenza di DNA di *Alexandrium* spp. nel 100% dei campioni risultati positivi dopo analisi al microscopio; inoltre con questo metodo, è stato possibile rilevare la presenza di *Alexandrium* spp. anche nel 95.6% dei campioni in cui il genere *Alexandrium* non era stato osservato. Anche l'analisi di PCR per *Dinophysis* spp. ha rilevato una sensibilità generalmente maggiore per la presenza di cellule target rispetto all'osservazione al microscopio, ma in questo caso 4 campioni risultati positivi al microscopio per la presenza di *Dinophysis* spp. non sono stati confermati con l'analisi di PCR. Per quanto riguarda i campioni di molluschi, il metodo basato sulla PCR ha permesso di rilevare la presenza di DNA di *Alexandrium* spp. e *Dinophysis* spp. rispettivamente nel 15% e 1,7% circa dei campioni di mitili in cui i corrispondenti campioni di acqua di mare erano positivi.

**Conclusioni** - I risultati ottenuti su campioni di fitoplancton concentrati con retino hanno dimostrato che l'analisi di PCR è un metodo efficace per la rilevazione di cellule di *Alexandrium* spp. e *Dinophysis* spp.. Confrontando questi risultati con quelli derivati dall'analisi di PCR nei molluschi è però evidente che le informazioni ottenute dal monitoraggio nei mitili non sono in accordo con quelle ottenute dalle retinate. Ciò può essere dovuto al fatto che, al contrario delle tossine, il DNA microalgale potenzialmente presente nei tessuti del mitile è metabolizzato dal mitile stesso e questo può rendere difficile la sua rilevazione tramite PCR; inoltre il numero di microalghe presenti nel singolo campione può notevolmente variare, soprattutto quando la concentrazione delle cellule target in acqua è molto bassa (<100 cellule/litro). Durante il periodo di monitoraggio non è stata comunque riscontrata tossicità da DSP nei molluschi. È da sottolineare che pur non esistendo una correlazione diretta fra la presenza di DNA algale nel mitile e l'accumulo di tossine, la rilevazione del DNA di questi generi potenzialmente tossici in acqua di mare e/o nei molluschi potrebbe fornire un pre-allarme per la possibile presenza di tossicità, che potrà essere in seguito confermata mediante analisi tossicologiche.

#### Bibliografia

- GALLUZZI L., PENNA A., BERTOZZINI E., GIACOBBE M.G., VILA M., GARCÉS E., PRIOLI S., MAGNANI M. (2005) - Development of a qualitative PCR method for the *Alexandrium* (Dinophyceae) detection in contaminated mussels (*Mytilus galloprovincialis*). *Harmful Algae*, **4** (6): 973-983.
- SCHOLIN C., VRIELING E., PEPPERZAK L., RHODES L., RUBLEE P. (2003) - Detection of HAB species using lectin, antibody and DNA probes. In: Hallegraeff G.M., Anderson D.M., Cembella A.D. (eds), *Manual of Harmful Marine Microalgae*. UNESCO France: 131-160.

P.G. TISCAR, V. NARCISI, F. MOSCA, S. MAROZZI, A. CALZETTA, A. PARADISI,  
F. DE SANCTIS, M.G. FINOIA\*, M. MACCARRONE

Dipartimento di Scienze Biomediche Comparate, Università di Teramo,  
Piazza A. Moro, 45 – 64100 Teramo, Italia.

pgtiscar@unite.it

\*Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare, Roma, Italia.

## CARATTERIZZAZIONE FUNZIONALE E AZIONI BIOLOGICHE DEL SISTEMA ENDOCANNABINOIDE IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

### *FUNCTIONAL CHARACTERIZATION AND BIOLOGICAL ACTIONS OF THE ENDOCANNABINOID SYSTEM IN MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

**Abstract** – The purpose of the study allows to clarify the presence and the immune effects of the endocannabinoid system in the *Mytilus galloprovincialis* haemocytes. The obtained data strongly suggested the presence of a functional endocannabinoid system in the mussels haemocytes where its activation induces a negative regulation on the phagocytic properties.

**Key-words:** *Mytilus galloprovincialis*, cannabinoid receptor 2, anandamide, oxygen compounds, defense mechanisms.

**Introduzione** – Gli endocannabinoidi costituiscono una classe di mediatori lipidici, riscontrabili negli invertebrati all'uomo, aventi il ruolo di immuno-neuromodulatori: tra questi, l'Anandamide (AEA) è la molecola più rappresentativa. Il lavoro ha come obiettivo quello di fornire le prime indicazioni sulla possibile presenza di un sistema endocannabinoide funzionale in emociti di *Mytilus galloprovincialis* (Lmk, 1819) e di chiarire l'effetto immunodepressivo che l'AEA svolge su tale tipologia cellulare, azione mediata dal legame dell'AEA con il recettore Cannabinoid Receptor 2 (CB2) (Salzet *et al.*, 2002).

**Materiali e metodi** - L'emolinfa è stata prelevata dal muscolo adduttore posteriore di soggetti di *Mytilus galloprovincialis* mantenuti in acquario a circuito chiuso in condizioni di temperatura e salinità costanti (18 °C, 33‰). Lo studio della presenza di un sistema endocannabinoide funzionale in emociti di mitili è stato valutato mediante riconoscimento sierologico del CB2, prova di affinità recettoriale, trasporto intracellulare di AEA marcata e dell'attività idrolasica per tale molecola. In merito alla modulazione della risposta difensiva, è stata valutata la produzione di radicali dell'ossigeno (ROS) durante il processo fagocitario in presenza ed assenza di AEA e dell'antagonista selettivo per CB2 (SR144528). Inoltre è stata analizzata la capacità locomotoria degli emociti in seguito a fagocitosi di batteri (*Vibrio alginolyticus*) mediante un analizzatore di vitalità cellulare (Vi-Cell, Beckman).

**Risultati** – L'emissione di ROS, misurata mediante Chemiluminescenza Luminolo Dipendente (LuCL) condotta in micrometodo, diminuiva in modo dose dipendente quando gli emociti, precedentemente stimolati alla fagocitosi, erano incubati con l'AEA. L'aggiunta dell'antagonista selettivo per CB2 (SR144528) deprimeva, anch'esso con andamento dose dipendente, l'effetto di inibizione dell'emissione luminescente legato all'azione dell'AEA.

La valutazione della capacità locomotoria, è stata misurata mediante analisi della circolarità emocitaria (CE) in seguito alla fagocitosi di batteri. Infatti, il parametro CE rappresenta il rapporto tra i due diametri ortogonali della cellula e durante il

processo fagocitario esso tende a diminuire essendo la cellula più irregolare e quindi meno circolare. Infatti dopo la stimolazione con *Vibrio alginolyticus* la CE diminuiva in maniera significativa rispetto al controllo non stimolato, ma tale diminuzione non era più registrabile allorché era gli emociti erano incubati con AEA.

Le prove di affinità recettoriale utilizzando il cannabinoide sintetico marcato [<sup>3</sup>H]CP55.940 ed il riconoscimento sierologico effettuato mediante Western Blotting impiegando un anticorpo policlonale anti CB2, hanno fornito importanti indicazioni sulla possibile presenza di un recettore CB2-like negli estratti di membrana di emociti di mitili. Infatti mentre nel primo saggio era registrabile l'avvenuto legame tra il cannabinoide ed il recettore cellulare, nella prova immunoenzimatica si evidenziava la positività di una banda di circa 50 kDa. I risultati descritti, inoltre, erano analoghi a quelli evidenziabili in estratti di membrana di cellule spleniche di topo che venivano utilizzati come controllo positivo (Munro *et al.*, 1993).

Le prove biochimiche funzionali hanno dimostrato come gli emociti siano dotati di un corredo enzimatico in grado di internalizzare e degradare l'AEA. Infatti, le prove di internalizzazione di AEA marcata ([<sup>3</sup>H]AEA), condotte a diverse temperature, hanno evidenziato una attività enzimatica, descrivibile con una curva tendente alla saturazione, in grado di regolarne il transito all'interno delle cellule. L'attività idrolasica è stata valutata calcolando la produzione di etanolamina, prodotto di degradazione dell'AEA nella cellula. I risultati sperimentali hanno dimostrato che la produzione di etanolamina era dipendente dalla concentrazione di AEA fino ad un punto di saturazione, mostrando una attività simile a quella ottenuta da cellule spleniche di topo e linfociti di cane che rappresentavano i controlli positivi.

**Conclusioni** - Le prove effettuate hanno fornito complessivamente i primi dati circa la possibile presenza di un sistema endocannabinoide funzionale negli emociti di *Mytilus galloprovincialis* e sull'azione biologica di regolazione del sistema immunitario da parte dell'AEA in queste cellule. Tali risultati forniscono indicazioni su alcuni importanti meccanismi regolatori dei processi difensivi dei mitili proponendo ulteriori possibili approcci per un loro ruolo applicativo nello studio dell'interazione tra un soggetto marino e l'ambiente che lo circonda. Inoltre, i mitili possono rappresentare un modello biologico più semplificato finalizzato alla migliore comprensione di interazioni complesse, quali quelle neuro-immunologiche, negli organismi maggiormente evoluti (Maccarrone *et al.*, 2005; Maccarrone *et al.*, 2000).

#### Bibliografia

- MACCARRONE M., BARBONI B., PARADISI A., BERNABÓ N., GASPERI V., PISTILLI M.G., FEZZA F., LUCIDI P., MATTIOLI M. (2005) – Characterization of the endocannabinoid system in boar spermatozoa and implications for sperm capacitation and acrosome reaction. *Journal of Cell Science*, **118**: 4393-4404.
- MACCARRONE M., BARI M., LORENZON T., BISOGNO T., DI MARZO V., FINAZZI-AGRÓ A. (2000) – Anandamide uptake by human endothelial cells and its regulation by nitric oxide. *The Journal of Biological Chemistry*, **275** (18): 13484-13492.
- MUNRO S., THOMAS K.L., ABU-SHAAR M. (1993) – Molecular characterization of a peripheral receptor for cannabinoids. *Nature (Lond)*, **365**: 61-65.
- SALZET M., STEFANO G.B. (2002) - The Endocannabinoid system in invertebrates. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acid*, **66**: 353-361.

S. ZUCCHI, S. FOCARDI

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena,  
Via Mattioli, 4 - 53100, Siena, Italia.  
zucchi2@unisi.it

## ESPRESSIONE DELLA MRP2 (MULTI DRUG RELATED PROTEIN 2) IN *DICENTRARCHUS LABRAX*

### *EXPRESSION OF MRP2 (MULTI DRUG RELATED PROTEIN 2) IN EUROPEAN SEA BASS (DICENTRARCHUS LABRAX)*

**Abstract** - The aim of the present study was to investigate the expression of multidrug related protein 2 belonging to the Multidrug Resistance mechanism (MDR) in the European sea bass *Dicentrarchus labrax*. Gene expression has been investigated by RT-PCR using primers designed based on conserved regions from three different fishes.

**Key-words:** *mrp2*, multidrug resistance, European sea bass, gene expression.

**Introduzione** - Tra i meccanismi di difesa con cui gli organismi marini fronteggiano l'esposizione e conseguente accumulo di xenobiotici vi è una superfamiglia di proteine di membrana coinvolte nei processi di detossificazione cellulare, da cui il termine Multixenobiotic resistance mechanism (MXR) (Kurelec *et al.*, 1992; Klein *et al.*, 1999). Alcune di queste proteine note come multidrug related proteins o MRPs sembrano in grado di conferire resistenza a farmaci e a sostanze xenobiotiche attraverso la loro espulsione dalla cellula (Leslie *et al.*, 2005). L'obiettivo del presente studio è quello di analizzare, mediante RT-PCR, utilizzando primers disegnati sulla base di regioni conservate, l'espressione della *mrp2* nelle cellule epatiche del branzino (*D. labrax*), una delle specie più allevate nel Mediterraneo.

**Materiali e metodi** - Alcuni esemplari adulti di branzino (100-300 g peso totale) prelevati da un allevamento intensivo a terra sono stati sacrificati e il tessuto epatico prelevato è stato conservato in N liquido per le successive analisi. L'RNA totale è stato estratto secondo il metodo di Chomczynski e Sacchi (1987); la corretta estrazione dell'RNA è stata verificata per ogni esemplare mediante RT-PCR della  $\beta$ -actina, la quale viene espressa in modo costitutivo.

2  $\mu$ g dell'RNA totale sono stati retro trascritti usando l'enzima trascrittasi inversa e l'utilizzo di un primer oligo-dT ha permesso la sintesi di cDNA dall'mRNA. Il cDNA è stato amplificato mediante PCR utilizzando primers disegnati allineando e confrontando sequenze nucleotidiche di *mrp2* di *Platichthys flesus*, *Mullus barbatus* e *Raja erinacea* presenti nelle banche dati della National Center for Biotechnology Information. Il prodotto ottenuto mediante PCR è stato purificato al fine di effettuare il sequenziamento del frammento d'interesse.

**Risultati** - In tutti gli esemplari analizzati è stata evidenziata la presenza del messaggero della proteina per la *mrp2* (Fig. 1). L'*mrp2* è stata ampiamente studiata nei mammiferi, soprattutto nell'uomo (Cole e Deeley, 2002; Cui *et al.*, 1999) visto il coinvolgimento di tale proteina nella farmaco resistenza (MDR). Recentemente l'espressione genica di tale proteina è stata evidenziata in *Squalus acanthias* (Miller *et al.*, 1998) e in *R. erinacea* (Cai *et al.*, 2003); per quanto riguarda *P. flesus* e *M. barbatus* sono disponibili nelle banche dati (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) solamente le sequenze parziali delle rispettive *mrp2*. Il frammento da noi ottenuto in seguito ad amplificazione con una coppia di primers specifici per la *mrp2*, è stato sequenziato ed è risultato essere di 180 nucleotidi.

La sequenza nucleotidica ottenuta, è stata inserita nelle banche dati per effettuare comparazioni con altre sequenze di *mrp2* in modo da verificare che il frammento amplificato fosse realmente una porzione del gene d'interesse.

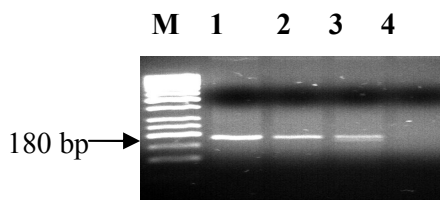


Fig. 1 - Frammenti di *mrp2* ottenuti mediante RT-PCR dall'mRNA totale del fegato di *D. labrax*. M marker molecolare (50-1031 bp ladder); 1,2,3 frammenti di *mrp2* di 180 paia di basi, 4 controllo negativo.

*Fragments of mrp2 obtained with RT-PCR from total mRNA of D. labrax liver. M molecular marker (50-1031 bp ladder); 1,2,3 mrp2 fragments of 180 base pair, 4 negative control.*

**Conclusioni** –La presenza del messaggero per la *mrp2* nel tessuto epatico di branzino in tutti gli organismi studiati suggerisce la capacità di queste cellule di difendersi dall'accumulo di farmaci e xenobiotici. Tale ipotesi è supportata da analisi effettuate in *R. erinacea* (Cai *et al.*, 2003) e in *S. acanthias* (Miller *et al.*, 1998); infatti in entrambe le specie si è osservata un'ampia distribuzione tissutale della *mrp2* in diversi organi (fegato, intestino, reni, ghiandola rettale) deputati all'assorbimento e all'escrezione di svariate sostanze. In tal senso il presente lavoro costituisce un primo contributo alla caratterizzazione del gene della *mrp2* e i suoi livelli basali d'espressione in una specie come *D. labrax* ad elevato valore commerciale anche in previsione di un suo utilizzo come possibile biomarker d'esposizione.

#### Bibliografia

- CAI S.Y., SOROKA C., BALLATORI N., BOYER J.L. (2003) - Molecular characterization of a multidrug resistance-associated protein, Mrp2, from little skate. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, **284**: 125-130.
- CHOMCZYNSKI P., SACCHI N. (1987) - Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction. *Anal. Biochem.*, **162**: 156-159.
- COLE S.P., DEELEY R.G. (2002) - Multidrug resistance II: MRP and related proteins. In: Bertino J.R. (ed), *Encyclopedia of Cancer*. Elsevier Science, USA: 225-267.
- CUI Y., KONIG J., BUCHHOLZ U., SPRING H., LEIER I., KEPPLER D. (1999) - Drug resistance and ATP-dependent conjugate transport mediated by the apical multidrug resistance protein, MRP2, permanently expressed in human and canine cells. *Mol. Pharmacol.*, **55**: 929-937.
- KLEIN I., SARKADI B., VARADI A. (1999) - An inventory of the human ABC proteins. *Biochim. Biophys. Acta*, **1461**: 237-262.
- KURELEC B. (1992) - The multixenobiotic resistance mechanism in aquatic organisms. *Crit. Rev. Toxicol.*, **22**: 23-43.
- LESLIE E.M., DEELEY R.G., COLE S.P.C. (2005) - Multidrug resistance proteins: role of P-glycoprotein, MRP1, MRP2, and BCRP (ABCG2) in tissue defense. *Toxicology and Applied Pharmacology*, **204**: 216-237.
- MILLER D.S., MASEREEUW R., HENSON J., KARNAKY K. (1998) - Excretory transport of xenobiotics by dogfish shark rectal gland tubules. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, **275**: 697.

D. BELLAN-SANTINI, G. BELLAN

Centre d'Océanologie de Marseille. UMR DIMAR, Station Marine d'Endoume - 13007 Marseille, France.  
bellan@com.univ-mrs.fr

## EFFETTI DEGLI INTERVENTI ANTROPICI SULLE COMUNITÀ MARINE DELLA FASCIA COSTIERA: È POSSIBILE UN APPROCCIO POSITIVO?

### *EFFECTS OF ANTHROPIC ACTIVITIES ON LITTORAL MARINE COMMUNITIES: IS A POSITIVE APPROACH POSSIBLE?*

**Abstract** – *The effects of anthropic activities on littoral marine communities are generally considered as damageable. Our present knowledge allows us to propose various solutions to prevent such effects and even to bring them to the valorisation of these interventions on the marine littoral. Finally, the structure of benthic communities linked with man-made interventions could be equivalent at certain natural communities.*

**Key-words:** *anthropic activities, littoral, minimising solutions.*

**Introduzione** – L'impatto dell'uomo sul litorale marino è noto da più tre millenni, come testimoniano i resti scoperti in tutto il Mediterraneo nel corso di scavi archeologici. Tuttavia, per i nostri contemporanei, l'impatto antropico non è che il risultato di aggressioni recenti, generalmente negative: naufragi di petroliere, costruzione di porti e marinerie, perdita di naturalità di siti "incantati" o di spiagge "paradisiache" o di fondali marini come le praterie di Posidonia. Non si può negare questa "eredità", ma le constatazioni che dobbiamo fare, le lezioni da trarne e le proposte da formulare devono essere più moderate (Bellan-Santini *et al.*, 1994). Questi impatti si possono sempre ridurre. Le nostre conoscenze scientifiche ed i mezzi materiali di cui oggi disponiamo non potrebbero permetterci di migliorare le cose? E di fare meglio.

**Materiali e metodi** - Porremo la nostra attenzione nell'ambito del Mediterraneo dove è presente un insieme di effetti antropici. Ricordiamo semplicemente la situazione attuale (Benoit e Comeau, 2005): dei 48.000 km di linea di costa, più del 40% sono stati resi artificiali, vi vivono 145 milioni di abitanti, sono frequentati da 20 milioni di turisti all'anno, vi transita il 25% del traffico mondiale di idrocarburi, una situazione destinata a peggiorare. Quanto agli esempi positivi, ci interesseremo in modo più specifico alle opere costiere (Ruitton, 1999), come porti, dighe, moli, ecc., alle scogliere e alle barriere artificiali, viste allo stesso tempo come mezzi di protezione dell'ambiente e di produzione di altri modelli (creazione - rinnovamento artificiale delle spiagge, ecc.), rischiando ulteriori controversie. Ma loro gestione può essere migliorata.

**Risultati** – L'impatto ecologico delle opere costiere "portuali" o di protezione di tratti di costa, ha generalmente portato a conclusioni pessimistiche, fatta eccezione per l'aumento della quantità di pesce. Ad ogni modo, al di fuori dei settori più confinati o inquinati, appare che la struttura delle comunità bentoniche legate alle opere citate, la loro diversità e la loro produzione, finiscono per divenire simile a quelle delle comunità dei substrati duri naturali e permette un reclutamento ittico di qualità. Ciò è stato messo in evidenza da Ruitton (1999) per diversi porti tra il Rhone e la frontiera italiana ed in particolare da Harmelin (2003) e i suoi collaboratori per l'insieme delle opere marittime di Monaco, in particolare delle più recenti. La protezione e la gestione ecologica del patrimonio marino del Principato ne hanno permesso una conservazione ottimale grazie alle innovative soluzioni proposte da Harmelin. Fra queste ricorderemo: forzare la colonizzazione di specie "emblematiche", creare nuovi habitat favorevoli che

imitino l'ambiente naturale, pulire sistematicamente i fondali dopo i lavori.

Le strutture artificiali sono state inizialmente viste dal punto di vista della protezione fisica dell'ambiente e/o della produzione di specie commerciali. Numerosi lavori presenti nell'ambito del 7° CARAH (AA.VV., 2002) hanno di recente evidenziato la loro importanza per la conservazione e il miglioramento della componente algale ed animale delle comunità marine, così come la possibilità di utilizzarle per dei tentativi di ripopolamento (*Cystoseira*, Corallo rosso, ecc.).

Il raddoppio di dighe e altre opere con delle "strutture" appositamente concepite è dunque da incoraggiare. Infine, anche se ancora ben poco promettenti, i tentativi di reimpianto della *Posidonia oceanica* non devono essere trascurati. Essi si devono integrare, sotto alcune condizioni preliminari, nella strategia globale di gestione delle praterie e dei litorali di substrato mobile.

**Conclusioni** – L'opinione comune sulla protezione degli habitat si riassume nella creazione di Aree Marine Protette, un passo avanti reale rispetto alla semplice protezione delle specie. Lo stato attuale delle nostre conoscenze in ecologia e biologia marina è sufficiente per minimizzare gli impatti ecologici e apportare una sostanziale valorizzazione in progetti di intervento sul litorale. Per fare ciò, "l'impatto ecologico" deve essere esaminato a monte, durante gli studi preliminari dei cantieri, anche con il suo bilancio economico, ed inserito nella gestione globale del sistema per arrivare ad uno sviluppo veramente sostenibile dell'ambiente marino naturale, basandosi su tecniche spesso sofisticate e regolamentazioni anche restrittive (Dauvin, 2002). Per rispondere a queste esigenze, si è imposto il concetto di "Parco naturale periurbano". Attorno al cuore protetto di questo ultimo si svilupperebbe una zona di "adesione", sostenuta dagli stessi abitanti, con regole più flessibili ma sempre volontaristiche (J. Of. R.Fr., 2006), e che si aggungerebbe alla messa in atto di reti quali Natura 2000.

#### Bibliografia

- AA. VV. (2002) - Lavori presentati al 7° CARAH. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (2): 304 pp.
- BELLAN-SANTINI D., LACAZE J.-C., POIZAT C. (eds) (1994) - Les Biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse menaces et perspectives. *Patrimoines Naturels*, **19**: 246 pp.
- DAUVIN J.C. (coord.) (2002) - Gestion intégrée des zones côtières: outils et perspectives pour la préservation du patrimoine naturel. *Patrimoines Naturels*, **57**: 346 pp.
- JOURNAL OFFICIEL de la RÉPUBLIQUE FRANÇAISE (2006) – Loi n° 2006, du 14 mars 2006 relative aux parcs nationaux, aux parcs naturels marins, aux parcs naturels régionaux.
- HARMELIN J.G. (2003) - *Étude de faisabilité: réhabilitation du tombant coralligène des Spélugues et colonisation des nouveaux ouvrages maritimes*. Association Monégasque pour la Protection de la Nature: 128 pp.
- BENOIT G., COMEAU A. (dir.) (2005) - *Méditerranée: les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement*. Éditions de l'Aube: 432 pp.
- RUITTON S. (1999) - Les communautés benthiques et nectobenthiques associées aux aménagements littoraux en Méditerranée nord occidentale. Structure et fonctionnement. Thèse Doctorat Université Aix Marseille II: 263 pp.

I. DEL BARGA, G. FRENZILLI, A. FALLENI, V. SCARCELLI, M. NIGRO

Dip. Morfologia Umana e Biologia Applicata, Sez. Biologia e Genetica, Univ. di Pisa,  
Via Volta, 4 – 56126 Pisa, Italia.  
nigro@biomed.unipi.it

## BIOMARKER CELLULARI PER LO STUDIO DEL DISTURBO AMBIENTALE LUNGO LE COSTE TOSCANE

### *DNA AND LYSOSOMAL BIOMARKER IN MUSSELS ALONG THE COAST OF TUSCANY*

**Abstract** – DNA damage and lysosomal membrane stability were investigated in the sentinel species *Mytilus galloprovincialis*, along the coast of Tuscany. The highest DNA and cellular alterations occurred in mussels from the estuary of the river Cecina, followed by the two industrial sites, Rosignano Solvay and Puntone Scarlino. These preliminary results are part of a project intended to integrate bioaccumulation and biomarker for optimising monitoring procedure for water quality assessment in coastal areas.

**Key-words:** biomarkers, *Mytilus galloprovincialis*, ecotoxicology, marine pollution.

**Introduzione** – Lo studio delle risposte biologiche (*biomarker*) alla contaminazione dell'ambiente costiero è, da alcuni decenni, uno degli argomenti cardine dell'ecotossicologia marina. Recentemente, i *biomarker* hanno attratto l'attenzione degli Enti preposti al monitoraggio, sebbene il loro uso non abbia ancora trovato collocazione nel sistema normativo. Per esplorare ulteriormente le potenzialità dell'interazione tra contributo del monitoraggio istituzionale (basato sul bioaccumulo), e l'approccio ecotossicologico (centrato sull'impiego di *biomarker*), è stato avviato il progetto "Proposte per il monitoraggio delle acque marine costiere e per la valutazione della qualità ambientale", in collaborazione con l'ARPAT. Lo studio prevede l'uso di una batteria di *biomarker* e dell'organismo sentinella *M. galloprovincialis*. Questo contributo riporta dati preliminari relativi alla valutazione dell'integrità del DNA ed all'alterazione delle membrane lisosomiali in 5 stazioni lungo le coste toscane, comprendenti 2 siti industriali, un estuario e 2 aree di controllo.

**Materiali e metodi** – Per ogni stazione sono stati utilizzati 28 mitili. La valutazione dello stato di integrità del DNA è stata effettuata su cellule brachiali, mediante il *Comet Assay*; mentre la stabilità delle membrane lisosomiali è stato valutata mediante il *Neutral Red Retention Time* (NRRT), negli emociti circolanti (Nigro *et al.*, 2006). L'analisi statistica dei risultati è stata effettuata mediante l'analisi multivariata della varianza (MANOVA) ed il *multiple range test*.

**Risultati** – La Tab. 1 illustra i risultati ottenuti dall'analisi di due *biomarker* espressi rispettivamente come % DNA migrato e tempo di ritenzione del rosso neutro (min).

Tab. 1 - Integrità strutturale del DNA e delle membrane lisosomiali nei mitili campionati in 5 stazioni oggetto dell'indagine.

*DNA and lysosomal damage in mussels from the coastal environment of Tuscany.*

*MRT=Multiple Range Test.*

Stazione	Danno DNA (%)	MRT	NRRT (min)	MRT
Isola Palmaria	22.0 ± 5.6	X	105.0 ± 28.6	X
Forte dei Marmi	22.6 ± 6.2	X	103.8 ± 23.6	X
Rosignano Solvay	34.6 ± 6.7	XX	43.9 ± 19.9	X
Foce Cecina	50.5 ± 7.1	X	68.9 ± 31.9	X
Puntone Scarlino	33.8 ± 6.6	X	50.9 ± 19.1	X



I dati mettono in risalto differenze significative tra le cinque stazioni oggetto dell'indagine. I due siti più settentrionali (Palmaria e Forte dei Marmi) si differenziano nettamente da tutti gli altri per un'elevata integrità genetica e lisosomale. Diversamente, i mitili campionati nei due siti industriali (Rosignano Solvay e Puntone Scarlino) e presso la foce del Cecina, mostrano un livello medio-alto di danno genetico, accompagnato da una alterazione delle membrane lisosomiali. Rilevante la perdita di integrità del DNA nei mitili alla Foce del Cecina e presso Rosignano Solvay, che risulta confrontabile a quella misurata nel porto di Genova (Regoli *et al.*, 2004). Il sito di Puntone Scarlino fu oggetto di indagini tra il 1992 e il 2000. I risultati evidenziarono una contaminazione dovuta ad alcuni elementi (Fe, Cu, As, Se, Mn), derivanti dal dilavamento delle ceneri di pirite accumulate nel retroterra (Regoli e Orlando, 1994). Ulteriori ricerche misero in evidenza una marcata alterazione del sistema antiossidante e la perdita di stabilità delle membrane lisosomiali (Regoli, 1992, 2000). A circa 10 anni di distanza dalle prime indagini e successivamente alla riconversione dei processi produttivi che si erano resi responsabili dell'inquinamento, lo stato di salute dell'organismo sentinella per eccellenza, *M. galloprovincialis*, non esprime segni evidenti di recupero. Anche il sito di Rosignano Solvay ha una lunga storia di contaminazione, legata all'immissione pregressa e attuale di sostanze di natura inorganica (particolarmente Hg) ed organica. Tuttavia, in questo caso, non esistono dati basati su *biomarkers*, con i quali confrontare i risultati attuali. La marcata alterazione dei parametri biologici nei mitili campionati alla foce del Cecina è verosimilmente da porsi in relazione con il forte carico ambientale di metalli bioaccumulabili, tra i quali Cu, Fe, Cr, Ni, Hg (Nigro *et al.*, 2006). Gli elevati livelli di metalli nei mitili della foce sono, almeno in parte, ascrivibili al fondo naturale, particolarmente elevato nel bacino del Cecina. Tuttavia, nella porzione mediana del suo corso, il Cecina ha subito l'impatto di attività estrattive e processi industriali, che si ripercuotono anche a valle, potendo interessare anche la foce.

**Conclusioni** – I risultati ottenuti hanno messo in evidenza una marcata alterazione di parametri cellulari precoci in tre delle cinque stazioni oggetto dell'indagine. Il dato di Puntone Scarlino illustra come, la riconversione delle attività industriali, che avevano determinato la contaminazione dell'ambiente marino, non si è ancora tradotta in un recupero della qualità ambientale. Nel caso degli altri due siti, la mancanza di dati ecotossicologici pregressi non consente di interpretare la tendenza attuale, tuttavia i risultati ottenuti potranno costituire la base per valutare l'efficacia degli interventi di bonifica previsti in queste aree.

#### Bibliografia

- NIGRO M., FALLENI A., DEL BARGA I., SCARCELLI V., LUCCHESI P., REGOLI F., FRENZILLI G. (2006) - Cellular biomarkers for monitoring estuarine environments: Transplanted versus native mussels. *Aquat. Toxicol.*: (in stampa).
- REGOLI F. (2000) - Total oxyradical scavenging capacity (TOSC) in polluted and translocated mussels: a predictive biomarker of oxidative stress. *Aquat. Toxicol.*, **50**: 351–361.
- REGOLI F., FRENZILLI G., BOCCHETTI R., ANNARUMMA F., SCARCELLI V., FATTORINI D., NIGRO M. (2004) - Time-course variations of oxyradical metabolism, DNA integrity and lysosomal stability in mussels, *Mytilus galloprovincialis*, during a field translocation experiment. *Aquat. Toxicol.*, **68**: 167–178.
- REGOLI F., ORLANDO E. (1994) - Accumulation and subcellular distribution of metals (Cu, Fe, Mn, Pb and Zn) in the Mediterranean mussels *Mytilus galloprovincialis* during a field transplant experiment. *Mar. Pollut. Bull.*, **28**: 592–600.

B. DRAREDJA, S. COMO\*, P. MAGNI\*

Département des Sciences de la Mer, Faculté des Sciences,  
Université Badji Mokhtar, BP. 12, Annaba, Algérie.

\*IMC – International Marine Centre, Località Sa Mardini - 09072 Torregrande-Oristano, Italia.  
p.magni@imc-it.org

## REGIONAL COOPERATION IN THE MEDITERRANEAN SEA: JOINT ANALYSIS OF MACROBENTHIC ASSEMBLAGES IN THE LAGOONS OF MELLAH (ALGERIA) AND CABRAS (ITALY)

### *COOPERAZIONE REGIONALE NEL MEDITERRANEO: ANALISI CONGIUNTA DEI POPOLAMENTI MACROBENTONICI NELLE LAGUNE DI MELLAH (ALGERIA) CABRAS (ITALIA)*

**Abstract** – Matching datasets of abiotic and biotic variables from two Mediterranean coastal lagoons, the Mellah lagoon (Algeria) and the Cabras lagoon (Italy), were merged to evaluate general environmental conditions and to compare the year-round changes in macrobenthic assemblages. Major differences between the two lagoons appear to be related to more pristine conditions in the Mellah lagoon, while the Cabras lagoon tends to be subjected to human-related disturbance and impoverishment of macrobenthos in the warm period. This joint effort aims to encourage the implementation of scientific collaboration among northern and southern countries in the Mediterranean Sea.

**Key-words:** macrobenthos, coastal lagoons, Mediterranean Sea.

**Introduction** - Regional cooperation in the Mediterranean Sea represents a major challenge of the XXI century towards a better understanding of the functioning of coastal marine ecosystems at the basin scale. This requires a major effort in enhancing the collaboration among scientists in the entire Mediterranean region, especially between northern and southern countries, to share similar and coordinated efforts. The present study aims to provide an example of such a regional effort, applied to coastal lagoons, through the implementation of national initiatives, such as LaguNet (<http://www.dsa.unipr.it/lagunet/>) and EC-funded projects, such as MARBENA (e.g., Magni *et al.*, 2004). To perform this exercise, independent datasets containing matching abiotic and biotic information collected in different national programs from the Mellah lagoon (Algeria) and the Cabras lagoon (Italy) were merged to evaluate general environmental conditions and to compare year-round changes in macrofaunal assemblages.

**Materials and methods** - The lagoon of Mellah (surface of about 9 km<sup>2</sup>) is located on the northeast coast of Algeria (36°54' N, 8°20' E). The lagoon of Cabras (surface of about 22 km<sup>2</sup>) is located on the west coast of Sardinia (39°57' N, 8°29' E). They are both characterized by one narrow connection with the sea and by a limited fresh water input. The datasets comprised macrobenthic samples collected monthly at three sites in each lagoon, from January 1998 to December 1998 in the Mellah lagoon (Draredja and Kara, 2004; Draredja, 2006), and from May 2001 to April 2002 in the Cabras lagoon (Magni *et al.*, 2005b). Hydrological and sediment data (e.g., dissolved oxygen, salinity, grain size, organic matter) were also available for both lagoons. Due to methodological differences between the two monitoring programs, species richness based on Hurlbert's  $E(S_{10})$  and the taxonomic distinctness index ( $\Delta^+$ , Warwick and Clarke, 2001) were applied in the present exercise as they are relatively independent on sampling effort and sample size, and they are useful to compare datasets from different regions (Warwick and Clarke, 2001; Hyland *et al.*, 2005).

**Results** -  $E(S_{10})$  was higher in the Mellah lagoon than in the Cabras lagoon in all sampling occasions (annual mean:  $5.1 \pm 0.7$  and  $3.0 \pm 0.4$ , respectively), indicating major differences in macrofaunal assemblages in terms of species richness. In the Mellah lagoon,  $\Delta^+$  did not change among different sampling occasions (mean:  $89.1 \pm 0.6$ ). By contrast, a sharp decrease in  $\Delta^+$  was described in the Cabras lagoon in late summer (from  $84.2 \pm 5.3$  to  $54.9 \pm 17.5$ ), indicating further impoverishment of macrobenthic assemblages in the warmer period (see also Magni *et al.*, 2005a), as described in other organic enriched lagoons (Lardicci *et al.*, 2001). Both lagoons have similar hydrological condition (i.e. confinement), coupled with high concentrations of sedimentary organic matter (>12%). However, while the Mellah lagoon is not affected by intensive waste water discharge (Draredja and Kara, 2004; Draredja, 2006), the Cabras lagoon has received urban water discharge for many years and its watershed drains a large over-exploited agricultural area.

**Conclusions** - It is suggested that the Mellah lagoon is characterized by more pristine conditions, in terms of human pressure and pollution from land-based sources, which allow to sustain a higher species richness throughout the year. This initiative highlights the importance of bringing existing information together to increase our knowledge on natural vs. human induced processes at the regional level. A strong collaboration among northern and southern countries in the Mediterranean basin is encouraged to share similar efforts and resources.

#### References

- DRAREDJA B. (2006) - Structure et organisation de la macrofaune benthique de la lagune Mellah (Algérie, Méditerranée Sud-Occidentale). *Journal de Recherche Océanographique*: (in press).
- DRAREDJA B., KARA M.H. (2004) - Caractéristiques physico-chimiques de la lagune Mellah (Algérie Nord-Est). *Rapport Commission Internationale de la Mer Méditerranée*, **37**: 93.
- HYLAND J., BALTHIS L., KARAKASSIS I., MAGNI P., PETROV A., SHINE J., VESTERGAARD O., WARWICK R. (2005) - Organic carbon content of sediments as an indicator of stress in the marine benthos. *Marine Ecology Progress Series*, **295**: 91-103.
- 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). *Marine Pollution Bulletin*, **42**: 202-214.
- MAGNI P., MALEJ A., MONCHEVA S., VAN DEN BERGHE E., APPELTANS W., CUVELIER D., VAN AVESAATH P.H., HUMMEL H., HEIP C.H.R., MEES J. (2004) - Electronic conference on "The Southern and Eastern Mediterranean Sea and the Black Sea: New challenges for marine biodiversity research and monitoring". Summary of discussions, 6 to 24 September, 2004. Flanders Marine Institute (VLIZ): Oostende, Belgium.  
<http://www.vliz.be/marben/Proceedings/marben7.pdf>
- MAGNI P., FENZI G., CASU D., FLORIS A., DE FALCO G., CASTELLI A. (2005a) - Variabilità stagionale del macrozoobenthos nella laguna di Cabras (Sardegna, Mediterraneo Occidentale). *Biol. Mar. Medit.*, **12**: 287-290.
- MAGNI P., MICHELETTI S., CASU D., FLORIS A., GIORDANI G., PETROV A., DE FALCO G., CASTELLI A. (2005b) - Relationships between chemical characteristics of sediments and macrofaunal communities in the Cabras lagoon (western Mediterranean, Italy). *Hydrobiologia*, **550**: 1-15.
- WARWICK R.M., CLARKE K.R. (2001) - Practical measures of marine biodiversity based on relatedness of species. *Oceanography Marine Biology: an Annual Review*, **39**: 207-231.

S. GRECO, M. GIUSTI, E. SALVATI, A. CARDINALI,  
M. ANGIOLILLO, F. FABRONI, S. CANESE

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare, ICRAM  
Via di Casalotti, 300 – 00166 Roma, Italia.  
s.greco@icram.org

## MONITORAGGIO DELLA BIODIVERSITÀ MARINA IN CALABRIA *BIODIVERSITY MONITORING ALONG CALABRIAN COASTS*

**Abstract** – *A marine biodiversity monitoring project along Calabrian coasts is introduced. Field activities are described regarding photographic sampling of hard bottoms benthos, R.O.V. data collection, trawling research campaign over 800 metres depth and georeferenced data-base realization.*

**Key-words:** *monitoring, biodiversity, Tyrrhenian Sea, Ionian Sea.*

**Introduzione** – Il progetto “Mo. Bio. Mar Cal.” (Monitoraggio della Biodiversità Marina in Calabria), finanziato dalla Regione Calabria della durata di 2 anni, mira alla individuazione, valutazione e monitoraggio di siti meritevoli di attenzione e/o protezione particolare, attuando e concretizzando i dettami dell’art. 62 comma 14 bis del decreto legislativo 152/99 ad integrazione di quanto già predisposto in ambito regionale. Questo progetto fornirà alle Amministrazioni Pubbliche uno strumento indispensabile per attuare le giuste politiche di conservazione di tali siti e per la promozione di questi come sedi di ricerca scientifica e di divulgazione naturalistica.

**Materiali e metodi** – Lo studio è articolato in due fasi: 1) studio delle comunità bentoniche di fondo duro; 2) studio delle comunità ittiche neritiche, pelagiche e demersali. Le informazioni raccolte tramite l’analisi del materiale bibliografico pregresso verranno integrate con quelle raccolte durante le campagne di ricerca a mare. La raccolta dati per lo studio delle comunità bentoniche verrà effettuata mediante campionamento fotografico e prelievo parziale di organismi da operatori subacquei con A.R.A. nella fascia batimetria compresa tra 0 e 30 metri secondo il protocollo Afrodite (Greco *et al.*, 2004). Il campionamento nei siti a profondità maggiori di 30 m è verrà effettuato mediante telecamera filoguidata e R.O.V. Le informazioni sulla presenza e distribuzione delle specie ittiche sono state incrementate attraverso l’effettuazione di campagne di pesca sperimentale con l’utilizzo di palangaro di fondo e di superficie, reti da posta e strascico. La pesca a strascico è stata effettuata fino al limite della batimetria dei mille metri. I dati raccolti verranno inseriti in un geo data-base floro-faunistico con il quale sarà possibile individuare e valutare siti caratterizzati da 1) biocenosi vulnerabili o a rischio, 2) presenza di specie rare, 3) biodiversità particolarmente spiccata. Il geodatabase è costituito da schede sintetiche descrittive, immagini e carte distributive georeferenziate per ciascun elemento di interesse.

**Risultati** - Nel primo anno di campionamento sono state effettuate 53 immersioni e 4 campagne di pesca sperimentale. Da un’analisi delle immagini e dei campioni raccolti, all’interno delle comunità bentoniche associate ai fondi duri, sono state identificate 72 specie appartenenti a 10 diversi gruppi tassonomici. Il gruppo dominante è quello dei poriferi, seguito dagli cnidari. Le specie ittiche catturate nei survey di pesca sono 141 di cui 127 pesci ossei e 14 pesci cartilaginei

L’analisi dei filmati raccolti con la telecamera filoguidata ha permesso di osservare affioramenti rocciosi situati a profondità di 100- 150 m, dove sono presenti grandi colonie di gorgoniacei e antipatari.

**Conclusioni** – La biodiversità appare il risultato di fenomeni complessi che si sovrappongono e che difficilmente possono essere evidenziati con il semplice conteggio delle specie. È quindi, indispensabile valutare lo stato attuale della biodiversità marina per riuscire ad anticipare eventuali squilibri che, a lungo andare, diventerebbero irreversibili. Il presente progetto si colloca a pieno titolo in questa azione e prende in considerazione la valutazione dello stato di conservazione della biodiversità, le aree critiche e sensibili, le attività che possono produrre impatti negativi sulla biodiversità e le pressioni in atto nei mari della Calabria.

#### **Bibliografia**

- BIANCHI C.N., MORRI C. (2000) - Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research. *Marine Pollution Bulletin*, **40** (5): 367-376.
- GRECO S., NOTARBARTOLO DI SCIARA G., TUNESI L. (2004) – Sistema Afrodite: an integrated programme for the inventorying and monitoring of the core zones of the Italian marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems*, **14**: S119-S122.
- HUTCHINGS J.A., BAUM J.K. (2005) - Measuring marine fish biodiversity: temporal changes in abundance, life history and demography. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, **360**: 315-338.
- IRIGOIEN X., HUISMAN J., HARRIS R.P. (2005) - Different measures of biodiversity. *Nature*: 433.

C. MUNARI, M. MISTRI

Dipartimento di Biologia, Sez. Biologia Evolutiva, Università di Ferrara,  
Via L. Borsari, 46 – 44100 Ferrara, Italia.  
mnc@unife.it

## EFFETTO DELLE BARRIERE SOFFOLTE DI PUNTA MARINA–LIDO ADRIANO SULLA FAUNA BENTONICA

### *EFFECTS OF PUNTA MARINA–LIDO ADRIANO SUBMERGED BREAKWATERS ON THE BENTHIC FAUNA*

**Abstract** – *Benthic assemblages were compared inside and outside submerged breakwaters along Lido Adriano-Punta Marina coast in autumn 2004 and late spring 2005. While in the cold period no differences were evident in the benthic community composition and structure inside and outside the breakwaters, the warmer period was characterized by huge differences. Together with accumulation of macroalgae, the benthic community inside breakwaters was dominated by species more typical of stagnant environments.*

**Key-words:** *macrobenthos, breakwaters, Adriatic Sea.*

**Introduzione** - L'erosione delle spiagge rappresenta un problema rilevante in molte aree costiere, ed è purtroppo ben rappresentato lungo il litorale emiliano-romagnolo. Ciò determina la necessità di interventi sempre più frequenti e massicci al fine di proteggere il litorale: pennelli costieri, barriere frangiflutti e ripascimenti periodici. La costruzione di strutture artificiali si estende, più o meno indiscriminatamente, su oltre 60 km di costa compresi tra il Lido di Volano e Gabicce. Scopo di questo lavoro è la valutazione dell'impatto sulla comunità macrobentonica di un sistema di barriere soffolte recentemente allocate presso Punta Marina - Lido Adriano (litorale ravennate).

**Materiali e metodi** - Sono stati eseguiti campionamenti nell'autunno 2004 e tarda primavera 2005 nel tratto di litorale compreso tra le località di Punta Marina e Lido Adriano. Il litorale si caratterizza per la presenza di barriere soffolte, opere di protezione in massi che non sporgono al di sopra del livello medio del mare, costruite parallelamente alla linea di costa. L'area compresa tra la linea di costa e la barriera è suddivisa in cinque celle dalla presenza di pennelli. Sono state considerate quattro celle, e per ciascuna delle celle indagate sono stati scelti tre punti di campionamento lungo transetti precedentemente posizionati. Due punti di campionamento sono stati posti all'interno di ciascuna cella, a differenti quote batimetriche (-3 e -2 m), mentre il terzo, di controllo, veniva posizionato immediatamente all'esterno della cella stessa. Il macrobenthos è stato raccolto mediante benna VanVeen in 3 repliche ed identificato, in laboratorio, fino al livello di specie. La struttura della comunità è stata indagata mediante tecniche di analisi multivariata e ANOVA sui valori degli indici strutturali. Ad ogni campionamento sono stati anche rilevati i principali parametri mesologici (ossigeno disciolto, temperatura, salinità). Durante il campionamento tardo-primaverile si è inoltre proceduto all'osservazione diretta del fondale mediante un sommozzatore.

**Risultati** - Complessivamente sono state rinvenute 81 specie. Il taxon maggiormente rappresentato è risultato quello degli Annelida (40 specie), seguito dai Crustacea (18 specie), Mollusca (17 specie), Nemertea (5 specie) e Anthozoa (1 specie). Le specie maggiormente rappresentate in termini numerici sono risultate essere i bivalvi *Lentidium mediterraneum* e *Donax semistriatus*, assieme al polichete *Prionospio caspersi*. La numerosità specifica è differente in maniera statisticamente significativa tra stagioni ( $p < 0,01$ ), mentre non si osservano differenze nell'ambito della medesima sta-

gione (autunno 2004:  $p=0,13$ ; primavera 2005:  $p=0,69$ ). L'abbondanza degli individui risulta differente solo nella tarda primavera 2005 ( $p<0,05$ ), con valori più elevati al di fuori delle celle. Riguardo l'alfa-diversità, i confronti non evidenziano differenze statisticamente significative (autunno 2004:  $p=0,11$ ; primavera 2005:  $p=0,06$ ). Seguendo la classificazione di Peres e Picard (1964) le comunità rinvenute possono essere denominate comunità a *L. mediterraneum* e corrispondono ad una particolare facies della biocenosi delle sabbie fini ben calibrate. L'elevata dominanza del *L. mediterraneum* determina una bassa diversità specifica e accentuate fluttuazioni di densità durante il corso dell'anno, con minimi invernali e massimi estivi. L'analisi multivariata relativa al periodo autunnale evidenzia come i punti campione riferiti alla comunità esterna alle celle siano interspersi assieme ai punti campione riferiti alla comunità interna alle celle. Diversamente, nel periodo estivo è evidente la segregazione spaziale dei punti campione esterni rispetto ai punti campione interni. La SIMPER-analysis riferita al periodo estivo evidenzia una maggioranza di specie tipiche di acque eutrofiche (*Polydora ciliata*, *Capitomastus minimum*, *Ampelisca diadema*) all'interno alle barriere, e di specie marine (*L. mediterraneum*) all'esterno. Differenze significative nei parametri mesologici sono state riscontrate solo in tarda primavera, con valori di ossigeno disciolto inferiori ( $p<0,01$ ) e temperature superiori ( $p<0,01$ ) sul lato interno delle celle. L'osservazione diretta del fondale ha inoltre evidenziato la formazione di estesi tappeti macroalgali internamente alle celle.

**Conclusioni** – L'indagine svolta sul ruolo delle barriere soffolte di Punta Marina-Lido Adriano sulla macrofauna bentonica ha evidenziato che: (1) differenze di composizione e struttura della comunità macrobentonica sono evidenti nelle aree comprese all'interno delle strutture, ma (2) l'impatto delle barriere è significativo sul lato interno delle stesse solamente nella stagione calda. La presenza delle strutture di protezione del litorale provoca una stagnazione delle acque sul lato verso costa, con conseguente "lagunarizzazione" della comunità bentonica. I risultati di questo studio suggeriscono che la presenza di strutture di difesa artificiali influisce sull'habitat bentonico, e i conseguenti cambiamenti delle comunità biologiche riflettono le complesse interazioni fra i pattern idrodinamici ed i cambiamenti delle variabili sedimentarie. La comune buona strutturazione della comunità nelle aree interne alle barriere sembrerebbe suggerire l'insediamento di un popolamento bentonico ben diversificato. Tale diversità è però imputabile alla co-occorrenza di specie lagunari, di policheti opportunisti, e di specie tipiche di acque maggiormente eutrofiche. I cambiamenti della struttura di comunità rilevati nella zona interna possono essere visti come una delle risposte più severe all'impatto delle strutture di difesa, a causa del disegno chiuso delle strutture protettive di Punta Marina-Lido Adriano. Tali severe risposte sono tuttavia risultate evidenti solo nella stagione estiva.

#### **Bibliografia**

PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau Manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec Trav Stn. Mar. d'Endoume*, **31**: 1-137.

M. PIZZOLON, E. CENCI, C. MAZZOLDI

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Palazzo Grassi,  
Calle Grassi-Naccari, Riva Canal Vena, 1281 - 30015 Chioggia (VE), Italia.  
m.pizzolon@libero.it

## VARIAZIONI NELLA FAUNA ITTICA ASSOCIATA ALLE DUE DIGHE DEL PORTO CANALE SUD DELLA LAGUNA DI VENEZIA (MAR ADRIATICO)

### *VARIATION OF FISH ASSEMBLAGES ASSOCIATED WITH TWO JETTIES DELIMITING THE SOUTHERN CHANNEL OF THE VENETIAN LAGOON (ADRIATIC SEA)*

**Abstract** - Fish assemblages associated with two jetties in the northern Adriatic sea have been studied before and after the construction of a new submerged barrier. The observed changes in ecological indices and in fish assemblages are discussed in relation to an ongoing process of change in water circulation.

**Key-words:** reef fish, artificial reef, temporal variations, species diversity, multivariate analysis.

**Introduzione** - Nell'ambito dell'attuazione del progetto Mose è stata costruita una nuova barriera semisommersa nei pressi della bocca di porto di Chioggia. Questo studio intende monitorare se il nuovo manufatto stia causando variazioni nella struttura dei popolamenti ittici di substrato duro artificiale dell'area considerata (Airoldi *et al.*, 2005). In particolare, l'osservazione di un aumento della sedimentazione nell'area posta a sud della bocca di porto ha fatto ipotizzare una variazione nella circolazione delle acque rispetto al precedente regime (Franco *et al.*, 1982). Per verificare la possibile influenza di tale cambiamento, è stata confrontata la composizione della fauna ittica prima e dopo l'inizio dei lavori lungo le due dighe della bocca di porto che vengono differenzialmente influenzate dalla nuova condizione.

**Materiali e metodi** - I campionamenti della fauna ittica sono stati effettuati con la tecnica *visual census* dei transetti orizzontali (50 m×0.6 m), effettuando due passaggi (De Girolamo e Mazzoldi, 2001). Le due stazioni di campionamento (dighe di Sottomarina e Caroman) sono state stratificate per profondità (due livelli, superficiale: 1-2 m, profondo: 4-6 m) e posizione (due livelli, interno e vicino alla punta). Per ogni strato sono state effettuate quattro repliche nei mesi di ottobre e novembre 2003 (prima della costruzione della barriera) e quattro nei mesi di luglio-novembre 2005 (dopo). La colonizzazione della barriera nuova è stata campionata mensilmente con la stessa metodica a partire da marzo 2005. Le abbondanze delle specie sono state analizzate mediante analisi univariate degli indici ecologici (Magurran, 1998). Le analisi multivariate sono state condotte solo sui dati (abbondanze medie per strato) relativi ai mesi di ottobre e novembre (Anderson e Willis, 2003).

**Risultati** - Il nuovo regime di sedimentazione ha causato un innalzamento del fondo sabbioso (1.5-2 m) nell'area della diga di Sottomarina. Fra il 2003 e il 2005 gli indici ecologici mostrano variazioni opposte nelle due dighe. Ricchezza, indici di diversità di Shannon-Weaver e di uniformità di Pielou sono diminuiti nella diga di Caroman (ricchezza: da 17.0±1.4 a 15.0±1.6; Shannon-Weaver: da 1.02±0.08 a 0.81±0.03; Pielou: da 0.83±0.06 a 0.69±0.05) e aumentati in quella di Sottomarina (ricchezza: da 11.0±2.4 a 16.2±4.7; Shannon-Weaver: da 0.52±0.05 a 0.84±0.14; Pielou: da 0.51±0.08 a 0.70±0.07) (ANOVA: ricchezza: anno×diga:  $F_{1,12}=6.39$ ,  $p=0.026$ ; Shannon-Weaver: anno×diga:  $F_{1,12}=38.51$ ,  $p<0.001$ ; Pielou: anno×diga:  $F_{1,12}=24.46$ ,  $p<0.001$ ). Tali differenze sono



imputabili principalmente alle specie gregarie, poiché, escludendole, gli stessi indici non mostrano differenze significative pur avendo andamenti simili (ANOVA: tutti  $p > 0.05$ ). Le specie gregarie spiegano anche le differenze fra le densità ( $n^\circ$  individui/30 m<sup>2</sup>) delle due dighe, con Caroman che presenta un aumento (da 26.4±8.8 a 68.3±7.7) e Sottomarina una diminuzione (da 66.9±25.4 a 57.0±25.2) (ANOVA: anno×diga:  $F_{1,12}=7.61$ ,  $p=0.017$ ). L'analisi PerMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance) indica come i popolamenti ittici studiati si differenzino sulla base del fattore anno ( $F_{1,15}=2.92$ ;  $p=0.022$ ) e dell'interazione fra i fattori stazione di campionamento (Caroman e Sottomarina) e profondità ( $F_{1,15}=2.48$ ;  $p=0.044$ ). Escludendo la presenza delle specie gregarie i popolamenti ittici appaiono diversi per i fattori: anno ( $F_{1,15}=3.41$ ;  $p=0.024$ ), stazione di campionamento ( $F_{1,15}=6.66$ ;  $p=0.001$ ) e profondità ( $F_{1,15}=18.47$ ;  $p < 0.001$ ). I risultati della CAP (Canonical Analysis Principal coordinates) includendo tutte le specie confermano quanto emerso dalla PerMANOVA (diga:  $\delta^2=0.79$ ,  $p < 0.001$ ; profondità:  $\delta^2=0.92$ ,  $p < 0.001$ ; anno:  $\delta^2=0.74$ ,  $p=0.028$ ), mentre escludendo le specie gregarie non risulta più significativo il fattore anno (diga:  $\delta^2=0.72$ ,  $p < 0.001$ ; profondità:  $\delta^2=0.93$ ,  $p < 0.001$ ). I dati relativi alla barriera di nuova costruzione nel periodo agosto-novembre 2005 mostrano una minore ricchezza (9.75±2.5), minor diversità (Shannon-Weaver: 0.41±0.16) e popolamenti ittici meno omogeneamente distribuiti (Pielou: 0.42±0.13) rispetto alle dighe di Sottomarina e Caroman. I valori di densità media relativi agli stessi periodi sono 52.9±37.4 e senza le specie gregarie 7.8±3.3.

**Conclusioni** – Le analisi degli indici ecologici e multivariate mettono in evidenza variazioni fra gli anni in entrambe le dighe. Le opposte variazioni degli indici ecologici e, in particolare della ricchezza, nelle dighe di Sottomarina e Caroman fanno supporre una differente influenza della barriera recentemente costruita. In particolare a Sottomarina potrebbe essere in corso un processo di modificazione della comunità, nel quale coesistono specie precedentemente presenti insieme a specie di recente colonizzazione. I cambiamenti osservati anche nella diga di Caroman non permettono, però, di escludere che anch'essa sia influenzata dal nuovo regime di circolazione oppure che le variazioni di entrambe le dighe siano dovute a fluttuazioni temporali casuali o ad altri fattori comuni.

#### Bibliografia

- AIROLDI L., ABBIATI M., BECK M.W., HAWKINS S.J., JONSSON P.R., MARTIN D., MOSCHELLA P.S., SUNDELÖF A., THOMPSON R.C., ÅBERG P. (2005) - An ecological perspective on the deployment and design of low-crested and other hard coastal defence structures. *Coast. Eng.*, **52**: 1073-1087.
- ANDERSON M.J., WILLIS T.J. (2003) – Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. *Ecology*, **84**: 511-525.
- DE GIROLAMO M., MAZZOLDI C. (2001) - The application of visual census on Mediterranean rocky habitats. *Mar. Environ. Res.*, **51**: 1-16.
- FRANCO P., JEFTIĆ L., MALANOTTE RIZZOLI P., MICHELATO A., ORLIĆ M. (1982) - Descriptive model of the Northern Adriatic. *Oceanol. Acta*, **5** (3): 379-389.
- MAGURRAN A.E. (1998) - *Ecological diversity and its measurement*. University Press, Cambridge, UK: 179 pp.

E. SALVATI, M. GIUSTI, S. CANESE, A. CARDINALI

Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare, ICRAM  
Via di Casalotti, 300 – 00166 Roma, Italia.  
e.salvati@icram.org

## STUDIO DEI POPOLAMENTI BENTONICI DI FONDO DURO IN DUE SITI DELLA CALABRIA

### *STUDY ON HARD BOTTOM BENTHOS ASSEMBLAGES IN TWO CALABRIAN SITES*

**Abstract** – Quantitative data about hard bottom benthos assemblages were compared between two sites along Calabrian coast. In spite of the fact that one site (Capo Bianco) is part of MPA's A zone, more protected species were found along the Tyrrhenian coast.

**Key-words:** biodiversity, protected species, Tyrrhenian Sea, Ionian Sea.

**Introduzione** – Negli ultimi anni l'impegno nei confronti della tutela della biodiversità marina si è notevolmente intensificato, come dimostrato dall'entrata in vigore della Direttiva Quadro Europea sulle acque (2000/60/CE), sia per identificare le problematiche e le priorità di azione, sia per individuare strategie di intervento per la conservazione degli habitat e di tutti quegli organismi a rischio di estinzione o comunque in equilibrio precario. Il presente progetto si colloca a pieno titolo in questa azione e prenderà in considerazione la valutazione dello stato di conservazione della biodiversità, le aree critiche e sensibili, le attività che possono produrre impatti negativi sulla biodiversità e le pressioni in atto nei mari della Calabria. Il presente lavoro si limita ad un'analisi dei dati raccolti in due aree costiere, della costa della Calabria, tirrenica e ionica.

**Materiali e metodi** – Sono stati raccolti campioni fotografici a Capo Vaticano (Scoglio della Galea) e a Capo Rizzuto (Secche di Capo Bianco). Lo scoglio della Galea è posizionato nel Mar Tirreno a circa 300 metri dalla costa meridionale del promontorio di Capo Vaticano (VV), le secche di Capo Bianco si trovano a 800 metri della costa a nord di Capo Rizzuto e costituiscono parte della zona A dell'omonima AMP. In ciascuna area sono stati identificati tre siti all'interno dei quali il campionamento è stato stratificato per profondità (4-7 m; 12-16 m; 24-33 m). Ciascun campione è costituito da 10 repliche fotografiche ciascuna pari ad un'area di 20×20 cm<sup>2</sup> per una superficie totale di 0,4 m<sup>2</sup> (Greco *et al.*, 2004). Per ciascun sito è stata tenuta in considerazione l'esposizione della parete. Le immagini raccolte sono state analizzate al computer per la compilazione della lista specie. La differenza in numero di specie è stata testata con il  $\chi^2$  applicando la correzione di Yates. Inoltre è stata comparata la presenza di specie protette.

**Risultati** - Complessivamente, nelle tre fasce batimetriche, sono state censite 62 specie nel versante tirrenico e 40 in quello ionico. La composizione dei popolamenti bentonici risulta notevolmente differente. Il valore di  $\chi^2$  (4,32) superando la soglia di 3,84 (P=0,05), ci permette di rifiutare l'ipotesi nulla della casualità. Le principali differenze tra le due aree riguardano prevalentemente tre gruppi tassonomici: alghe, poriferi e cnidari. La componente algale risulta dominante nel versante ionico (50% delle specie totali) rispetto al versante tirrenico (21% delle specie totali). Mentre i gruppi tassonomici dei poriferi e degli cnidari rappresentano rispettivamente il 25% e il 16% delle specie totali sullo scoglio della Galea a differenza del 12% e del 5% delle secche

di Capo Bianco. Sullo Scoglio della Galea sono state censite 6 specie protette: *Cymodocea nodosa* (Convenzione di Berna, IUCN), *Posidonia oceanica* (Convenzione di Berna, Barcellona, IUCN), *Astroides calycularis* (Convenzione di Berna), *Pinna nobilis* (Direttiva Habitat), *Centrostephanus longispinus* (Convenzione di Berna e Direttiva Habitat), *Ophidiaster ophidianus* (Convenzione di Berna) incluse nella lista rossa, mentre sulla secca di Capo Bianco è stata censita solo la *Posidonia oceanica*.

**Conclusioni** – Lo Scoglio della Galea presenta, per quello che riguarda i due gruppi sistematici dei poriferi e degli cnidari una maggiore biodiversità specifica rispetto al sito di Capo Bianco. Tale risultato risulta di particolare interesse, specialmente in considerazione del fatto che la zona di Capo Vaticano, a differenza all'area di Capo Rizzuto sede della omonima AMP, non abbia goduto fino ad oggi di nessun tipo di tutela e sia sottoposta ad un forte impatto antropico derivante dalla presenza di acque reflue (AA.VV., 2005) a differenza dell'area di Capo Rizzuto che subisce invece fattori di disturbo di tipo chimico (AA.VV., 1999). Questo risultato fornisce i presupposti per valutare se questa differenza sia imputabile ad una diversità di bacino, alla distribuzione degli habitat o ai differenti usi del territorio. Questo risultato se da un lato ci permette di evidenziare la presenza di un sito interessante per la diversità biologica, dall'altro ci lascia riflettere sulle modalità di designazione delle aree di tutela.

#### **Bibliografia**

- AA.VV. (1999) - Programma di interventi per la valutazione delle condizioni ambientali delle acque marine calabresi. *Rapporto finale – Regione Calabria*: 560 pp.
- AA.VV. (2005) – Studio per l'individuazione, la perimetrazione e l'istituzione del parco naturale regionale "Costabella" nell'area costiera compresa tra i comuni di Nicotera e Pizzo Calabro. *Rapporto finale – Regione Calabria*: 60 pp.
- BIANCHI C.N., MORRI C. (2000) - Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research. *Marine Pollution Bulletin*, **40** (5): 367-376.
- GRECO S., NOTARBARTOLO DI SCIARA G., TUNESI L. (2004) – Sistema Afrodite: an integrated programme for the inventorying and monitorino of the core zones of the Italian marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems*, **14**: S119-S122.

A. SPAGNOLO, S. AUSILI, G. FABI, S. MANOUKIAN, M. PULETTI\*

CNR – Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Sede di Ancona,  
Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.  
a.spagnolo@ismar.cnr.it

\*ENI S.p.A. – Divisione E&P, Via del Marchesato, 13 - 48023 Marina di Ravenna, Italia.

## REALIZZAZIONE DI UNA PIATTAFORMA ESTRATTIVA OFF-SHORE: EFFETTI SUL MACROZOOBENTHOS DI FONDO MOBILE

### *INSTALLATION OF AN OFF-SHORE GAS PLATFORM: EFFECTS ON THE SOFT-BOTTOM BENTHIC COMMUNITY*

**Abstract** - The potential impact induced by the installation of the off-shore gas platform PCMS-1 (Northern Adriatic Sea) on the surrounding muddy benthic community was investigated for two years. No particular changes were found, apart for the development, after one year from installation, of mussel mounds close to the platform inhabited by a mixed community including both soft- and hard-bottom species.

**Key-words:** off-shore gas platform, soft-bottom benthic community, Northern Adriatic Sea.

**Introduzione** – Da circa un decennio il CNR-ISMAR di Ancona svolge monitoraggi ambientali pluriennali per valutare gli effetti indotti dall'installazione di piattaforme estrattive sull'ambiente abiotico e biotico circostante (Fabi *et al.*, 2002, 2004, 2005; Spagnolo *et al.*, 2002; Ferrari *et al.*, 2004). Particolare attenzione è volta al macrozoo-benthos del fondo mobile limitrofo alle strutture, buon descrittore delle modificazioni indotte nei sedimenti dalle operazioni di posa in opera. Il presente lavoro, parte di un più ampio programma di monitoraggio, riporta i risultati relativi alla comunità bentonica presente nell'area circostante la piattaforma PCMS-1 (Nord Adriatico).

**Materiali e metodi** – La piattaforma monopalo PCMS-1 è stata installata nel luglio 2001 su un fondale argillo-siltoso (prof. 24,5 m) a circa 20 km da Porto Corsini (RA). Nel 2002-03 sono stati condotti 4 monitoraggi, 2 in inverno e 2 in estate. In ogni survey sono stati campionati con benna Van-Veen 7 siti posti a 30, 15, 0, 15, 30, 60 e 120 m da PCMS-1 lungo un transetto parallelo alla corrente dominante (NW-SE) e intersecante la struttura e due controlli con le stesse caratteristiche geo-morfologiche dell'area oggetto di studio (4 repliche in ogni sito). Per ciascun taxum sono stati calcolati densità ( $N$ ; n. ind.  $0,105 \text{ m}^{-2}$ ), ricchezza specifica media ( $S_m$ ) e diversità specifica ( $H'$ ; Pielou, 1974). Il Multidimensional Scaling (MDS), basato sulle densità e biomasse dei gruppi di taxa ha consentito di valutare le differenze tra i siti nelle diverse stagioni.

**Risultati** - Dopo 8 mesi dalla posa in opera (inverno 2002), le densità nell'area circostante PCMS-1 non apparivano omogenee, variando da  $18,0 \pm 1,0$  (15 m NW da PCMS-1) a  $41,0 \pm 4,0$  (30 m NW). Anche i controlli erano diversi, con la densità dell'uno ( $42,0 \pm 1,0$ ) circa 1,6 volte l'altra. *Sternopsis scutata* era ovunque la specie principale, accanto ad *Ampelisca intermedia*, *Corbula gibba*, *Nucula nucleus*, *Mysella bidentata* e, presso PCMS-1, *Mytilus galloprovincialis*. In termini di  $S_m$ , escludendo PCMS-1 dove si registrava il massimo assoluto ( $14,5 \pm 0,5$ ), tutti gli altri siti apparivano simili ( $5,0 \pm 0,0 \leq S_m \leq 8,5 \pm 1,5$ ). Anche  $H'$  mostrava il valore più alto ( $0,94 \pm 0,04$ ) presso PCMS-1 per la presenza di un maggior numero di taxa e densità più omogenee, mentre nelle altre stazioni i popolamenti erano poco diversificati ( $0,42 \pm 0,03 \leq H' \leq 0,64 \pm 0,12$ ). Nell'estate '02 si è verificato un aumento di  $S_m$  e  $N$  entro 15 m dalla piattaforma per lo

sviluppo di una mitilata che ha comportato la comparsa di organismi di substrato duro e/o ecologicamente legati a *M. galloprovincialis* (es.: *Pilumnus hirtellus*, *Balanus trigonus*, *Ostrea edulis*); tuttavia, l'elevata quantità di mitili ha ridotto il valore di H' presso PCMS-1 ( $0,40 \pm 0,11$ ). Nelle stazioni più lontane e ai controlli N era ancora disomogeneo ( $7,0 \pm 0,0 \leq N \leq 50,5 \pm 12,5$ ),  $S_m$  variava tra  $4,0 \pm 0,0$  e  $7,5 \pm 3,5$  e H' non subiva particolari variazioni rispetto alla stagione precedente. Nell'inverno '03 si è osservata una generale riduzione di N e  $S_m$ , molto evidente entro 15 m da PCMS-1 a causa di un forte decremento dei mitili. Ciononostante, la densità massima ( $56,0 \pm 18,0$ ) si è rilevata presso la piattaforma, mentre il più alto valore di  $S_m$  ( $11,5 \pm 0,5$ ) si è registrato a 15 m a SE da essa. Il range di H' appariva più ampio che in precedenza, con bassi valori presso PCMS-1, a 15 m a NW e ai controlli. Nell'estate '03 N è aumentato presso PCMS-1 ( $164,7 \pm 29,8$ ) per un consistente incremento di *M. galloprovincialis* con conseguente maggiore diversificazione della comunità, mentre tutti gli altri siti non hanno subito variazioni particolari.  $S_m$  restava invariata in PCMS-1 dove rappresentava ancora il massimo, si riduceva leggermente lungo il transetto e aumentava lievemente ai controlli. H' restava basso ovunque ( $0,39 \pm 0,00 \leq H' \leq 0,63 \pm 0,10$ ). L'MDS ha confermato la generale omogeneità nell'inverno '02. In seguito la piattaforma ha costituito un cluster a sé, comprendente inizialmente anche i siti posti a 15 m, per la presenza esclusiva dei mitili.

**Conclusioni** – L'installazione di PCMS-1 non ha causato particolari alterazioni nelle comunità bentoniche del fondo mobile circostante, a differenza di quanto osservato presso altre piattaforme ubicate alla stessa profondità ma più a Sud (Spagnolo *et al.*, 2002; Fabi *et al.*, 2005). Probabilmente ciò è dovuto sia alle sue ridotte dimensioni, sia al fatto che essa è situata in un'area ad elevata densità di strutture estrattive e quindi soggetta a movimentazione dei fondali. L'unica variazione degna di nota è lo sviluppo, dopo un anno dall'installazione, di una mitilata entro un raggio di 15 m da PCMS-1, con conseguente arricchimento del popolamento, come già verificatosi presso altre strutture off-shore (Spagnolo *et al.*, 2002; Fabi *et al.*, 2005; Page *et al.*, 2005).

### Bibliografia

- FABI G., GRATI F., LUCCHETTI A., TROVARELLI L. (2002) - Evolution of the fish assemblage around a gas platform in the northern Adriatic sea. *ICES J. Mar. Sci.*, **59** (Suppl.): 309-315.
- FABI G., GRATI F., PULETTI M., SCARCELLA G. (2004) - Effects on fish community induced by the installation of two gas platforms in the Adriatic Sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **273**: 187-197.
- FABI G., AUSILI S., CAMPANELLI A., DE BIASI A., FORNASIERO P., GRATI F., GRILLI F., MARINI M., PANFILI M., PASCHINI E., PULETTI M., SCARCELLA G., SPAGNOLO A. (2005) - Evaluation of the ecological impact of gas platforms in the Adriatic Sea. Libro de Ponencias II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Marina - Oceanos III Millennium, Tomo I. Editorial C.P.D., Madrid: 127-139.
- FERRARI S., DE BIASI A. M., PACCIARDI L., FABI G., PULETTI M. (2004) - Impiego del bioindicatore *Mytilus galloprovincialis* per la valutazione dei livelli di metalli in traccia nei pressi di una piattaforma gas-metano. *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 322-325.
- PAGE H.M., DUGAN J., CHILDRESS J.J. (2005) - Role of food subsidies and habitat structure in influencing benthic communities of shell mounds at sites of existing and former off-shore oil platforms. Final technical summary – final study report. Coastal Marine Institute University of California Santa Barbara, CA 93106-6150: 27 pp.
- PIELOU E.C. (1974) - *Population and Community Ecology: Principles and Methods*. Gordon and Breach Sci. Pubbl., New York: 424 pp.
- SPAGNOLO A., PANFILI M., GIAMPIERI A., SPEGNE R., TROVARELLI L. (2002) - Cambiamenti indotti sulla comunità bentonica di fondo mobile da una piattaforma estrattiva off-shore (Adriatico settentrionale). *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 191-198.

A. BATTISTI, E. VILLANO, G. GUERRIERO

Dipartimento di Scienze Biologiche, Università degli Studi di Napoli "Federico II",  
Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.  
giulia.guerriero@unina.it

## BIOMONITORING OF CAMPANIA COASTS: BIOTOXINS STUDY

### *BIOMONITORAGGIO DELLE COSTE DELLA CAMPANIA: STUDIO DI BIOTOSSINE*

**Abstract** – Our study verified, by "mouse-bioassay", the absence on the coast of Campania, of biotoxins Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) and Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP) in bivalve molluscs: *Mytilus galloprovincialis*, *Tapes decussatus*, *Donax trunculus*, *Ostrea edulis*, in dangerous concentration for human health. This approach will be useful to survey the mollusc as food and to plan a monitoring marine pollution.

**Key-words:** biosensors, PSP, DSP, biotoxins, biomonitoring.

**Introduction** - The environmental pollution is tested at populations level, both from the sensitive elimination of the species with reduction of the biodiversity; and at level of the single individuals from the accumulation of toxic substances in the organs and the tissue ones (Salànci *et al.*, 2003). The bivalve molluscs, in relation to their filtering activity, represent excellent biosensors used with success in the last decade to monitoring the presence and/or effects of toxic substances which metals, radioactive substances and biotoxins (Cravo and Bebianno, 2005). In our study, we estimated the marine toxin pollution level of Campania coasts, verifying the presence of the toxins responsible for Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) and for Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP) in four species of molluscs, conforming D. Lgs. 530/92 and its modifications.

**Materials and methods** – An amount of 239 samples from Campania coasts (gently provided by IRSVEM - Baia, Napoli) have been analyzed monthly from 2004 up to now: 18 *Donax trunculus* (Linneo, 1767); 182 *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819); 14 *Ostrea edulis* (Linneo, 1758); 25 *Tapes decussatus* (Linneo, 1758). Toxicity analyses of PSP and DSP were respectively carried out by mouse bio-assay essentially according to Hollingworth and Wekell, (1990) and Yashumoto *et al.* (1984).

**Results** - The Tab. 1 shows the times of the mice survival, after inoculation of watery extract for the PSP and of acetic extract for DSP determinations, on the coasts of Campania. In all analysed samples, a mice survival advanced to 60 minutes resulted. In the same table, are shown the results obtained after the inoculation of the animals with the respective controls, as far as that negative the time of survival has been advanced to 60 minutes; to the contrary, the inoculation of the positive controls to various concentrations, has carried out to determine the death of the animals to times directly proportional to the concentrations of the standards it uses. In the samples examined for the determination of DSP we detected a mice survival of advanced to 24 hours. The inoculation of the negative controls has not given lethal outcome; to the contrary the positive controls have determined the death at times directly proportional to the title of the standards used. The data of PSP and DSP types of algal biotoxins, obtained for the bivalve molluscs species, showed a vitality of 100% (data not showed).

Tab. 1 - Mice survival mean times for PSP and DSP toxin determined in bivalve molluscs: *Donax trunculus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Ostrea edulis*, *Tapes decussatus* examined (A); in negative check (B); and in positive check, at different concentrations of standard inoculation (C-E).

*Tempi medi di sopravvivenza dei topi per la determinazione delle tossine PSP e DSP nei molluschi bivalvi esaminati: Donax trunculus, Mytilus galloprovincialis, Ostrea edulis, Tapes decussatus (A); nei controlli negativi (B); e nei controlli positivi, inoculati a diverse concentrazioni dello standard (C-E).*

MOUSE BIO-ASSAY	MICE SURVIVAL FOR PSP TOXIN	MICE SURVIVAL FOR DSP TOXIN
(A) SAMPLES	>60 minutes	>24 hours
(B) NEGATIVE CHECKS	>60 minutes	>24 hours
(C) POSITIVE CHECKS 1/40	28 minutes	30 minutes
(D) POSITIVE CHECKS 1/20	15 minutes	15 minutes
(E) POSITIVE CHECKS 1/10	7 minutes	8 minutes

The results obtained by the mouse bio-assay, seem to be comforting, in fact we did not found any positivity for PSP or DSP (Tab. 1), in the molluscs examined. The indeterminability of the PSP and DSP biotoxins in the four species: *Donax trunculus*, *Mytilus galloprovincialis*, *Ostrea edulis*, *Tapes decussatus* should be an index of the presence of toxins at inferior level to those tested with the method used and consequently not toxic levels for the humans. Perhaps the mouse-bioassay, is marked from the Decision EEC 2002 for the determination of biotoxins with valid sensibility (Wu *et al.*, 2005). Furthermore, the results of our biotoxin monitoring coming from the Campania coasts (2004 to now), could signal both a good quality of the marine environmental site of molluscs used and of the molluscs as food too. Indeed, we can assume that the participation of favourable marine currents might facilitate the removal of seaweeds and pollutant substances from the coasts in object.

**Conclusions** – Surveying of the Campania coasts by bivalves as biosensors have not evidenced, on the examined samples (from January 2004 up to now), the presence of biotoxins to toxic levels for humans.

#### References

- CRAVO A., BEBIANNO M.J. (2005) - Bioaccumulation of metals in the soft tissue of *Patella aspera*: Application of metal/shell weight indices. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **65**: 571-586.
- HOLLINGWORTH T., WEKELL M.M. (1990) - Paralytic shellfish poisoning. Biological Method Final Action. In: Hellrich K. (ed), *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemistry, Arlington, Virginia, USA: 881-882.
- SALANKI J., FARKAS A., KAMARDINA T., ROZSA K.S. (2003) - Molluscs in biological monitoring of water quality. *Toxicology Letters*, **140-141**: 403-410.
- WU J.Y., ZHENG L., WANG J.H. (2005) - Contamination of shellfish from Shanghai seafood markets with paralytic shellfish poisoning and diarrhetic shellfish poisoning toxins determined by mouse bioassay and HPLC. *Food Addit Contamination*, **22** (7): 647-651.
- YASUMOTO T., MURATA M., OSHIMA Y., MATSUMOTO G.K. CLARDY J. (1994) - Diarrhetic shellfish poisoning. In: Ragelis E.P. (ed), *Seafood Toxin*. American Chemical Society Washington, DC: 207-214.

R.A. CAVALLO, M.I. ACQUAVIVA, M. NARRACCI

CNR-IAMC-Taranto, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.  
rosanna.cavallo@iamc.cnr.it

## BIODIVERSITÀ DI VIBRIONI IN ACQUA E SEDIMENTO PRELEVATI NEL MAR PICCOLO DI TARANTO

### *VIBRIO BIODIVERSITY IN WATER AND SEDIMENTS SAMPLES FROM MAR PICCOLO OF TARANTO*

**Abstract** – Seasonally, for one year, vibrios were detected in water and sediments collected in three sites located in the Mar Piccolo of Taranto (Ionian Sea). In order to evaluate the degree of microbial pollution of the investigated area, total and fecal coliforms densities were also determined. Moreover, to evaluate the toxicity level we have used the Microtox® test. The quantitative results demonstrate that Vibrios and Coliforms are more abundant in water than in sediment samples. *Vibrio mediterranei* is the most isolated specie in water, *Vibrio mechnokovii* in sediments. The toxicity level of sediment samples were very high, instead there was no toxicity in water samples.

**Key-words:** *Vibrios, coastal waters, sediment, Ionian Sea.*

**Introduzione** – I vibrioni sono batteri gram-negativi, curvi, alofili, non formanti spore, comunemente presenti nell'ambiente marino. Si ritrovano sia nella colonna d'acqua che associati a sedimenti ed alla superficie di alcuni organismi (Montanari *et al.*, 1999). La temperatura dell'acqua, la salinità e la concentrazione di sostanza organica possono influenzare la presenza e l'abbondanza di tali microrganismi (Kaspar e Templin, 1993); essendo questi fattori interattivi, difficilmente è valutabile l'effetto di ogni singolo parametro. Scopo di questo lavoro è stato quantificare e caratterizzare preliminarmente le specie di vibrioni coltivabili presenti nelle acque e nei sedimenti del Mar Piccolo di Taranto. In particolare i siti di prelievo sono stati scelti per l'elevato livello di tossicità misurato mediante il sistema Microtox®.

**Materiali e metodi** – I vibrioni sono stati ricercati in campioni prelevati stagionalmente nel corso di un anno in tre stazioni poste nel I (A e B) e II seno (C) del Mar Piccolo di Taranto. I campioni di acqua (1 e 5 mL filtrati su membrane sterili 0.45 µm) e di sedimento (omogenato opportunamente diluito) sono stati seminati su piastre di TCBS agar addizionato del 2% di NaCl. Le colonie cresciute sono state contate mediante un contacolonia PBI e identificate con i noti schemi operativi (Bauman e Schubert, 1984; Alsina e Blanch 1994). Il saggio biologico mediante sistema Microtox® è stato condotto sul sedimento centrifugato (8000 rpm per 30 minuti) e sull'acqua interstiziale (Onorati *et al.*, 1999). La determinazione dei coliformi è stata eseguita con il metodo MPN (American Public Health Association, 1992).

**Risultati** – I risultati dei test effettuati con il sistema Microtox® hanno evidenziato che i sedimenti prelevati sono caratterizzati da un elevato livello di tossicità (A, B e C molto tossico), mentre l'acqua interstiziale degli stessi siti non risulta essere in nessun caso tossica.

Nei campioni di acqua i valori medi delle abbondanze dei vibrioni sono stati pari a 17.74 CFU/mL in A, 31.41 CFU/mL in B e 43.91 CFU/mL in C. Nei campioni di sedimento i risultati sono di: 4.07 CFU/mL in A, 1.74 CFU/mL in B e 12.49 CFU/mL in C. Dall'analisi quantitativa è emerso che le densità dei vibrioni nei campioni di acqua e sedimento non sono correlate significativamente ( $p > 0.05$ ). Da un punto di vista qualitativo nella stazione A *V. splendidus* II (27%) e *V. mediterranei* (27%) sono le specie maggiormente isolate nei campioni di acqua, mentre nel sedimento lo è *V.*



*alginolitycus* (22%). Nella stazione B i campioni d'acqua presentano una maggiore abbondanza di *V. alginolitycus* (17%), i sedimenti di *V. metschnikovii* (31%). Nell'acqua della stazione C *V. mediterranei* (16%) è la specie più abbondante, nel sedimento *V. orientalis* (17%) e *V. furnissii* (17%).

Per quanto riguarda i coliformi totali e fecali (rispettivamente Ct e Cf) nell'acqua, la stazione A mostra come valore più elevato 1609 MPN/100 mL, la stazione B 79 MPN/100 mL, la stazione C 2 MPN/100 mL. Il valore maggiore degli streptococchi fecali (Sf) è di 542 MPN/100 mL nella stazione A, 34 MPN/100 mL nella stazione B e 2 MPN/100 mL nella stazione C. Nel sedimento i coliformi sono risultati del tutto assenti sia nella stazione A che nella stazione C; in quest'ultima erano assenti anche gli Sf. In B il valore massimo registrato per Ct e Cf è stato pari a 5 MPN/100 mL. In A il valore massimo di Sf è stato di 278 MPN/100 mL e in B di 34 MPN/100 mL. Dall'analisi quantitativa è emerso che le densità dei coliformi nei campioni di acqua e sedimento non sono correlate significativamente ( $p > 0.05$ ).

**Conclusioni** – I risultati dei test di tossicità sono determinati dalla struttura chimica dei composti inquinanti, che rimarrebbero legati ai sedimenti (molto tossici) piuttosto che diffondere nell'acqua interstiziale (tossicità assente) (Prato *et al.*, 2005). Ciò può essere correlato alle analisi quantitative dei vibrioni, dei coliformi e degli streptococchi: nei sedimenti, il numero di batteri presenti è sempre inferiore rispetto ai campioni d'acqua prelevati dagli stessi siti. L'analisi qualitativa conferma la prevalenza di *V. alginolitycus* e *V. mediterranei* nel Mar Piccolo (Cavallo e Stabili, 2002). *V. metschnikovii*, *V. orientalis*, *V. splendidus II* e *V. furnissii* sono specie comuni nell'ambiente acquatico. È inoltre da notare che non sono state rinvenute specie luminose probabilmente perché sensibili alla presenza di inquinanti. Inoltre due delle specie più abbondanti (*V. alginolitycus*, *V. furnissii*) sono potenzialmente patogene.

#### Bibliografia

- ALSINA M., BLANCH A.R. (1994) – A set of keys for biochemical identification of environmental *Vibrio* species. *Jour. Appl. Bacteriol.*, **76** :79-85.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1992) – *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 18th ed. Washington D.C., American Public Health Association.
- BAUMAN P., SCHUBERT R.H.W. (1984) – *Vibrionaceae*. In: Krieg N.R., Holt J.G. (eds), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Williams & Wilkins, Baltimore, **1**: 516-548.
- CAVALLO R.A., STABILI L. (2001) – Presence of vibrios in seawater and *Mytilus galloprovincialis* (Lam.) from the Mar Piccolo of Taranto. *Wat. Res.*, **36**: 3719-3726.
- KASPAR C.W., TAMPLIN M.L. (1993) – Effects of temperature and salinity on the survival of *Vibrio vulnificus* in seawater and shellfish. *Appl. Environ. Microbiol.*, **59** (8): 2425-2429.
- MONTANARI M.P., PRUZZO C., PANE L., COLWELL R.R. (1999) – Vibrios associated with plankton in a coastal zone of the Adriatic Sea (Italy). *FEMS Microb. Ecol.*, **29**: 241-247.
- ONORATI F., PELLEGRINI D., AUSILI A. (1999) – Valutazione della tossicità naturale nel saggio Microtox® in fase solida: la normalizzazione pellica. *Acqua & Aria*, **6**: 83-91.
- PRATO E., DI LEO A., BIANDOLINO F., CARDELLICCHIO N. (2005) - Sediment toxicity tests using two species of Marine Amphipods: *Gammarus aequicauda* and *Corophium insidiosum*. *Bull. Environ. Contamination and Toxicology*: (in stampa).

M. CIARAMITARO, D. PELLINO, M. MILAZZO, R. CHEMELLO

Dipartimento di Biologia Animale, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.  
monicaciaramitaro@libero.it

## STIMA DEGLI EFFETTI DIRETTI DEL CALPESTIO UMANO SUL MOSAICO AMBIENTALE DELLE PIATTAFORME A VERMETI

### *EFFECTS OF HUMAN TRAMPLING ON VERMETID REEF LANDSCAPE*

**Abstract** - A set of landscape indices was employed to investigate the potential effect of human trampling on the patch dynamics of a vermetid reef algal mosaic. Our preliminary study highlighted that areas exposed to more intense human trampling showed a reduction in both the number and the total area of distinct algal patches, likely readdressing seasonal changes (i.e., temporal differences) even at a local scale.

**Key-words:** man-induced effects, patchiness, reefs.

**Introduzione** - Le comunità marine presentano patterns strutturali complessi (Barry e Dayton, 1991) e multiscalari, influenzati da un insieme di processi naturali ed antropici (Sousa, 1984). Ad una scala di paesaggio, la struttura di un dato sistema può essere definita operativamente come un mosaico di elementi interagenti. Il sistema oggetto del presente studio è la porzione centrale della piattaforma a vermeti (cuvette). Questa è caratterizzata da una elevata biodiversità, dipendente soprattutto dalla componente algale (Chemello *et al.*, 2002). In zone di balneazione, la complessità strutturale e l'eterogeneità del mosaico ambientale sembrerebbero mutare al termine della stagione estiva (Pellino *et al.*, 2006). Obiettivo di questo studio è di verificare se il reale impatto indotto dal calpestio umano ha un effetto sulla struttura del mosaico della cuvette.

**Materiali e metodi** - Lo studio è stato condotto lungo la costa di Palermo (Sicilia nord-occidentale). Sono state scelte, in base al diverso uso turistico, 2 aree, suddivise in 3 stazioni. Per ogni stazione, sono stati raccolti 6 campioni fotografici della zona di cuvette (grana=1 m<sup>2</sup>). Il campionamento è stato condotto in 2 tempi: maggio (T1) e ottobre (T2) 2005, prima e dopo il calpestio. La dimensione dei campioni è stata scelta in base ai tipi di popolamento associati al reef, alla loro forma e dimensione. Le fotografie sono state digitalizzate per determinare le unità del paesaggio (patch), suddivise in differenti classi algali o animali. Gli indici numerici e spaziali del paesaggio sono stati elaborati utilizzando il software Patch Analyst v. 3.1. Gli indici a livello di classe sono stati analizzati con la tecnica nMDS, basata sull'indice di similarità di Bray Curtis. Per gli indici sintetici del paesaggio è stata applicata l'analisi della varianza.

**Risultati** - Nei mesi di luglio ed agosto la differenza tra siti nella frequenza di bagnanti è risultata statisticamente significativa: nell'area impatto la frequenza stimata è di 12,21 ( $\pm 8,82$ ) bagnanti al giorno per 50 m<sup>2</sup> di costa, mentre nell'area controllo è di 3,75 ( $\pm 2,41$ ) bagnanti al giorno, per 50 m<sup>2</sup> di costa.

Dall'esame delle foto sono state identificate 12 tipi di patch. Le specie presenti sono state raggruppate nelle seguenti classi: *Padina*, *Laurencia* complex, *Cystoseira*, *Jania*, Ulvales, alghe verdi filamentose (GFA), alghe brune filamentose (DFA), *Dyctiota*, *Lia- gora* ed organismi animali. La rappresentazione grafica dei dati mostra una similitudine tra i campioni del controllo e quelli dell'impatto al tempo T1; diversamente, vi è una chiara separazione tra campioni dell'area controllo e quelli dell'impatto al tempo T2 (stress=0,16). La dissimilarità tra le due aree al tempo T2 dipende solo da alcuni degli indici calcolati e solo per alcune classi. L'area totale (CA), il numero (NumP)

e la misura media delle patch (MPS) della classe *Cystoseira* assumono, al tempo T2, valori più elevati nell'area controllo rispetto all'area impatto. L'indice NumP della classe DFA aumenta nell'area controllo, dal tempo T1 al tempo T2, mentre non varia nell'area impatto. Gli indici CA, NumP, MPS e TE (perimetro) della classe *Dyctiota* diminuiscono dal tempo T1 al tempo T2, in entrambe le aree, con una diminuzione più pronunciata nell'area impatto (95,8%) rispetto al controllo (78,2%). L'indice CA della classe Ulvales e della classe GFA decrescono, da T1 a T2, in entrambe le aree. L'analisi della varianza a tre fattori applicata agli indici del paesaggio NumP, MSI (complessità di forma) e SEI (indice di equiripartizione di Shannon) non ha evidenziato differenze significative tra impatto e controllo nei tempi T1 e T2. L'indice di diversità di Shannon (SDI) mostra invece valori più elevati al tempo T1 rispetto al tempo T2 (test SNK per  $p < 0,05$ ).

**Conclusioni** - Per entrambe le aree, l'andamento degli indici mostra come l'eterogeneità spaziale vari in funzione dei cicli algali stagionali. Alcuni degli indici calcolati per le classi *Cystoseira*, DFA e *Dyctiota* mostrano, però, un differente valore nell'area impatto rispetto al controllo. In particolare, al termine della stagione balneare, nell'impatto si assiste ad una riduzione dell'area totale e del numero di patch delle classi *Cystoseira* e *Dyctiota*. Tale divergenza potrebbe, quindi, dipendere dal diverso grado di calpestio umano al quale queste aree sono soggette. Il valore costante assunto dall'indice di dimensione frattale delle patch appartenenti alle diverse classi segnala, tuttavia, un mantenimento della complessità del paesaggio, che conferma l'alta resilienza sistemica di cui godono i reef a vermeti (Dieli *et al.*, 2002).

#### **Bibliografia**

- BARRY J.P., DAYTON P.K. (1991) – Physical heterogeneity and the organization of marine communities. In: Kosala J., Pickett S.T.A. (eds), *Ecological Heterogeneity*. Springer Verlag, New York: 270-320.
- CHEMELLO R., DIELI T., ANTONIOLI F. (2002) – Il ruolo dei reef a vermetidi nella valutazione della biodiversità. In: ICRAM (eds), *Mare e cambiamenti globali. Aspetti scientifici e gestionali del territorio*. Roma: 105-118.
- DIELI T., PELLINO D., CHEMELLO R., RIGGIO S. (2002) - Analisi temporale della malacofauna associata alle piattaforme a vermeti siciliane. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 526-529.
- PELLINO D., CHEMELLO R. (2006) - Applicazione dei metodi dell'ecologia del paesaggio all'ambiente marino: l'analisi spaziale e temporale del mosaico ambientale sulle piattaforme a vermeti. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- SOUSA W.P. (1984) - Intertidal mosaics: patch size, propagule availability, and spatially variable patterns of succession. *Ecology*, **65**: 1918-1935.

G. FRANZITTA, M. GRAZIANO, A. DI FRANCO, M. MILAZZO, R. CHEMELLO

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo  
Via Archirafi, 18 – 90123 Palermo, Italia.  
giuliofranz@gmail.com

## VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DI UN PICCOLO PORTO SUI POPOLAMENTI BENTONICI DI SUBSTRATO DURO

### *EVALUATION OF A SMALL MARINA IMPACT ON BENTHIC ROCKY SHORE ASSEMBLAGES*

**Abstract** - Small marina impact was evaluated considering effects on benthic rocky shores assemblages. Sampling were carried out in three times and three habitats were considered (vermetid platform, *Cystoseira amentacea* fringe and subtidal). Statistical analyses showed that *Cystoseira amentacea* fringe was the most suitable habitat for the evaluation of man induced effects.

**Key-words:** marina, benthos, rocky shore, man-induced effects.

**Introduzione** - Nonostante i piccoli porti siano comunemente diffusi, esistono solo poche informazioni circa il loro effetto sui popolamenti marini (Glasby, 1997). In questo studio è stata condotta una valutazione dell'impatto potenzialmente negativo del piccolo porto turistico-peschereccio di Isola delle Femmine, Sicilia settentrionale (38°12'09"N, 13°14'05"E). L'impatto del piccolo porto è stato studiato valutando la composizione e la struttura dei popolamenti bentonici sessili di substrato duro del marciapiede a vermeti, della frangia a *Cystoseira amentacea* (C. Agardh) Bory var. *stricta* e dell'infralitorale a -5 metri. Si sono volute descrivere le risposte quantitative degli organismi del benthos sessile in relazione alla variabilità indotta dalla presenza del disturbo antropico (Kingsford e Battershill, 1998).

**Materiali e metodi** - Il campionamento è stato effettuato, adottando il disegno sperimentale ACI (Fraschetti *et al.*, 2001), in una località potenzialmente disturbata dalla presenza del piccolo porto (D) ed in tre località di controllo (C1 - Avamposto; C2 - Barcarello; C3 - Punta del Passaggio) distanti tra loro alcuni chilometri. Il campionamento è stato ripetuto in una serie temporale (T1 - estate 2003; T2 - autunno 2004; T3 - inverno 2004). All'interno di ogni località, per ogni popolamento, sono stati scelti due siti separati da decine di metri. In ciascun sito sono state raccolte 5 repliche allocate casualmente. Complessivamente, in ognuno dei tre popolamenti sono state raccolte 120 unità di campionamento. I dati sono stati raccolti tramite tecniche non distruttive. Per i campionamenti sul marciapiede a vermeti e sulla frangia a *Cystoseira amentacea* è stato applicato il "visual census" *in situ*. Per quanto riguarda l'infralitorale è stato utilizzato il rilevamento fotografico (Terlizzi *et al.*, 2005). Per verificare il potenziale impatto sono state utilizzate analisi multivariate (nMDS e SIMPER) ed univariate (ANOVA).

**Risultati** - Le analisi univariate evidenziano che in tutti e tre gli habitat vi è un'elevata variabilità a piccola scala (tra siti). Alle scale più elevate, differenze altamente significative tra disturbo e controlli sono evidenti nella frangia a *C. amentacea*. Nel complesso, i popolamenti bentonici dei tre habitat nelle località di controllo manifestano un'alta similarità, anche se sono presenti modeste differenze nel tempo. Di contro, pur mantenendo alcune differenze temporali, l'influenza del porto turistico sulla struttura dei popolamenti bentonici è particolarmente evidente. Nel marciapiede a vermeti l'analisi multivariata mostra un'elevata similarità nel tempo tra i popola-

menti dei controlli che risultano essere sostanzialmente separati dalla località soggetta a disturbo. Tuttavia questo risultato non è pienamente confermato dall'analisi delle similarità (ANOSIM, R: 0.350,  $p > 0.05$ ). Gli effetti del porto sulla struttura dei popolamenti bentonici della frangia a *C. amentacea* sono invece più evidenti e mostrano differenze significative con i controlli (ANOSIM, R: 0.836,  $p < 0.05$ ). Nell'infralitorale le differenze temporali sembrano essere più marcate rispetto a quelle spaziali. L'analisi multivariata non evidenzia una chiara segregazione spaziale tra i controlli e la località soggetta a disturbo (ANOSIM, R: -0.045,  $p > 0.05$ ). Dall'analisi SIMPER si evince che in tutti e tre i popolamenti, le risposte degli organismi alla presenza del porto turistico sono taxon-specifiche. Mentre alcuni *taxa* sembrano rispondere positivamente, altri sembrano essere inibiti dalla presenza del porto, ad esempio, il ricoprimento percentuale di *Dendropoma petraeum* è notevolmente più basso nelle località disturbate rispetto a quelle di controllo. L'effetto opposto è stato registrato per specie algali come *Valonia* sp. e le rodoficee calcificate incrostanti (nella frangia a *C. amentacea*) e per le alghe filamentose scure (nel marciapiede a vermeti). Nell'infralitorale a -5 metri i *taxa* maggiormente responsabili delle differenze tra coste soggette a disturbo e coste di riferimento sono *Dictyopteris polypoides* e *Peyssonnelia* spp.

**Conclusioni** – Dai risultati si evince che il porto determina sia effetti diretti che indiretti che vanno ad alterare la struttura dei popolamenti. In particolare, alcuni *taxa* algali risultano essere favoriti, mentre la specie che presenta la maggiore riduzione in copertura percentuale è *Dendropoma petraeum*. Tale specie è sensibile a condizioni di inquinamento che comportano il soffocamento degli adulti da parte dei materiali in sospensione e l'arricchimento del substrato in sostanza organica (Chemello *et al.*, 2000). Complessivamente le differenze nella struttura e composizione dei popolamenti tra impatto e controlli sono statisticamente significative nella frangia a *C. amentacea* che per questo motivo sembra essere l'popolamento più idoneo per eventuali studi volti alla valutazione degli effetti antropici legati alla presenza di porti turistici.

### Bibliografia

- CHEMELLO R., DIELI T., ANTONIOLI F. (2000) - Il ruolo dei "reef" a Molluschi vermetidi nella valutazione della biodiversità. "Mare e cambiamenti globali", *Quaderni ICRAM*, Roma: 105-118.
- FRASCETTI S., BIANCHI C.N., TERLIZZI A., FANELLI G., MORRI C., BOERO F. (2001) - Spatial variability and human disturbance in shallow subtidal hard substrate assemblages: a regional approach. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **212**: 1-12.
- GLASBY T.M. (1997) - Analysing data from post-impact studies using asymmetrical analyses of variance: a case study of epibiota on marinas. *Aust. J. Ecol.*, **22**: 448-459.
- KINGSFORD M., BATTERSHILL C. (1998) - *Studying temperate marine environments*. In: Kingsford, Battershill (ed), *A handbook for ecologist*. Canterbury University Press, Christchurch, New Zealand: 335 pp.
- TERLIZZI A., BENEDETTI-CECCHI L., BEVILACQUA S., FRASCETTI S., GUIDETTI P., ANDERSON M.J. (2005) - Multivariate and univariate asymmetrical analyses in environmental impact assessment: a case study of Mediterranean subtidal sessile assemblages. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **289**: 27-42.

P. LA VALLE, L. NICOLETTI, A. BELLUSCIO\*, G.D. ARDIZZONE\*

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

l.nicoletti@icram.org

\*Dip. B.A.U., Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Viale dell’Università, 32 – 00185 Roma, Italia.

## MONITORAGGIO DI *POSIDONIA OCEANICA* E RIPASCIMENTI COSTIERI (MAR TIRRENO CENTRALE)

### *MONITORING OF POSIDONIA OCEANICA AND BEACH NOURISHMENT (CENTRAL TYRRHENIAN SEA)*

**Abstract** – This paper reports about the monitoring study on a *Posidonia oceanica* meadow before, during and after the Tarquinia Lido beach nourishment in order to identify possible modifications related to this activities. Observations carried out before, 4 and 12 months after the beach nourishment, did not show significant changes in the *P. oceanica* meadow and no burial events have been marked.

**Key-words:** *Posidonia oceanica*, beach nourishment, environmental monitoring, Tyrrhenian sea.

**Introduzione** – L’ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare) in collaborazione con l’Università di Roma “La Sapienza” e la Regione Lazio ha effettuato uno studio di monitoraggio della prateria di *Posidonia oceanica* antistante il litorale di Tarquinia (VT), interessato da attività di ripascimento mediante sabbie relitte nel periodo maggio-luglio 2004. La Fanerogama marina *Posidonia oceanica*, per la sua elevata sensibilità alle alterazioni (naturali e/o antropiche) delle caratteristiche ambientali, è considerata un buon indicatore biologico della qualità delle acque e svolge un ruolo fondamentale negli equilibri ecologici della fascia costiera. Le attività di ripascimento possono provocare degli effetti negativi sulle praterie di *P. oceanica*, poiché l’aumento temporaneo di solido sospeso indotto dalla movimentazione dei sedimenti può determinare un aumento del tasso di sedimentazione sulle praterie (Manzanera *et al.*, 1998; Ruiz e Romero, 2003). A tal fine è stato deciso di monitorare nel tempo una prateria di *P. oceanica* per poter rilevare eventuali modificazioni imputabili alle attività di ripascimento.

**Materiali e metodi** - L’area di studio è compresa tra Porto Clementino a sud e la foce del fiume Marta a nord, lungo la costa antistante l’abitato di Tarquinia Lido (Mar Tirreno centrale). Lungo il litorale di Tarquinia Lido sono state condotte, nel mese di maggio 2004, attività di ripascimento utilizzando un deposito di sabbie relitte situato a circa 10 miglia nautiche a nord-ovest dalla costa, a profondità comprese tra 45 e 50 m. Il piano di monitoraggio ha previsto lo svolgimento di diverse indagini prima, durante e dopo le attività di ripascimento. In particolare, i rilievi morfologici del fondale (S.S.S.) e le ispezioni visive (14 transetti ROV ortogonali alla costa), effettuati prima delle attività di ripascimento, hanno permesso di caratterizzare dettagliatamente la prateria, identificando la tipologia del substrato e i margini superiore e inferiore. I dati preesistenti in letteratura risultano infatti datati e soprattutto a diverse scale di indagine (Ardizzone e Belluscio, 1996; Diviacco *et al.*, 2001). Sono state inoltre identificate 7 stazioni nelle quali eseguire osservazioni dirette in immersione come la natura del substrato, il ricoprimento e la densità fogliare (n fasci/m<sup>2</sup>). Le stesse stazioni sono state utilizzate per valutare nel tempo, attraverso la tecnica del *balisage*, eventuali variazioni del livello di sedimento e l’arretramento del limite superiore indotte dalle attività di ripascimento.

**Risultati** – I risultati ottenuti hanno permesso di elaborare una carta di dettaglio (scala 1:5.000) della distribuzione della prateria di *Posidonia oceanica* presente nel

tratto di costa antistante Tarquinia Lido. La prateria si presenta molto articolata; insediata principalmente su roccia nel tratto più costiero, mentre verso il largo mostra una distribuzione a mosaico su sabbia, roccia e *matte* morta. Il margine superiore della *Posidonia* è posizionato su sabbia, matte o roccia tra 4,5 e 6,2 m di profondità mediamente a circa 500 metri dalla costa. La densità della *Posidonia* in corrispondenza del margine è da considerarsi “rada”, con una copertura che varia dal 20 al 100%. Il margine inferiore è posizionato a circa 24 m di profondità nella parte più meridionale dell’area, a 18-19 m in quella centrale e intorno ai 19-21 m in quella settentrionale. In realtà, escludendo la fascia più esterna di roccia, dove la *Posidonia* è scarsa, il margine inferiore della prateria nell’area più settentrionale scende intorno i 16 metri di profondità. Le osservazioni condotte 4 e 12 mesi dopo le attività di ripascimento, non evidenziano significative alterazioni a carico della *P. oceanica* né sono stati segnalati fenomeni di insabbiamento e/o di regressione.

**Conclusioni** – I risultati ottenuti hanno permesso di evidenziare l’importanza di effettuare indagini specifiche e dettagliate prima di intraprendere attività di ripascimento di litorali in erosione che, come già evidenziato, possono avere effetti sulle praterie di *Posidonia oceanica*. Nel caso di Tarquinia Lido la mappatura e la caratterizzazione della prateria di *Posidonia oceanica* presente e il suo successivo monitoraggio si sono dimostrati uno strumento efficace e indispensabile al fine di valutare nel tempo possibili effetti sull’ambiente.

È importante, infine, sottolineare come disporre di dati recenti e esaustivi alla scala di interesse sia una condizione indispensabile ai fini di una corretta pianificazione degli studi di monitoraggio della fascia costiera e come studi specifici sugli effetti del ripascimento sugli ambienti sensibili in Mar Mediterraneo siano scarsi o addirittura assenti.

#### **Bibliografia**

- ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A. (1996) - Le praterie di *Posidonia* del Lazio. In: *Il mare del Lazio*. Università di Roma, Regione Lazio: 194-217.
- DIVIACCO G., SPADA E., VIRNO LAMBERTI C. (2001) – Le fanerogame marine del Lazio. Descrizione e cartografia delle praterie di *Posidonia oceanica* e dei prati di *Cymodocea nodosa*. ICRAM: 113 pp.
- MANZANERA M., PEREZ M., ROMERO J. (1998) - Seagrass mortality due to oversedimentation: an experimental approach. *Journal of Coastal Conservation*, **4**: 67-70.
- RUIZ J.M., ROMERO J. (2003) - Effects of disturbances caused by coastal constructions on spatial structure, growth dynamics and photosynthesis of the seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine Pollution Bulletin*, **46**: 1523-1533.

A. MOLINARI

ICRAM Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare  
C/o Dip.Te.Ris., Università di Genova, Viale Rainusso, 14 - 16038 S. Margherita L. (GE), Italia.  
a.molinari@icram.org

STUDIO DELLA FAUNA ITTICA ASSOCIATA A SUBSTRATI  
ROCCIOSI SUPERFICIALI IN LIGURIA OCCIDENTALE  
E POSSIBILI EFFETTI CAUSATI DA ATTIVITÀ DI  
RIPASCIMENTO DEGLI ARENILI

*STUDY OF THE FISH FAUNA ASSOCIATED WITH SHALLOW ROCKY  
SUBSTRATE IN WESTERN LIGURIA AND POTENTIAL EFFECTS  
CAUSED BY BEACH NOURISHMENT ACTIVITIES*

**Abstract** – *The fish community associated with shallow rocky substrate have been studied during four years in two sites of western Liguria in order to collect information on the possible effect caused by beach nourishment activities. During the first two years after the coastal intervention there was an alteration on the natural structure of the fish community, showing hitherto a progressive recovery both in term of species richness, density and presence of juveniles.*

**Key-words:** *marine fish, rocky shore, beach nourishment, Ligurian Sea.*

**Introduzione** – I fondi rocciosi superficiali rappresentano uno degli ambienti costieri che ospitano una comunità ittica necto-bentonica caratterizzata da un'elevata ricchezza, sostenuta da un'elevata disponibilità di riparo e di cibo (Gibson, 1969). Tale aspetto è stato sottolineato anche per le comunità ittiche associate ad una particolare tipologia di fondo roccioso costituito da *beach rock* affioranti nel ponente ligure (Molinari, 2005a). Il fenomeno dell' "infangamento" rappresenta uno dei principali impatti prodotti dalle attività di ripascimento degli arenili eseguita con materiali e modalità inidonei, anche a carico delle comunità ittiche costiere (Baron *et al.*, 2004). Lo studio della struttura dei popolamenti ittici associati ad affioramenti rocciosi nel ponente ligure, condotto per quattro anni successivi ad un ripascimento degli arenili, fornisce ulteriori indicazioni sul potenziale impatto di questi interventi antropici sulle comunità ittiche costiere.

**Materiali e metodi** – Lo studio è stato condotto in due siti della Liguria occidentale caratterizzati dalla presenza di *beachrock* affioranti (Molinari, 2005b), Borgio Verezzi (A) e Varigotti (B), durante sette periodi di campionamento (ogni estate e inverno dal 2002 al 2005). Attività di ripascimento degli arenili sono state condotte presso il sito A nella primavera del 2002. I dati sulla fauna ittica costiera sono stati raccolti tra la superficie dell'acqua e la profondità di 3 m mediante censimenti visuali condotti in snorkelling lungo transetti di 25×5 m. I dati raccolti sono stati comparati in termini di ricchezza specifica, abbondanza media e composizione in classi di taglia.

**Risultati** - I dati di ricchezza specifica e di abbondanza media mostrano una marcata variazione stagionale, con valori più elevati nel periodo estivo rispetto al periodo invernale (Fig. 1). Nei primi 4 periodi di rilevamento il sito B risulta essere più ricco in specie censite. A partire dall'estate'04 e per i successivi periodi di rilevamento la ricchezza specifica nel sito A cresce ed è comparabile a quella rilevata nel sito B. Confrontando le stime di abbondanza media rilevate nei due siti, nei primi tre periodi di rilevamento si hanno valori più elevati nel sito B, mentre il sito A evidenzia un incremento in densità ittica a partire dall'inverno '04 (Fig. 1). L'analisi della composi-



zione in classi di taglia evidenzia un'importante presenza di giovanili di specie ittiche di interesse commerciale: in particolare il periodo invernale è stato quello durante il quale sono stati censiti il maggior numero di *settlers* di *Diplodus vulgaris*, *Pagellus* sp. e *Sarpa salpa*, soprattutto nel sito B, mentre in estate sono presenti un minor numero di reclute, appartenenti a specie diverse (*Coris julis*, *D. sargus*, *D. puntazzo*, *Labrus viridis*). La presenza di giovanili e individui piccoli nel sito A è stata molto scarsa nei primi tre periodi di rilevamento (tra il 19% e il 29%), mentre nei successivi quattro sono stati rilevati in maniera abbondante (tra il 34% e il 90%).

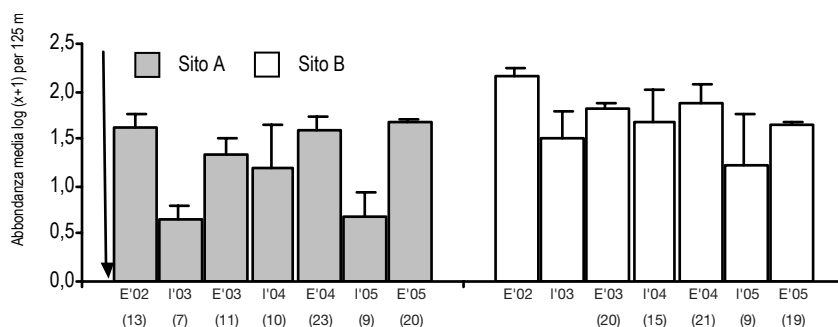


Fig. 1 - Valori di abbondanza medie e numero di specie (in parentesi) censite nei sette periodi di rilevamento e nei due siti di studio. La freccia indica l'attività di ripascimento degli arenili.

Mean abundance values and number of species (in brackets) detected in the seven sampling periods and at the two studied sites. The arrow indicates the beach nourishment activity.

**Conclusioni** – I rilevamenti condotti hanno consentito di arricchire le liste faunistiche fin'ora note (Molinari 2005a,b) con 9 nuove specie (*Balistes capriscus*, *Dentex dentex*, *Engraulis encrasicolus*, *Gobius geniporus*, *G.paganellus*, *Lepadogaster lepadogaster*, *Parablennius pilicornis*, *P. rouxi*, *Sparus aurata*), di inquadrare le importanti variazioni stagionali che caratterizzano la struttura del popolamento ittico, e di sottolineare l'importanza di questi habitat strettamente costieri per l'insediamento di specie ittiche di interesse commerciale (Tunisi *et al.*, 2005). I risultati di questo studio evidenziano l'importanza ecologica di queste formazioni rocciose superficiali per il mantenimento di una ben diversificata comunità ittica, fornendo inoltre indicazioni su come le attività di ripascimento degli arenili, se eseguite in determinati periodi dell'anno, possano influire negativamente sui processi di insediamento dei giovanili in ambienti costieri, alterando per diverso tempo la struttura del popolamento ittico.

#### Bibliografia

- BARON M.R., JORDAN K.B.L., SPIELER R.E. (2004) – Characterization of marine fish assemblage associated with nearshore hardbottom of Broward County, Florida, USA. *Est. Coast. Shelf. Sci.*, **60**: 431-443.
- GIBSON R.N. (1969) - The biology and behaviour of littoral fish. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **7**: 367-410.
- MOLINARI A. (2005a) – Fish community associated with shallow beachrock rocky reef of Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Cybium*, **29** (4): 419-422.
- MOLINARI A. (2005b) – Preliminary observations on fish assemblages associated to beachrock formations in the western Ligurian Sea. *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 414-417.
- TUNESI L., MOLINARI A., AGNESI S., DI NORA T., MO G. (2005) – Presence of fish juveniles in the Ligurian coastal waters: synthesis of the available knowledges. *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 455-459.

P. GUIDETTI

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, Di.S.Te.B.A., Università di Lecce,  
Via Prov.le Monteroni – 73100 Lecce, Italia.  
paolo.guidetti@unile.it

## ANALISI DELLA DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE COMUNITÀ MARINE

### *ANALYSIS OF SPATIAL DISTRIBUTION OF MARINE COMMUNITIES*

**Abstract** – *Development and maintenance of spatial patterns (due to biotic and abiotic processes, and their interactions acting at different scales, including human impacts), and the consequences of such patterns for the dynamics of marine ecosystems, are fundamental issues in ecology. Scale of observation (not only by humans), moreover, affects the description/perception of spatial patterns as well as each individual-species experiences the environment from typical scales. This may affect important properties of natural systems (e.g. species coexistence, biodiversity and functioning) and have management implications.*

**Key-words:** *spatial scales, patterns of variability, ecological processes, marine communities.*

**Sintesi** – La variabilità delle modalità di distribuzione delle comunità naturali è una proprietà intrinseca attribuibile all'eterogeneità ambientale (i.e. fattori abiotici, biotici e loro interazioni, oltre agli impatti antropici) a differenti scale spaziali (dalla scala di pochi centimetri fino a quella globale). La scelta delle scale spaziali di osservazione da parte degli ecologi è forse una delle fasi più cruciali di un'indagine. Tale decisione, infatti, può essere il frutto di una scelta cosciente dell'importanza di una particolare scala in funzione del problema indagato, può essere veicolata dalle limitazioni effettive degli strumenti a disposizione, ma può anche essere dovuta ad un *bias* attribuibile alla tipica percezione scala-dipendente dell'ambiente da parte dell'osservatore 'umano'. La scelta della scala di osservazione è, comunque, un filtro attraverso il quale la realtà è percepita dall'osservatore e, in parte, può predeterminare i risultati e la loro interpretazione (Levin, 1992). Diversi sono gli approcci utilizzati dagli ecologi per l'analisi spaziale delle comunità marine. L'analisi di gradiente ha da sempre ricevuto una notevole attenzione (Whittaker, 1975). A prescindere dalla 'filosofia' con cui una 'comunità' può essere definita (e.g. teoria comunitaria vs teoria individualistica), l'esistenza di comunità 'differenti', con gradienti più o meno accentuati, implica l'esistenza di potenziali cause (naturali e/o antropiche). L'approccio di gradiente, fondamentalmente correlativo, non consente di stabilire un nesso causa-effetto, ma può facilitare la pianificazione di esperimenti *ad hoc* per l'individuazione di modelli esplicativi. Il problema principale è che tale approccio tende a focalizzare l'attenzione sui gradienti più ovvi, mentre altre fonti di variabilità meno evidenti possono essere trascurate. I disegni di campionamento gerarchizzati sono ritenuti tra gli strumenti più efficaci per l'analisi delle modalità di distribuzione/abbondanza degli organismi su scale spaziali multiple. Tale approccio consente di abbracciare un'ampia gamma di processi potenzialmente importanti senza riferirsi, in termini di nesso causale, a specifici modelli esplicativi (Benedetti-Cecchi, 2001). Una specie così come interi popolamenti, per esempio, possono mostrare una maggiore variabilità 1) a scala regionale (e.g. migliaia di chilometri) quale possibile risultato di processi oceanografici/climatici (e.g. una specie ittica termofila), 2) a scala locale (e.g. decine di metri) quale risultato di fattori come le caratteristiche del substrato (e.g. complessità dell'habitat roccioso a cui la suddetta specie si associa) o 3) ad entrambe le scale (sia fattori climatici, sia quelli legati alle caratteristiche dell'habitat possono essere importanti ed interagire tra loro). L'identificazione delle scale rilevanti di variabilità può suggerire le potenziali cause (processi) che possono

spiegare le modalità osservate, lasciando l'indagine sulle cause specifiche ad adeguati esperimenti (Underwood, 1997). Analisi di gradiente e multiscale possono integrarsi evitando problemi di pseudoreplicazione spaziale (e.g. replicando spazialmente all'interno di un gradiente). La scelta delle scale di indagine, inoltre, influenza la possibilità di generalizzare i risultati ottenuti. Lavorare esclusivamente a scala locale può essere vantaggioso perché meno costoso (in termini di tempo, risorse finanziarie, personale impiegato), ma non è poi lecito estendere l'ambito di validità dei risultati a scale più ampie (Thrush *et al.*, 1997). Un altro aspetto importante, solo apparentemente ovvio, è che l'uomo non è l'unico organismo ad operare un'analisi o ad avere una percezione scala-dipendente dell'ambiente. Ogni organismo interpreta l'ambiente e la sua eterogeneità in un ambito specifico di scale spaziali (Levin, 1992). Ciò si può riflettere non solo sulle modalità di distribuzione delle comunità che l'ecologo poi indaga, ma anche su alcuni importanti processi ecologici, come i meccanismi di coesistenza delle specie, la biodiversità e la dinamica/funzionamento degli ecosistemi. La tipica scala di percezione di un consumatore rispetto alla sua risorsa, e.g. una specie erbivora rispetto ad un popolamento macroalgale, influenza la distribuzione e la dinamica di quest'ultimo (quindi la dinamica della produzione primaria e la disponibilità di detrito). Allo stesso modo, la diversa percezione scala-dipendente delle risorse da parte di due diversi consumatori (es. due erbivori di diversa taglia o mobilità) può favorirne la coesistenza (quindi un aumento di biodiversità). Il ruolo stesso di specie funzionalmente importanti in una rete trofica può differire (insieme con l'organizzazione dell'intera comunità) in relazione alla scala spaziale. Ciò ha importanti implicazioni non solo per l'ecologia di base (e.g. controllo *top down* delle comunità da parte di specie *keystone*, stati stabili alternati delle comunità caratterizzati da alta/bassa diversità e differente funzionamento), ma anche per la gestione ecosistemica dell'ambiente marino.

### Bibliografia

- BENEDETTI-CECCHI L. (2001) - Variability in abundance of algae and invertebrates at different spatial scales on rocky sea shores. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **215**: 79-92.
- LEVIN S.A. (1992) - The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, **73**: 1943-1967.
- PAINE R.T. (1980) - Food webs, linkage, interaction strength, and community infrastructure. *J. Anim. Ecol.*, **49**: 667-685.
- THRUSH S.F., SCHENIDER D.C., LEGENDRE P., WHITLATCH R.B., DAYTON P., HEWITT J.E., HINES A.H., CUMMINGS V.J., LAWRIE S.M., GRANT J., PRIDMORE R.D., TURNER S.J., McARDLE B.H. (1997) - Scaling-up from experiments to complex ecological systems: where to next? *J. Exp. Biol. Ecol.*, **216**: 243-254.
- UNDERWOOD A.J. (1997) - *Experiments in Ecology: their logic design and interpretation using analysis of variance*. University Press, Cambridge.
- WHITTAKER R.H. (1975) - *Communities and ecosystems*. Macmillan, New York.

M. CIGLIANO, A. APICELLA, M.C. GAMBI

Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica "Anton Dohrn"  
Punta S. Pietro – 80077 Ischia Porto (NA), Italia.  
cigliano@szn.it

## IL GRANDE FREDDO: VARIABILITÀ SPAZIALE DELLA STRUTTURA DI POPOLAZIONE DI ALCUNI POLICHETI NEI FONDI MOBILI DI BAIÀ TERRA NOVA (MARE DI ROSS, ANTARTIDE)

### *THE BIG CHILL: SPATIAL VARIABILITY OF POPULATION STRUCTURE OF SOME POLYCHAETES IN THE SOFT BOTTOMS OF TERRA NOVA BAY (ROSS SEA, ANTARCTICA)*

**Abstract** - Spatial variability of population structure and reproductive status of 8 abundant species of polychaetes were studied in selected sites (Adelie Cove and Faraglione) and depths (50-60 m and 120-150 m) of the soft bottoms of Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica). Mean sizes of *Leitoscoloplos mawsoni*, *Axiiothella antarctica*, *Maldane sarsi*, and *Perkinsiana milae*, were significantly lower in the deep station of Adelie Cove, while proportions of ovigerous females were higher in the shallow station of Faraglione. The highest variability in space, and among different study periods, was observed for the small-sized species *Tharyx cincinnatus*, *L. mawsoni* and *P. milae* and were related to their size, life-span and response to local environmental features.

**Key-words:** Polychaeta, soft-bottoms, population structure, Ross Sea, Antarctica.

**Introduzione** – I policheti sono una componente molto importante delle comunità bentoniche dell'Oceano Meridionale, sia in termini di abbondanza, che di ricchezza specifica e presentano in genere un'ampia distribuzione geografica e batimetria (Arntz *et al.*, 1997; Cantone *et al.*, 2000). Nonostante la loro diversificazione ed abbondanza, le conoscenze su autoecologia e storia vitale della maggior parte delle specie di policheti antartici sono ancora molto scarse. Scopo di questo studio è descrivere la struttura di popolazione e lo stato riproduttivo di alcune specie chiave di policheti nei fondi mobili di Baia Terra Nova (Mare di Ross, Antartide), e la loro variazione spaziale in siti e livelli batimetrici selezionati, studiati nel corso di diverse campagne di campionamento svolte nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide.

**Materiali e metodi** – In due siti selezionati lungo le coste di Baia Terra Nova (Mare di Ross) nelle vicinanze della base scientifica italiana, Faraglione e Adelie Cove, sono state stabilite due stazioni fisse a diversa batimetria: superficiale a circa 50-60 m; e profonda a circa 120-150 m (Gambi *et al.*, 1997). In ciascuna stazione sono stati effettuati prelievi quantitativi di benthos tramite benna Van Veen (in genere tre repliche a stazione) nelle estati australi 1989-90, 1993-94, e 2000-01. Per le specie di policheti più frequenti ed abbondanti sono state effettuate sia misure biometriche per la definizione della struttura di popolazione, sia analisi dello stato gonadico e riproduttivo. Le differenze nella struttura di popolazione e taglia media tra siti e profondità, e nei diversi periodi di studio, sono state effettuate con il test di Kolmogorov-Smirnov e con il t-test. I gruppi di taglia sono stati evidenziati con il metodo Battacharya ed il test NORMSEP.

**Risultati** – Le specie qui considerate sono 8: *Tharyx cincinnatus* (Cirratulidae), *Axiiothella antarctica* e *Maldane sarsi* (Maldanidae), *Aglaophamus trissophyllus* (Nephtyidae), *Leitoscoloplos mawsoni* (Orbiniidae), *Perkinsiana milae* (Sabellidae), *Spiophanes tcherniai* e *Laonice weddellia* (Spionidae). L'analisi della distribuzione mostra come

alcune specie siano più frequenti nelle stazioni superficiali (*A. trissophyllus*), altre nei livelli più profondi (es., *P. milae*, *M. sarsi*), mentre la maggior parte è presente in entrambe le stazioni, anche se con abbondanza maggiore in quelle profonde (*L. mawsoni*, *T. cincinnatus*). L'analisi della struttura di popolazione mette in evidenza come la maggior parte delle specie, soprattutto quelle di minori dimensioni, presenti una struttura semplificata, con poche classi di taglia e un unico gruppo unimodale (es., *T. cincinnatus*, *S. tcherniai*). Solo *L. weddellia* e *A. trissophyllus* (specie di maggiori dimensioni) presentano due e tre classi, rispettivamente. In generale quindi si osserva una struttura di taglia che sembra in rapporto con le dimensioni delle specie e quindi con la loro presunta durata della vita. La taglia media di alcune specie (*L. mawsoni*, *A. antarctica*, *M. sarsi*, *P. milae*) è risultata significativamente inferiore (t-test) nelle popolazioni di Adelie Cove rispetto al Faraglione, e nell'ambito di questo sito, nella stazione profonda, rispetto alla quella superficiale. In quattro delle specie studiate è stata rilevata la presenza di femmine ovigere, e per *T. cincinnatus* e *L. mawsoni* la proporzione di queste è risultata maggiore nelle stazioni superficiali, rispetto alle quelle profonde e nel sito del Faraglione rispetto ad Adelie Cove. Infine, per *P. milae* si evidenzia una coorte giovanile rappresentata da individui formati per scissiparità, ovvero per riproduzione asessuata, modalità riproduttiva non rara tra le specie di policheti antartici (Gambi *et al.*, 2000).

**Conclusioni** - La maggiore abbondanza, e la presenza di taglie mediamente più piccole rilevata per molte specie nella stazione profonda di Adelie Cove, potrebbe essere in relazione alla presenza di "spicule mat", accumuli cospicui di spicole silicee di spugne, rilevata nel sedimento di quest'area e che aumenta l'eterogeneità del sedimento stesso. La maggiore variabilità nella struttura di popolazione, così come nella presenza di individui con gameti, è rilevabile soprattutto per *T. cincinnatus*, *L. mawsoni* e *P. milae*. Queste specie presentano dimensioni ridotte e una struttura di popolazione semplificata tale da far supporre una durata della vita relativamente breve e tratti del ciclo vitale di tipo "r". Adattamenti che consentono a questi taxa di rispondere in tempi relativamente rapidi a variazioni locali di fattori abiotici e biotici.

#### Bibliografia

- ARNTZ W.E., GUTT J., KLAGES M. (1997) – Antarctic marine biodiversity: an overview. In: Battaglia B., Valencia J., Walton D. W. H. (eds), *Antarctic communities: species, structure and survival*. Cambridge University Press: 3-14.
- CANTONE G., CASTELLI A., GAMBI M.C. (2000) – Benthic Polychaetes off Terra Nova Bay and Ross Sea: species composition, biogeography and ecological role. In: Faranda F.M., Guglielmo L., Ianora A. (eds), *Ross Sea Ecology: Italia-Antartide expeditions (1987-1995)*, Springer-Verlag, Italy, **40**: 551-561.
- GAMBI M.C., CASTELLI A., GUIZZARDI M. (1997) – Polychaete populations of the shallow soft bottoms off Terra Nova Bay (Ross Sea, Antarctica): distribution, diversity and biomass *Polar Biology*, **17**: 199-210.
- GAMBI M.C., GIANGRANDE A., PATTI F.P. (2000) - Comparative observations on reproductive biology of four species of *Perkinsiana* (Polychaeta, Sabellidae). *Bull. Mar. Scie*, **67** (1): 299-309.

A. COSSU, M. DELUCA, C. GHELFI

Dipartimento di Botanica ed Ecologia vegetale, Università di Sassari,  
Via Muroni, 25 – 07100 Sassari, Italia.  
acossu@uniss.it

DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI POPOLAMENTI  
A *LITHOPHYLLUM BYSSOIDES*, A *PATELLA FERRUGINEA*  
E DELLA FRANGIA A *CYSTOSEIRA* SP. NELL'ARCIPELAGO  
DI LA MADDALENA (SARDEGNA-ITALIA)

*SPATIAL DISTRIBUTION OF LITHOPHYLLUM BYSSOIDES,  
PATELLA FERRUGINEA ASSEMBLAGE AND CYSTOSEIRA SP. FRINGE  
IN THE MADDALENA ARCHIPELAGO (SARDINIA-ITALY)*

**Abstract** - A study of the distribution of *Lithophyllum byssoides*, *Patella ferruginea* and *Cystoseira* sp. fringe populations, has been carried out in the national Park of the La Maddalena archipelago. Those species has been protected from international conventions as rare species in danger of extinction. The results of the study shows a good conservation state of the examined islands.

**Key-words:** benthos, marine parks, species extinction, intertidal environment.

**Introduzione** – Si è studiata distribuzione di *Lithophyllum byssoides* (Lamarck) Foslie, *Patella ferruginea* Gmelin, 1791 e della frangia a *Cystoseira* sp. nell'area marina del Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena.

Le favorevoli condizioni di queste isole permettono all'alga rossa corallinacea *L. byssoides* di svilupparsi in modo ottimale formando ampie cornici (Cossu e Gazale, 1997); anche la frangia a *Cystoseira* sp. è diffusa in quest'area. Le alghe, entrambe sensibili a differenti forme di inquinamento superficiale del mare, mostrano in Mediterraneo popolamenti in forte regressione (Soltan *et al.*, 2001) e sono inserite nel libro rosso delle specie e dei popolamenti da proteggere (Boudouresque *et al.*, 1990).

*Patella ferruginea* Gmelin 1791, mollusco endemico del Mediterraneo a rischio di estinzione è incluso nella European Council Directive 92/43/EEC del Conservation of Natural Habitats of Wild Fauna and Flora (1992). La sua distribuzione è ridotta a poche aree e le più significative risiedono nel complesso sardo-corso (Cretella *et al.*, 1994).

**Materiali e metodi** - Le attività sul campo si sono concluse nel novembre 2005; sono state monitorate dodici isole, per una lunghezza di costa di km 31 divisa in 73 settori, ciascuno di questi omogeneo in pendenza ed esposizione. L'abbondanza di *L. byssoides* è stata rilevata secondo le categorie a talli isolati o localmente coalescenti, ad orli, (larghezza inferiore a 50 cm) e a cornici (larghezza maggiore di cm 50), di quest'ultime si è misurata l'estensione in lunghezza (Bianconi *et al.*, 1989). È stata valutato lo sviluppo lineare della frangia a *Cystoseira* sp. determinando anche la densità dei cauloidi su quadrati di cm 20 di lato.

Si è censito il popolamento di *P. ferruginea*; in ogni settore e per ogni conchiglia rinvenuta si sono registrati posizione, asse maggiore, asse minore ed altezza, misurati con il calibro a corsoio.

**Risultati** - Le concrezioni di *L. byssoides* si sviluppano soprattutto nel settore nord e nord-ovest, dell'Arcipelago. Cornici particolarmente sviluppate si trovano a Est dell'isola di Caprera, a Punta Martinetto dell'isola di Maddalena, nel versante Nord dell'isola di Razzoli, a Cala Bonifazina e a Punta Zanutto nell'isola di Spargi e

Spargiotto. Le piccole isole meridionali mostrano uno sviluppo di bioconcrezioni più contenuto; si sono rinvenute cornici di un certo spessore solo nell'isola di Mortorio. Queste originali strutture si sviluppano quasi sempre in fenditure e spaccature ortogonali alla linea di costa; lo spessore maggiore si ha nel punto di vertice della fessura e la concrezione si assottiglia man mano che ci si avvicina all'ingresso (Cossu e Gazale, 1997).

La frangia è costituita prevalentemente da *Cystoseira amentacea* var. *stricta* Montagne, e da *Cystoseira mediterranea* Sauvageau, molto più rara. Le formazioni meglio strutturate si trovano nell'isola di Corcelli, nella parte nord dell'isola di Razzoli e nell'isola di Spargiottello dove la frangia è continua e compatta (250-300 cauloidi m<sup>-2</sup>).

Si sono rinvenuti 736 esemplari di *P. ferruginea* taglia variabile tra cm 1,8 e 7,5 di lunghezza. Il campione della popolazione segue una distribuzione Normale ( $p < 0,05$ ; test di Jarque-Bera), con media di cm 4,6 e deviazione standard della stessa pari a 0,04, inferiore alla media registrata all'Isola dell'Asinara (cm 6,6; Gazale, com. pers.). La densità complessiva è di 2,8 individui ogni 100 m di costa che è circa la metà di quella registrata nelle vicine isole di Lavezzi (Boudouresque, 1996), soggette a regime tutela da più tempo rispetto all'Arcipelago di La Maddalena.

**Conclusioni** – Le popolazioni algali esaminate appaiono complessivamente in buone condizioni di sviluppo. L'assenza d'inquinanti e i favorevoli fattori ambientali ne permettono l'affermazione e la crescita senza che si manifestino le tipiche situazioni regressive così comuni in Mediterraneo. Meno incoraggiante appare la popolazione di *P. ferruginea* che mostra una maggiore rarefazione e taglia media più piccola rispetto alle vicine isole di Lavezzi e Asinara, ad indicare un possibile effetto di prelievo.

#### Bibliografia

- BIANCONI C.H., BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., DI SANTO F. (1987) - Cartographie de la répartition de *Lithophyllum lichenoides* (Rhodophyta) dans la réserve de Scandola (côte orientale de Corse, Méditerranée). *Trav. Sci. Parc nat. rég. Rés. nat. Corse*, **13**: 39-63.
- BOUDOURESQUE C.F. (1996) - *Impact de l'homme et conservation du milieu marin en Méditerranée*. GIS Posidonie publ.: 1-243.
- BOUDOURESQUE C.F., BALLESTEROS E., BEN MAIZ N., BOISSET F., BOULADIER E., CINELLI F., CIRIK S., CORMACI M., JEUDY DE GRISSAC A., LABOREL J., LANFRANCO E., LUNDBERG B., MAYHOUB H., MEINESZ A., PANAYOTIDIS P., SEMROUD R., SINNAS-SAMY J.M., SPAN A., VUIGNIER G. (1990) - Livre rouge «Gérard Vuignier» des végétaux, peuplement et paysages marins menacés de Méditerranée. UNEP/IUCN/GIS Posidonie, *MAP Technical Report*, **43**: 250 pp.
- CRETELLA M., SCILLITANI G., TOSCANO F., TIRELLA P., PICARIELLO O., CATAUDO A. (1994) - Relationship between *Patella ferruginea*, Gmelin, 1791 and the other Tyrrhenian species of *Patella* (Gastropoda: Patellidae). *J. Molluscan Studies*, **60**: 9-17.
- COSSU A., GAZALE V. (1997) - Osservazioni ecologiche sulla distribuzione di *Lithophyllum lichenoides* Ph. (Corallinales, Rhodophyta) nelle isole della Sardegna settentrionale). *Boll. Soc. Sarda Sci. Nat.*, **31**: 101-119.
- SOLTAN D., VERLAQUE M., BOUDOURESQUE C.F., FRANCOUR P. (2001) - Changes in macroalgal communities in the vicinity of a Mediterranean sewage outfall after the setting up of a treatment plant. *Mar. Poll. Bull.*, **42** (1): 59-70.

D. CUIREL, A. RISMONDO, C. MIOTTI, E. CHECCHIN, C. DRI, S. GENTILIN

SELC Soc Coop, Via dell'Elettricità, 3d - 30175 Marghera-Venezia, Italia.  
curiel@selc.it

## VARIABILITÀ SPAZIALE DELLA COMUNITÀ MACROALGALE NELLA LAGUNA DI VENEZIA

### SPATIAL VARIABILITY OF FITOBENTHOS IN THE VENICE LAGOON

**Abstract** - A survey of soft substrata fitobenthos has been performed in the Lagoon of Venice in spring and autumn 2002. Mapping has been performed by boat, using DGPS, aerial and satellite images. In spring and autumn 117 taxa have been recorded, referred to Rhodophyta (25 taxa), Chrysophyta (2), Phaeophyta (15) and Chlorophyta (27). Higher specific diversity, coverage, biomass and diversity index have been observed in the Chioggia and Malamocco basins of the Lagoon, especially in correspondence to seagrass beds.

**Key-words:** phytobenthos, algae, soft substrata, Venice Lagoon.

**Introduzione** - Tra la primavera e l'autunno del 2002 è stato condotto uno studio sulle macroalghe dei fondali incoerenti della Laguna di Venezia, comprensiva di campionamenti e di una mappatura delle principali specie. Lo studio rientra in un più ampio monitoraggio relativo alle comunità fito-zoobentoniche dei substrati incoerenti, condotto per conto del Magistrato alle Acque attraverso il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, anche alla luce della recente Direttiva Europea 2000/60. Il lavoro ha lo scopo di a) fornire un quadro aggiornato quali-quantitativo delle macroalghe dei substrati incoerenti della laguna, b) verificare la presenza di differenze tra quattro bacini, c) valutare la presenza di gradienti su scala lagunare.

**Materiali e metodi** - La mappatura è stata eseguita utilizzando imbarcazioni con strumentazione DGPS e avvalendosi di immagini satellitari e aeree realizzate durante basse maree. I markers, caratterizzati da codice di copertura e tipologia dell'alga, sono stati successivamente elaborati con un software GIS. I campionamenti sono stati eseguiti in primavera e in autunno in 90 stazioni, raccogliendo in ognuna 5 repliche di 1,5 m<sup>2</sup> per un totale di 7,5 m<sup>2</sup>. Le determinazioni hanno riguardato le Rhodophyta, le Phaeophyta, le Chrysophyta e le Chlorophyta, calcolando per ogni stazione il numero di taxa, la copertura di campo, il ricoprimento e la biomassa sia specifica che totale, l'indice di diversità e la Dominanza Quantitativa (Boudouresque, 1971).

**Risultati** - La mappatura ha evidenziato che solo 5 alghe avevano una distribuzione continua e uniforme, complessivamente di 4.976 ha, pari al 16% della superficie colonizzabile. Le alghe mappate sono state la Rhodophyta *Gracilariopsis longissima* (S.G. Gmelin) Steentoft *et al.*, le Chrysophyta del genere *Vaucheria* (*V. submarina* (Lyngbye) Berkeley e *V. piloboloides* Thuret), un intreccio di Phaeophyta composto da *Ectocarpus* spp. e *Hinksia* spp., e le Chlorophyta *Ulva laetevirens* Areschoug e *Chaetomorpha linum* (O.F. Müller) Kützing. Le maggiori coperture erano presenti nei bacini di Chioggia e di Malamocco (3.757 ha), mentre quelle minori nel bacino di Lido (433 ha). La presenza di *Vaucheria* spp., in forte incremento rispetto al passato, è importante, sia per l'influenza che può avere nei substrati, riducendo la risospensione dei sedimenti, sia per l'estensione delle coperture. Nelle due stagioni sono state rilevate complessivamente 117 macroalghe riferibili alle Rhodophyta (25), Chrysophyta (2), Phaeophyta (15) e Chlorophyta (27). I parametri strutturali presi in esame, per l'intera laguna e per bacini, non hanno mostrato evidenti differenze tra le stagioni (Tab. 1). *U. laetevi-*



*rens*, *Vaucheria* spp. e *C. linum* (O.F. Müller) Kützing erano le alghe con Dominanza Quantitativa più elevata in primavera, mentre in autunno quella di *U. laetevirens* era la più marcata in assoluto. L'analisi spaziale dei parametri strutturali ha evidenziato che i bacini di Treporti e di Lido hanno un minor numero di taxa, copertura e ricoprimento e anche indici di Shannon inferiori rispetto ai bacini di Malamocco e di Chioggia. In questi due bacini, sono stati rilevati il 70-84% del totale delle specie e la comunità macroalgale risulta più strutturata ed equilibrata nelle sue componenti.

Tab. 1 - Parametri strutturali per la laguna e per i quattro bacini (Primavera=P; Autunno=A).  
*Structural descriptors for the Lagoon and for the four basins (Spring=P; Autumn=A).*

	Laguna di Venezia		Bacino di Treporti		Bacino di Lido		Bacino di Malamocco		Bacino di Chioggia	
	(P)	(A)	(P)	(A)	(P)	(A)	(P)	(A)	(P)	(A)
N. taxa totale	96	90	50	39	63	55	81	76	68	70
N. taxa medio/stazione	15,8	16,7	10,4	9,1	11,3	15,7	18,8	18,6	20,5	21,3
Ricoprimento medio/stazione (%)	2	3	1	1	1	5	23	5	3	3
Copertura generale media/stazione (%)	16	15	13	8	20	23	17	20	12	6
Biomassa umida media/stazione (g/m <sup>2</sup> )	45,9	38,6	9,7	6,8	11,5	60,0	63,2	52,7	86,6	30,6
Indice diversità medio (Shannon)	1,1	0,9	0,7	0,6	1,1	0,9	1,1	1,0	1,5	1,2
Rapporto medio Rhodophyta/Chlorophyta	1,1	1,5	0,9	0,9	0,8	1,4	1,2	1,7	1,4	1,6

**Conclusioni** – La mappatura macroalgale ha evidenziato un calo elevato delle coperture rispetto agli anni '80 e i primi anni '90 stimabili nell'ordine del 80% (Sfriso, 1996; Curiel *et al.*, 2004). Il confronto con i dati floristici di altre lagune del Mediterraneo, anche considerando solo i substrati incoerenti, denota un'elevata biodiversità complessiva. I parametri strutturali rilevati per i 4 bacini e la cluster analysis (Magistrato alle Acque, 2005), indicano la presenza di due gradienti, uno longitudinale alla laguna, diretto da sud verso nord, e uno trasversale alla laguna, dal mare verso la terraferma, lungo i quali si ha una riduzione della ricchezza e complessità delle comunità. Alla maggiore biodiversità dei bacini di Chioggia e di Malamocco contribuiscono anche le estese praterie a fanerogame marine (Rismondo *et al.*, 2003).

#### Bibliografia

- BOUDOURESQUE C.F. (1971) - Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*, 3(1): 79-104.
- CURIEL D., RISMONDO A., BELLEMO G., MARZOCCHI M. (2004) - Quantitative and qualitative macroalgae variations in Venice lagoon (Italy, North Adriatic sea): 1981-1998. *Sci. Mar.*, 68 (1): 57-67.
- MAGISTRATO ALLE ACQUE (2005) - Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia - Esecutivo del 2° stralcio triennale (MELa2). Rilievo della distribuzione delle comunità bentoniche lagunari di substrato molle. Rapporto finale 2002-2005.
- RISMONDO A., CURIEL D., SCARTON F., MION D., CANIGLIA G. (2003) - A New Seagrass Map for the Venice Lagoon. MEADCOAST 7-11 October 2003, Ravenna, Italy, 2: 843-852.
- SFRISO A. (1996) - Decremento di produzione e cambio nella vegetazione macroalgale nella Laguna di Venezia. *Inquinamento*, 5: 80-88.

R. LASAGNA, I. GATTORNA, G. ALBERTELLI, C. MORRI, C.N. BIANCHI

Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Dip.Te.Ris., Università di Genova,  
Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.  
robertalasagna@yahoo.it

## ETEROGENEITÀ DEL SUBSTRATO E RELAZIONE CON IL RECLUTAMENTO DEI CORALLI IN SCOGLIERE CORALLINE DELLE MALDIVE (OCEANO INDIANO)

### *SUBSTRATE HETEROGENEITY AND RELATION WITH CORAL RECRUITMENT IN CORAL REEFS OF THE MALDIVES (INDIAN OCEAN)*

**Abstract** - *Substrate roughness was investigated using two methods with different spatial scales: the first at scale of metres, the latter at scale by tens metres. Spatial index values were obtained and were correlated with coral recruitment in Malé South and Felidu atolls (Maldives). The results of this study suggested that coral recruitment depended by substrate heterogeneity at site level.*

**Key-words:** coral reefs, substrate roughness, recruitment, Indian Ocean.

**Introduzione** - I fondi rocciosi costieri rappresentano una frazione quantitativamente insignificante nell'ambito marino, se confrontati con lo sviluppo spaziale dei fondi molli, ma rispetto a questi ultimi i fondi duri hanno un'eterogeneità molto maggiore con una ricchezza di situazioni e di popolamenti particolarmente diversificati (Bianchi *et al.*, 2003). Questa eterogeneità topografica è difficile da stimare e non esiste una teoria consistente per la sua misura. A tal scopo, in questo studio vengono applicati a scogliere coralline maldiviane due metodi, operanti a diverse scale spaziali: il primo a scala di metri, il secondo a scala di decine di metri. Inoltre è stata valutata l'abbondanza delle reclute dei coralli per verificare se il reclutamento dipende dall'eterogeneità del substrato.

**Materiali e metodi** - Tutti i dati sono stati raccolti in immersione subacquea nell'aprile 2005 durante una crociera scientifica che ha interessato gli atolli di Malé Sud e Felidu delle Isole Maldive. Lo studio, effettuato tra 5 e 20 m di profondità, considera 3 tipologie di reef: oceano, mare interno e laguna e per ognuna di esse sono stati scelti in modo casuale 3 siti. Sono state effettuate 10 repliche di indice di rugosità a scala di metri utilizzando il metodo del *chain transect* (per un totale di 270 misure), 2 repliche di indice di rugosità a scala di decine di metri con il metodo del *depth transect* (per un totale di 18 misure) e 12 repliche di abbondanza delle reclute dei coralli (colonie di dimensioni <5 cm) con il metodo dei quadrati (per un totale di 324 misure) (Bianchi *et al.*, 2003). Analisi univariate (ANOVA a due vie) sono state utilizzate per verificare potenziali differenze.

**Risultati** - A scala di metri la rugosità differisce a livello di siti, ma non di tipologie (Sito:  $F=2,41$ ,  $p<0,05$ ; Tipologia:  $F=3,06$ ,  $p=ns$ ). A scala di decine di metri, invece, le differenze dell'indice di rugosità non sono significative né a livello di siti né di tipologie (Sito:  $F=0,58$ ,  $p=ns$ ; Tipologia:  $F=0,80$ ,  $p=ns$ ). Per i dati riguardanti l'abbondanza delle reclute dei coralli, come per i dati di rugosità a scala metrica, le differenze sono significative a livello di siti e non di tipologie (Sito:  $F=6,96$ ,  $p<0,001$ ; Tipologia:  $F=2,66$ ,  $p=ns$ ) (Fig. 1).

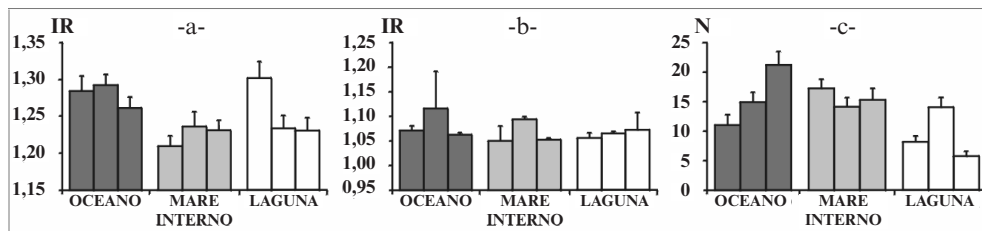


Fig. 1 - Indice di rugosità a scala di metri (a) e a scala di decine di metri (b) ( $IR \pm e.s.$ ); abbondanza di reclute di coralli (c) ( $N \pm e.s.$ ).

*Roughness index at scale of metres (a) and at scale by tens metres (b) ( $IR \pm s.e.$ ); abundance of coral recruits ( $N \pm s.e.$ ).*

**Conclusioni** - Nonostante le diversità presenti tra i pendii lagunari ed oceanici (Bianchi *et al.*, 1997), l'eterogeneità del substrato non risulta significativa né a scala di metri né a scala di decine di metri. Differenze significative vengono trovate a piccola scala tra i siti, indipendentemente dalla loro localizzazione sul reef. Lo stesso andamento è mostrato dalle reclute dei coralli, suggerendo, contrariamente a quanto affermato da Mundy (2000), che la topografia influenzi il reclutamento.

**Ringraziamenti** - Gli Autori desiderano ringraziare Albatros Top Boat per l'organizzazione della crociera scientifica e per la disponibilità. Un ringraziamento ad Albert Muller per aver partecipato alle attività di campo.

#### Bibliografia

- BIANCHI C.N., COLANTONI P., GEISTER J., MORRI C. (1997) - Reef geomorphology, sediments and ecological zonation at Felidu atoll, Maldives Islands (Indian Ocean). *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, **1**: 431-436.
- 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. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (Suppl.): 199-232.
- MUNDY C.N. (2000) - An appraisal of methods used in coral recruitment studies. *Coral Reefs*, **19** (7): 124-131.

M. MONTEFALCONE, M. BAUDANA, S. VENTURINI, R. LASAGNA,  
C.N. BIANCHI, G. ALBERTELLI

Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Dip.Te.Ris., Università di Genova,  
Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.  
montefalcone@dipteris.unige.it

## DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE PRATERIE DI *POSIDONIA OCEANICA* NELL'AREA MARINA PROTETTA DI PORTOFINO

### *SPATIAL DISTRIBUTION OF POSIDONIA OCEANICA MEADOWS IN THE PORTOFINO MARINE PROTECTED AREA*

**Abstract** – The meadows of *Posidonia oceanica* (L.) Delile (Angiospermae, Potamogetonaceae) of the Portofino Marine Protected Area (Ligurian Sea, NW Mediterranean) were mapped through the combined use of scuba diving and ROV. Differences in morphology and state of health were reported between the meadows in the eastern and western side of the Portofino promontory.

**Key-words:** *Posidonia oceanica*, geographical distribution, mapping, conservation, Ligurian Sea.

**Introduzione** – I dati riguardanti la distribuzione delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile attorno al promontorio di Portofino datano dagli anni '50 ed una sintesi contenente le informazioni più recenti e dettagliate si può trovare in Bianchi e Peirano (1995, e bibliografia ivi riportata). Si rende quindi necessario un aggiornamento dei dati pregressi anche in virtù dell'istituzione dell'Area Marina Protetta (Decreto Ministeriale 26/04/99). In questo studio è stata effettuata una mappatura di dettaglio delle praterie distribuite attorno al promontorio di Portofino, combinando il rilevamento subacqueo con ispezioni ROV (Remote Operated Vehicle). La risultante carta tematica ha permesso di verificare gli attuali limiti di estensione, la morfologia e lo stato di salute dei posidonieti in quest'area.

**Materiali e metodi** – L'area di studio, da Camogli a Punta del Pedale (S. Margherita Ligure) è stata interamente ispezionata mediante rilevamenti ROV ed immersioni subacquee (ARA), utilizzando le tecniche dei transetti di profondità e delle immersioni puntiformi, entrambi distribuiti in maniera omogenea in ciascuna prateria. In totale sono stati percorsi 11 transetti, di lunghezza tra i 100 ed i 350 m, e condotte 10 immersioni puntiformi. Sono stati rilevati la tipologia dei limiti superiori ed inferiori (Montefalcone *et al.*, 2006) e le percentuali di ricoprimento del fondo con *P. oceanica* viva o con matte morta (Buia *et al.*, 2004). I dati sono stati elaborati su una carta tematica di dettaglio in ambito GIS (scala 1:2000).

**Risultati** – Le praterie di *P. oceanica* presenti attorno al promontorio di Portofino ricoprono una superficie totale di 43,5 ha, pari al 30% dell'intera area di studio. Nel versante occidentale del promontorio è presente un'ampia prateria (29,8 ha) tra Camogli e Porto Pidocchio, formazioni più limitate sono presenti tra Punta Chiappa e Cala dell'Oro (0,2 ha). Nel versante orientale del promontorio la più ampia prateria è compresa tra Punta del Pedale e Punta Cervara (8,5 ha), formazioni più limitate si trovano tra il seno di Paraggi e Cala del Prato (3,8 ha) e tra Cala del Prato e Punta Torretta (1,2 ha). In particolare, la prateria tra Camogli e Porto Pidocchio si estende dai 3 m fino ad una profondità massima di 33 m, con un limite inferiore di tipo sfumato in regressione verso Camogli e di tipo netto in regressione verso Porto Pidocchio. Le aree di matte morta, presenti prevalentemente in corrispondenza dei limiti inferiori, ricoprono una superficie di circa 3 ha (10% della superficie totale del posidonieto) e

testimoniano una regressione lineare media del limite inferiore di circa 20 m. 19 ha di prateria (65% del totale) sono costituiti da *P. oceanica* con alto ricoprimento (tra 85-100%), 7 ha (23%) con ricoprimento a mosaico (tra 15-85%) e 4 ha (12%) con basso ricoprimento (tra 0-15%). Le piccole praterie comprese tra Punta Chiappa e Cala dell'Oro sono principalmente ad alto ricoprimento e non mostrano segni evidenti di regressione. La prateria tra Punta del Pedale e Punta Cervara si estende da 8 m fino ad una profondità massima di 15 m, con un limite inferiore di tipo netto in regressione, caratterizzato da aree di matte morta (2,2 ha, 26% del posidonieto) che testimoniano una regressione lineare media di tale limite di circa 40 m. Anche in corrispondenza del limite superiore le aree di matte morta rilevate (1,2 ha, 14% del posidonieto) corrispondono ad un arretramento lineare di circa 125 m verso Punta del Pedale e di circa 35 m verso Punta Cervara. 2 ha di prateria (32% del totale) sono costituiti da *P. oceanica* con alto ricoprimento, 4 ha (65%) con ricoprimento a mosaico e 0,2 ha (3%) con basso ricoprimento. Nella prateria presente all'interno del seno di Paraggi sono state rilevate aree di matte morta pari a 2,3 ha, che corrispondono ad una perdita del 61% circa della superficie originaria del posidonieto; tra Cala del Prato e Punta Torretta le praterie sono apparse in un buono stato di salute non presentando aree di matte morta.

**Conclusioni** – Tutte le praterie del versante occidentale del promontorio di Portofino hanno mostrato condizioni di salute globalmente migliori rispetto a quelle del versante orientale. Negli ultimi due decenni (Bianchi e Peirano, 1995; Boyer *et al.*, 1996), nel versante occidentale, circa 3 ha (10%) della superficie originaria del posidonieto è andata persa in corrispondenza del solo limite inferiore, mentre nel versante orientale sono andati persi circa 3,2 ha (26,2%) in corrispondenza del limite inferiore e circa 2,5 ha (20,4%) nel limite superiore. La causa principale della regressione dei limiti inferiori, in entrambi i versanti del promontorio, è attribuibile al generale fenomeno di intorbidimento delle acque (Bianchi e Peirano, 1995). La massiva regressione dei limiti superiori, registrata solo nelle praterie del versante orientale, potrebbe essere invece riconducibile alle annuali attività di ripascimento delle spiagge presenti in questa zona, alla vicinanza con l'abitato di S. Margherita Ligure ed alla presenza di un depuratore lungo il tratto costiero di Punta del Pedale.

#### Bibliografia

- BIANCHI C.N., PEIRANO A. (1995) - *Atlante delle fanerogame marine della Liguria: Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa*. ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia: 144 pp.
- BOYER M., BUSSOTTI S., GUIDETTI P., MATRICARDI G. (1996) - Note sulla fioritura e fruttificazione delle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Mar Ligure (Mediterraneo nord-occidentale). *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **60-61**: 21-29.
- BUIA M.C., GAMBI M.C., DAPPIANO M. (2004) - Seagrass system. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (Suppl.): 133-183.
- MONTEFALCONE M., ALBERTELLI G., BIANCHI C.N., MARIANI M., MORRI C. (2006) - A new synthetic index and a protocol for monitoring the status of *Posidonia oceanica* meadows: a case of study at Sanremo (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Aq. Conserv. Mar. Fresh. Ecosyst.*, **16**: 29-42.

L. ORSI RELINI, G. PALANDRI, F. GARIBALDI, L. LANTERI, M. ASTRALDI\*, G. RELINI

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Dip.Te.Ris., Università di Genova,  
Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.

largepel@unige.it

\*ISMAR-CNR, La Spezia, Italia.

mario.astraldi@sp.ismar.cnr.it

## UN PAESAGGIO MESOPELAGICO SOTTO 40000 KM<sup>2</sup> DI MAR LIGURE

### *A MESOPELAGIC LANDSCAPE UNDER 40000 KM<sup>2</sup> OF LIGURIAN SEA*

**Abstract** – In the Central Western Ligurian Sea, local patterns of the mesopelagic community were studied on the basis of micronecton sampling carried out during summer autumn surveys of the R/V Urania (the ship was mainly dedicated to hydrological studies). Two main components, the krill, *Meganyctiphanes norvegica*, and small mesopelagic fish, were mapped in terms of biomass and diversity respectively. Patterns of distribution, attractive for top predators, resulted to be linked to both morphological and dynamic characteristics of the basin and to the life history characteristics of single species.

**Key-words:** mesopelagic fish, *Meganyctiphanes norvegica*, Ligurian Sea, hydrology, Mediterranean.

**Introduzione** – Si può ritenere che la comunità mesopelagica si differenzi localmente per aspetti qualitativi e quantitativi e quindi rappresenti un “paesaggio” più o meno attraente agli occhi (o ad altri organi di senso) dei predatori? Certamente sì. Ma come si forma questo paesaggio? Spostamenti nictemerali ed ontogenetici di organismi e dinamica delle masse d’acqua interagiscono a formare un prodotto finale originale di luogo in luogo? Ci sono, sempre dal punto di vista di un predatore, luoghi privilegiati?

Cerchiamo di rispondere a questi quesiti, sulla base di studi recenti effettuati nel Santuario per i Cetacei del Mar Ligure.

**Materiali e metodi** – Le distribuzioni spaziali di due componenti maggiori della macrofauna mesopelagica, il crostaceo eufausiaceo *Meganyctiphanes norvegica* e i piccoli teleostei, sono state studiate in un’area di circa 40000 km<sup>2</sup> nel Mar Ligure centro occidentale, con un reticolato di 24 stazioni. Il campionamento è stato effettuato nell’ottobre 2002 e nel settembre 2003, col supporto della N/O Urania, nelle acque del largo, su una colonna d’acqua di circa 2500 metri, di cui è stato esplorato il segmento superiore, di circa 800-1000 metri, mediante la rete IKMT 15” (maglie di 2×2 mm nel cono terminale), attrezzata con Minilog (TDR) per misure di temperatura e profondità e flussimetro. Gli organismi pescati sono stati suddivisi in sette frazioni importanti per volume, che è stato misurato e riferito al volume d’acqua filtrato dalle rete. I pesci raccolti sono stati classificati per specie, di cui alcune più abbondanti sono state mappate sia in termini di numeri, sia di biomassa, quest’ultima a volte suddivisa in frazioni (giovani ed adulti); inoltre in ciascuna stazione sono stati calcolati gli indici di diversità come ricchezza di specie (indice di Shannon) ed evenness (indice di Pielou). Il krill è stato mappato in termini di volume e di rapporto giovani/adulti. Caratteri morfologici e dinamici, fondamentali dell’ambiente, hanno un ruolo nella distribuzione degli organismi mesopelagici e precisamente: 1) l’orientamento della scarpata (Millot, 1999), che solo in parte coincide con la linea di costa delle terre emerse; 2) i movimenti delle masse d’acqua. La scarpata determina il decorso della massa d’acqua superficiale, di origine atlantica (Atlantic Water). Infatti la corrente che lambisce la Corsica punta verso nord, dove al largo di Genova, si mescola con la corrente Tirrenica, diven-

tando corrente Ligure (o Northern Current) e muove verso sud ovest. Nel suo margine esterno, questa corrente è delimitata da un fronte geostrofico permanente, la cui forma d'insieme è un'ansa semicircolare. Il movimento dell'acqua superficiale si trasmette, rallentato, alle masse d'acqua sottostanti: l'acqua intermedia (LIW), in cui molti organismi mesopelagici trascorrono la maggior parte della vita, e l'acqua profonda (DW).

**Risultati** – Le frazioni del macroplankton-micronecton formate dai piccoli pesci mesopelagici e da *M. norvegica* sono risultate pari rispettivamente al 23 e al 15% della biomassa raccolta. In numero, i pesci erano più di 40200, appartenenti a 31 specie. Gli indici di diversità sono risultati più elevati nelle stazioni disposte lungo il fronte della Corrente Ligure. La distribuzione della biomassa ittica era relativamente stabile, mentre la composizione per età in alcune specie variava significativamente nelle stazioni. Scegliendo un esempio, in *Ceratoscopelus maderensis*, un piccolo Mictofide a ciclo vitale breve, che presenta una stratificazione di taglie per profondità specialmente di notte, la proporzione degli adulti era più importante nel settore nord occidentale e quella dei giovani era elevata nelle stazioni più meridionali dell'area di studio, ad indicare uno lento spostamento (circa 130 miglia nautiche in un anno) attribuibile al giro delle correnti. Il krill è risultato più abbondante nello stesso settore nord occidentale, ma la struttura in taglie rilevata nelle singole stazioni, suggerisce una diversa dinamica di reclutamento, in cui si intravede un rapporto tra la distribuzione dei giovani e la posizione della scarpata (cfr. Orsi Relini *et al.*, 1998).

**Conclusioni** – Differenti specie di mammiferi marini, sia misticeti sia odontoceti (balenottera comune, stenella), così come pesci grandi pelagici (pesce spada, tonni) frequentano l'area di studio in numero più rilevante che nei mari adiacenti. Uno studio a lungo termine è stato intrapreso per comprendere le ragioni di tale frequentazione. Il motivo di base di questa attrazione è stato identificato nell'abbondanza del krill, *Meganyctiphanes norvegica* (Orsi Relini *et al.*, 1992), che si distribuisce verticalmente per più di 1000 metri nella colonna d'acqua (Franqueville, 1971). Molti studi attuali tendono ad associare produzione primaria e mammiferi marini con immagini da satellite, ma queste rappresentano solo una facciata di superficie di processi che vanno considerati secondo un importante volume (un minimo di 40000 km<sup>3</sup> nel caso presente); dallo studio approfondito dei movimenti delle masse d'acqua, correlato alla biologia della fauna mesopelagica, ci si attende il progresso delle conoscenze.

#### Bibliografia

- ASTRALDI M., BALOPOULOS S., CANDELA J., FONT J., GACIC M., GASPARINI G.P., MANCA B., THEOCHARIS A., TINTORÉ J. (1999) – The role of straits and channels in understanding the characteristics of Mediterranean circulation. *Progress in Oceanography*, **44**: 65-108.
- FRANQUEVILLE C. (1971) – Macroplankton profond (invertébrés) de la Méditerranée Nord-Occidentale. *Thetys*, **1**: 11-56.
- MILLOT C. (1999) – Circulation in the Western Mediterranean Sea. *J. Marine Syst.*, **20**: 423-442.
- ORSI RELINI L., RELINI G., CIMA C., FIORENTINO F., PALANDRI G., RELINI M., TORCHIA G. (1992) – Una zona di tutela biologica ed un parco pelagico per i cetacei del Mar Ligure. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **56-57**: 247-281.
- ORSI RELINI L., RELINI G., PALANDRI G., RELINI M., GARIBALDI F., CIMA C., TORCHIA G., COSTA C. (1998) – *Meganyctiphanes norvegica* (Crustacea, Euphausiacea) in the Ligure-Provençal basin: notes on population size structures and growth. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **35**: 474-475.

V. PARRAVICINI, D. SEVESO\*, S. MONTANO\*, M. DONATO, P. GALLI\*,  
C. MORRI, R. CATTANEO-VIETTI

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Dip.Te.Ris., Università di Genova,  
Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.  
vparravicini@libero.it

\*Dip. di Biotecnologie e Bioscienze, Università di Milano-Bicocca,  
Piazza della Scienza, 2 – 20126 Milano, Italia.

## ANALISI SULLA DIVERSITÀ SPECIFICA DI COMUNITÀ BENTONICHE SOGGETTE A DIFFERENTI GRADI DI IMPATTO DOVUTO ALLA PESCA DI *LITHOPHAGA LITHOPHAGA* (L.)

### *SPECIES DIVERSITY OF BENTHIC ASSEMBLAGES ALONG DIFFERENT DEGREES OF LITHOPHAGA LITHOPHAGA (L.) FISHERY*

**Abstract** – *The structure of rocky benthic assemblages along different degrees of Lithophaga lithophaga (L.) fishery damage was evaluated at Capo Noli- Isola di Bergeggi area (Ligurian Sea). The results suggest that the species diversity changes along different degrees of impact. A medium degree of damage seems to increase the species diversity.*

**Key-words:** *benthic assemblage, species diversity, Lithophaga lithophaga, Ligurian Sea.*

**Introduzione** – È ormai noto che la pesca illegale di *Lithophaga lithophaga* (L.) comporta una considerevole alterazione delle comunità bentoniche litorali causando la rimozione di porzioni di substrato e, conseguentemente, dell'epibiota sessile associato. Questo si riflette in una considerevole riduzione di ricchezza specifica (Fanelli *et al.*, 1994; Bianchi e Morri, 2000; Frascchetti *et al.*, 2001, Parravicini *et al.*, in stampa). Le aree, a seconda del grado di impatto subito, possono essere sottoposte a processi di 'desertificazione' o di 'mosaicatura' (Frascchetti *et al.*, 2001).

Il presente studio è stato condotto allo scopo di valutare gli effetti della pesca di *Lithophaga lithophaga* sulla diversità specifica secondo differenti gradi di impatto.

**Materiali e metodi** – Lo studio è stato condotto seguendo un campionamento di tipo gerarchico. Sono state considerate tre situazioni: Grande Impatto (GI), Impatto Medio (IM) e Controllo (C). Ogni situazione consiste di due siti. Ogni sito comprende due stazioni, cioè aree di falesia di 10×2 m posizionate alla batimetrica di 5 m, per le quali è stato calcolato l'indice di danno  $D_w$  (Fanelli *et al.*, 1994).

All'interno di ogni stazione sono stati posizionati, con tecnica random, tre quadrati di 50×50 cm per la stima del ricoprimento dell'epibiota sessile.

Per testare l'ipotesi che l'impatto della pesca comportasse una riduzione di diversità specifica è stato calcolato l'indice di diversità specifica di Shannon ( $H'$ ) per ogni quadrato ed è stata condotta una ANOVA a tre vie considerando le situazioni come fattori fissi, i siti come fattori random annidati nelle situazioni e le stazioni come fattori random annidati nei siti.

**Risultati** – Durante l'indagine sono state individuate 44 specie. Nella maggior parte dei casi è stato possibile il riconoscimento in situ (40 specie). Quando questo non è stato possibile le specie sono state distinte in gruppi non tassonomici (p.es. alghe filamentose).

I siti appartenenti alla situazione GI mostrano i valori di diversità specifica più bassi mentre i siti appartenenti alla situazione IM mostrano elevati valori di diversità specifica, nel caso del sito IM2 addirittura maggiore dei siti di Controllo (GI1,  $H'=0,93\pm 0,21$ ; GI2,  $H'=1,25\pm 0,47$ ; IM1,  $H'=2,55\pm 0,34$ ; IM2,  $H'=2,75\pm 0,47$ ; C1,  $H'=2,27\pm 0,18$ ; C2,  $H'=2,58\pm 0,27$ ).



L'ANOVA a tre vie conferma che i valori di diversità specifica siano significativamente differenti solo a livello delle situazioni (Tab. 1).

Tab. 1 - Risultati dell'ANOVA a tre vie condotta sull'indice di diversità specifica di Shannon (Test di Cochran,  $C=2,862$ , non significativo).

*Results of 3-way ANOVA on the Shannon diversity index (Cochran's Test,  $C=2,862$ , not significant).*

Fonte di variazione	SS	DF	MS	F	P	F versus
Situazioni	16,3441	2	8,1720	28,39	0,0112	Siti (Situazioni)
Siti (Situazioni)	0,8634	3	0,2878	2,60	0,1471	Stazioni (Situazioni × Siti)
Stazioni (Situazioni × Siti)	0,6634	6	0,1106	0,83	0,5582	Res
Res	3,1964	24	0,1332			
Tot	21,0673	35				

**Conclusioni** – Dai risultati ottenuti è possibile evincere che il grado di impatto dovuto dalla pesca di *Lithophaga lithophaga* abbia effetti significativi sulla diversità specifica dei popolamenti bentonici. In particolare situazioni di grande impatto, assimilabili alla desertificazione, riducono fortemente la diversità di specie, mentre situazioni di impatto intermedio sembrano addirittura incrementarla. Probabilmente un impatto considerabile come intermedio provoca effetti di 'mosaicatura' tali da aumentare, insieme alla patchiness dei popolamenti (Fraschetti *et al.*, 2001), la loro diversità specifica.

#### Bibliografia

- BIANCHI C.N., MORRI C. (2000) – Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, **40**: 367–376.
- FANELLI G., PIRAINO S., BELMONTE G., GERACI S., BOERO F. (1994) – Human predation along Apulian rocky coasts (SE Italy): desertification caused by *Lithophaga lithophaga* (Mollusca) fisheries. *Marine Ecology Progress Series*, **110**: 1–8.
- FRASCHETTI S., BIANCHI C.N., TERLIZZI A., FANELLI G., MORRI C., BOERO F. (2001) – Spatial variability and human disturbance in shallow subtidal hard substrate assemblages: a regional approach. *Marine Ecology Progress Series*, **212**: 1–12.
- PARRAVICINI V., ROVERE A., DONATO M., MORRI C., BIANCHI C.N. (in stampa) - A method to measure three-dimensional substratum rugosity for ecological studies: an example from date-mussel fishery desertification in the north-western Mediterranean. *Journal of Marine Biology Association of the U.K.*

M. RENZI, M. LENZI<sup>1</sup>, E. FRANCHI, M. VOLTERRANI,  
G. PERRA, C. GUERRANTI, SILVIA FOCARDI<sup>2</sup>

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Via Mattioli, 4 - 53100 Siena, Italia.  
renzi2@unisi.it

<sup>1</sup>Laboratorio di Ecologia Lagunare e Acquacoltura (LEALab), OPL srl, Orbetello (GR), Italia.

<sup>2</sup>Dip. Sci. e Tecnol. Chim. e dei Biosistemi, Siena, Italia.

## SVILUPPO DI CRITERI PREVISIONALI DI COMPATIBILITÀ DELLE FANEROGAME CON LE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DEL SEDIMENTO

### *SEAGRASS MEADOWS DISTRIBUTION IN RELATION TO SEDIMENT CHARACTERISTICS OF SHALLOW WATERS*

**Abstract** - *The aim of the present study was to define the relationship between sediment quality and meadows presence/absence in shallow water sediments. Presence and abundance of seagrass meadows could be also an useful methods to evaluate the recovering of stressed environment after dystrophic crises and to evaluate the effect of restoration actions.*

**Key-words:** *seagrass, Ruppia cirrhosa, eutrophication, sediment, shallow water.*

**Introduzione** – In occasione delle crisi distrofiche degli anni '90 i popolamenti della fanerogama *Ruppia cirrhosa* nella laguna di Orbetello (Gr) avevano subito una massiccia regressione (Lenzi, 1984; Lenzi *et al.*, 2003). A seguito degli interventi di recupero e gestione di questo ecosistema lagunare si assiste ad una progressiva ricolonizzazione. Le cause di tali variazioni, comuni ad altri ambienti costieri (Ben Charrada, 1995; Plus *et al.*, 2003) sono molteplici e, almeno in parte, legate alla natura del sedimento (Lenzi *et al.*, 2003). Lo scopo di questo lavoro è stato quello di individuare possibili relazioni tra la distribuzione spaziale dei banchi di fanerogame nel bacino lagunare ed alcuni parametri chimico-fisici dei sedimenti allo scopo sviluppare criteri previsionali in grado di individuare aree compatibili o non con lo sviluppo delle fanerogame.

**Materiali e metodi** – Nel maggio 2003 sono stati effettuati, mediante tecnica del carotaggio, 85 prelievi di sedimento indisturbato secondo una griglia a maglie quadrate di 500 m di lato. Per ogni carota di sedimento sono stati selezionati due livelli, superficiale (0-10 cm) e profondo (30-50 cm), sui quali sono state effettuate la caratterizzazione granulometrica e la determinazione dei principali costituenti chimici (azoto, fosforo, carbonio organico). Contestualmente sono stati misurati il pH e l'Eh del sedimento, georeferiti i siti di prelievo e la distribuzione dei banchi di fanerogame. La densità delle fanerogame è stata stimata tramite raccolta di campioni utilizzando un delimitatore di superficie di 900 cm<sup>2</sup>, lungo una serie di transetti disposti lungo le praterie.

**Risultati** – I dati ottenuti durante le analisi chimico-fisiche ed i rilievi in campo hanno evidenziato la presenza di sedimenti fortemente ridotti (valori di Eh inferiori a -200 mV) su quasi tutta la superficie lagunare con zone fortemente negative (minori di -350 mV). I valori di pH misurati sono estremamente variabili ma si evidenzia un'area lagunare acida (pH<7,00) in corrispondenza di un ex impianto industriale. La mappa distributiva delle fanerogame è stata sovrapposta alla mappa integrata dei parametri chimico-fisici del sedimento allo scopo di evidenziarne corrispondenze e/o anomalie, ed individuare i parametri chimico-fisici in grado di interferire maggiormente con lo sviluppo o limitarne l'estensione spaziale.

L'elaborazione geostatistica dei dati evidenzia correlazioni tra i parametri chimico-

fisici e la localizzazione spaziale dei banchi di *Ruppia cirrhosa*, con un possibile effetto sinergico dei vari parametri analizzati.

**Conclusioni** - Dai risultati ottenuti risulta che nella laguna di Orbetello le fanerogame si distribuiscono soprattutto in aree con substrati sabbiosi, pertanto prevalentemente in aree perimetrali. Questo fatto risulta in contraddizione con quanto sostenuto da Ferrari *et al.* (1971), che, in uno studio condotto sulle Valli di Comacchio prima della crisi ambientale, osservarono una predilezione di *R. cirrhosa* per i substrati evoluti, caratterizzati dalla dominanza delle componenti limoso-argillose. Si può ipotizzare, ad ulteriore proseguo dello studio, che in condizioni oligotrofiche o mesotrofiche *R. cirrhosa* preferisca substrati con prevalenza di silt, mentre in ecosistemi fortemente eutrofici sia confinata ai substrati sabbiosi, in cui gli eccessi di carico organico possano più facilmente drenare ed ossidarsi.

#### **Bibliografia**

- CARRADA R.B. (1995) - Impact des aménagement de restauration sur la qualité des eaux et des peuplement benthiques du lac de Tunis. *Mar. life*, **5** (1): 51-64.
- FERRARI C., PIROLA A., PICCOLI F. (1972) - Saggio cartografico della vegetazione delle Valli di Comacchio. *Ann. Univ. Ferrara (N.S.). Sez. I-Ecol.*, **1**: 35-54.
- LENZI M. (1984) - Indagine sulla distribuzione delle macrofite nella laguna di Orbetello. *Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno*, **5**: 37-55.
- LENZI M., PALMIERI R., PORRELLO S. (2003) - Restoration of the eutrophic Orbetello lagoon (Tyrrhenian Sea, Italy): water quality management. *Mar. Pollut. Bull.*, **46**: 1540-1548.
- PLUS M., DESLAUS-PAOLI J.M., DEGAULT F. (2003) - Seagrass (*Zostera marina* L.) bed recolonisation after anoxia-induced full mortality. *Aquat. Bot.*, **77**: 121-134.

A. RISMONDO, D. CURIEL, D. MION

SELC Soc. Coop., Via dell'Elettricità, 3d - 30175 Marghera-Venezia, Italia.  
rismondo@selc.it

## DINAMISMI SPAZIO-TEMPORALI A BREVE TERMINE DELLE FANEROGAME MARINE IN LAGUNA DI VENEZIA

### SHORT TERM SPATIAL-TEMPORAL DYNAMICS OF MARINE SEAGRASSES IN VENICE LAGOON

**Abstract** – A mapping of Venice lagoon seagrasses has been carried out in 2002, 2003 and 2004, adopting the DGPS technology, integrated with GIS software. Trends show strong dynamics during the study period, especially for *Zostera marina* L., which varied between 2508 and 1367 ha. This huge summer retreat is mostly due to turbidity and temperature levels, which have been very high in 2002 and 2003.

**Key-words:** seagrasses, dynamics, Venice Lagoon.

**Introduzione** – Tra il maggio e l'agosto del 2002, 2003 e 2004 sono state condotte tre campagne successive di rilievi per l'aggiornamento della precedente mappatura delle fanerogame marine della Laguna di Venezia, risalente al 1990 (Caniglia *et al.*, 1992). I rilievi hanno avuto lo scopo di quantificare i dinamismi spatio-temporali a breve termine della distribuzione delle specie e porre in risalto l'elevata variabilità che queste evidenziano in Laguna.

**Materiali e metodi** – Il mappaggio ha incluso tutti i bassifondi e le piane di marea per un totale di 310 km<sup>2</sup> su un totale di 550 km<sup>2</sup> di superficie lagunare. Le operazioni sono state condotte da barca, con tecnologia DGPS, con un'accuratezza di 1 m circa e registrando tutti i dati di campo (presenza, specie, percentuale di copertura) su un supporto GIS (ESRI ArcGis 8.2) su PC, seguendo e marcando i contorni degli areali interessati dalle fanerogame marine. I dati grezzi sono stati controllati e rivisti a tavolino utilizzando fotografie aeree per produrre il dato cartografico finale.

**Risultati** – La copertura totale di fanerogame marine in Laguna di Venezia si estendeva al 2002 per 4153 ettari, suddivisi in 2508 ha per *Zostera marina* L., 443 ha per *Nanozostera noltii* Hornem. e 2353 ha per *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascher. (inclusi i popolamenti misti). Nel complesso è emerso che tra il 2002 e il 2004 la diminuzione di superficie lagunare colonizzata risulta di 1302 ha su 4135 ha, pari al 31,5% (Tab. 1). Tra il precedente rilievo del 1990 ed il 2002 la diminuzione era stata solo di circa 62 ha su 5493 ha (Rismondo *et al.*, 2003). *Z. marina*, la cui copertura presenta nel triennio una forte riduzione, era stata invece protagonista del forte trend colonizzativo segnalato nel 2002 rispetto al 1990 in alcune aree lagunari (Rismondo, 2003). La regressione delle coperture a *Z. marina* ha interessato in uguale misura sia le praterie monospecifiche che le praterie a coperture miste (–301 ha su 913 ha). I popolamenti di *Nanozostera noltii*, dopo la forte diminuzione osservata tra il 1990 e il 2002 (Rismondo *et al.*, 2005), hanno subito una pari regressione nel triennio in esame, più marcata nel caso delle praterie monospecifiche (–28 ha su 42 ha). A fronte di un arretramento dei popolamenti di *Z. marina* e *N. noltii* si è verificato un corrispondente, limitato, processo colonizzativo di queste aree da parte di *C. nodosa*, in ristrette zone ai margini di praterie monospecifiche, dove le coperture a *Z. marina* hanno subito impatti conseguenti alle elevate temperature del battente, che hanno sfiorato, per periodi prolungati, i 30 °C nella primavera-estate del 2002 e del 2003, rispetto agli anni immediatamente precedenti e successivi. I popolamenti di *C. nodosa*, complessivamente poco regrediti,

hanno in parte sofferto della pratica di eradicazione da parte degli allevatori di vongole (Curiel e Rismondo, 2003).

Tab. 1 - Confronti tra le coperture dei taxa negli anni 2002-2003-2004.  
*Seagrass coverage comparison 2002, 2003 and 2004.*

Specie	2002 (ha)	2003 (ha)	2004 (ha)
Popolamenti puri a <i>Zostera marina</i>	1594,96	1021,90	754,93
Popolamenti puri a <i>Zostera noltii</i>	42,40	42,42	14,51
Popolamenti puri a <i>Cymodocea nodosa</i>	1481,71	1544,63	1391,02
Popolamenti misti a <i>Z. noltii</i> e <i>Z. marina</i>	145,25	143,66	63,94
Popolamenti misti a <i>Z. marina</i> e <i>C. nodosa</i>	615,11	615,21	441,79
Popolamenti misti a <i>Z. noltii</i> e <i>C. nodosa</i>	103,30	103,33	61,05
Popolamenti misti a <i>Z. noltii</i> - <i>Z. marina</i> - <i>C. nodosa</i>	152,72	165,62	106,45
<b>tot.:</b>	<b>4135,44</b>	<b>3637,06</b>	<b>2833,70</b>

**Conclusioni** – I dinamismi spaziali individuati nel triennio di osservazione sono talvolta simili, per ampiezza, a quelli evidenziati tra il 1990 ed il 2002, mostrando un ampio range di variabilità per i popolamenti in Laguna. La spiegazione della forte regressione di *Z. marina* va rintracciata nei fenomeni anossici del fondo, collegabili all'elevata temperatura estiva delle recenti annate, specie il 2003, e nell'elevata torbidità del battente di cui soffre sempre più la Laguna (Sfriso *et al.*, 2005). *Z. marina*, che presenta una scarsa stagionalità, evidenzia una riduzione del numero dei ciuffi fogliari già ad inizio estate, dimostrando scarsa propensione per le elevate temperature. Le altre due specie, soprattutto *C. nodosa*, presentano una marcata stagionalità e maggior resistenza alle alte temperature estive dei battenti. (Rismondo *et al.*, 2005).

#### Bibliografia

- CANIGLIA G., BORELLA S., CURIEL D., NASCIMBENI P., PALOSCHI A. F., RISMONDO A., SCARTON F., TAGLIAPIETRA D., ZANELLA L. (1992) - Distribuzione delle fanerogame marine (*Zostera marina* L., *Zostera noltii* Hornem., *Cymodocea nodosa* (Ucria) Asch.) in Laguna di Venezia. *Lavor. Soc. Ven. Sc. Nat.*, **17**: 137-150.
- CURIEL D., RISMONDO A. (2003) - Verifiche della funzionalità ecosistemica nelle fasce di rispetto perimetrali e all'interno delle aree di "pesca gestita" - rilievi e monitoraggi nelle aree a fanerogame marine coincidenti con le aree di "pesca gestita", nelle aree di allevamento e nell'area adibita a sperimentazione di pesca di vongole con tecniche manuali. Rapporto finale. Per ICRAM. Progetto 231 - Salvaguardia della Laguna di Venezia.
- RISMONDO A., CURIEL D., SCARTON F., MION D., CANIGLIA G. (2003) - A New Seagrass Map for the Venice Lagoon. In: E. Özhan (ed), *Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment - MEDCOAST 2003, 7-11 October 2003, Ravenna, Italy*, **2**: 843-852.
- RISMONDO A., CURIEL D., SCARTON F., MION D., PIERINI A., CANIGLIA G. (2005) - Distribution of *Zostera noltii*, *Zostera marina* and *Cymodocea nodosa* in Venice Lagoon. In: *Flooding and Environmental Challenges for Venice and its Lagoon: State of Knowledge*. Cambridge University Press: 567-572.
- SFRISO A., FACCA C., MARCOMINI A. (2005) - Sedimentation rates and erosion processes in the Lagoon of Venice. *Environment International*, **31**: 983-992.

La mappatura è stata realizzata per conto del Magistrato alle Acque attraverso il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova.

G. SANTANGELO, D. RENIERI, L. BONGIORNI\*, L. BRAMANTI

Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via Volta, 4-6 – 51126 Pisa, Italia.  
sant@deee.unipi.it

\*Dip. di Scienze del Mare, Univ. Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, Ancona, Italia.

## STUDY OF SPATIAL DISTRIBUTION OF MARINE ORGANISMS. WHAT HINTS COULD SUPPLY? TWO EXAMPLES

### *STUDIO DELLA DISTRIBUZIONE DI ORGANISMI MARINI. QUALI INFORMAZIONI PUÒ FORNIRE? DUE ESEMPI*

**Abstract** – The spatial distribution pattern of 2 different kind of benthic organisms (interstitial protists and red coral recruits) were studied by means of Nested ANOVA and Nearest-Neighbour Distances analysis, respectively. Our results highlight the different scales at which different protists spread over the sandy bottom. Red coral recruits tend to cluster on natural substrates while spread at random on artificial, homogeneous substrates.

**Key-words:** benthos, Eastern Ligurian Sea, larval settlement, spatial distribution, red coral.

**Introduction** - The study of spatial distribution patterns can increase our understanding of the scale at which ecological processes, namely biological interactions, operate (Underwood, 1997). In this short note we examine the distribution of two different kinds of marine organisms in their environment. The first case examined deals with the scale at which some interstitial protists (ciliates and unicellular fungi-thraustochytrids) spread on the sandy-shore bottom. This research was carried out examining protist density on samples collected following a Multifactorial Nested ANOVA model with different spatial scales. The second deals with the spatial distribution pattern of red coral recruits on natural and artificial substrates. This research was set out examining Nearest Neighbour Distances (Pielou, 1984) between red coral recruits on natural and artificial substrates.

**Materials and methods** – One-hundred twenty-eight 1 ml sand samples were collected at Marina di Pisa (Italy, Eastern Ligurian Sea, 43°42'N, 10°16' E), following a Nested ANOVA design which factors were: Time (4 times in Autumn-Winter), Square (2 3.3×3.3 m quadrats for each time), Plot (2 quadrats 1×1 m each, nested in Square), Subplot (2 quadrats 10×10 cm each, nested in Plot). In each subplot 4 replicates (1 ml each) were collected and examined for their ciliate and thraustochytrid content following the procedures described elsewhere (Santangelo *et al.*, 2000).

The second analysis was carried out at Calafuria (Eastern Ligurian Sea 43°, 30' N, 10° 20' E) on 52 10×10 cm areas randomly chosen on a rocky cliff (30-40 m depth), on which red coral colonies were settled and on 52 artificial substrates (marble tiles) of the same size. Both substrates were sampled by photograph in Autumn, after red coral reproduction (Bramanti *et al.*, 2005); new settled colonies were identified and their distribution was examined by Nearest-Neighbour Distances (NND) analysis and the Clark- Evans test (Ripley, 1981; Upton and Fingleton, 1985).

**Results** – On the basis of the nested ANOVA the density of ciliates varies significantly ( $p < 0.001$ ) at the smallest spatial scale examined (10×10 cm plots), while that of thraustochytrids varies significantly at the wider scale examined (3.3×3.3 m Squares;  $p < 0.018$ ). Moreover, ciliate density varies significantly ( $p < 0.015$ ) between different times, decreasing from Autumn to Winter, while Thraustochytrid density was statistically constant overtime. An high percentage of variance component was due to resi-

dual (69.9% for thraustochytrids and 39.7% for ciliates, respectively), suggesting a wide variability occurs also at the smallest scale examined (1 ml replicates).

On the basis of NND analysis performed on red coral settlers, there was a significant difference (Chi-Square=20;  $p < 0.0001$ ) in the frequency of clusters between natural and artificial substrates. In 60% of the former substrates a clustered distribution was found, while, in the latter substrates a clustered distribution was found only in 11% of cases. As the new settled cohorts of recruits became older, their average NND increases and their aggregation reduces due to mortality; thus older, coeval colonies are not patched. Year after year different cohorts of recruits settled on the same tiles increasing overall density and aggregation and decreasing the average NNDs. The tendency of new individuals to settle in the proximity of older individuals is thus confirmed (Giannini *et al.*, 2003). Our results show that NND decrease with density increase up to a threshold above which new colonies cannot further settle.

**Conclusions** – The spatial scale at which the 2 interstitial protists examined show the maximal variability in density is completely different: while ciliates tend to form patches at a smaller (10×10 cm) spatial scale, reducing their patchiness from Autumn to Winter, thraustochytrids tend to colonise wider sandy areas showing a density constant overtime. These findings are consistent with the features of these protists (Bongiorni *et al.*, 2004).

Concerning the NND analysis of red coral recruits, a significantly higher frequency of patches on natural *vs* artificial substrates was found. This difference could be reasonably due to the homogeneity of the artificial, uncolonised substrate on which no competition with other encrusting organisms could occur. On natural substrate, on the contrary, planulae larvae can settle only on the limited portions of the examined areas which have not been previously colonised by other organisms, therefore forming patches. Larvae tend to settle in the proximity of adult colonies but there is a limit to their patchiness. Older cohorts tend to reduce their patchiness due to mortality.

## References

- BONGIORNI L., PIGNATARO L., SANTANGELO G. (2004) - Thraustochytrids (fungoid protists): an unexplored component of marine sediment microbiota. *Sci. Mar.*, **68**: 43-48.
- BRAMANTI L., MAGAGNINI G.P., DEMAIO L., SANTANGELO G. (2005) - Recruitment, early survival and growth of the Mediterranean red coral *Corallium rubrum* (L 1758). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **314**: 69-78.
- GIANNINI F., GILI J.M., SANTANGELO G. (2003) - Relationships between the spatial distribution of red coral *Corallium rubrum* and coexisting suspension feeders at edas Islands Marine Protected Area (Spain). *Ital. J. Zool.*, **70**: 233-239.
- PIELOU E.C. (1984) - *Population and community ecology*. Gordon and Breach Sci. Pub. N.Y.: 424 pp.
- RIPLEY B.D. (1981) - *Spatial statistics*. Wiley, N.Y.: 252 pp.
- SANTANGELO G., BONGIORNI L., PIGNATARO L. (2000) - Abundance of thraustochytrids and ciliated protozoans in a Mediterranean sandy shore determined by a improved, direct method. *Aquat. Microb. Ecol.*, **23**: 55-61.
- UNDERWOOD J.A. (1997) - *Experiments in Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge: 504 pp.
- UPTON G., FINGLETON B. (1985) - *Spatial data analysis by example*. Wiley and Sons, N.Y.: 408 pp.

D. TAGLIAPIETRA, V. ZANON, G. FRANGIPANE

Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Scienze Marine  
Riva dei Sette Martiri, Castello 1364/a – 30122 Venezia, Italia.  
davide.tagliapietra@ismar.cnr.it

## ZONAZIONE ABIOTICA E BIODIVERSITÀ BENTONICA IN UNA LAGUNA COSTIERA

### *ABIOTIC ZONATION AND BENTHIC DIVERSITY IN A COASTAL LAGOON*

**Abstract** – *A zonation based on abiotic variables is proposed for the Venice lagoon. Units, Classes and Zones are individuated on the basis of morphology, statistical clustering and spatial location, with the aim to transform the natural abiotic transitional gradient into discrete homogeneous territorial entities, in the light of quality assessment requirement. Diversity indices of the macrozoobenthic communities are analysed for Classes and Zones.*

**Key-words:** *spatial zonation, macrozoobenthos, diversity indices, coastal lagoon.*

**Introduzione** – La valutazione dello stato di qualità di un ambiente deve basarsi sul suo confronto con un ambiente dello stesso tipo integro o minimamente impattato (US-EPA, 2000). La legislazione europea prevede una fase preliminare di identificazione e classificazione di corpi idrici all'interno del medesimo ecosistema, in base alla loro coerenza geografica e idrologica (EU-CIS, 2003). Per gli ambienti di transizione e marino-costieri sono noti modelli di suddivisione in zone basati prettamente sulla composizione biologica, come manifestazione naturale di gradienti abiotici (Guelorget e Perthuisot, 1992). Viene presentata per la Laguna di Venezia (scala regionale) una suddivisione in Unità Lagunari e il loro successivo raggruppamento, basato su fattori abiotici, in Classi e Zone. Viene operata quindi una verifica della biodiversità macrozoobentonica in aree appartenenti alla stessa categoria.

**Materiali e metodi** – Per suddividere l'area di studio in aree territoriali morfologicamente omogenee, dette Unità Lagunari (UL), sono state acquisite ed elaborate euristicamente cartografia recente e storica e alcune immagini satellitari. Per ogni UL individuata è stato quindi calcolato il valore medio dei dati disponibili riferiti a 3 variabili abiotiche che influenzano fortemente il "gradiente di transizione": tempo di transito, % sabbia nei sedimenti, salinità. Sulla base dei valori medi ottenuti, tramite Cluster Analysis (basata su similarità di Bray-Curtis) e PCA, si è provveduto al raggruppamento delle Unità in Classi (CL). UL appartenenti alla medesima Classe, ma non spazialmente contigue, hanno originato una o più Zone (ZL). È stato operato un confronto della ricchezza specifica e degli indici di diversità calcolati per la comunità macrozoobentonica (Shannon, Margalef e ES(50)) tra CL e tra ZL. Tutte le elaborazioni spaziali sono state eseguite tramite software ArcGIS 8.3 (ESRI). I dati biotici utilizzati per le elaborazioni sono riferiti a 180 stazioni di campionamento distribuite su tutta la superficie lagunare; quelli abiotici sono relativi per il sedimento a 140 stazioni, per la salinità a 30, mentre quelli idrodinamici sono derivati da modello.

**Risultati** – Assumendo come criteri di partizione la discontinuità morfologica e la toponomastica locale, la Laguna di Venezia è stata suddivisa in 226 unità lagunari (UL). Le UL presentano una superficie media pari a 1,58 km<sup>2</sup> (min=0,03; max=8,48). Sono stati quindi interpolati spazialmente dati di salinità, idrodinamica (tempo di transito) e granulometria (% di sabbia) riferiti a 180 stazioni distribuite su tutta la superfi-



cie lagunare; per ognuna delle tre variabili sono stati opportunamente calcolati i valori medi riferiti a ciascuna UL. Al fine di tradurre il “*continuum* di transizione” abiotico, avente direzione mare-terra, in moduli discreti di variazione ambientale, sono stati distinti tramite clustering dei valori medi delle UL due gruppi caratterizzati da alto (A) e basso idrodinamismo (B); ciascuno dei due gruppi risulta suddiviso a sua volta in cinque cluster denominati Classi Lagunari (CL). Le 10 CL raggruppano da 1 a 45 UL, con superficie media pari a 35,69 km<sup>2</sup> (min=6,94; max=77,09). A seconda della loro contiguità spaziale e appartenenza alla medesima CL, le UL sono state anche raggruppate in Zone Lagunari (ZL) pari a 37. Per la comunità macrozoobentonica, ricchezza specifica (S), abbondanze al m<sup>2</sup> (N) e indici di diversità (d, H', ES(50)) sono stati calcolati per ogni CL e ZL, a partire dai dati delle stazioni ad esse appartenenti. Sono state escluse le ZL che non presentavano stazioni di campionamento al loro interno. È stato eseguito un ordinamento sia per CL che per ZL tenendo conto della loro localizzazione e distanza rispetto alle bocche di porto, secondo il gradiente di transizione mare-terra. I box plot delle distribuzioni delle variabili S, N, d, H', ES(50) riferiti a ciascuna CL e ciascuna ZL consentono di interpretare la loro progressione spaziale: S e d diminuiscono in modo netto lungo il gradiente di transizione mare-terra. In particolare: per le CL, S e d assumono valori medi (min-max) pari rispettivamente a: 23,5 (10-40,6) e 10,7 (3,8-20,6); per le ZL: 23,2 (9,0-44,6) e 17,6 (1,3-17,6). N, H' e ES(50) mostrano degli andamenti più uniformemente distribuiti sia per le CL che per le ZL. Rispettivamente per le CL risultano: 460 (182-887); 2,6 (1,3-3,4); 15,6 (6,4-22,8). Per le ZL risultano: 419 (84-1131); 2,24 (1,21-3,21); 13,1 (5,48-21,6).

**Conclusioni** – La laguna di Venezia è stata suddivisa in 226 UL, 10 CL e 37 ZL. Il gradiente abiotico, che viene rappresentato in maniera discreta da questa zonazione, è stato confermato dalla distribuzione dei descrittori e degli indici di diversità bentonica, relativi a CL e ZL ordinate secondo la loro distanza crescente dalle bocche di porto. La uniformità abiotica delle ZL appartenenti alla stessa CL è confermata per buona parte dagli indici di diversità bentonica considerati. Il metodo illustrato nel presente lavoro, che trova analogie con quelli già sviluppati da altri autori (Dyer *et al.*, 2000; Ferreira *et al.*, 2006), permette di discriminare aree omogenee da un punto di vista abiotico che consentono di effettuare valutazioni più appropriate del loro stato di integrità biologica.

#### Bibliografia:

- DYER K.R., CHRISTIE M.C., WRIGHT E.W. (2000) – The classification of intertidal mudflats. *Continental Shelf Research*, **20**: 1039-1060.
- EU-CIS (2003) – Identification of water bodies. Guidance Document n.2. In: Common European Communities (eds), *Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2001/60/EC)*. Office for Official Publication of the European Communities, Luxembourg: 23 pp.
- FERREIRA J.G., NOBRE A.M., SIMAS T.C., SILVA M.C., NEWTON A., BRICKER S.B., WOLFF W.J., STACEY P.E., SEQUEIRA A. (2006) – A methodology for defining homogeneous water bodies in estuaries – Application to the transitional system of the EU Water Framework Directive. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **66**: 468-482.
- GUELORGET O., PERTHUISOT J.P. (1992) - Parallic Ecosystems, biological organisation and functioning. *Vie Milieu*, **42** (2): 215-251.
- US-EPA. (2000) - Estuarine and Coastal Marine Waters: Bioassessment and Biocriteria Technical Guidance. United States Environmental Protection Agency, EPA-822-B-00-024. Office of Water 4304. Washington, D.C. 20460.

L. TUNESI, S. AGNESI, V. DI MARTINO, G. MO, A. MOLINARI, L. MANGIALAJO\*, S. BAVA\*

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

l.tunesi@icram.org

\*Dip.Te.Ris., Università di Genova, Italia.

## EVOLUZIONE SPAZIO-TEMPORALE DEI POPOLAMENTI DEI FONDALI DELL'ISOLA GALLINARIA (MAR LIGURE)

### *SPATIAL-TEMPORAL EVOLUTION OF THE BENTHIC ASSEMBLAGES OF THE GALLINARIA ISLAND (LIGURIAN SEA)*

**Abstract** - *Benthic assemblages of the Gallinaria Island were investigated in the summer 2005 allowing to draw a new bionomic map. The aim of this paper is to identify the main spatial-temporal variation in the benthic assemblages of the area in relation to data collected in 1992. To this purpose, considerations on the detail and the typology of data collection and representation are advanced.*

**Key-words:** *benthos, spatial variations, temporal variation, Ligurian Sea.*

**Introduzione** – L'ICRAM, su incarico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, nell'estate del 2005 ha studiato i popolamenti bentonici dei fondali dell'isola Gallinaria al fine di realizzare una cartografia bionomica a supporto dell'istituzione della futura area marina protetta. Il presente contributo illustra la comparazione spazio-temporale delle informazioni raccolte nel 2005 con quelle ottenute con un studio condotto agli inizi degli anni '90 (Balduzzi *et al.*, 1994; ICRAM, 1993).

**Materiali e metodi** – L'Isola Gallinaria, afferente al Comune di Albenga, ha una conformazione sub-triangolare che permette di identificare tre versanti con caratteristiche geomorfologiche e oceanografiche distinte, che hanno consentito di suddividere l'area di studio in 3 settori: I (Punta Falconara - porticciolo); II (porticciolo - Punta Scusciaù); III (Punta Scusciaù - Punta Falconara).

Le attività di studio sono state pianificate partendo dalle cartografie bionomiche già disponibili (Balduzzi *et al.*, 1994; ICRAM, 1993). Nel complesso sono stati effettuati 60 percorsi in immersione, generalmente paralleli alla costa dell'isola, a profondità comprese tra 30 m e la superficie, mentre l'ispezione del popolamento di frangia è stato condotto mediante *snorkelling*. Inoltre, al fine di disporre di informazioni puntuali su possibili cambiamenti della distribuzione verticale dei popolamenti, sono stati ripetuti 8 transetti costa-largo già condotti agli inizi degli anni '90 (Balduzzi *et al.*, 1994).

I dati raccolti sono stati implementati su un sistema informativo geografico (GIS) che ne ha permesso la restituzione cartografica e l'analisi spazio-temporale in due dimensioni, attraverso il confronto delle superfici per settori, rispetto ai dati bibliografici. La descrizione particolareggiata, a livello di biocenosi e *facies*, dei profili di ciascun transetto, è stata utilizzata sia per effettuare un confronto temporale di dettaglio, sia per analizzare le successioni all'interno delle biocenosi.

**Risultati** – I rilevamenti condotti nel quadro del presente studio hanno consentito di elaborare la nuova carta bionomica dei fondali dell'isola Gallinaria. L'analisi della distribuzione dei popolamenti cartografati su GIS (rappresentabili su un piano) evidenzia la presenza attuale di 14 biocenosi. A questo livello, la comparazione con la cartografia già disponibile (Balduzzi *et al.*, 1994) permette di rilevare la presenza di un nuovo popolamento prima non segnalato (il prato a *Caulerpa taxifolia*). In realtà le biocenosi e/o *facies* censite nel complesso sui fondali della Gallinaria sono 44 (12

di fondo mobile e 32 di fondo duro); rispetto allo studio precedente 2 *facies* di fondo duro e 2 di fondo mobile risultano censite per la prima volta, rispettivamente quella a *Cystoseira compressa* e a *Stypocaulon scoparium* per i fondi duri, e a *C. taxifolia* e a *C. racemosa*, per quelli mobili.

Nel settore I non si rilevano cambiamenti sostanziali; va evidenziata tuttavia la presenza del prato a *C. taxifolia* e delle sabbie terrigene all'interno del porticciolo (tratti per i quali la cartografia di riferimento non forniva informazioni), e la scomparsa di una *facies* a *Eunicella singularis* su fondo duro, rimpiazzata da *Cystoseira zosteroides*. Il versante II è quello che sembra aver subito i cambiamenti più rilevanti; una piccola prateria di *Cymodocea* è scomparsa ed è stata sostituita dalle biocenosi VTC e DE; la frangia mesolitorale continua a *Cystoseira compressa*, segnalata da Balduzzi *et al.* (1994), oggi risulta limitata alla sola zona meridionale, sotto forma di mosaico vegetazionale con *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, che talvolta vicaria totalmente la prima. Sui fondali del III settore va rilevata la scomparsa di una piccola area interessata da *Posidonia oceanica* su *matte*. Oggi questo tratto di fondale è costituito da *matte* morta colonizzata da *C. racemosa*, *Stypocaulon scoparium*, *Codium bursa*, *Padina pavonica* e da altra vegetazione fotofila e/o emisciafila con solo qualche raro ciuffo di *Posidonia*. Il settore III è quello che presenta la maggiore ricchezza di situazioni ambientali. Un fenomeno generalizzato a tutti i settori è la scomparsa del popolamento a *Cystoseira spinosa*, sostituito da una biocenosi emifotofila algale.

**Conclusioni** – Il presente lavoro evidenzia l'importanza di elaborare le informazioni sulla distribuzione spazio-temporale dei popolamenti bentonici a diversi livelli di dettaglio. In questo contesto, la carta bionomica è uno strumento fondamentale per definire, in modo sintetico, le caratteristiche dei fondali e può essere utilizzata in elaborazioni che necessitano la comparazione con altre carte tematiche ambientali e socio-economiche per la definizione di proposte di zonazione (ad es. in ambito GIS). Tuttavia, la raccolta di informazioni di maggior dettaglio, anche se in alcuni casi difficilmente rappresentabili in “due dimensioni”, consente di mostrare in modo dettagliato le modificazioni di alcuni popolamenti, come ad esempio quelli presenti su fondali ad elevata pendenza.

#### Bibliografia

- BALDUZZI A., BIANCHI C.N., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., COCITO S., COTTA S., DIVIACCO G., DEGL'INNOCENTI F., MORGIGNI M., MORRI C., PANSINI M., SALVATORI L., SENES L., SGORBINI S., TUNESI L. (1994) - Primi lineamenti di bionomia bentica dell'isola Gallinaria (Mar Ligure). *Atti 10° Congresso A.I.O.L.*: 603-617.
- ICRAM (1993) - *Indagine ambientale del sistema marino costiero della Provincia di Savona con particolare riferimento alla zona da Capo Vado a Capo Mele in relazione alle problematiche inerenti la gestione della fascia costiera*. In: Diviacco G. (ed), Ricerca finanziata dal Ministero della Marina Mercantile. Il Piano Triennale Pesca: 944 pp.

D. BALATA, S. ACUNTO, L. PIAZZI, F. CINELLI

Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.  
balata@discat.unipi.it

## VARIABILITÀ SPAZIALE DEI POPOLAMENTI CORALLIGENI

### *SPATIAL VARIABILITY OF CORALLIGENOUS ASSEMBLAGES*

**Abstract** – *Spatial variability of coralligenous assemblages was studied in two different Mediterranean basins at 3 different spatial scales, from meters to kilometres. Multivariate analysis showed as significant the variability at the largest and the smallest scales investigated, while the intermediate scales resulted not significant.*

**Key-words:** *coralligenous assemblages, spatial variability, deep subtidal, Mediterranean Sea.*

**Introduzione** – Il coralligeno rappresenta la biocenosi tipica della porzione più profonda del sistema litorale mediterraneo (tra 25-30 e 150-200 metri) ed è considerata una tra le biocenosi più importanti del bacino, caratterizzata da alti valori di produttività e biodiversità (Bianchi, 2001; Cocito, 2004). Gli aspetti biogeografici del coralligeno sono stati investigati (Giaccone, 1968) e recentemente si è iniziato a valutare la variabilità spaziale di tale biocenosi (Ferdegghini *et al.*, 2000; Cocito *et al.*, 2002; Piazzini *et al.*, 2004; Balata *et al.*, 2005; 2006). Non è facile tuttavia discriminare tra i patterns di variabilità a grande scala da quelli legati a piccole scale spaziali. Lo scopo del presente lavoro è quello di descrivere la variabilità spaziale dei popolamenti coralligeni dalla scala di metri fino a quella di centinaia di km.

**Materiali e metodi** – Sono state studiate due località ad una profondità di 30 metri situate rispettivamente nel Mar Ligure e nel Mar Ionio. In ciascuna località sono state prese in considerazione 3 differenti scale spaziali da pochi metri ad alcuni chilometri. Il campionamento è stato effettuato da operatori subacquei mediante una Nikonos-V con lenti addizionali e con un framer che permettesse di fotografare una superficie di 240 cm<sup>2</sup>. L'abbondanza dei phyla animali e dei gruppi morfologici algali è stata valutata dalle immagini ed espressa come ricoprimento percentuale (Balata *et al.*, 2006). I dati sono stati analizzati mediante una analisi multivariata della varianza basata sulle permutazioni (PERMANOVA) con i seguenti fattori casuali: località distanti centinaia di km (2 livelli), tratti di costa distanti tra loro alcuni km (2 livelli, gerarchizzati nella località.), siti distanti centinaia di metri (2 livelli, gerarchizzati nella costa), aree distanti decine di metri (2 livelli, gerarchizzate nel sito) (Anderson, 2001). Un ordinamento nMDS è stato utilizzato per la rappresentazione grafica dei risultati.

**Risultati** – I popolamenti studiati hanno mostrato entrambi una dominanza di corallinacee incrostanti e Peyssonneliaceae. Le differenze tra le località erano legate ad una maggiore abbondanza di Cnidari e feltro algale nel Mar Ligure e di Peyssonneliaceae, Briozoi e alghe fogliacee nel Mar Ionio. L'analisi multivariata ha evidenziato differenze significative alle maggiori e alle minori scale spaziali considerate, cioè tra bacini e tra aree distanti tra loro pochi metri, mentre non sono risultate significative le scale spaziali intermedie. L'ordinamento nMDS ha mostrato una chiara distinzione tra le due località; all'interno di ciascuna località le aree dei differenti siti sono intersperse tra loro. L'analisi delle componenti di varianza ha mostrato un'alta variabilità tra le località, tra aree e tra repliche.

**Conclusioni** – I risultati del presente studio hanno confermato un'elevata variabilità a piccola scala spaziale dei popolamenti coralligeni, già messa in evidenza da

precedenti studi (Piazzi *et al.*, 2004; Balata *et al.*, 2006). Al contrario tali popolamenti appaiono omogenei se considerati a scale maggiori. La differenza riscontrata tra le due località studiate può essere legata sia ad un gradiente biogeografico, peraltro non facilmente identificabile con i metodi utilizzati nel presente studio, sia, cosa più probabile, a differenti condizioni ambientali o a fattori stocastici che hanno potuto influenzare aree molto separate tra loro. Un disegno di campionamento che preveda più zone all'interno di ciascun settore geografico può permettere di meglio chiarire i patterns osservati nel presente studio.

### **Bibliografia**

- ANDERSON M.J. (2001) - A new method for a non-parametric multivariate analysis of variance. *Aust. Ecol.*, **26**: 32-46.
- BALATA D., PIAZZI L., CECCHI E., CINELLI F. (2005) - Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposits. *Mar. Env. Res.*, **60**: 403-421.
- BALATA D., ACUNTO S., CINELLI F. (2006) - Spatio-temporal variability and vertical distribution of low rocky subtidal assemblage in the north-west Mediterranean. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, (in stampa).
- BIANCHI C.N. (2001) - La biocostruzione negli ecosistemi marini e la biologia marina italiana. *Biol. Mar. Medit.*, **8**: 112-130.
- COCITO S. (2004) - Bioconstruction and biodiversity: their mutual influence. *Sci. Mar.*, **68**: 137-144.
- COCITO S., BEDULLI D., SGORBINI S. (2002) - Distribution patterns of the sublittoral epibenthic assemblages on a rocky shoal in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Sci. Mar.*, **66**: 175-181.
- FERDEGHINI F., ACUNTO S., COCITO S., CINELLI F. (2000) - Variability at different spatial scales of a coralligenous assemblage at Giannutri Island (Tuscan Arcipelago, northwestern Mediterranean). *Hydrobiol.*, **440**: 27-36.
- GIACCONE G. (1968) - Aspetti della biocenosi coralligena in due stazioni dei bacini occidentale ed orientale del Mediterraneo. *G. Bot. Ital.*, **6**: 537-541.
- PIAZZI L., BALATA D., PERTUSATI M., CINELLI F. (2004) - Mediterranean coralligenous phyto-benthic assemblages: temporal dynamics and influence of substrate inclination. *Bot. Mar.*, **47**: 105-115.

C. CAROPPO, F. DECEMBRINI\*

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (I.A.M.C.), Consiglio Nazionale delle Ricerche,  
Via Roma, 3 – 74100 Taranto, Italia.  
carmela.caroppo@iamc.cnr.it

\*Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, I.A.M.C., Consiglio Nazionale delle Ricerche, Messina, Italia.

## COMUNITÀ FITOPLANCTONICHE NELL'AREA STRETTO DI MESSINA: DISTRIBUZIONE E BIODIVERSITÀ

### *PHYTOPLANKTON COMMUNITIES IN THE STRAITS OF MESSINA AREA: DISTRIBUTION AND BIODIVERSITY*

**Abstract** – *The distribution, abundance and species composition of the phytoplankton community were investigated in the Straits of Messina. The pico-, nano- and microphytoplankton biomass (Chl a), cell densities and species composition were influenced by the different hydrological features of this ecosystem.*

**Key-words:** *phytoplankton, chlorophyll a, distribution, biodiversity, Straits of Messina.*

**Introduzione** – La caratteristica più rilevante della distribuzione delle popolazioni fitoplanctoniche è la loro eterogeneità spaziale, definita a “patchiness” che è il risultato delle variazioni spaziali legate sia a processi biologici quali l'accrescimento, la predazione, il galleggiamento (l'affondamento) e le migrazioni verticali sia a processi advettivi come la turbolenza. Quest'ultima, permette la diffusione dei sali nutritivi che influenzano il movimento degli organismi ed, insieme alla radiazione solare, crea le condizioni idonee per lo svolgimento della produzione primaria (Margalef, 1997). Lo Stretto di Messina è un'area con caratteristiche idrodinamiche peculiari e obiettivo di questo studio è stato quello di analizzare le comunità fitoplanctoniche in questa area e nei bacini limitrofi tirrenico e ionico in risposta al fenomeno di divergenza delle acque.

**Materiali e metodi** – Nell'ambito della campagna oceanografica SAMCA-4 (febbraio 2004) sono state selezionate 4 stazioni (due tirreniche: stazioni 3 e 76; una nello Stretto di Messina: stazione 53; una ionica: stazione 25) con caratteristiche idrologiche diverse. Lungo la colonna d'acqua sono stati eseguiti profili CTD per la misura di temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto e fluorescenza. Su un totale di 18 campioni, prelevati a quote prescelte lungo la colonna d'acqua ed individuate sulla base della distribuzione della fluorescenza e delle strutture termo-aline, sono stati determinati: clorofilla *a*, densità e composizione specifica delle tre frazioni dimensionali del fitoplancton (pico-, nano- e microfitorplancton).

**Risultati** – Le stazioni posizionate nei tre sistemi: Mari Tirreno, Ionio e Stretto di Messina, mostrano distinte caratteristiche termo-aline della stagione invernale: le acque tirreniche variano sia in temperatura sia in salinità (37,8-38,6 psu; 13,9-14,5 °C) mentre le acque ioniche più salate delle precedenti (>38,8 psu) evidenziano solo una lieve riduzione della temperatura verso il fondo (14,25-14,37 °C). Le acque dello Stretto presentano caratteristiche intermedie a quelle dei due bacini adiacenti.

La biomassa fitoplanctonica, espressa come concentrazione di clorofilla *a* (Chl *a*) nello strato 0-150 m, è risultata più elevata nelle acque tirreniche (range: 0,394-0,061 mg m<sup>-3</sup>) intermedia nello Stretto (range: 0,359-0,090 mg m<sup>-3</sup>) e più bassa nello Ionio (range: 0,333-0,114 mg m<sup>-3</sup>). Le classi dimensionali della Chl *a* evidenziano come le frazioni nano- (0,2-2,0 µm) e pico- (<0,2 µm) siano più abbondanti (>80%) rispetto a quella microfitorplanctonica (2,0-20,0 µm). In particolare l'incidenza della comunità

pico- sul totale aumenta seguendo un gradiente nord-sud (58%-69%) con percentuali intermedie nello Stretto; distribuzione opposta si evidenzia per la frazione micro- mentre la comunità nano- risulta costante intorno al 25% del totale nei tre sistemi.

L'analisi delle comunità fitoplanctoniche ha messo in evidenza differenze relative sia alle densità cellulari sia alla composizione specifica della popolazione nell'ambito delle stazioni indagate. Nelle stazioni tirreniche sono state riscontrate le densità nanofitoplanctoniche (range:  $24,1-162,2 \times 10^3$  cell  $l^{-1}$ ) e picofitoplanctoniche più elevate mentre la componente microfitoplanctonica ha raggiunto valori piuttosto ridotti (range:  $1,5-9,4 \times 10^3$  cell  $l^{-1}$ ). Questa comunità è stata rappresentata dalle diatomee *Thalassionema bacillare*, *Navicula* sp., *Proboscia alata*, *Cylindrotheca closterium*, *Chaetoceros* spp., dai dinoflagellati *Heterocapsa niei* e *Gymnodinium marinum* e dal coccolitoforide *Emiliania huxleyi*, che in queste stazioni ha raggiunto le densità più elevate (fino a  $11,7 \times 10^3$  cell  $l^{-1}$ ). Anche i nanoflagellati, rappresentati prevalentemente da forme di incerta classificazione tassonomica e da criptoficee, hanno raggiunto in queste stazioni le abbondanze massime (fino a  $148,8 \times 10^3$  cell  $l^{-1}$ ). Il picofitoplancton è stato rappresentato in tutte le stazioni dai cianobatteri *Synechococcus* spp.

Nell'area dello Stretto le densità cellulari microfitoplanctoniche sono apparse confrontabili con quelle tirreniche (range:  $4,4-10,6 \times 10^3$  cell  $l^{-1}$ ) mentre sono risultati più ridotti i valori relativi alle componenti nano- (range:  $3,1-8,9 \times 10^3$  cell  $l^{-1}$ ) e picofitoplanctonica. Nell'ambito delle specie rinvenute, oltre a quelle osservate nelle stazioni tirreniche, segnaliamo le diatomee *Chaetoceros affinis*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Thalassiosira* sp. ed i dinoflagellati *Heterocapsa triquetra*, *Prorocentrum minimum*, *Scrippsiella precaria*, *Ceratium fusus seta*.

Nelle acque ioniche sono state osservate le densità più ridotte di tutte le frazioni dimensionali del fitoplancton e la comunità è apparsa caratterizzata da poche specie di diatomee (*Asterionellopsis glacialis* e *Rhizosolenia styliformis*) rispetto a quelle dei dinoflagellati (*Oxytoxum minutus*, *O. variabilis* e *Gymnodinium minus*).

**Conclusioni** – I risultati ottenuti evidenziano che l'area tirrenica si conferma sede di maggiori attività metaboliche, rispetto alle altre aree indagate, infatti, non solo le componenti microbiche (Caruso *et al.*, 2006) ma anche il fitoplancton raggiunge in queste acque le densità più elevate. Nell'ambito delle specie riscontrate, ve ne sono alcune considerate perenni in quest'area (Magazzù *et al.*, 1995). Inoltre la composizione specifica della comunità è apparsa confrontabile nel bacino tirrenico e nell'area dello Stretto, con la dominanza delle componenti nanoplanctoniche. Nell'area ionica la comunità, caratterizzata da densità cellulari e numero di specie esigui, riflette le caratteristiche delle acque ionico-levantine, come dimostrato anche dalla presenza di *Ornithocercus magnificus*, specie tipica delle acque aperte oligotrofiche.

#### Bibliografia

- CARUSO G., CAROPPO C., AZZARO F., RAFFA F., DECEMBRINI F. (2006) - Comunità microbica nello Stretto di Messina: distribuzione e diversità funzionale. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (2).
- MAGAZZÙ G., AUBERT M., DECEMBRINI F. (1995) – The effect of tidal movements on planktonic transfer through the Strait of Messina. In: Guglielmo L., Manganaro A., De Domenico E. (eds), *Proceedings of the Symposium "The Strait of Messina Ecosystem"*. Messina: 191-202.
- MARGALEF R. (1997) – Turbulence and marine life. *Sci. Mar.*, **61**: 109-123.

G. CARUSO, C. CAROPPO\*, F. AZZARO, F. RAFFA, F. DECEMBRINI

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, I.A.M.C., Consiglio Nazionale delle Ricerche,  
Spianata S. Raineri, 86 – 98122 Messina, Italia.  
gabriella.caruso@iamc.cnr.it

\*Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, I.A.M.C., Consiglio Nazionale delle Ricerche, Taranto, Italia.

## COMUNITÀ MICROBICA NELLO STRETTO DI MESSINA: DISTRIBUZIONE E DIVERSITÀ FUNZIONALE

### *MICROBIAL COMMUNITY IN THE STRAITS OF MESSINA: DISTRIBUTION AND FUNCTIONAL DIVERSITY*

**Abstract** - The distribution and functional diversity of the microbial community were investigated in the Straits of Messina. Total and autotrophic picoplankton and the activity levels of some enzymes (leucine aminopeptidase,  $\beta$ -glucosidase and alkaline phosphatase) showed a marked diversification of this ecosystem related to the presence of water masses with different hydrological characteristics.

**Key-words:** microorganisms, distribution, metabolism, Straits of Messina.

**Introduzione** - Le informazioni sulla distribuzione ed attività dei microrganismi in mare sono tuttora molto frammentarie, ed in particolare in aree sede di fenomeni idrologici (es. zone di upwelling, aree di turbolenza) poco si conosce ancora sulla comunità microbica e sul ruolo funzionale che le diverse componenti (autotrofa ed eterotrofa) svolgono nei cicli della materia organica. Particolare interesse riveste valutare come la comunità microbica risponda alle forzanti ambientali attraverso la diversificazione dei profili metabolici (Caruso *et al.*, submitted). Come contributo a tale finalità, è stata condotta nello stretto di Messina e nei bacini limitrofi un'indagine multidisciplinare, nell'ambito della quale sono stati studiati la distribuzione delle comunità autotrofe ed eterotrofe e le loro attività nei cicli del carbonio e del fosforo.

**Materiali e metodi** - Nel febbraio 2004, nel corso della campagna oceanografica SAMCA-4, sono state campionate 23 stazioni idrologiche, 5 delle quali sono state selezionate per il presente studio in quanto rappresentative di masse d'acqua con caratteristiche tipiche (acqua tirrenica: stazioni 3 e 76; acqua ionica: stazione 25; acqua dello Stretto: stazioni 52 e 53). Su un totale di 32 campioni, prelevati a quote prescelte lungo la colonna d'acqua, sono stati determinati: temperatura (T), salinità (S), ossigeno disciolto, nutrienti (di azoto e fosforo), clorofilla *a* (Chl-*a*), picoplancton totale (PPT) ed autotrofo (PPA) e tre enzimi (leucin aminopeptidasi, LAP,  $\beta$ -glucosidasi,  $\beta$ -glu, e fosfatasi alcalina, AP) attivi nella decomposizione di proteine, mucopolisaccaridi e fosfati organici, rispettivamente (Caruso *et al.*, submitted).

**Risultati** - Sono stati misurati i seguenti valori medi di temperatura e salinità: 14.10 °C (T) e 38.17 PSU (S) nel bacino tirrenico, 14.16 °C (T) e 38.80 PSU (S) nel bacino ionico, 14.19 °C (T) e 38.62 PSU (S) nello Stretto. Nelle acque tirreniche sono state rilevate le maggiori concentrazioni di PPT (comprese fra  $7.76 \times 10^4$  e  $7.37 \times 10^5$  cell l<sup>-1</sup>) e PPA (comprese fra  $2.13 \times 10^3$  e  $2.63 \times 10^4$  cell l<sup>-1</sup>); minori concentrazioni sia di PPT che di PPA, varianti rispettivamente fra  $3.41 \times 10^4$  e  $2.91 \times 10^5$  cell l<sup>-1</sup> e fra  $8.83 \times 10^2$  e  $1.32 \times 10^4$  cell l<sup>-1</sup>, hanno invece caratterizzato le acque ioniche. Concentrazioni intermedie di PPT (range:  $4.67 \times 10^4$  -  $3.58 \times 10^5$  cell l<sup>-1</sup>) e PPA (range:  $7.88 \times 10^3$  -  $1.46 \times 10^4$  cell l<sup>-1</sup>) sono state riscontrate nelle acque dello Stretto. La distribuzione dei valori di attività metabolica della comunità microbica ha rispecchiato quella dei valori di abbondanza, relativamente agli enzimi LAP e AP. Infatti, il contenuto in LAP ha presentato



un andamento decrescente da nord a sud, con valori maggiori ( $0.10-6.72 \mu\text{M h}^{-1}$ ) e maggiormente variabili ( $CV=114.52$ ) rilevati nel bacino tirrenico, che diminuivano progressivamente nello Stretto ( $0.53-2.04 \mu\text{M h}^{-1}$ ), per raggiungere il minimo nel bacino ionico ( $0.11-2.50 \mu\text{M h}^{-1}$ ). Un andamento simile è stato osservato per il contenuto in AP, oscillante da valori compresi fra  $12.67$  e  $601.17 \text{ nM h}^{-1}$  determinati nel bacino tirrenico, a valori significativamente più bassi ( $t=6.03$ ,  $P<0.01$ ) misurati nel bacino ionico e compresi fra  $7.57$  e  $94.65 \text{ nM h}^{-1}$ . Al contrario, il contenuto in  $\beta$ -glu rilevato nel bacino tirrenico (range:  $0.60-32.74 \text{ nM h}^{-1}$ ) è risultato inferiore rispetto a quello misurato nel bacino ionico (range:  $2.23-51.41 \text{ nM h}^{-1}$ ); valori intermedi sono stati rilevati nello Stretto (range:  $0.16-50.86 \text{ nM h}^{-1}$ ). Fatta eccezione per AP, le differenze fra i valori dei parametri ottenuti nei due bacini non sono risultate statisticamente significative.

L'analisi statistica dei dati mediante regressione lineare ha evidenziato sia nel bacino tirrenico che nello Stretto una correlazione significativa inversa fra AP e S ( $r = -0.688$ ,  $-0.796$ ,  $P<0.05$ , rispettivamente); tale risultato non è stato invece riscontrato nelle acque del bacino ionico. Nel bacino tirrenico gli apporti trofici esercitano una discreta stimolazione sui livelli di LAP e AP, pur se non statisticamente significativa (rispettivamente  $r=0.662$ ,  $0.673$ , con il contenuto in clorofilla). Nel bacino tirrenico e nello Stretto, AP è risultata significativamente correlata con PPT ( $r=0.78$ ,  $0.757$ ,  $P<0.05$ , rispettivamente), supportando l'importanza del ruolo della comunità microbica nella sintesi di AP; nelle acque dello Stretto la correlazione significativa riscontrata fra LAP e PPA ( $r = 0.999$ ,  $P<0.01$ ) ha suggerito invece il contributo della componente autotrofa, probabilmente ascrivibile a cianobatteri, nell'espressione di tale enzima. Nel bacino ionico, il mancato riscontro di correlazioni significative fra LAP,  $\beta$ -glu e densità picoplanctonica sembrerebbe indicare per entrambi gli enzimi un'origine zooplanctonica (in accordo con Bochdansky *et al.*, 1995; Mohapatra e Fukami, 2004).

**Conclusioni** - Tutti i parametri studiati, inerenti sia l'abbondanza che l'attività microbica, hanno presentato andamenti variabili in relazione alle caratteristiche idrologiche delle stazioni esaminate, secondo quanto osservato da Caruso *et al.* (submitted). Lo studio ha messo in luce una maggiore distribuzione della comunità microbica nel bacino tirrenico, che si riflette in una maggiore funzionalità metabolica nei processi di trasformazione della materia organica mediati dalla stessa comunità, prevalentemente a carico della componente proteica e dei fosfati organici.

#### Bibliografia

- BOCHDANSKY A.B., PUSKARIC S., HERNDL G.J. (1995) - Influence of zooplankton grazing on free dissolved enzymes in the sea. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **121**: 53-63.
- CARUSO G., AZZARO F., RAFFA F., DECEMBRINI F. - Microbial enzyme activities in the upwelling system of the Straits of Messina (Sicily): dynamics and biogeochemical considerations. *Microb. Ecol.*, (submitted).
- MOHAPATRA B.R., FUKAMI K. (2004) - Production of aminopeptidase by marine heterotrophic nanoflagellates. *Aquat. Microb. Ecol.*, **34**: 129-137.

W. DE STEFANO, E. FRANCHI

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena,  
Via Mattioli, 4 - 53100 Siena, Italia.  
destefano5@unisi.it

## VARIAZIONI TEMPORALI E SPAZIALI DEL MACROZOOBENTHOS NEI FONDI MOLLI DELLA LAGUNA DI ORBETELLO

### TEMPORAL AND SPATIAL VARIATION OF MACROZOOBENTHOS IN THE SOFT BOTTOM OF THE ORBETELLO LAGOON

**Abstract** – After severe dystrophic crises in the Orbetello Lagoon, the macrozoobenthos community shows a strong biodiversity impoverishment. The sea-lagoon gradient isn't anymore the main environmental factor for the macrozoobenthos spatial distribution. There is also a total differences in the winter and summer community.

**Key-words:** macrozoobenthos, community, biodiversity, dystrophic crises, lagoon.

**Introduzione** – La Laguna di Orbetello negli ultimi 15 anni ha subito un crescente impatto antropico che ha portato un eccessivo carico di nutrienti. Tale apporto di nutrienti ha causato fioriture algali a carattere distrofico (1992-1993) che hanno portato crisi anossiche del sedimento (Sorokin *et al.*, 1996; Lardicci *et al.*, 1997; Souchu *et al.*, 1998). In seguito a tali crisi distrofiche sono stati condotti in laguna una serie di studi per dimostrare l'effetto nocivo dell'immissione di nutrienti sulla biodiversità del macrozoobenthos di fondo molle, che maggiormente subisce il carico di materia organica. Il presente studio si propone di continuare il monitoraggio spaziale e temporale della biodiversità bentonica in continuità con gli studi precedenti effettuati in laguna, in modo da evidenziare l'eventuale recupero delle comunità.

**Materiali e metodi** – Campioni di sedimento sono stati prelevati con un box-corer (225 cm<sup>2</sup>) in 7 aree rappresentative dell'eterogeneità della laguna (canali, aree centrali, zone a forte impatto antropico) sia in inverno che in estate. In ciascuna area sono stati individuati in modo casuale 2 siti. Per ogni area sono stati prelevati 6 campioni. Il sedimento è stato poi setacciato su campo con maglia di 0,5 mm. La fauna raccolta è stata narcotizzata e fissata in etanolo al 75%. Sono stati prelevati anche dei campioni per lo studio dei parametri chimico-fisici e sono stati rilevati, su campo, il potenziale REDOX superficiale (2,5 cm) ed il pH, ed in laboratorio il carbonio organico. Nella colonna d'acqua sono stati rilevati ossigeno disciolto, temperatura, salinità e pH. I dati sono stati sottoposti ad analisi multivariata ed univariata.

**Risultati** – Sono state identificate 65 specie e la curva specie-campione ha raggiunto il *plateau*, indicando che lo sforzo di campionamento è stato adeguato per definire la ricchezza specifica della laguna. Il phylum più rappresentato è quello degli Anellidi con 23 specie, seguito dagli Artropodi (20 specie di Crostacei, 2 di Ditteri) e dai Molluschi (14 specie). Le specie dominanti sono risultate essere: *Corophium insidiosum* Crawford, 1937 (24,80%); *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805) (17,30%); *Microdeutopus gryllotalpa* A. Costa, 1853 (15,30%); *Chironomus salinarius*, Kieffer, 1915 (13,10%); *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) (8,10%), *Abra ovata* (Philippi, 1836) (6,10%); *Neanthes caudata* (Delle Chiaje, 1828) (2,2%); *Armandia cirrhosa* Philippi, 1865 (1,70%); *Malacoceros fuliginosus* (Claparède, 1870) (1,20%). Il numero medio ( $\pm$ E.S.) di individui a campione è di  $304 \pm 42$  con un intervallo di variazione ampio che dipende dal fatto che esistono differenze statisticamente significative per questo parametro rispetto ai fattori

sperimentali indagati. Infatti l'ANOVA a 2 vie ha mostrato differenze significative per il fattore Area ( $F_{6,7}=5,13$ ,  $p<0,01$ ). Il numero delle specie  $S$  è di  $14\pm 1$ , ma così come per  $N$ , anche in questo caso l'ANOVA a 2 vie ha individuato una differenza significativa per il fattore Area ( $F_{6,7}=9,71$ ,  $p<0,01$ ). L'indice di diversità  $H'$  di Shannon-Wiener e l'indice di uniformità  $J'$  di Pielou, invece, non hanno mostrato differenze significative per i fattori sperimentali indagati. La media per l'intera laguna di  $H'$  è pari a  $1,64\pm 0,1$  mentre per  $J'$  è di  $0,63\pm 0,02$ . Per quanto riguarda le variazioni temporali, sia per  $H'$  che per  $J'$  non sono state riscontrate differenze significative fra l'estate e l'inverno; al contrario sono state riscontrate differenze temporali per  $N$  ed  $S$ . L'ordinamento n-MDS mostra come la dispersione al livello dei siti sia paragonabile a quella a livello delle aree. Questo implica un'elevata variabilità a grande scala ma anche a piccola scala. Le aree del bacino di Levante possiedono inoltre un popolamento più omogeneo e ben distinto da quelle del bacino di Ponente. Dall'ordinamento si evince anche una differenza stagionale più o meno marcata delle aree ed una dispersione multivariata maggiore in inverno. Tutti i parametri chimico-fisici hanno mostrato differenze significative all'ANOVA a 2 vie ed il potenziale REDOX del sedimento è risultato il più variabile e l'unico che ha mostrato una differenza significativa per il fattore Sito ( $F_{7,28}=5,13$ ,  $p<0,01$ ) e fra le stagioni ( $F_{1,40}=24,10$ ,  $p<0,0001$ ;  $I>E$ ).

**Conclusioni** – La laguna attraversa una fase critica con una forte riduzione della ricchezza del numero di specie. La variabilità spaziale a piccola scala delle cenosi è molto elevata e paragonabile a quella a grande scala ed il gradiente mare-laguna, a differenza da quanto osservato prima delle crisi distrofiche (Cognetti *et al.*, 1978), non è più il principale fattore ambientale che determina la distribuzione spaziale delle cenosi. Siamo di fronte a comunità disturbate, tipiche di ambienti ricchi di materia organica. Esistono inoltre differenze complessive nei popolamenti fra inverno ed estate. L'estate è la stagione con popolamenti meno diversificati e minore variabilità spaziale. Il potenziale REDOX infine è l'unico parametro chimico-fisico che mostra andamenti correlati a quelli delle cenosi.

**Ringraziamenti** - Si ringraziano tutti i collaboratori del Dipartimento di Scienze Ambientali, coinvolti nel progetto, per l'aiuto fornito nelle analisi di laboratorio e il dott. T. Caruso per le analisi statistiche.

### Bibliografia

- COGNETTI G., ANGELIS C.M., ORLANDO E., BONVICINI PAGLIAI A.M., COGNETTI VARIALE A.M., CREMA R., MARI M., MAURI M., TONGIORGI P., VANDINI ZUNARELLI R. (1978) - *Situazione ecologica ed ittiocoltura. Risanamento e protezione dell'ambiente idrobiologico delle lagune di Orbetello. Studio di Fattibilità*. Comune di Orbetello, Regione Toscana: 98 pp.
- LARDICCI C., ROSSI F., CASTELLI A. (1997) – Analysis of macrozoobenthic community structure after severe dystrophic crises in a mediterranean costal lagoon. *Mar. Pollut. Bull.*, **34** (7): 536-547.
- SOROKIN Y.I., SOROKIN Y.I., GNES A. (1996) – Structure and functioning of the anthropogenically transformed Comacchio lagoonal ecosystem (Ferrara, Italy). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **133**: 57-71.
- SOUCHU P., GASC A., COLLOS Y., VAQUER A., TOURNIER H., BIBENT B., DESLOUS-PAOLI J.M. (1998) – Biogeochemical aspects of bottom anoxia in a Mediterranean Lagoon (Thau, France). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **164**: 135-146.

L. PACCIARDI, A.M. DE BIASI, D. BALATA\*

Centro Interuniversitario di Biologia Marina di Livorno, Via N. Sauro, 4 – 57127 Livorno, Italia.  
lorenzopacciardi@cibm.it

\*Dip. di Biologia, Università di Pisa, Italia.

## VARIABILITÀ SPAZIALE DI ALCUNE SPECIE DI UN POPOLAMENTO CORALLIGENO DEL MAR LIGURE

### *SPATIAL DISTRIBUTION OF SOME SPECIES IN A CORALLIGENOUS REEF OF THE LIGURIAN SEA*

**Abstract** - Analysis of the distribution and abundance of some species in the coralligenous reef of Livorno was investigated over two spatial scales in March 1998. Data analysis was carried out by means of univariate analysis of variance (ANOVA) and estimates of variance components.

**Key-words:** spatial scale, spatial variability, coralligenous reef, hierarchical analyses, ANOVA.

**Introduzione** - Negli ultimi anni molti studi hanno messo in luce l'elevato grado di eterogeneità degli ambienti marini (Benedetti Cecchi 2001; Underwood e Chapman 1996). Ad ogni scala di risoluzione spaziale (soprattutto su media e piccola scala) gli organismi si dispongono in maniera non omogenea. L'habitat risulta quindi diviso in un mosaico di zone all'interno del quale gli organismi si insediano in modo variabile. Una descrizione quantitativa di questa variabilità è essenziale per riconoscere pattern nei sistemi naturali. L'analisi di tali pattern è una base fondamentale per individuare le scale alle quali gli organismi interagiscono tra di loro o con il loro ambiente. Poiché la scala di analisi può influenzare il riconoscimento di pattern e dei processi propri di un'associazione è preferibile compiere studi che includano differenti scale spaziali, al fine di valutare come esse influiscano sulla struttura di un popolamento.

Tale analisi risulta importante sia per la comprensione dei processi responsabili della distribuzione ed abbondanza delle specie sia per la programmazione di studi ecologici e di monitoraggio ambientale. Ad oggi pochi studi di variabilità spaziale sono stati condotti sui popolamenti coralligeni del Mar Mediterraneo (Balata *et al.*, 2005, 2006; Virgilio *et al.*, 2006). Lo scopo di questo lavoro è quello di valutare la distribuzione delle abbondanze a differenti scale spaziali in relazione all'inclinazione del substrato (parete verticale e volta delle cavità) dei principali taxa animali e delle alghe incrostanti di un popolamento coralligeno del Mar Ligure.

**Materiali e metodi** - La zona oggetto di studio si estende sulla costa livornese per 2 km. In questo tratto di litorale, ad una profondità di 29 metri ( $\pm 3$  m), sono stati individuati 10 siti (225 m<sup>2</sup>) distanti centinaia di metri tra loro. Cinque di essi sono stati campionati sulle pareti verticali e cinque in tratti orizzontali sulla volta delle cavità. All'interno di ogni sito sono state individuate in modo casuale sei aree (2,25 m<sup>2</sup>), distanti pochi metri, ed in esse sono state effettuate tre repliche fotografiche (311 cm<sup>2</sup>), distanti decine di centimetri tra loro. Il campionamento effettuato a Marzo 1998 tramite macrofotografia subacquea ha consentito la raccolta di 180 immagini. Per quanto riguarda il *Corallium rubrum* (L.) si è preferito procedere ad una duplice stima dell'abbondanza attraverso il conteggio del numero di colonie e del ricoprimento percentuale. I dati ottenuti sono stati analizzati mediante analisi della varianza (ANOVA) separatamente per i due ambienti. Sono state inoltre calcolate le componenti di varianza (Underwood, 1997).

**Risultati** - L'abbondanza della componente animale si è rivelata maggiore nella volta delle cavità, mentre le alghe incrostanti caratterizzavano l'ambiente di parete.

L'analisi della varianza ha evidenziato nella parete differenze significative per il fattore area per il corallo rosso (sia come numero di colonie che come ricoprimento percentuale). Sulla volta sia il numero di colonie che il ricoprimento di questa specie hanno evidenziato differenze significative tra siti e tra aree. Per le alghe incrostanti ed i poriferi sono risultati significativi rispettivamente il fattore sito ed il fattore area.

Dall'analisi delle componenti di varianza è emerso che la variabilità maggiore si ha a livello di replica sia per la parete sia per la volta, mentre sulla volta degli anfratti è stata riscontrata una maggiore variabilità a livello di sito ed area.

**Conclusioni** - I risultati ottenuti sono in accordo con studi precedenti (Abbiati *et al.*, 1996) che evidenziano una maggiore abbondanza della componente animale in ambienti caratterizzati da una ridotta illuminazione ed una variabilità per questa componente a piccola scala (metri). I due differenti ambienti studiati hanno mostrato, oltre ad una diversa struttura, differenti pattern di variabilità spaziale. Questo risultato è particolarmente importante per la programmazione di studi di ricerca e di monitoraggio poiché attesta la diversità dei due habitat e la necessità di disegni di campionamento appropriati. Inoltre conoscere la variabilità spaziale di una dato sistema è importante per formulare ipotesi sui meccanismi che ne determinano la distribuzione.

Interessante, infine, l'analogia nella risposta della misurazione del numero di colonie e del ricoprimento percentuale del corallo rosso che evidenzia la possibilità di utilizzare indistintamente le due metodiche.

#### **Bibliografia**

- ABBIATI M., VIRGILIO M., QUERCI J. (1996) - Spatial and temporal variability of species distribution on a sublittoral rocky cliff in the Ligurian sea. *Atti S.It.E.*, **17**: 337-340.
- BALATA D., PIAZZI L., CECCHI E., CINELLI F. (2005) - Variability of Mediterranean coral-ligenous assemblages subject to local variation in sediment deposition. *Mar. Environ. Res.*, **60**: 403-421.
- BALATA D., ACUNTO S., CINELLI F. (2006) - Spatio-temporal variability and vertical distribution of low rocky subtidal assemblage in the north-west Mediterranean. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, (in stampa).
- BENEDETTI-CECCHI L. (2001) - Variability in abundance of algae and invertebrates at different spatial scales on rocky sea shores. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, **215**: 79-92.
- UNDERWOOD A.J. (1997) - *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, Cambridge: 504 pp.
- UNDERWOOD A.J., CHAPMAN M.G. (1996) - Spatial patterns of distribution of intertidal invertebrates. *Oecologia*, **107**: 212-224.
- VIRGILIO M., AIROLDI L., ABBIATI M. (2006) - Spatial and temporal variations of assemblages in a Mediterranean coralligenous reef and relationships with surface orientation. *Coral Reefs*, (in stampa).

L. PIAZZI, S. ACUNTO, G. PARDI<sup>1</sup>, U. NESTI<sup>2</sup>, F. CINELLI

Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.  
lpiazz@discat.unipi.it

<sup>1</sup>Dip. Sc. Uomo e Ambiente, Univ. Pisa, Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

<sup>2</sup>I.C.R.A.M., Viale N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.

## VARIABILITÀ SPAZIALE DEI POPOLAMENTI EPIFITI DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE

### *SPATIAL VARIABILITY OF POSIDONIA OCEANICA (L.) DELILE EPIPHYTE ASSEMBLAGES*

**Abstract** – *Spatial variability of leaf epiphyte assemblages of the Mediterranean seagrass Posidonia oceanica (L.) Delile was studied at 4 different spatial scales, from meters to 100s of km. Univariate analysis showed a high variability at the smallest scale investigated, while the intermediate scales resulted not significant. Also variability among meadows resulted significant for some organisms.*

**Key-words:** epiphytes, spatial variability, morphological groups, *Posidonia oceanica*, Mediterranean Sea.

**Introduzione** – I popolamenti epifiti delle foglie delle fanerogame marine rivestono un importante ruolo ecologico nelle aree costiere, in quanto contribuiscono alla biodiversità e alla produzione (Klumpp *et al.*, 1992). Sono inoltre considerati buoni bioindicatori di disturbo sia naturale che antropico (Frankovich e Fourqurean, 1997). I popolamenti epifiti sono stati ampiamente studiati (Mazzella *et al.*, 1989; Lavery e Vanderklift, 2002), tuttavia la distribuzione di questi organismi è stata studiata solo in poche specie di fanerogame e sono state considerate solo piccole e medie scale spaziali (Vanderklift e Lavery, 2000). Lo scopo del presente lavoro è di contribuire alla conoscenza della variabilità spaziale dei popolamenti epifiti delle foglie della fanerogama marina mediterranea *Posidonia oceanica* (L.) Delile. A tale scopo, la distribuzione degli epifiti nelle praterie situate lungo le coste dell'Italia meridionale è stata analizzata a 4 differenti scale spaziali, da pochi metri a centinaia di chilometri.

**Materiali e metodi** – Il campionamento comprende un disegno a 4 fattori: tratti di costa di alcune centinaia di km (6 livelli), praterie distanti tra loro alcuni km (3 livelli, gerarchizzato nei tratti di costa), siti distanti tra loro centinaia di metri (2 livelli, gerarchizzati nella prateria), aree distanti tra loro alcuni metri (5 livelli, gerarchizzati nel sito). In ogni area sono stati campionati 5 fasci di *Posidonia oceanica*. Per ogni fascio, è stato valutato il ricoprimento dei gruppi morfologici algali nella parte apicale (10 cm) delle due foglie più esterne; per ogni porzione di foglia, 5 quadrati di 1 cm<sup>2</sup> sino stati osservati ed il ricoprimento di ciascun gruppo è stato stimato contando la presenza in 9 punti per quadrato campionamento ed espressa in percentuale (Piazz *et al.*, 2004). I dati di abbondanza relativi a ciascun gruppo morfologico sono stati analizzati mediante analisi della varianza (ANOVA) a 4 vie utilizzando come fattori random le 4 scale spaziali considerate (Underwood, 1997).

**Risultati** – La struttura del popolamento epifita ha mostrato in tutte le praterie investigate una dominanza delle forme incrostanti, in particolar modo calcaree, mentre le alghe filamentose erano ampiamente distribuite anche se con valori di ricoprimento relativamente bassi. L'analisi della varianza ha mostrato un'alta variabilità spaziale alla scala più piccola esaminata per tutti i gruppi ad eccezione delle specie foliose. In alcuni casi sono risultate significative anche le differenze tra praterie e tra siti. Le differenze tra tratti di costa non sono mai risultate significative. L'analisi delle componenti

di varianza ha mostrato una variabilità tra fasci sempre molto elevata e per i gruppi dominanti (alghe incrostanti calcaree e filamentose) un variabilità alta anche a livello di prateria e di area.

**Conclusioni** – Il presente lavoro, che ha investigato alcune centinaia di km di costa, ha messo in evidenza un'alta variabilità del popolamento epifita delle foglie di *Posidonia oceanica* tra praterie e alle scale spaziali più piccole. Un'alta variabilità a piccola scala dei popolamenti epifiti è stata messa in evidenza sia per *P. oceanica* che per altre fanerogame marine ed è stata attribuita sia a fattori stocastici nel reclutamento delle foglie che hanno un ciclo di rinnovamento stagionale, sia a fattori biotici che abiotici che possono agire localmente all'interno delle praterie (Vanderklift e Lavery, 2000; Piazzi *et al.*, 2004). Una variabilità a larga scala può essere legata a particolari caratteristiche ambientali di alcune praterie e tale aspetto richiede ulteriori approfondimenti. I risultati del presente studio possono rappresentare una base importante nella pianificazione di disegni di campionamento per lo studio e l'utilizzo degli epifiti di *P. oceanica* come bioindicatori: un bassa variabilità alle scale intermedie permette di ottimizzare il campionamento incrementando il numero di repliche alle piccole scale spaziali.

### Bibliografia

- FRANKOVICH T.A., FOURQUREAN J.W. (1997) - Seagrass epiphyte loads along a nutrient availability gradient, Florida Bay, USA. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **159**: 37-50.
- KLUMPP D.W., SALITA-ESPINOSA J.S., FORTES M.D. (1992) - The role of epiphytic periphyton and macroinvertebrate grazers in the trophic flux of a tropical seagrass community. *Aquat. Bot.*, **45**: 327-349.
- LAVERY P.S., VANDERKLIFT M.A. (2002) - A comparison of spatial and temporal patterns in epiphytic macroalgal assemblages of the seagrasses *Amphibolis griffithii* and *Posidonia coriacea*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **236**: 99-112.
- MAZZELLA L., SCIPIONE M.B., BUIA M.C. (1989) - Spatio-temporal distribution of algal and animal communities in a *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadow. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.*, **10**: 107-131.
- PIAZZI L., BALATA D., CINELLI F., BENEDETTI-CECCHI L. (2004) - Patterns of spatial variability in epiphytes of *Posidonia oceanica*. Differences between a disturbed and two references locations. *Aquat. Bot.*, **79**: 345-356.
- UNDERWOOD A.J. (1997) - *Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, Cambridge: 504 pp.
- VANDERKLIFT M.A., LAVERY P.S. (2000) - Patchiness in assemblages of epiphytic macroalgae on *Posidonia coriacea* at a hierarchy of spatial scales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **192**: 127-135.

F. BRAMBILLA, M. ANTONINI, C. ROSSETTI, E. ZAGHETTO, G. TEROVA, M. SAROGLIA

Dipartimento di Biotecnologie e Scienze Molecolari, Università degli Studi dell'Insubria,  
Via H.J. Dunant, 3 – 21100 Varese, Italia.  
fabio.brambilla@uninsubria.it

## BILANCIO DI MASSA DELL'AZOTO AMMONIACALE IN SISTEMI DI LAGUNAGGIO: CASO STUDIO IN UN'AZIENDA ITTICA TOSCANA

### *NITROGEN AMMONIA MASS BALANCE IN LAGOONING SYSTEM: CASE STUDY IN A TUSCANY FISH FARM*

**Abstract** – *A model for evaluation of N-ammonia level in the outflow of lagoon ponds was applied in a coastal fish farm in different seasons. In spite the forecasted N-ammonia value resulted similar to the spring analytical results, the algorithm has been modified to obtain a correspondence with real data for summer season. In conclusion the model approach resulted a reliable forecast tool, that will be further improved by calibration being in progress.*

**Key-words:** *N-Ammonia, mass balance, Lagooning system.*

**Introduzione** - Le principali fonti di azoto ammoniacale negli allevamenti ittici sono rappresentate da escrezioni azotate, mineralizzazione della sostanza organica e rilasci dal sedimento, mentre le principali vie di rimozione includono i processi di nitrificazione ed utilizzo da parte del fitoplancton (Peidrahita, 2003). L'obiettivo di questo studio è rivolto allo sviluppo di un approccio modellistico per la valutazione previsionale dei livelli di azoto ammoniacale in uscita da sistemi di lagunaggio, in differenti condizioni stagionali.

**Materiali e metodi** - Lo studio è stato condotto all'interno di un'azienda ittica inserita nella Riserva Naturale Diaccia-Bottrona, situata a 40 km a Nord di Orbetello. L'azienda produce all'incirca 400 tonnellate di spigola (*D. labrax*) all'anno in acque salmastre. Le acque in uscita dal sistema produttivo sono convogliate al lagunaggio diviso a sua volta in 11 bacini ciascuno con un'estensione media pari a 9000 m<sup>2</sup> e profondità pari a 1.5 m. Per la valutazione del bilancio di massa dell'azoto ammoniacale è stato applicato l'algoritmo di Lefebvre (IFREMER, 2001) nel quale sono considerati i seguenti parametri: flusso idrico, superficie totale, flusso dell'azoto ammoniacale dal sedimento all'acqua e concentrazione nel sistema di lagunaggio, ammonificazione di azoto organico disciolto ed urea, ed infine il "rate" di nitrificazione.

**Risultati** - L'algoritmo in studio è stato applicato a due bacini di lagunaggio (E ed F) in due differenti periodi, primaverile ed estivo, nel 2004. Il valore previsionale originale nel periodo primaverile (0.17 mg/L) è risultato compatibile con i valori mediani riscontrati in uscita dei due bacini terminali in studio (0.25 e 0.13 mg/L rispettivamente), mentre nel periodo estivo i risultati (0.24 mg/L) hanno sottostimato i valori mediani riscontrati a livello di tali bacini (0.85 e 0.68 mg/L rispettivamente). Sono quindi state effettuate prove sperimentali di rilascio di azoto ammoniacale derivante da degradazione algale, scegliendo condizioni compatibili con quelle reali, riscontrando un rilascio compreso in un range di 167.71-198.65 g N-NH<sub>4</sub>/h. Sulla base di tali risultati è stato modificato l'algoritmo con un'equazione di contorno, ottenendo così un nuovo valore previsionale (0.45 mg/L in media) che meglio stima i valori riscontrati realmente nei bacini di lagunaggio (Tab. 1).



Tab. 1 - Risultati dell'applicazione del modello Lefebvre originale e modificato, in relazione ai dati sperimentali riscontrati nel periodo primaverile ed estivo, a livello dei due bacini di lagunaggio studiati (E ed F).

*Analytical and model forecasted data with the original and modify Lefebvre's algorithm, in comparison with sampling period (Spring and Summer) at the end of two final lagoon ponds (E and F).*

N-NH <sub>4</sub> (g/m <sup>3</sup> ) Bacini lagunaggio	Primavera		Estate	
	E	F	E	F
mediana	0.25	0.13	0.85	0.68
percentile 25%	0.21	0.11	0.76	0.58
percentile 75%	0.31	0.17	0.91	0.73
min	0.17	0.06	0.55	0.37
max	0.39	0.43	1.07	0.94
Modello originale	<b>0.17</b>		<b>0.24</b>	
Modello modificato	-		<b>0.45</b>	

**Conclusioni** - In base ai risultati ottenuti la ricerca sta procedendo verso una più approfondita analisi delle varie componenti dell'algoritmo stesso per ottenere una miglior calibrazione dei coefficienti. In conclusione, l'approccio previsionale mediante l'equazione di Lefebvre modificata, si è dimostrato un potente strumento per la gestione dell'acquacoltura costiera in bacini a terra, pur richiedendo opportune calibrazioni sito specifiche.

#### Bibliografia

- LEFEBVRE S., BACHER C., MEURET A., HUSSENOT J. (2001) – Modelling Nitrogen cycling in a mariculture ecosystem as a tool to evaluate its outflow. *Coastal and shelf science*, **52**: 305-325.
- PEIDRAHITA R.H. (2003) – Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*, **266**: 34-44.

G. CARUSO, M.G. DENARO\*, E. DONATO\*, L. GENOVESE

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, IAMC - Consiglio Nazionale delle Ricerche, CNR,  
Spianata S. Raineri, 86 – 98122 Messina, Italia.  
gabriella.caruso@iamc.cnr.it

\*Dip. Fisiologia Generale e Farmacologia, Università di Messina, Contrada Papardo, Messina, Italia.

## ULTERIORE CONTRIBUTO ALLA CARATTERIZZAZIONE DEGLI ENZIMI DIGESTIVI IN *ANGUILLA ANGUILLA* L.

### *FURTHER CONTRIBUTION TO THE STUDY OF DIGESTIVE ENZYMES IN ANGUILLA ANGUILLA* L.

**Abstract** - In order to draw a complete picture of the chronobiology of the digestion in European eel (*Anguilla anguilla*), the patterns of digestive enzymes were investigated. They showed the occurrence of high levels of total proteases, mainly represented by pepsin. Low amounts of amylase and lipase were also measured, suggesting the good efficiency of the degradation of organic molecules in this fish species.

**Key-words:** enzymes, digestion, *Anguilla anguilla*.

**Introduzione** - Un'indagine su esemplari di *Anguilla anguilla*, Teleosteo molto apprezzata dai consumatori, è stata avviata nell'intento di approfondire le conoscenze sulla cronobiologia della digestione di tale specie. Nel corso di una precedente ricerca (Mancuso *et al.*, 2005) era stato infatti evidenziato come i livelli di attività enzimatica si modificano durante il processo digestivo, con un aumento delle attività 4 ore dopo ingestione di cibo. Obiettivo specifico della presente indagine è stato pertanto quello di estendere le osservazioni sulla fisiologia digestiva di esemplari di anguilla ad intervalli di tempo superiori a quelli finora esaminati, in modo da ottenere un quadro più completo del processo digestivo di tale specie, tuttora poco nota a differenza della specie filogeneticamente correlata *Anguilla japonica* (Chiu e Pan, 2002).

**Materiali e metodi** - Gli esemplari di anguilla oggetto di studio (peso medio  $133 \pm 2.3$  g) provenienti da allevamento sono stati stabulati in vasche in PVC (volume 300 l) a flusso continuo ed alimentati "ad libitum" con mangime fresco; a digiuno e ad intervalli di tempo progressivi dall'ingestione di cibo (8 e 24 ore) tre esemplari sono stati sacrificati e lo stomaco e l'intestino (totale 9 campioni) prelevati ed omogeneizzati in tampone Tris-HCl 50 mM pH 7.0. I surnatanti ottenuti dopo centrifugazione a 3000 rpm  $\times$  20 minuti sono stati adoperati come estratti enzimatici. Sono stati determinati i seguenti enzimi: proteasi totali, pepsina, tripsina, chimotripsina, carbossipeptidasi A e B, amilasi e lipasi, secondo quanto descritto da Mancuso *et al.* (2005). Tutti i valori sono stati normalizzati rispetto al contenuto in proteine.

**Risultati** - I valori enzimatici misurati nelle due porzioni, stomaco ed intestino, del tratto digerente degli esemplari di *Anguilla anguilla* esaminati hanno evidenziato per le proteasi totali dello stomaco un andamento decrescente dalla fase di digiuno ( $457597$  U  $\text{mg}^{-1}$  di proteina) al termine dell'esperimento ( $99985$  U  $\text{mg}^{-1}$  di proteina). A digiuno i livelli enzimatici riscontrati nello stomaco sono risultati circa 15 volte maggiori rispetto a quelli determinati nell'intestino. In quest'organo, il contenuto in proteasi totali ha presentato una distribuzione opposta a quella rilevata nello stomaco, raggiungendo 24 ore dopo ingestione un picco pari a circa  $112000$  U  $\text{mg}^{-1}$  di proteina. Un andamento decrescente analogo a quello osservato per le proteasi totali è stato riscontrato per i valori di pepsina, che nello stomaco sono variati da  $163846$  U  $\text{mg}^{-1}$  di proteina dalla fase di digiuno ad un valore oltre 2 volte inferiore ( $76450$  U  $\text{mg}^{-1}$  di

proteina) misurato 24 ore dopo ingestione. I valori di tripsina rilevati nell'intestino sono risultati elevati nella fase di digiuno ( $9225 \text{ U mg}^{-1}$  di proteina), con una sensibile diminuzione (in media 61% inferiore) 8 ore dopo ingestione; l'enzima si è mantenuto su livelli abbastanza costanti ( $5400\text{-}5700 \text{ U mg}^{-1}$  di proteina) anche nella fase digestiva successiva. Confrontabili per ordine di grandezza con quelli della tripsina sono apparsi i valori di chimotripsina determinati a digiuno nell'intestino ( $9984.12 \text{ U mg}^{-1}$  di proteina). Il contenuto in carbossipeptidasi A misurato nella fase di digiuno è risultato predominante nello stomaco ( $11020 \text{ U mg}^{-1}$  di proteina), pari a 3.09 volte quello determinato nell'intestino. I livelli enzimatici rilevati nell'intestino hanno subito nel tempo una lieve diminuzione (pari a 1.27 volte) 8 ore dopo ingestione, per poi raggiungere (24 ore dopo ingestione) valori confrontabili a quelli misurati a digiuno. I valori di carbossipeptidasi B misurati in entrambi gli organi sono risultati leggermente più ridotti rispetto a quelli della carbossipeptidasi A; l'andamento temporale dei livelli enzimatici è apparso analogo a quanto osservato per la carbossipeptidasi A. Un picco pari a 1.47 volte il valore determinato a digiuno è stato rilevato 24 ore dopo ingestione, in sede intestinale, mentre a livello gastrico l'enzima è prevalso a digiuno. Il contenuto in amilasi rilevato a digiuno ha presentato nello stomaco un valore più elevato (4.71 volte) rispetto a quello misurato nell'intestino. In quest'organo l'enzima ha presentato un aumento progressivo, raggiungendo 24 ore dopo ingestione valori ( $1.29 \text{ U ml}^{-1}$ ) superiori di 1.42 volte rispetto al valore misurato a digiuno. Nello stomaco, il contenuto di lipasi ha presentato valori non superiori a  $247 \text{ U ml}^{-1}$ , in confronto ad un massimo di  $1209 \text{ U ml}^{-1}$  rilevato nell'intestino; l'andamento di tale enzima nel tempo ha presentato un picco in entrambi gli organi 8 ore dopo l'ingestione di cibo, in particolare a livello dell'intestino, dove sono stati raggiunti valori 4.88 volte superiori rispetto a quelli misurati nello stomaco.

**Conclusioni** - Il prolungamento dei tempi di osservazione del processo digestivo di *A. anguilla* ha permesso di definirne le caratteristiche salienti. L'aumento dei livelli enzimatici osservato anche fino a 24 ore dopo ingestione è in accordo con quanto finora noto sui lunghi tempi di digestione che caratterizzano anche *A. japonica*, specie filogeneticamente correlata ad *Anguilla anguilla* (Chiu e Pan, 2002). I dati relativi alla distribuzione degli enzimi lungo dell'apparato digerente di *A. anguilla* possono contribuire ad adeguare i protocolli nutrizionali di questa specie alle sue effettive capacità digestive.

#### **Bibliografia**

- CHIU S.T., PAN B.S. (2002) - Digestive protease activities of juvenile and adult eel (*Anguilla japonica*) fed with floating feed. *Aquaculture*, **205**: 141-156.
- MANCUSO M., CARUSO G., DENARO M.G., COSTANZO M.T., MARICCHIOLO G., DE PASQUALE, F. (2005) - Patterni enzimatici del tratto digestivo di *Anguilla anguilla* a digiuno e dopo alimentazione. *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 198-200.

M.T. COSTANZO, F. GAI<sup>1</sup>, G. MARICCHIOLO<sup>2</sup>, G.B. PALMEGIANO<sup>1</sup>,  
V. MICALÈ, L. GENOVESE<sup>2</sup>, P. MICARI, L. SALPIETRO

Dip. di Scienze e Tecnologie Agroforestali e Ambientali, Facoltà di Agraria, Università di Reggio Calabria,  
Piazza S. Francesco di Sales, 4 - 89061 Gallina di Reggio Calabria (RC), Italia.  
mariaped@interfree.it

<sup>1</sup>CNR-ISPRA, sezione di Torino, Italia.

<sup>2</sup>IAMC-CNR, sezione di Messina (ME), Italia.

## PARZIALE SOSTITUZIONE DELLA FARINA DI PESCE CON IL CONCENTRATO PROTEICO DI RISO NELLA DIETA DEL ROVELLO (*PAGELLUS BOGARAVEO*)

### *PARTIAL SUBSTITUTION OF FISH MEAL WITH RICE PROTEIN CONCENTRATE IN THE DIET OF BLACKSPOT SEA BREEM (*PAGELLUS BOGARAVEO*)*

**Abstract** – *The effect of partial substitution of fish meal with a rice protein concentrate (RPC) in the diet of Pagellus bogaraveo (Pisces: Sparidae, Brünnich, 1768) was tested. In particular: growth performances, somatic indexes, chemical composition of the dorsal muscle, the Apparent Digestibility Coefficient and glucose and cholesterol blood levels were investigated.*

**Key-words:** fish meal, Pagellus bogaraveo, diet, rice protein, plant protein.

**Introduzione** – La sostituzione parziale o totale della farina di pesce con altre fonti proteiche vegetali è stata studiata in molti pesci carnivori di allevamento con risultati apprezzabili in termini di *performance* e qualità del prodotto (Fournier *et al.*, 2004). Il concentrato proteico di riso (CPR) è una fonte proteica ad elevato valore nutrizionale isoproteica alla farina di pesce e possiede inoltre gli aminoacidi essenziali per soddisfare le esigenze nutrizionali degli sparidi. L'obiettivo della ricerca è stato di verificare l'efficacia del CPR in parziale sostituzione alla farina di pesce nella dieta del rovello (*Pagellus bogaraveo*) valutando le *performances* di crescita, la composizione muscolo dorsale, i coefficienti di utilizzazione digestiva ed i possibili effetti del livello di inclusione sulla glicemia e colesterolemia plasmatica.

**Materiali e metodi** – La prova di ingrasso è stata condotta per 15 settimane su roveli (P.M.: 75.0±17.5 g) allevati in 12 vasche da 500 L (n=10). I pesci erano alimentati con tre diete sperimentali isoproteiche ed isoenergetiche (PG 47%, EG 22 Mj/kg SS) con livelli crescenti di inclusione di CPR (0, 20%, 35%) in sostituzione di altrettante aliquote di farina di pesce. Ciascuna tesi aveva quattro repliche. Al termine della prova sono stati valutati: indici di *performance* e su 10 pesci per dieta: indici somatici, la composizione chimica del muscolo dorsale (AOAC, 1995) ed i livelli di glucosio e colesterolo plasmatico mediante l'utilizzo di *kit* commerciali. Inoltre sono stati determinati i Coefficienti di Utilizzazione Digestiva mediante l'analisi delle feci usando il metodo indiretto delle Ceneri Acido Insolubili (C.A.I).

**Risultati** – Non sono emerse differenze significative per quanto riguarda l'incremento di peso e gli indici di *performance* tra i roveli alimentati con le differenti diete (Tab. 1). È stato comunque possibile osservare un *trend* negativo all'aumentare del livello di inclusione del CPR nella dieta. Gli indici: epatosomatico, viscerosomatico ed il coefficiente di adiposità non sono apparsi statisticamente differenti tra le tre tesi. La composizione centesimale del muscolo dorsale (SS% 27.8±1.71, PG% 71.2±5.0, EE% 16.9±8.0, EG (Mj/kg SS) 25.8±0.8, Ceneri % 5.96±0.68) riflette lo stesso andamento

negativo delle *performances* sebbene anche in questo caso non siano apparse differenze significative tra le diete. I coefficienti di digeribilità apparente (Tab. 1) non hanno mostrato differenze significative tra le diete per nessuno dei parametri analizzati. Tuttavia, il valore più alto della proteina grezza è stato registrato nel controllo privo di CPR. Tale risultato è in accordo con il coefficiente di utilizzazione proteica (PER) il cui valore più alto appartiene al controllo. La glicemia plasmatica non è risultata differente tra i rovellii alimentati con diete sperimentali ed il controllo; per contro la colesterolemia plasmatica è diminuita significativamente ( $P=0,04$ ) nel CPR 20% e 35% rispetto al controllo.

Tab. 1 - *Performance* produttive, C.U.D., glicemia e colesterolemia plasmatica dei rovellii alimentati con le diete sperimentali.; le lettere minuscole indicano differenze significative ( $P<0,05$ ).

*Growth Performances, A.D.C., glucose and cholesterol blood levels of fish fed with the experimental diets. Low-case letters indicate significant differences ( $P<0,05$ ).*

<i>Performances</i>	<b>CPR0</b>	<b>CPR20%</b>	<b>CPR35%</b>
<b>ΔB (g)</b>	286.8±39.9	245.5±83.36	222.0±34.06
<b>FCR</b>	0.40±0.04	0.35±0.08	0.33±0.05
<b>PER</b>	0.83±0.05	0.74±0.17	0.69±0.11
<b>TGC</b>	0.06±0.01	0.06±0.02	0.05±0.01
<i>C. U.D. %</i>			
Sostanza secca	93.0±0.03	93.7±1.2	92.9±0.1
Proteina grezza	91.2±0.4	89.1±0.2	89.9±0.4
Energia grezza	89.2±0.4	88.4±0.5	89.0±0.3
Glucosio (mg/dl)	101.21±63.96	74.45±31.70	108.75±47.28
Colesterolo (mg/dl)	297.90±139.13a	211.71±71.25b	217.03±74.34b

**Conclusioni** – A differenza di quanto osservato con altri fonti proteiche vegetali *i.e.* il lupino (Glencross *et al.*, 2004), la parziale sostituzione della farina di pesce (36% farina di pesce e 15% di proteina grezza) con il CPR non ha causato significative alterazioni delle *performances* e della composizione chimica del filetto. Inoltre, i coefficienti di utilizzazione digestiva sono simili tra i gruppi sperimentali rispecchiando l'andamento degli altri risultati ottenuti. L'abbassamento del livello di colesterolo plasmatico all'aumentare dell'inclusione del CPR è in accordo con la letteratura di riferimento (Kaushik *et al.*, 2004).

#### **Bibliografia**

- AOAC (1995) - Official Methods of Analysis, 15<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- FOURNIER V., HUELVAN C., DESBRUYERES E. (2004) - Incorporation of a mixture of plant feedstuffs as substitute for fishmeal in diets of juvenile turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, **236**: 451-465.
- GLENCROSS B., EVANS D., HAWKINS W., JONES B. (2004) - Evaluation of dietary inclusion of yellow lupin (*Lupinus luteus*) kernel meal on the growth, feed utilization and tissue histology of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, **235**: 411-422.
- KAUSHIK S.J., COVES D., DUTTO G., BLANC D. (2004) – Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, **230**: 391-404.

F. DE PASQUALE, G. MARICCHIOLO, M.T. COSTANZO, A. BONANNO, F. GAI

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, I.A.M.C., Consiglio Nazionale delle Ricerche,  
Spianata S. Raineri, 86 – 98122 Messina, Italia.  
giulia.maricchiolo@iamc.cnr.it

## IL CONCENTRATO PROTEICO DI RISO COME INGREDIENTE NELLA DIETA DI *PAGELLUS BOGARAVEO*: RISPOSTA DEGLI ENZIMI DIGESTIVI IN RELAZIONE A DOSE E TAGLIA CORPOREA

### *RICE PROTEIN CONCENTRATE AS DIETARY COMPONENT OF PAGELLUS BOGARAVEO: EFFECT ON DIGESTIVE ENZYMES IN RELATION TO DOSE AND FISH SIZE*

**Abstract** - The effects induced on the digestive enzymes by the inclusion in the diet of rice protein concentrate (RPC) in replacement of fish meal were investigated in *Pagellus bogaraveo* (Pisces: Sparidae) specimens of two different (small and large) sizes. Total proteases, trypsin and chymotrypsin levels increased in all the fish, regardless of their size, while lipase activity was reduced.

**Key-words:** diet, enzymes, *Pagellus bogaraveo*.

**Introduzione** - L'utilizzo di nuove fonti proteiche di origine vegetale, quali il concentrato proteico di riso (CPR), in sostituzione della farina di pesce come ingrediente della dieta di specie ittiche carnivore di interesse commerciale, costituisce una problematica emergente in acquacoltura (Gasco *et al.*, 2005). In una precedente indagine (Caruso *et al.*, 2006) è stato evidenziato come la somministrazione di tale ingrediente come componente della dieta del rovello (*Pagellus bogaraveo*) comporti un incremento significativo delle proteasi digestive. Come ulteriore contributo scientifico, uno studio più completo è stato condotto su esemplari di rovello appartenenti a due differenti taglie, al fine di valutare gli effetti indotti sulla distribuzione del corredo enzimatico digestivo complessivo e la loro eventuale relazione con la taglia dei pesci.

**Materiali e metodi** - Esemplari di *Pagellus bogaraveo* del peso medio di  $96.10 \pm 13.6$  g provenienti da cattura, acclimatati in vasche in PVC ( $1.5 \text{ m}^3$ ) presso l'impianto sperimentale di acquacoltura dell'Istituto IAMC, sono stati alimentati con diete a contenuto crescente di CPR (dieta B e C, contenenti rispettivamente 20 e 35% di CPR) per confronto con un lotto controllo alimentato con una dieta priva di tale ingrediente (dieta A). Per ciascuna dieta sono state allestite due repliche, ognuna composta da 10 individui. Lo stesso disegno sperimentale è stato applicato su esemplari del peso medio di  $53.91 \pm 10.9$  g. Su campioni di stomaco, ciechi ed intestino, prelevati a digiuno da 3 pesci, sono stati analizzati: proteasi totali, pepsina, tripsina, chimotripsina, carbossipeptidasi A e B, amilasi, lipasi (Caruso *et al.*, in stampa).

**Risultati** - Il CPR ha comportato un aumento significativo ( $P < 0.01$ ) delle proteasi totali nei pesci di piccola taglia, alle due dosi (ciechi,  $t = 152.7, 41.02$ ; intestino,  $t = 82.49, 30.25$ ,  $P < 0.01$ , diete B e C, rispettivamente) ed in quelli di taglia maggiore, alla dose elevata (dieta C  $t = 9.00, 13.43$ ,  $P < 0.01$ , ciechi ed intestino, rispettivamente). Il contenuto di pepsina è risultato in genere maggiore nei pesci di taglia elevata, aumentando significativamente ( $t = 5.398$ ,  $P < 0.01$ ) per effetto della dieta C. Anche i livelli di tripsina sono generalmente aumentati con l'aumento della taglia. L'enzima ha mostrato un andamento crescente con l'aumento della dose di CPR, significativo nei ciechi dei pesci di piccola taglia (dieta C,  $t = 23.89$ ,  $P < 0.01$ ). Il contenuto in chimotripsina ha presentato una diminuzione non significativa con l'aumento della taglia corporea. Nei

pesci di piccola taglia, è stato registrato un aumento di questo enzima, significativo nei pesci alimentati con la dieta B ( $t=12.73$ ,  $9.89$ ,  $P<0.01$  nei ciechi e nell'intestino, rispettivamente), e, in misura inferiore con la dieta C. Nei pesci di taglia maggiore, l'effetto stimolante della dieta B è risultato inferiore ed ha interessato i ciechi ( $t=8.88$ ,  $P<0.01$ ); la dieta C ha prodotto un aumento non significativo di chimotripsina nell'intestino. La carbossipeptidasi A misurata nei pesci di taglia maggiore è risultata in genere inferiore rispetto ai pesci di piccola taglia. In questi ultimi, la dieta B ha indotto un aumento significativo dei livelli enzimatici nei ciechi ( $t=73.18$ ,  $P<0.01$ ) e nell'intestino ( $t=637.4$ ,  $P<0.01$ ); la dieta C ha causato nei ciechi un effetto stimolante nei pesci di taglia maggiore ( $t=5.78$ ,  $P<0.01$ ) e depressivo ( $t=7.94$ ,  $P<0.01$ ) in quelli di taglia minore, mentre nell'intestino non sono state osservate variazioni significative. I valori di carbossipeptidasi B sono aumentati significativamente per effetto della dieta C nei pesci di piccola taglia ( $t=61.24$ ,  $45.86$ ,  $P<0.01$ , ciechi ed intestino, rispettivamente) e di taglia maggiore ( $t=5.96$ ,  $50.06$ ,  $P<0.01$ , ciechi ed intestino, rispettivamente). Anche con la dieta B è stato osservato un aumento di carbossipeptidasi B, significativo solo nei ciechi dei pesci di piccola taglia ( $t=74.74$ ,  $P<0.01$ ). I valori di amilasi sono diminuiti significativamente ( $P<0.01$ ) con l'aumento della taglia, sia nei ciechi ( $t=9.05$ ) che nell'intestino ( $t=9.56$ ). La dieta C ha indotto un aumento significativo di amilasi nell'intestino ( $t=94.83$ ,  $194.4$ ,  $P<0.01$ , taglia piccola e grande, rispettivamente), mentre la dieta B ha comportato una diminuzione dell'enzima nei ciechi ( $t=1015.78$ ,  $30.24$ ,  $P<0.01$ , taglia piccola e grande, rispettivamente). Il contenuto in lipasi non ha presentato variazioni significative con la taglia; per effetto della dieta C, esso è aumentato significativamente nei ciechi ( $t=247.17$ ,  $756.58$ ,  $P<0.01$ , taglia piccola e grande, rispettivamente), e diminuito nell'intestino ( $t=675.64$ ,  $475.28$ ,  $P<0.01$ , taglia piccola e grande, rispettivamente). Alla dose bassa, il CPR ha prodotto una diminuzione significativa ( $P<0.01$ ) della lipasi nei ciechi ( $t=191.92$ ,  $166.6$ , taglia piccola e grande, rispettivamente) e nell'intestino ( $t=1105.47$ ,  $897.05$ , taglia piccola e grande, rispettivamente).

**Conclusioni** - La risposta degli enzimi digestivi all'inclusione di CPR nella dieta presenta variazioni significative in base alla dose di tale ingrediente, risultando particolarmente significativa alla dose più elevata, come riportato da Caruso *et al.* (2006). La taglia corporea non è apparsa invece influenzare sensibilmente gli andamenti enzimatici, fatta eccezione per il contenuto in amilasi. Tuttavia, gli individui di taglia più piccola hanno manifestato una reattività ad entrambe le dosi di CPR, mentre in quelli di taglia maggiore sono state osservate variazioni più significative in risposta alla dose più elevata di CPR.

#### Bibliografia

- CARUSO G., GAI F., PALMEGIANO G.B., DE PASQUALE F., COSTANZO M.T., GENOVESE L. (2006) - Effetto dell'inclusione di concentrato proteico di riso nella dieta sull'attività proteasica digestiva di *Pagellus bogaraveo* ed *Onchorhynchus mykiss*. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- GASCO L., PALMEGIANO G.B., GAI F., DAPRÀ F., SICURO B., GUO K., ZOCCARATO I. (2005) - Use of rice protein concentrate in rainbow trout feeding: preliminary results. *Ital. J. Anim. Sci.*, **4**: 591-593.

I. GUARNIERO, A. BONALDO\*, P.P. GATTA\*, L. PARMA\*, F. RONGAI, M. TRENTINI

CdL Acquacoltura ed Ittiopatologia, Univ. di Bologna, Viale Vespucci, 2 - 47042 Cesenatico (FC), Italia.  
ilaria.guarniero@acquacoltura.unibo.it

\*Dip. di Morfofisiol. Vet. e Produzioni Animali,  
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emilia (BO), Italia.

## GENOTIPIZZAZIONE DI UN POOL DI SOGLIOLA COMUNE COME POSSIBILE CANDIDATA PER IL RIPOPOLAMENTO ITTICO DEL NORD ADRIATICO

### GENOTYPING OF A COMMON SOLE POOL AS POSSIBLE CANDIDATE FOR FISH RESTOCKING OF NORTHERN ADRIATIC SEA

**Abstract** - 50 F1 juveniles provided by an Hollander farming were genetically analysed in order to begin a farm for restocking purposes. The aim was to correctly identify the belonging species and to define levels of genetic variability and differentiation. The analysis was conducted on the basis of two mtDNA fragments (CYTB and 16S rDNA) and a set of five species-specific microsatellite loci. In a conservative point of view, on the basis of results obtained we do not encourage the translocation of this sample in North Adriatic Sea.

**Key-words:** Solea vulgaris, fish farm, restocking, genetic analyses, North Adriatic.

**Introduzione** - La specie *Solea vulgaris* rappresenta una risorsa molto richiesta sul mercato italiano e in particolar modo nel versante adriatico, i cui fondali sabbiosi costituiscono un habitat ideale per questo pleuronettiforme e per la pesca a strascico. La forte domanda associata a questa risorsa e le peculiari caratteristiche bio-ecologiche, rendono tale specie particolarmente vulnerabile alla cattura. Il ripopolamento ittico potrebbe rappresentare un aiuto nella gestione del problema del depauperamento degli stock destinati al consumo alimentare. Tale attività deve necessariamente inserirsi in programmi conservativi di tutela della biodiversità autoctona (Doupè e Lymbery, 2000). Scopo di questo lavoro è l'analisi genetica di un pool di sogliole comuni quali potenziali candidate per il ripopolamento ittico del Nord Adriatico.

**Materiali e metodi** - 50 giovanili F1 provenienti da un allevamento olandese sono stati campionati casualmente. L'effettiva specie di appartenenza è stata verificata in un sottocampione di 30 individui tramite sequenziamento dei frammenti CYTB e 16S rDNA e successivo allineamento in banca dati. I 50 individui (denominati C50) sono stati sottoposti ad amplificazione genica di cinque loci microsatelliti specie-specifici (Iyengar, 2000) e successivo sizing allelico su ABI310 con GenScan Software 2.0 (Applied Biosystems). Dai dati ottenuti sono stati ricavati i principali parametri di variabilità e differenziamento genetico. La significatività dei dati è stata verificata tramite tecniche di ricampionamento (bootstrapping, Markov Chain Method) seguite da correzione sequenziale di Bonferroni (Rice, 1989).

**Risultati** - i marcatori mitocondriali utilizzati hanno generato sequenze il cui allineamento in banca dati genetica ha mostrato completa omologia con la specie *Solea vulgaris* in tutti e 30 gli individui appartenenti al sottocampione analizzato. L'analisi della variabilità genetica ai cinque loci microsatelliti ha mostrato un livello di polimorfismo piuttosto basso. Ad eccezione del locus F8-IGAA7, l'eterozigosità osservata è risultata essere maggiore rispetto quell'attesa con diversi livelli di significatività (Tab. 1). I valori medi dei principali indici di polimorfismo sono: numero medio di alleli/locus  $N_a_{mean} = 5,8$ , eterozigosità media attesa  $H_e_{mean} = 0,699$  ed eterozigosità media osservata  $H_o_{mean} = 0,755$ . Il test per le deviazioni dall'equilibrio di HW implementato in GENPOP ON THE WEB ha inoltre mostrato la presenza eccesso di genotipi eterozigoti altamente significativo per il locus F13-II8/4/7.



Tab. 1 - Principali indici di polimorfismo del campione C50 analizzato sulla base dei cinque loci microsatelliti (Iyengar *et al.*, 2000). *Na*=numero di alleli per locus, *Ra*=range allelico, *He-Ho*=eterozigosità attesa/osservata. \*\*( $P=0,99$ ); \*( $P=0,95$ ).

*Principal polymorphism indices founded in the C50 sample analysed on the basis of the five microsatellite loci (Iyengar et al., 2000). Na=number of alleles per locus, Ra=allelic range, He-Ho=expected/observed heterozygosity. \*\*( $P=0,99$ ); \*( $P=0,95$ ).*

	F8-ICA9	F8-IGAA7	F8-ITG11	F8-IIGT15	F13-II8/4/7
<i>Na</i>	4	4	8	5	8
<i>Ra</i>	093-101	133-142	103-123	153-143	165-189
<i>He</i>	0,644	0,578	0,761	0,674	0,838
<i>Ho</i>	0,720	0,420**	0,880**	0,760*	1,000**

Il differenziamento genetico del campione analizzato è stato valutato per confronto con cinque campioni di sogliola comune catturati lungo le coste italiane (A1, A2, A4), croate (A3) e albanesi (A5; Guarniero, 2004). I valori degli indici  $F_{ST}$  si sono mostrati sempre alti ed altamente significativi (Tab. 2).

Tab. 2 - Valori dei confronti a coppie degli indici  $F_{ST}$  calcolati fra il campione C50 e cinque campioni di riferimento collezionati nel mare Adriatico (A1-A5). \*\*( $P=0,99$ ); \*( $P=0,95$ ).

*Pairwise  $F_{ST}$  values calculated between C50 sample and five samples of reference for the Adriatic Sea (A1-A5). \*\*( $P=0,99$ ); \*( $P=0,95$ ).*

	A1	A2	A3	A4	A5
<b>C50</b>	0,098**	0,118**	0,140**	0,111**	0,158**

**Conclusioni** - I bassi livelli di polimorfismo individuati sono in accordo con i valori descritti da Iyengar *et al.* (2000) e possono essere ascritti ad una caratteristica molecolare intrinseca di questo set di loci. Gli alti valori di *Ho* osservati in quattro loci su cinque e l'eccesso di eterozigoti a carico del locus F13-II8/4/7, fanno supporre che il campione C50 si trovi in presenza di Effetto Wahlund che si manifesta quando una *F1* è generata a partire da individui appartenenti a sottopopolazioni geneticamente diverse. Per quanto riguarda il locus F8-IGAA7 (unico locus in cui  $He > Ho$ ), il disequilibrio osservato potrebbe essere imputabile a cause di natura molecolare come la presenza di alleli nulli. Se da un lato dunque il campione C50 non mostra segni di sofferenza da inincrocio che lo avrebbero reso inadatto al rilascio in natura, dall'altro i valori degli indici di fissazione  $F_{ST}$  mostrano un profondo differenziamento genetico fra il campione stesso e i cinque campioni di riferimento per il mare Adriatico, in altre parole, le differenze genetiche presentate dagli stock donatore potenziale (C50) e ricevente (A1-A5), rendono, in un'ottica puramente conservativa, il donatore stesso inadatto al rilascio in natura nell'area prescelta (Doupè e Lymbery, 2000).

## Bibliografia

- DOUPÈ R.G., LYMBERY A.J. (2000) - Managing translocation of aquatic species. *Aquac. Res.*, **31**: 151-156.
- GUARNIERO I. (2004) - Identificazione di unità di popolazione mediante analisi della struttura genetica in risorse alieutiche demersali del Mediterraneo. Tesi di dottorato in Tutela e Gestione delle Risorse Naturali, Scienze Ambientali: 137-165.
- IYENGAR A. (2000) - Identification of microsatellite repeats in Turbot (*Scophthalmus maximus*) and Dover Sole (*Solea solea*) using a RAPD-based technique: characterization of microsatellite marker in Dover Sole. *Mar. Biotech.*, **2**: 49-56.
- RICE W.R. (1989) - Analysing tables of statistical tests. *Evolution*, **43**: 223-225.

A. MASTINO, S. MERELLO, G. RELINI

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (Dip.Te.Ris.) Università di Genova,  
Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.  
biolmar@unige.it

## INSEDIAMENTO E ACCRESCIMENTO DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* IN UN IMPIANTO DI MARICOLTURA

### *SETTLEMENT AND GROWTH OF MYTILUS GALLOPROVINCIALIS IN A MARICULTURE PLANT*

**Abstract** - *Settlement and growth rate of mussel Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819 in the mariculture plant offshore Lavagna (Ligurian Sea) are described. During one year (May 2004-May 2005) mussels immersed at two different depths showed a growth rate of 2.28 and 2.36 mm/month. Spring was the season of highest settlement.*

**Key-words:** *Mytilus galloprovincialis, growth, settlement, fouling, Ligurian Sea.*

**Introduzione** – Il fouling costituisce uno dei principali problemi per l'attività di maricoltura, determinando l'occlusione delle maglie delle reti delle gabbie, oltre che l'appesantimento della struttura degli impianti. I molluschi bivalvi, ed in particolare *M. galloprovincialis* Lamarck, 1819, sono responsabili di maggiori danni (Relini *et al.*, 2004) a causa delle dimensioni e dei pesi raggiunti in tempi relativamente brevi. Allo stesso tempo i mitili costituiscono un'importante risorsa alimentare, intensamente utilizzata lungo le coste del Mediterraneo. Lo scopo dello studio era quello di sapere se i ritmi di accrescimento dei mitili nell'impianto di Lavagna potevano giustificare una mitilicoltura quale attività complementare all'allevamento ittico.

**Materiali e metodi** – Per valutare l'accrescimento di *M. galloprovincialis* sono state utilizzate 6 reste (lunghe circa 2 metri), costituite da 2 reti tubulari in nylon immerse a due profondità (1 ed 8 metri). Al loro interno sono stati inseriti mitili di 2 cm circa, raccolti sulle strutture dell'impianto di maricoltura di Lavagna situato ad 1 km dalla costa in corrispondenza di un fondale di 40 m di profondità. L'accrescimento è stato seguito per un anno attraverso prelievi trimestrali in tre repliche. Tutti gli esemplari sono stati misurati (lunghezza, larghezza ed altezza) e riuniti in classi di lunghezza. Di ogni classe è stata fatta la misura ponderale (peso umido, peso secco e peso ceneri e % organica) ed è stato calcolato l'indice di condizione (IC=peso secco carni/peso guscio). Per individuare i periodi di insediamento sono stati usati pannelli, costruiti con la stessa rete delle gabbie di allevamento, che sono stati immersi alla profondità di 10 metri e prelevati stagionalmente.

**Risultati** – Dai dati ottenuti risulta che il periodo di maggior insediamento di *M. galloprovincialis* è quello primaverile, come già noto per il Mar Ligure (Relini e Ravano, 1971). A partire da mitili di lunghezza media 26 mm, quelli cresciuti alla profondità di 8 metri hanno avuto un incremento medio di 2,36 mm/mese, mentre quelli nelle reste superficiali (1 m di profondità) hanno avuto un accrescimento medio di 2,28 mm/mese, raggiungendo rispettivamente 54,33 e 53,35 mm dopo 12 mesi di immersione (Fig. 1). Gli individui che hanno inizialmente un peso medio di 1,8 g (peso umido con valve aperte) raggiungono, dopo 12 mesi di immersione, 12 g nelle reste superficiali e 10,8 g nelle reste immerse a 8 m di profondità (Fig. 1).

La percentuale di materia organica delle carni, varia nell'arco dell'anno di studio e presenta valori massimi tra febbraio e maggio, in corrispondenza del massimo periodo

di accrescimento. In particolare la sostanza organica aumenta da un valore iniziale medio tra tutti gli individui di 0,09 g, a 0,6 g negli individui in superficie, e a 0,56 g negli individui immersi a 8 m.

L'indice di condizione per i campioni esaminati mostra valori massimi in maggio (IC=0,12) e minimi in novembre (IC=0,06) in ambedue le profondità.

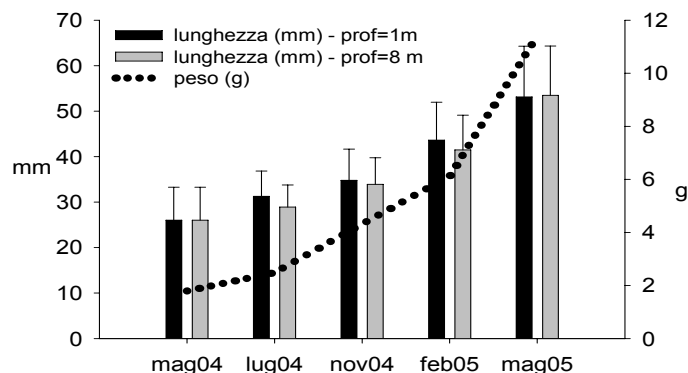


Fig. 1 - Lunghezze ( $\pm$ dev. st.) dei mitili alle due profondità e pesi medi nell'anno di studio.

*Lengths ( $\pm$ dev. st.) of mussels at two depths and mean weights during the study period.*

**Conclusioni** – I risultati ottenuti forniscono utili indicazioni sulla possibilità di sfruttare un impianto ittico, dove si allevano orate e branzini, come quello di Lavagna, per una attività complementare di molluschicoltura, anche se i ritmi di accrescimento sono risultati leggermente inferiori a quelli di alcune altre località italiane (Ceccherelli e Rossi, 1984; Fabi *et al.*, 1985). Queste sono caratterizzate da differenti condizioni di trofia e salinità, maggiormente favorevoli per una crescita ottimale di questi bivalvi. I valori trovati a Lavagna sono simili a quelli rilevati nella barriera artificiale di Loano alcuni anni fa (Guidetti e Relini, 1995).

#### Bibliografia

- CECCHERELLI V.U., ROSSI R. (1984) – Settlement, growth and production of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Ecology Progress Series*, **16**: 173-184.
- FABI G., FIORENTINI L., GIANNINI S. (1985) – Osservazioni sull'insediamento di *Mytilus galloprovincialis* Lamk. su un modulo sperimentale per mitilicoltura immerso nella Baia di Portonovo (Promontorio del Conero, Medio Adriatico). *Oebalia*, **11** (2): 681-692.
- GUIDETTI P., RELINI G. (1995) – Accrescimento di *Mytilus galloprovincialis* Lamk. Nella barriera artificiale di Loano (Savona, Mar Ligure). *Biol. Mar. Medit.*, **2** (1): 187-202.
- RELINI G., RAVANO D. (1971) – Alcuni aspetti dell'ecologia dei Molluschi presenti nel fouling ligure. *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, **112** (3): 301-315.
- RELINI G., LAVAGNA S., MERELLO S. (2004) - Risultati preliminari sul fouling delle reti di un impianto di maricoltura. *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 521-525.

A. PAIS, L.A. CHESSA, S. SERRA, A. RUIU

Sez. di Acquacoltura ed Ecologia Marina, Dip. di Scienze Zootecniche, Università di Sassari,  
Via E. De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.  
pais@uniss.it

AN ALTERNATIVE SUSPENDED CULTURE METHOD  
FOR THE MEDITERRANEAN CARPET CLAM,  
*TAPES DECUSSATUS* (L.),  
IN THE CALICH LAGOON (NORTH WESTERN SARDINIA)

UN METODO ALTERNATIVO DI ALLEVAMENTO IN SOSPENSIONE  
DELLA VONGOLA VERACE MEDITERRANEA,  
*TAPES DECUSSATUS* (L.),  
NELLO STAGNO DI CALICH (SARDEGNA NORD OCCIDENTALE)

**Abstract** - *Tapes decussatus* seed was grown in two distinct groups of six suspended modules each placed at two different sites of the Calich lagoon from January to July 2004. Each module was composed of three stacked plastic baskets filled with coarse sand to prevent shell deformities. Statistical analyses showed significant differences in carpet clam survival at the two sites, while no differences in growth were detected.

**Key-words:** mollusc culture, *Tapes decussatus*, coastal lagoons, Mediterranean Sea, Sardinia.

**Introduction** - Clam aquaculture has developed conspicuously in Italy during last decades. In particular, following its introduction into northern Adriatic lagoons, the Pacific carpet clam *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) has been intensively exploited due to its rapid growth and propagation (Paesanti & Pellizzato, 2000). In Sardinia the semi-extensive culture of this species has been banned by the Regional Government in order to protect the native Mediterranean carpet clam *T. decussatus* (Linné, 1758). Since previous trials carried out in the Calich lagoon (Alghero, NW Sardinia) showed excellent results by culturing this latter species using traditional farming methods (Chessa *et al.*, 1998, 2005), the aim of this study was to evaluate its growth using an alternative suspended culture technique.

**Materials and methods** - Commercial seed of *Tapes decussatus* (mean total length=20±1.7 mm) was grown in suspended modules in the Calich lagoon from January to July 2004. Each module was composed of 3 small stacked plastic baskets and 2 distinct groups of 6 modules each were positioned at 2 different sites: near the mouth (hereafter station 1) and in the internal portion of the lagoon (hereafter station 2), respectively. All the baskets (diameter=41.5 cm; height=8 cm) were filled with coarse sand to prevent shell deformities, and 60 *T. decussatus* specimens were placed in each of them. In order to ensure good water circulation inside the baskets, fouling organisms were removed from them every month. Overall mortality and total length of a 180 specimen carpet clam sample was recorded monthly at each site. An equal mollusc sample were assessed bimonthly for shell height and width. All morphometric measurements were always recorded by the same experimenter to improve accuracy. Furthermore, water temperature, salinity, dissolved oxygen, and pH values were monitored monthly by means of a multi-parametric probe at both sites. One-way ANOVA was used to test for differences in both carpet clam mean survival and final shell length at the 2 growing stations. Data were tested for homoscedasticity using Cochran's C test prior to analysis (Underwood, 1997).

**Results** - *Tapes decussatus* growth rate showed a similar trend at both the stations and no significant differences between them were detected. Indeed, final mean length values of the molluscs were almost identical ( $33.2 \pm 2.1$  mm at station 1 vs.  $32.8 \pm 2.2$  mm at station 2). Moreover, due to the presence of coarse sand in the baskets, all the surviving specimens showed a harmonic growth (i.e. without deformities of the shell) at both the stations, as shown by their final mean shell height ( $23.6 \pm 1.5$  mm at station 1 vs.  $23.5 \pm 1.4$  mm at station 2) and width ( $16.2 \pm 1.1$  mm at station 1 vs.  $16.5 \pm 1.2$  mm at station 1) values. On the other hand, ANOVA detected significant differences ( $F=6.01$ ;  $p<0.02$ ) in mean *T. decussatus* survival values recorded at the 2 growing stations. In fact, a Student-Newman-Keuls post-hoc comparison test revealed a higher mean survival rate in the external station (68.3%) than in the internal one (53.3%). Water temperature, salinity, dissolved oxygen, and pH monthly values recorded were almost identical at both the stations. Consequently, the dissimilarity observed in carpet clam survival seemed not to be attributable to differences in the hydrological parameters monitored at the 2 growing sites.

**Conclusions** - Suspended culture is a widespread farming method used for many bivalve species such as mussels, oysters and scallops. Conversely, it is quite unusual for clams belonging to the genus *Tapes*. In Italy, this technique was successfully tested for both *T. philippinarum* and *T. decussatus* by Boscolo *et al.* (2003) and by Pastore *et al.* (1996) and, limited to the pre-growing phase, by Orel *et al.* (1997) and Chessa *et al.* (2005). Since intense harvesting of bivalves cultured by traditional methods can have a serious effect on the environment (Sorokin *et al.*, 1999), our results emphasized the effectiveness of suspended culture for the Mediterranean carpet clam in the Calich lagoon. Furthermore, the alternative technique we used (i.e. coarse sand in baskets) produced good results in terms of mollusc survival, size increases and shell shape.

## References

- BOSCOLO R., CORNELLO M., GIOVANARDI O. (2003) - Condition index and air survival time to compare three kinds of Manila clam *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve) farming systems. *Aquacult. Int.*, **11** (3): 243-254.
- CHESSA L.A., PAESANTI F., PAIS A., SCARDI M., SERRA S., VITALE L. (2005) - Perspectives for the development of low impact aquaculture in a Western Mediterranean lagoon: the case of the carpet clam *Tapes decussatus*. *Aquacult. Int.*, **13** (1-2): 147-155.
- CHESSA, L.A., SCARDI, M., PAIS, A., SERRA, S., VITALE, L., MURA, F. (1998) - Prove di coltivazione di *Tapes decussatus* (L.) nello stagno di Calich (Sardegna Nord Occidentale). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 1964-1972.
- OREL G., PESSA G., PAVAN B., ZAMBONI R., CESCHIA G., GIORGETTI G., ZENTILIN A. (1998) - Prove di allevamento di *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve, 1850) in una valle da pesca della laguna di Grado (Nord Adriatico). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (3): 1937-1946.
- PAESANTI F., PELLIZZATO M. (2000) - *Tapes philippinarum*. *Manuale sulla vongola verace d'allevamento*. Veneto Agricoltura, Legnaro (PD): 73 pp.
- PASTORE M., PRATO E., PALAGIANO B. (1996) - Allevamento in sospensione di *Tapes decussatus* (L.) (Mollusca, Veneridae) nel Mar Piccolo di Taranto. *Quad. Ist. Idrobiol. Acquacolt. Brunelli*, **15**: 19-40.
- SOROKIN I.I., GIOVANARDI O., PRANOVI F., SOROKIN P.I. (1999) - Need for restricting bivalve culture in the southern basin of the Lagoon of Venice. *Hydrobiologia*, **400**: 141-148.
- UNDERWOOD A.J. (1997) - *Experiments in Ecology. Their logic design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, Cambridge: 504 pp.

L. PANE, C. BARISONE, M. FELETTI\*, G.L. MARIOTTINI

Dipartimento di Biologia, Università di Genova, Viale Benedetto XV, 5 – 16132 Genova, Italia.  
pane@unige.it

\*Regione Liguria, Dipartimento Agricoltura-Protezione Civile, Produzioni Agroalimentari, Genova, Italia.

## ALGHE FITOPLANCTONICHE IMMOBILIZZATE NELL'ALIMENTAZIONE DI LARVE DI *SPARUS AURATA*

### *IMMOBILIZED PHYTOPLANKTON IN LARVAL FEEDING OF SPARUS AURATA*

**Abstract** - Feeding systems able to provide balanced nourishment are important in aquaculture practices. In this study, free or immobilized in sodium alginate microparticles *Tetraselmis suecica* (Chlorophyta) and *Chlorella minutissima* (Chlorophyta) were used to feed fish larvae. The diet with immobilized algae showed good results in larvae of bigger size, which showed the best growth and reduction of gill cover malformity.

**Key-words:** phytoplankton, aquaculture, nutrition, alginates.

**Introduzione** - Le diete artificiali microincapsulate a composizione nutrizionale controllata stanno suscitando un crescente interesse nell'allevamento di specie ittiche (Jones *et al.*, 1974; Yúfera *et al.*, 1996). Tuttavia, sebbene esse si siano rivelate appetibili e digeribili (Jones *et al.*, 1974; Önal e Langdon, 2000) l'utilizzo di cibo vivo è ancora essenziale per la sopravvivenza e lo sviluppo delle larve di pesci. Nell'alimentazione delle larve di *Sparus aurata*, le sperimentazioni hanno fornito risultati incoraggianti soprattutto utilizzando diete microincapsulate costituite da miscele di cibo vivo ed artificiale (Yúfera *et al.*, 1996). In questo studio è stata valutata l'efficacia dell'utilizzo delle alghe fitoplanctoniche *Tetraselmis suecica* e *Chlorella minutissima*, libere ed immobilizzate in alginato, nell'alimentazione di larve di *Sparus aurata*.

**Materiali e metodi** - Colture di *Tetraselmis suecica* (Kylin) Butcher e di *Chlorella minutissima* (Fott e Nováková) sono state mantenute in soluzione di Walne+vitamina B1 e B12, a 18±0,5 °C con fotoperiodo luce-buio 12-12 ore. La densità cellulare è stata valutata tramite conteggio (emocitometro Thoma). Cellule in stadio esponenziale di crescita sono state immobilizzate in gel di alginato (Pane *et al.*, 1998) e mantenute come sopra riportato. Le larve di *Sparus aurata* sono state acquisite (avannotteria Valle Figheri, VE) in due lotti di diversa età (LP: 50 giorni; LG: 75 giorni) e mantenute in acquario per 26 giorni con alimentazione a base di dieta commerciale (C) (Salt Creek Feeds for Aquaculture, Salt Lake City, USA) e diete sperimentali: S1 (miscela di dieta commerciale 80%+ alghe immobilizzate in alginato di sodio), S2 (nauplii I-II di *Artemia salina*), S3 (miscela di dieta commerciale 80%+mistura di: gel di alginato, dieta commerciale, acido l-ascorbico ed alghe fitoplanctoniche essiccate 20%). Le diete C, S1 e S2 sono state utilizzate per nutrire tre gruppi di LP di 18 larve ciascuno; sono stati forniti 0,25 g/ind./die delle diete C ed S1 e nauplii di *Artemia salina ad libitum* (S2). Due gruppi di larve LG di 100 individui ciascuno sono state nutrite per 74 giorni con C e S3; la quantità di alimento somministrata è variata con l'accrescimento. Su alcuni esemplari sono stati valutati alcuni parametri biometrici e ponderali.

**Risultati** - I risultati migliori sull'accrescimento di LP di *S.aurata* sono stati ottenuti con S2, che sono paragonabili a quelli di C, mentre S1 ha fornito risultati più scarsi. Le LP hanno mostrato un incremento medio di 3,3, 0,2 e 5,1 mm in lunghezza con nutrizione a base di C, S1 e S2 rispettivamente, con un corrispondente incremento in peso secco di 5,0, 0,2 e 9,8 mg e in sostanza organica di 7,0, 5,8 e 8,5%. Le LG

hanno mostrato un buon incremento dimensionale e ponderale. I valori riscontrati sono stati pressoché equivalenti nei due gruppi; tuttavia, ad eccezione del peso secco, le larve nutrite con S3 hanno mostrato un incremento più sensibile di tutti i parametri considerati. Nelle larve nutrite con S3 si è notata una minore incidenza di malformazioni distali dell'opercolo.

**Conclusioni** - L'immobilizzazione in alginato di sodio ha permesso una buona crescita delle alghe in coltura. Con questa tecnica, già applicata in precedenti ricerche (Pane *et al.*, 1998; Pane *et al.*, 2005; Teshima *et al.*, 2000), le alghe hanno mostrato una più alta resa di crescita, un valore energetico più consistente ed una maggiore produzione di metaboliti (dati non riportati) rispetto alle alghe coltivate in fase libera. Le larve di orata hanno mostrato una sopravvivenza superiore al 95% ed un'attiva ricerca del cibo in tutte le condizioni sperimentali. Tra i risultati si segnala la minore presenza di malformazioni dell'opercolo nelle LG alimentate con dieta sperimentale. Questo dato, che necessita tuttavia di ulteriori conferme, è in linea con quanto riportato in letteratura in relazione all'aggiunta di alginato alle diete per gli stadi giovanili di pesci e di crostacei marini; questa sostanza, unitamente alla vitamina C, sarebbe in grado di potenziare le difese immunitarie degli organismi in allevamento e di favorirne, pertanto, una migliore e sana crescita (Miles *et al.*, 2001; Ortuño *et al.*, 2003), consentendo anche di ridurre l'incidenza di anomalie opercolari che sono presenti abbondantemente in esemplari allevati (Coves e Gasset, 1993).

**Ringraziamenti** - Si ringrazia il Dott. Attilio Spanò, dell'Avannotteria di Valle Figheri (VE), per aver fornito le larve di *S. aurata*.

#### Bibliografia

- COVES D., GASSET E. (1993) - Gilthead sea bream (*Sparus aurata*) intensive larva rearing in closed system. *International Conference World Aquaculture '93*, Torremolinos, Spain, May 26-28, 1993, European Aquaculture Society, Special Publication, **19**: 342.
- JONES D.A., MUMFORD J.P., GABBOT P.G. (1974) - Microcapsules as artificial food particles for aquatic feeders. *Nature*, **247**: 233.
- MILES D.J.C., POLCHANA J., LILLEY J.H., KANCHANAKHAN S., THOMPSON K.D., ADAMS A. (2001) - Immunostimulation of striped snakehead *Channa striata* against epizootic ulcerative syndrome. *Aquaculture*, **195**: 1-15.
- ÖNAL U., LANGDON C. (2000) - Characterization of two microparticle types for delivery of food to altricial fish larvae. *Aquacult. Nutr.*, **6**: 159.
- ORTUÑO J., ESTEBAN M.A., MESEGUER J. (2003) - The effect of dietary intake of vitamins C on the stress response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Fish Shellfish Immunol.*, **14**: 145.
- PANE L., FELETTI M., BERTINO C., CARLI A. (1998) - Viability of the marine microalga *Tetraselmis suecica* grown free and immobilized in alginate beads. *Aquacult. Int.*, **6**: 411.
- PANE L., MARIOTTINI G.L., FRANCESCHI E. (2005) - Zeolite and immobilized phytoplanktonic algae in culture: growth and energetic parameters. *Biol. Mar. Medit.*, **12** : 642-645.
- TESHIMA S., ISHIKAWA M., KOSHIO S. (2000) - Nutritional assessment and feed intake of micro-particulate diets in crustaceans and fish. *Aquacult. Res.*, **31**: 691-702.
- YÚFERA M., SARASQUETE M.C., FERNÁNDEZ-DÍAZ C. (1996) - Testing protein-walled microcapsules for the rearing of first-feeding gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) larvae. *Mar. Freshw. Res.*, **47**: 211-216.

A.M. PASTORE, I. CORSI, M. MERCURIO\*, C. LONGO\*, G. CORRIERO\*

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena,  
Via Mattioli, 4 – 53100 Siena, Italia.  
pastore9@unisi.it

\*Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 – 70125 Bari, Italia.

## ELEVATA TOLLERANZA AGLI INSETTICIDI ORGANOFOSFORICI IN *SPONGIA OFFICINALIS* VAR. *ADRIATICA*

### *HIGH TOLERANCE TO ORGANOPHOSPHATE INSECTICIDES IN SPONGIA OFFICINALIS VAR. ADRIATICA*

**Abstract** - The sensitivity to organophosphate insecticides has been investigated *in vitro* by measuring Cholinesterase activities in specimens of *Spongia officinalis* var. *adriatica* displaced under mariculture sea cages. A high tolerance towards OP was observed.

**Key-words:** Demosponge, *Spongia officinalis* var. *adriatica*, ChE, organophosphates.

**Introduzione** - L'utilizzo dei poriferi come bioindicatori negli studi di monitoraggio ambientale si è affermato negli ultimi anni in funzione della loro dimostrata capacità di accumulare contaminanti ad elevata tossicità come idrocarburi policiclici aromatici (IPA) (Zahn *et al.*, 1981), policlorobifenili (PCB) e metalli pesanti (Perez *et al.*, 2003; 2005). Tuttavia poche informazioni sono tutt'oggi disponibili sul potenziale utilizzo delle spugne come bioindicatori nei confronti di composti neurotossici quali pesticidi ed insetticidi organofosforici (OP). In relazione al potenziale utilizzo di *S. officinalis* var. *adriatica* (Schmidt, 1892) come biorimediatore in allevamenti ittici off-shore, esemplari di questa specie sono stati posizionati in prossimità di gabbie galleggianti e monitorati nel tempo, al fine di studiare la sensibilità *in vitro* ad insetticidi OP delle Colinesterasi (ChE). Gruppo di enzimi altamente polimorfici e responsabili della trasmissione nervosa, le ChE sono da tempo utilizzate quali validi *biomarker* di esposizione nei programmi di biomonitoraggio: la loro inibizione rappresenta un segnale specifico dell'esposizione ad insetticidi OP (Walker e Thompson, 1998).

**Materiali e metodi** – Esemplari di *S. officinalis* sono stati raccolti in immersione presso la costa di Porto Cesareo (Mar Ionio), tagliati in frammenti di circa 60 g e disposti in strutture di allevamento, in accordo con metodologie sperimentate nel corso di precedenti indagini (Corriero *et al.*, 2004). Dopo circa 6 mesi, le spugne sono state suddivise in due gruppi di circa 30 frammenti, rispettivamente dislocati a contatto e nelle adiacenze (a circa 15 m di distanza) di un sistema di gabbie di allevamento intensivo di itticoltura (a circa -20 m di profondità, 1 miglio al largo della costa di Bisceglie, Mare Adriatico). La caratterizzazione dell'attività ChE sui due gruppi di frammenti è stata condotta al tempo T0 e ripetuta dopo 21, 110 e 230 giorni. Sulla frazione citosolica è stata determinata l'attività delle ChE mediante reazione colorimetrica di Ellman *et al.* (1961). Inibitori selettivi quali Iso-OMPA e BW284c51 (3 mM) e l'insetticida OP DFP ( $10^{-9}$  e  $10^{-3}$  M) sono stati testati *in vitro* utilizzando come substrato acetiltiocolina (ASCh) (2 mM).

**Risultati** – Non sono state osservate differenze significative tra le attività ChE vs ASCh nei frammenti di spugna indagati, con valori compresi tra 9,7 e 14,1 nmol min<sup>-1</sup> mg prot<sup>-1</sup>. Tutti i frammenti hanno mostrato la stessa sensibilità nei confronti degli inibitori selettivi (nulla per Iso-OMPA e 30% BW248c51), suggerendo la presenza di una forma ancestrale di ChE intermedia tra AChE e BChE come già descritto da Talesa



et al. (1996). I frammenti di spugna hanno costantemente evidenziato alta tolleranza al DFP ( $IC_{50}$   $10^{-3}M$ ) (Fig. 1).

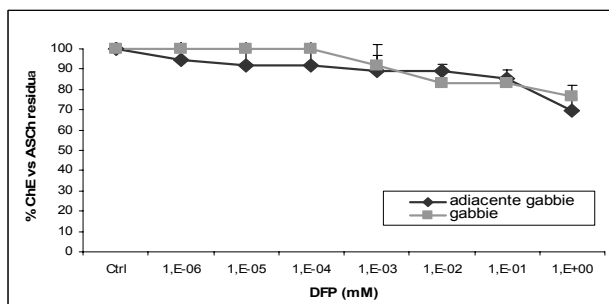


Fig. 1 - % di inibizione delle attività ChE vs ASCh al DFP nei frammenti a contatto con le gabbie e in quelli posizionati nelle aree adiacenti.

% of inhibition of ChE vs ASCh activity towards DFP in specimens displaced under mariculture sea cages and in close areas.

**Conclusioni** – Lo studio, effettuato in ambiente marino soggetto alla presenza di insetticidi organofosforici, ha messo in evidenza un’alta attività enzimatica nei frammenti di *S. officinalis*. Tale attività enzimatica rimane costante sia al variare della distanza dalla fonte inquinante, che all’aumentare del tempo di esposizione. *S. officinalis* inoltre, è risultata altamente tollerante al DFP ( $IC_{50}$   $10^{-3} M$ ) in accordo con quanto descritto per altri invertebrati marini come i bivalvi (Talesa et al., 2002), confermando l’ipotesi di un suo utilizzo come biorimediante in acquacoltura.

#### Bibliografia

- CORRIERO G., LONGO C., MERCURIO M., NONNIS MARZANO C., LEMBO G., M.T. SPEDICATO (2004) - Rearing performances of *Spongia officinalis* on suspended ropes off southern Italian coast (central Mediterranean sea). *Aquaculture*, **238**: 195-205.
- ELLMAN G.L., COURTNEY K.O., ANDERS J.R., FEATHERSTONE R.M. (1961) - A new rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.*, **7**: 88-95.
- PEREZ T., WAFO E., FOURT M., VACELET J. (2003) - Marine sponges as biomonitor of polychlorobiphenyl contamination: concentration and fate of 24 congeners”. *Environ. Sci. Technol.*, **37**: 2152-2158.
- PEREZ T., LONGET D., SCHEMBRI T., REBOUILLON P., VACELET J. (2005) - Effects of 12 years operation of a sewage treatment plant on trace metal occurrence within a Mediterranean commercial sponge (*Spongia officinalis*, Demospongiae). *Mar. Poll. Bull.*, **50**: 301-309.
- TALESA V., ROMANI R., ROSI G., GIOVANNINI E. (1996) - Presence of an Acetylcholinesterase in the cnidarian *Actinia equina* (Anthozoa: Actinaria) and of a thiocholine ester-hydrolyzing esterase in the sponge *Spongia officinalis* (Demospongiae: Keratosa). *J. Exp. Zool.*, **276**: 102-111.
- TALESA V., ROMANI R., ANTOGNELLI C., GIOVANNINI E., ROSI G. (2002) - Different expression of organophosphate-resistant acetylcholinesterases in the bivalve mollusk *Scapharca inaequivalvis* living in three different habitats. *Environ. Toxicol. Chem.*, **21**: 102-108.
- WALKER R.P., THOMPSON J.E., FAULKNER D.J. (1985) - Exudation of biologically-active metabolites in the sponge *Aplysina fistularis*. II. Chemical evidence. *Mar. Biol.*, **88**: 27-32.
- ZAHN R.K., ZAHN G., MÜLLER W.E.G., KURELEC B., RIJAVEC M., BATEL R., GIVEN R. (1981) - Assessing consequences of marine pollution by hydrocarbons using sponges as model organisms. *Sci. Tot. Environ.*, **20**: 147-169.

C. POLTRONIERI, D. BERTOTTO, G. RADAELLI, C. SIMONTACCHI

Dipartimento di Scienze Sperimentali Veterinarie, Università di Padova Agripolis,  
Viale dell'Università, 16 – 35020 Legnaro (PD), Italia.  
daniela.bertotto@unipd.it

## EFFETTI DELLO STRESS DA TRASPORTO SULLA PRODUZIONE DI CORTISOLO E HSP70 IN SPIGOLE (*DICENTRARCHUS LABRAX*) A DIVERSI STADI DI SVILUPPO

### *TRANSPORT STRESS EFFECTS ON CORTISOL AND HSP70 PRODUCTION IN SEA BASS (DICENTRARCHUS LABRAX) AT DIFFERENT DEVELOPMENTAL STAGES*

**Abstract** - Stress conditions due to transport procedure were highlighted in *Dicentrarchus labrax* (*Osteichthyes*, *Perciformes*) larvae, post larvae and adults. As stress indicators, variation in cortisol levels in whole body or plasma, muscle, mucus, and faeces were detected. Also the expression of constitutive and inducible heat shock protein 70 (HSP70) was evaluated to determine the cellular response to stress.

**Key-words:** *Dicentrarchus labrax*, sea bass, stress, cortisol, HSP.

**Introduzione** – In acquacoltura è aumentato l'interesse per il benessere delle specie acquatiche allevate. Si è allora sentita l'esigenza di stabilire l'idoneità delle condizioni e delle pratiche di allevamento, quali ad esempio selezioni e trasferimenti. Da qui la necessità di disporre di parametri oggettivi e misurabili, da utilizzare come indici di presenza o meno di uno stato di stress (Barton e Iwama, 1991). Allo scopo, è stata valutata la risposta allo stress da trasporto in *D. labrax*: nelle larve e post larve è stato misurato il livello di cortisolo *in toto*; negli adulti, oltre al plasma, sono state utilizzate matrici diverse quali il muco, il contenuto intestinale e il tessuto muscolare. L'analisi dell'espressione delle heat shock protein 70 (HSP70) nelle forme costitutiva e inducibile, ha permesso di valutare la risposta cellulare allo stress (Basu *et al.*, 2002).

**Materiali e metodi** – Mediante tecnica RIA è stato effettuato il dosaggio del cortisolo in pool di larve e post larve di spigola *in toto*, di 25, 40 e 80 giorni, prima e dopo un trasporto di circa 3 ore. Lo stesso ormone è stato dosato in 14 animali adulti (peso medio = 218±9 g) in diverse matrici (plasma, muco, contenuto intestinale e muscolo), prima (controlli, n=7) e dopo (stressati, n=7) una fase di trasporto di 1,5 ore. Inoltre, nelle larve, post larve e nei tessuti provenienti dagli animali adulti (fegato, cervello, muscolo, branchie, rene, gonadi, cuore, milza, apparato digerente e cute) è stata valutata la presenza della proteina HSP70, sia nella forma costitutiva che inducibile, mediante tecniche di immunoistochimica e l'utilizzo di anticorpi commerciali.

**Risultati** - *Dosaggio del cortisolo.* Nelle larve e post larve il dosaggio del cortisolo *in toto* ha messo in luce differenze significative di concentrazione (media±D.S.) prima e dopo lo stress da trasporto, sia negli animali di 40 giorni (36±13 ng/g contro 132±17 ng/g; P<0.001) che in quelli di 80 giorni (13±6 ng/g contro 60±23 ng/g; P<0.001). Negli animali di 25 giorni, il ridotto numero di pool di larve (2) non ha permesso di effettuare alcuna analisi statistica; tuttavia la differenza di valori prima e dopo il trasporto è evidente (8±1 ng/g contro 44±18 ng/g).

Anche negli animali adulti, la concentrazione plasmatica del cortisolo è aumentata significativamente (P<0.001) dopo il trasporto, infatti è passata da valori di 67±31 ng/ml a valori di 179±44 ng/ml. Nel muco cutaneo è stato evidenziato lo stesso aumento di cortisolo post-trasporto (6±3 ng/ml contro 23±10 ng/ml; P<0.01), così come nel tes-

suto muscolare ( $11 \pm 7$  ng/g contro  $104 \pm 36$  ng/g;  $P < 0.001$ ). Al contrario, il cortisolo fecale ( $11-12$  ng/g) non ha mostrato differenze significative ( $P=0.96$ ) nei pesci prima e dopo la movimentazione.

*Immunoistochimica.* In generale, la forma costitutiva delle HSP70 è stata identificata in diversi tessuti sia dei controlli che degli stressati. Durante lo sviluppo larvale e post larvale la proteina è stata identificata negli epiteli della pelle, del faringe, delle branchie, dell'esofago, dello stomaco e dell'intestino. Negli animali adulti, oltre che nei tessuti prima menzionati, la proteina era presente anche nella muscolatura cardiaca. Per quanto concerne la forma inducibile, nessuna positività è stata riscontrata durante lo sviluppo larvale e post larvale dei controlli e degli stressati, mentre una moderata immunopositività era evidente nel muscolo rosso degli animali stressati, ma non dei controlli.

**Conclusioni** – Si conferma che il trasporto rappresenta uno stress per i pesci e che il cortisolo, l'ormone prodotto in seguito all'attivazione dall'asse ipotalamo-ipofisi-interrenale (HPI), è un valido indicatore di stress in questi animali (Barton e Iwama, 1991). Questo ormone è utilizzabile già nei primi stadi di sviluppo (larve e post larve) essendo determinabile anche nell'animale intero. Questo lavoro dimostra che il cortisolo è dosabile anche in matrici alternative al plasma quali il muco e il tessuto muscolare. Ciò, probabilmente dovuto alla natura lipofila dell'ormone che consente la sua diffusione attraverso i tessuti, apre la possibilità di valutare lo stress anche in animali *post mortem*. Al contrario di quello già riscontrato in precedenti nostri lavori (dati in corso di pubblicazione) sullo stress da sovraffollamento, i livelli di cortisolo nelle feci non sono aumentati dopo lo stress da trasporto, probabilmente a causa dello svuotamento continuo dell'intestino. L'immunopositività per la forma inducibile dell'HSP70, evidente solo nel muscolo rosso degli animali stressati, suggerisce che queste proteine abbiano un ruolo nel proteggere e riparare i miociti da un eventuale danneggiamento dovuto a stress ossidativo.

#### **Bibliografia**

- BARTON B.A., IWAMA G.K. (1991) - Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Ann. Rev. Fis. Dis.*, **1**: 3-26.
- BASU N., TODGHAM A.E., ACKERMAN P.A., BIBEAU M.R., NAKANO K., SCHULTE P.M., IWAMA G.K. (2002) - Heat shock protein genes and their functional significance in fish. *Gene*, **295**: 173-183.

E. RAMBALDI, F. OTTOLENGHI, P. PELUSI, M. DEL MISSIER, F. BINDA

Consorzio Mediterraneo, Via Guattani, 9 – 00161 Roma, Italia.  
rambaldi@mediterraneo.coop

## PROVE DI PREINGRASSO DELLA MAZZANCOLLA (*MARSUPENAEUS JAPONICUS*) IN MODULI SPERIMENTALI CONTROLLATI E A DIVERSO SUBSTRATO

### *PREFATTENING TESTS ON KURUMA SHRIMP (MARSUPENAEUS JAPONICUS) IN EXPERIMENTAL MODULES WITH DIFFERENT SUBSTRATA*

**Abstract** - *The project has been developed in an experimental hatchery on Sabaudia Lagoon (Central Italy) for testing the possibility of Kuruma shrimp (Marsupenaeus japonicus) post-larvae rearing till the 6-8 g size, in controlled PVC modules. The purpose is to reach an higher rate of survival leaving the sub-adults in extensive environments, both artificial or natural basins. Survival and growth with different densities on different natural substrata have been tested.*

**Key-words:** *shrimp culture, Kuruma shrimp, post-larve rearing, growth rate.*

**Introduzione** - L'interesse per l'allevamento dei gamberi Peneidi, rispetto ad altre specie simili, risiede in un complesso di elementi favorevoli quali l'ampio areale di distribuzione delle specie oggetto di allevamento, l'elevato tasso di crescita con possibilità di più cicli produttivi all'anno (Lumare, 2001), una elevata quotazione commerciale ed una rusticità e capacità di adattamento a diverse situazioni ambientali (Borghesan *et al.*, 1989). Lo studio ha inteso verificare e testare differenti procedure di pre-ingrasso delle post-larve di *Marsupenaeus japonicus*, riprodotte presso uno schiuditoio dedicato, in moduli sperimentali controllati e secondo tecniche di allevamento intensivo, al fine di verificare la possibilità di avviare alla semina, in ambienti estensivi, esemplari di taglia maggiore e di conseguenza elevare i tassi di sopravvivenza e ricattura rispetto a quanto ottenuto con le pratiche attualmente in uso.

**Materiali e metodi** - Le prove sperimentale sono state condotte nell'intervallo di tempo compreso tra luglio e dicembre 2004. Sono state utilizzate circa 6.000 post-larve (PL79); circa 5.000 mantenute in una vasca Grande Volume (Ø 5 m, h 1,5 m) e le restanti redistribuite equamente in 3 vasche in VTR (rettangolari 2×2×1 m). Sono stati allestiti due ambienti di allevamento con 2 repliche per ciascuna: senza sabbia per la VTR1 e la vasca GV e con sabbia per la VTR2 e VTR3. Le vasche erano poste a circuito aperto con acqua prelevata in prossimità del canale di comunicazione mare-laguna e sia in entrata che allo scarico sono state posizionate doppie griglie (AQUACOP, 1986), di idonee dimensioni, per evitare possibili introduzioni esterne e/o fuga del prodotto allevato. Il regime alimentare era composto da mangime artificiale suddiviso in 5 dosi giornaliere uguali e somministrate ad intervalli di tempo regolari, integrato con dell'alimento fresco sminuzzato. Giornalmente si procedeva al monitoraggio dei parametri chimico-fisici dell'acqua, alla verifica dello stato generale degli animali e alla valutazione della mortalità per vasca. Con cadenza quindicinale si prelevava da ciascuna vasca un campione di mazzancolle per le verifiche biometriche.

**Risultati** - I dati evidenziano che gli esemplari della VTR1 hanno presentato una taglia sensibilmente minore ( $6,67 \text{ g} \pm 1,40$ ) rispetto agli altri moduli, GV ( $8,29 \text{ g} \pm 1,70$ ), VTR2 ( $9,03 \pm 2,20$ ) e VTR3 ( $9,21 \pm 2,05$ ), pur considerando le oscillazioni intorno alla media (Dev. Std.). La densità iniziale è stata di 244 PL/m<sup>2</sup> per la vasca GV e 75 PL/m<sup>2</sup>

per le vasche VTR. Dopo 111 gg di allevamento sono state riscontrate densità di 139 PL/m<sup>2</sup> per la GV, 67 PL/m<sup>2</sup> per VTR1, 54 PL/m<sup>2</sup> per la VTR2 e 51 PL/m<sup>2</sup> per la VTR3. In termini di biomassa si è passati da valori iniziali di 461,2 g/m<sup>2</sup> per GV, 82,5 g/m<sup>2</sup> per VTR1, 125,3 g/m<sup>2</sup> per VTR2 e 108,0 g/m<sup>2</sup> per VTR3 a valori finali di 1.209,2 g/m<sup>2</sup> per GV, 487,5 g/m<sup>2</sup> per VTR1, 525,0 g/m<sup>2</sup> per VTR2 e 475,0 g/m<sup>2</sup> per VTR3. La curva SGR (tasso specifico di crescita) della VTR1 si è sempre mantenuta al di sotto dei valori riscontrati negli altri moduli, a testimonianza di una condizione di allevamento meno favorevole e probabilmente da imputare al ridotto spazio di allevamento e all'assenza del substrato sabbioso di fondo. In tutti i moduli sperimentali si sono avute mortalità concentrate in picchi ben evidenti e con durata circoscritta a 10–12 gg, dato questo che trova conferma nella letteratura specifica (Lanari *et al.*, 1989). Il modulo G.V. ha presentato una percentuale di sopravvivenza pari al 56,8%, mentre le vasche VTR hanno presentato valori pari a 89,0% per VTR1, 72,0% per VTR2 e 68,3% per VTR3. L'indice di conversione (I.C.) evidenzia come per il modulo GV si è ottenuto il valore di 2,14 (2,14 Kg di mangime per 1 Kg di incremento di biomassa della vasca), mentre indici migliori e simili tra loro si registrano per le vasche VTR, rispettivamente 1,32 per VTR1, 1,20 per VTR2 e 1,24 per VTR3.

**Conclusioni** – L'assenza del substrato sul fondo non sembra influire sulle rese e sulla sopravvivenza dei soggetti allevati. La VTR1 (senza substrato) ha evidenziato minor accrescimento ma una maggiore sopravvivenza rispetto alle VTR2 e 3, mentre il modulo GV, senza substrato, ha evidenziato accrescimenti in linea con le VTR con sabbia. Il substrato gioca però un ruolo importante sulla qualità del prodotto (ridotte abrasioni delle appendici e colorazione più naturale) e sul comportamento di infossamento utile per la sopravvivenza in ambienti naturali. La possibilità di allevare prodotto giovanile di mazzancolla, almeno nella fase di pre-ingrasso, in ambienti confinati e con il controllo dei parametri d'allevamento e dei predatori, può sicuramente rappresentare una valida opportunità di sviluppo o integrazione dell'acquacoltura in aree attualmente sotto utilizzate o in bacini salmastri artificiali (es. le vasche pre-salanti delle saline), mediante pratiche a basso impatto e con produzioni finali di elevato valore commerciale. Utilizzando moduli ad ampio volume, oltre i 20-30 m<sup>3</sup>, si è evidenziata la sostenibilità economica dell'attività, con il prodotto allevato alla taglia commerciale, ponendo quindi le basi per una possibile riconversione di impianti attualmente sotto utilizzati e con la necessità di diversificare le produzioni.

#### **Bibliografia**

- AQUACOP (1986) – La chevrette. *Aquaculture, Vol. I, Technique et Documentation – Lavoisier, Paris*: 493-521.
- BORGHESAN F., DE MAS S., COLOMBO L., BORTOLUSSI M., MELOTTI P. (1989) – A study on the extensive culture of the kuruma prawn, *Penaes japonicus* Bate, in earthen ponds of fishing valleys in the Po River Delta. *Riv. Ital. Acquacol.*, **24**: 137-144.
- LANARI D., BALLESTRAZZI R., TIBALDI E. (1989) – Effects of fertilization and stocking rate on the performance of *Penaes japonicus* (Bate) in pond culture. *Aquaculture*, **83**: 269-279.
- LUMARE F. (1998) – Crostacei Peneidi. Tecnica e gestione dell'allevamento. *Manuale di divulgazione, Serie Acquacoltura, ESAV*, **4**: 187 pp.
- LUMARE F. (2001) – Shrimp culture in the Mediterranean. *International Congress of Aquaculture, Verona, 26-27 april 2001*: 12 pp.

G. SARÀ

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo,  
Via Archirafi, 18 – 90123 Palermo, Italia.  
gsara@unipa.it

## UNA META-ANALISI PER LA STIMA DEGLI EFFETTI DELL'ACQUACOLTURA SULLA COLONNA D'ACQUA

### *A META-ANALYSIS TO INVESTIGATE THE IMPACT OF ACQUACULTURE ON THE WATER COLUMN*

**Abstract** – *The differential effect exerted by fish, bivalves and shrimps on water column descriptors was studied by a meta-analysis. The cumulative effect size ( $d$ ) calculated from 427 study cases showed that the effect was large on nitrogen, low on phosphorus, and absent on silicates. Nitrogen resulted as the most highly informative descriptor of effects in the surrounding of farms.*

**Key-words:** *aquaculture, impact, meta-analysis, dissolved nutrient, water column.*

**Introduzione** – L'allevamento di organismi acquatici rappresenta una fonte di impatto (Islam e Tanaka, 2004) capace di determinare sensibili variazioni degli equilibri chimici, fisici e biologici sia del comparto sedimentario (Kalantzi e Karakassis, in stampa) sia della colonna d'acqua circostanti (Sarà *et al.*, in stampa). Sotto gli effetti di arricchimento organico generati dalle attività di allevamento, nelle vicinanze degli impianti si verifica una “deviazione” dai normali *pattern* naturali a differenza invece di quanto è possibile evidenziare in aree controllo. Gli effetti dell'acquacoltura sull'ambiente sono stati studiati in molte occasioni con metodi descrittivi (*e.g.* Gowen e Bradbury, 1987), ma ad oggi tali effetti non sono mai stati stimati quantitativamente attraverso metodi di analisi dei dati primari di letteratura grazie a tecniche di meta-analisi (Gurevitch *et al.*, 1992). L'obiettivo del presente lavoro è stato di stimare quantitativamente attraverso l'attuale letteratura (i) quali sono gli effetti delle pratiche acquacolturali sul comparto dei nutrienti disciolti di colonna d'acqua, e (ii) di stimare eventuali differenze negli effetti derivanti da pratiche differenti.

**Materiali e metodi** – I dati sugli effetti dell'acquacoltura sulla colonna d'acqua attraverso nutrienti disciolti come descrittori sono stati ottenuti da oltre 50 articoli pubblicati tra il 1982 ed il 2005 prelevati da riviste internazionali indicizzate ISI. Le tecniche di meta-analisi si basano sulla stima quantitativa della dimensione dell'effetto di interesse ( $d$ ; Cooper e Hedges, 1994) da ciascun caso di studio. Nel presente lavoro è stato studiato l'effetto differenziale esercitato da pesci, bivalvi e gamberi allevati in acque marine, dolci e salmastre sul *pool* dei nutrienti disciolti ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{PO}_4$ ). La statistica  $d$  è stata calcolata per ciascun caso di studio, sia per i controlli che per gli impatti, solo quando era possibile estrarre da essi la media, un errore e la dimensione campionaria. Infatti  $d$  è la differenza standardizzata tra le medie dei controlli e la media degli impatti diviso la deviazione standard cumulata (Cooper e Hedges, 1994). Per convezione, valori di  $d$  superiori a 0.8 indicano ampie differenze dell'effetto tra due trattamenti (controllo ed impatto) mentre valori inferiori a 0.2 indicano un effetto minimo.

**Risultati** – La base dei dati utilizzati nel presente lavoro è stata di 427 casi di studio estratti da circa 50 articoli idonei alla meta-analisi, sebbene l'ammontare della letteratura disponibile è stimabile, dai database sul WWW, in oltre 9.000 fonti. L'effetto cumulativo, calcolato tra tutti i casi di studio, a prescindere dalle tipologie di

acquicoltura o dal tipo di ecosistema dove le attività erano condotte, era pari a  $d=0.45$  ( $n=426$ ). Tale effetto era molto pronunciato sull'azoto ammoniacale ( $d=1.53$ ;  $n=101$ ;  $95\%-CI=1.23-1.83$ ;  $p<0.05$ ) e sui nitrati ( $d=1.31$ ;  $n=58$ ;  $95\%-CI=0.92-1.71$ ;  $p<0.05$ ), medio sul fosforo ( $d=0.68$ ;  $n=172$ ;  $95\%-CI=0.45-0.91$ ;  $p<0.05$ ), ma pressoché inesistente sui silicati ( $d= -0.18$ ;  $n=27$ ;  $95\%-CI= -0.80-0.41$ ;  $p>0.05$ ). In generale l'attività che sembra, attraverso la letteratura, generare maggiori effetti era la piscicoltura ( $d=1.10$ ;  $n=257$ ;  $95\%-CI=0.92-1.29$ ;  $p<0.05$ ), seguita dalla gambericoltura ( $d=0.71$ ;  $n=1.32$ ;  $95\%-CI=0.46-0.96$ ;  $p<0.05$ ), ma gli effetti erano non stimabili per la molluschicoltura ( $d= -0.03$ ;  $n=22$ ;  $95\%-CI= -0.69-0.62$ ;  $p>0.05$ ). Gli effetti erano in generale correlati positivamente con le dimensioni del corpo d'acqua, mentre nessuna correlazione significativa è stata evidenziata, a prescindere dalla specie, con la quantità di biomassa allevata ( $p>0.05$ ).

**Conclusioni** – I risultati di questa prima meta-analisi suggeriscono che 1) attraverso la letteratura, esiste un effetto quantitativo significativo sui nutrienti di colonna d'acqua da parte delle attività di coltura, ma 2) esso è differenziato a seconda se si tratti di piscicoltura, gambericoltura o molluschicoltura. La biomassa allevata, da sempre considerata un possibile fattore capace di influenzare gli effetti ambientali, non rappresenta un fattore causale. L'esiguo numero di articoli idonei in letteratura per la stima quantitativa degli effetti in una ottica di meta-analisi, suggerisce che l'effetto dell'acquicoltura non è stato studiato in modo così accurato ed approfondito come è possibile pensare guardando a tutto l'intera letteratura disponibile. Per esempio, la molluschicoltura, nonostante rappresenti la prima attività colturale al mondo non sembra avere ricevuto sufficiente attenzione da parte degli studiosi, ed è evidente una limitata accuratezza nella formulazione dei disegni sperimentali e nella presentazione dei dati che ha portato all'eliminazione della maggior parte delle fonti disponibili in letteratura. I risultati del presente lavoro dimostrano inoltre l'utilità dei metodi meta-analitici, che, a differenza dei metodi descrittivi, permettono una stima statistica quantitativa di ipotesi verificabili attraverso i dati primari disponibili in letteratura.

### Bibliografia

- COOPER H., HEDGES L.V. (1994) - *The handbook of research synthesis*. Russell Sage Foundation, New York, USA: 573.
- GOWEN R.J., BRADBURY N.B. (1987) - The ecological impact of salmonids farming in coastal waters: a review. *Oceanography Marine Biology Annual Review*, **25**: 563–575.
- GUREVITCH J., MORROW L.L., WALLACE A., WALSH J.S. (1992) - A meta-analysis of competition in field experiment. *American Naturalist*, **140**: 539-572.
- ISLAM M.S., TANAKA M. (2004) - Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, **48**: 624-649.
- KALANTZI I., KARAKASSIS I. (in stampa) - Benthic impacts of fish farming: meta-analysis of community and geochemical data. *Marine Pollution Bulletin*.
- SARÀ G., SCILIPOTI D., MILAZZO M., MODICA A. (in stampa) - Use of stable isotopes to investigate the dispersion of fish farming waste as a function of hydrodynamics. *Marine Ecology Progress Series*.

L. STABILI, M. MERCURIO<sup>1</sup>, M. LICCIANO, C. LONGO<sup>1</sup>, R.A. CAVALLO<sup>2</sup>,  
A. GIANGRANDE, G. CORRIERO<sup>1</sup>

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche e Ambientali, Università di Lecce,  
Via Prov.le Lecce-Monteroni – 73100 Lecce, Italia.  
loredana.stabili@iamc.cnr.it

<sup>1</sup>Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 – 70125 Bari, Italia.

<sup>2</sup>IAMC – CNR, Sezione di Taranto, Via Roma, 3 – 70400 Taranto, Italia.

## ACCUMULO MICROBIOLOGICO IN *SPONGIA OFFICINALIS* VAR. *ADRIATICA* (SCHMIDT) (PORIFERA, DEMOSPONGIAE)

## MICROBIOLOGICAL ACCUMULATION IN *SPONGIA OFFICINALIS* VAR. *ADRIATICA* (SCHMIDT) (PORIFERA, DEMOSPONGIAE)

**Abstract** - To evaluate the microbiological accumulation capability in the demosponge *Spongia officinalis* var. *adriatica*, six microbiological parameters were studied in the water and in sponge samples coming from an off-shore fish-farm displaced off the Apulian coast (Southern Adriatic Sea). The densities of culturable heterotrophic bacteria, vibrios, total culturable bacteria at 37 °C, total and fecal coliforms as well as fecal streptococci were higher in the sponge samples compared with the corresponding seawater.

**Key-words:** bacterioplankton, bioremediation, bioindicator, *Spongia officinalis*, fish-farm.

**Introduzione** – Numerosi studi hanno evidenziato come il batterioplancton rappresenti per i poriferi la maggiore fonte di carbonio (Reiswig, 1971; van de Vyver *et al.*, 1990; Pile *et al.*, 1996). Esperimenti di laboratorio condotti su esemplari allevati di *Spongia officinalis* var. *adriatica* (Schmidt, 1892) hanno mostrato l'elevata efficienza da parte di questa specie nel rimuovere la componente batterica presente nell'acqua (Stabili *et al.*, in preparazione). Il presente lavoro si pone l'obiettivo di acquisire ulteriori informazioni sulla capacità di *S. officinalis* var. *adriatica* di sottrarre dalla colonna d'acqua microrganismi appartenenti a diversi gruppi inclusi i vibriani potenzialmente patogeni per l'uomo e per gli organismi marini, allo scopo di valutare la possibilità di utilizzare questa specie in associazione ad allevamenti ittici per fini di biorimediazione.

**Materiali e metodi** - La ricerca è stata condotta nel dicembre 2005 su esemplari di *S. officinalis* var. *adriatica* collocati in apposite strutture adiacenti un impianto di allevamento ittico off-shore (Mar Adriatico, Risceglie-Bari) e su campioni di acqua di mare provenienti dal medesimo sito. Sono stati ricercati sei parametri microbiologici di primaria importanza per la caratterizzazione del benessere ambientale. Le densità dei batteri sono state determinate mediante: semina su Marine Agar a 20 °C (batteri eterotrofi), semina su Plate Count Agar (batteri totali a 37 °C), semina su thiosulphate-citrate-bile-sucrose-salt (TCBS) Agar (vibriani). I coliformi totali e fecali e gli streptococchi fecali sono stati determinati mediante la metodica MPN (Most Probable Number).

**Risultati** - I risultati relativi alla densità dei sei parametri microbiologici considerati hanno evidenziato una maggiore concentrazione di questi nei tessuti della spugna rispetto all'acqua prelevata dallo stesso sito di allevamento. In particolare i batteri eterotrofi sono risultati pari a  $9,2 \times 10^6$  CFU/ml nella spugna, contro  $7,8 \times 10^3$  CFU/ml nell'acqua di mare; i batteri a 37 °C variavano da  $6,2 \times 10^5$  CFU/ml nei tessuti della spugna, a  $9,4 \times 10^3$  CFU/ml nell'acqua di mare; i valori medi dei vibriani sono risultati pari a  $6,3 \times 10^5$  CFU/ml e a 10 CFU/ml, rispettivamente nella spugna e nell'acqua di mare. Le densità dei coliformi totali e fecali sono risultate estremamente più basse nel-



l'acqua di mare (17 e 11 MPN/100 ml rispettivamente) rispetto a quelle osservate nei tessuti della spugna (300 e 140 MPN/100 g rispettivamente). Anche la concentrazione degli streptococchi fecali è risultata più elevata nei tessuti della spugna (860 MPN/100 g) rispetto alla concentrazione osservata nell'acqua di mare (11 MPN/100 ml).

**Conclusioni** - L'elevata efficienza di rimozione batterica dimostrata in questo lavoro supporta l'ipotesi di utilizzare *S. officinalis* var. *adriatica* quale biorimediatore in zone soggette ad attività di acquacoltura intensiva dove i batteri, inclusi quelli potenzialmente patogeni, sono solitamente molto abbondanti. I nostri dati confermano quanto osservato da altri autori in studi precedenti sull'attività di filtrazione dei poriferi sul batterioplancton (Barg e Phillips, 1998; Manconi *et al.*, 1999; Milanese *et al.*, 2003; Corsi *et al.*, 2004). Inoltre, in considerazione dell'elevata capacità di accumulo dimostrata per tutte le componenti microbiologiche analizzate, *S. officinalis* var. *adriatica* potrebbe essere utilizzata quale organismo sentinella in programmi di monitoraggio degli ecosistemi marini, come già suggerito da Kefalas *et al.* (2003).

### Bibliografia

- BARG U., PHILLIPS M.J. (1998) - *Environment and sustainability*. FAO Fisheries Circular No. 886, Rev. 1, Rome, Fao: 163 pp.
- CORSI I., IACOCCA A., MERCURIO M., LONGO C., GIANGRANDE A., PIERRI C., LEMBO G., SPEDICATO M., FOCARDI S. (2004) - Promising extractive species for integrated mariculture system: preliminary results on resistance to organophosphate insecticides. *European Aquaculture Society*, **34** (Special Publication): 247-248.
- KEFALAS E., CSTRITSI-CATHARIOS J., MILIOU H. (2003) - Bacteria associated with the sponge *Spongia officinalis* as indicators of contamination. *Ecological Indicators*, **2**: 339-343.
- MANCONI R., CUBEDDU T., CORRIERO G., PRONZATO R. (1999) - Commercial sponges farming as natural control of floating cages pollution. In: Enne G., Greppi G.F. (eds), *New Species for Mediterranean Aquaculture*. 33th International Symposium, Alghero, 22-24 Aprile 1998: 269-274.
- MILANESE M., CHELOSSI E., MANCONI R., SARÀ A., SIDRI M., PRONZATO R. (2003) - The marine sponge *Chondrilla nucula* Schmidt, 1862 as an elective candidate for bioremediation in integrated aquaculture. *Biomolecular Engineering*, **20**: 363-368.
- PILE A.J., PATTERSON M.R., WITMAN J.D. (1996) - *In situ* grazing on plankton <10 µm by the boreal sponge *Mycale lingua*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **141**: 95-102.
- REISWIG H.M. (1971) - Particle feeding in natural populations of three marine demosponges. *Biol. Bull.*, **141**: 568-591.
- VAN DE VYVER G., VRAY B., BELAOUANE S., TOUSSAINT D. (1990) - Efficiency and selectivity of microorganism retention by *Ephydatia fluviatilis*. In: Rutzer K. (ed), *New perspectives in sponge biology*. Smithsonian Institution Press, Washington DC: 511-515.

S. ANCORA, G. VANNINI, N. BIANCHI, C. LEONZIO

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena,  
Via P.A. Mattioli, 4 – 53100 Siena, Italia.  
ancora@unisi.it

## ANALISI LEPIDOCRONOLOGICA E FENOLOGICA DELLA PRATERIA A POSIDONIA NEL NORD DELLA COSTA IONICA CALABRESE

### *LEPIDOCHRONOLOGY AND PHENOLOGY OF POSIDONIA MEADOW FROM THE NORTH IONIAN COAST OF CALABRIA (ITALY)*

**Abstract** – *Lepidochronology and phenology techniques were used to characterize Posidonia oceanica meadow from the North Ionian coast of Calabria (Italy) rarely investigated. Low values of shoot density as well as leaf production have been found. Lepidochronology showed a decreasing trend in rhizome elongation. Overall results indicate a general regression state of meadow.*

**Key-words:** *Ionian Sea, lepidochronology, phenology, Posidonia oceanica, Calabria.*

**Introduzione** - L'utilizzo della *Posidonia oceanica* (L.) Delile nei programmi di "mapping" costiero si sta sviluppando da oltre venti anni. Le peculiari caratteristiche strutturali di questa fanerogama costituiscono una sorta di memoria biologica. Data la sua distribuzione batimetrica, è sottoposta a costanti "insulti" provenienti dalle aree costiere antropizzate. Nell'area nord della costa ionica calabrese è presente una prateria che, rispetto a quella della vicina area protetta di Isola Capo Rizzuto, è stata raramente indagata. Obiettivo di questo lavoro è quindi una caratterizzazione preliminare della suddetta prateria attraverso parametri lepidocronologici e fenologici.

**Materiali e metodi** - I campionamenti sono stati realizzati in immersione diretta (profondità 8-12 m) in tre siti nell'area ionica calabrese compresa tra le foci dei fiumi Trionto e Nicà nell'autunno 2004. Per ogni sito è stata stimata la densità della prateria (Giraud, 1977) mediante cinque conte per sito utilizzando quadrati 40×40 cm. L'analisi lepidocronologica è stata eseguita su un totale di 45 rizomi ortotropi. I parametri valutati sono stati: la produzione media del rizoma sia come biomassa che come allungamento e la produzione del ciuffo (Pergent *et al.*, 1995). Le misure fenologiche ottenute dai ciuffi fogliari, hanno permesso la stima di altri descrittori quali: il numero medio di foglie per fascio, i valori di Leaf Area Index (LAI), di Coefficiente "A" e di Leaf Standing Crop (LSC) (Buia *et al.*, 2003).

**Risultati** - Tutti i parametri rilevati sono sintetizzati in Tab. 1. La prateria si estende su substrato sabbioso, risulta intervallata da canali e radure. I valori di densità indicano che si tratta di una "semiprateria" (Giraud, 1977) considerata "anormale" secondo Pergent (*et al.*, 1995). La lepidocronologia ha consentito di retrodatare la produzione della pianta per periodi di 18, 16 e 14 anni rispettivamente per i siti 1, 2 e 3. La biomassa e l'allungamento del rizoma seguono trend simili con valori inferiori alla media del periodo a partire dal 1996-97. Per la biomassa i valori stimati risultano comparabili a quelli riportati da Guidetti (*et al.*, 2000).

Tab. 1 - Valori medi ( $\pm$ dev.st) di densità e parametri lepidocronologici e fenologici.

Mean values ( $\pm$ SD) of density, lepidochronological and phenological parameters.

Sito	Densità n.fasci/m <sup>2</sup>	PARAMETRI LEPIDOCRONOLOGICI			PARAMETRI FENOLOGICI		
		Biomassa rizoma mg/anno	Allungamento rizoma mm/anno	n. foglie/anno	LAI m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	Biomassa fogliare g	LSC g/m <sup>2</sup>
1	108 $\pm$ 18	64,8 $\pm$ 18,3	7,4 $\pm$ 1,6	6,8 $\pm$ 0,8	0,99 $\pm$ 0,4	0,379 $\pm$ 0,2	40,73 $\pm$ 19,6
2	136 $\pm$ 43	89,0 $\pm$ 31,1	9,4 $\pm$ 3,1	7,2 $\pm$ 1,1	2,04 $\pm$ 0,7	0,602 $\pm$ 0,2	81,57 $\pm$ 25,8
3	71 $\pm$ 37	75,7 $\pm$ 13,9	8,4 $\pm$ 1,1	6,6 $\pm$ 0,5	0,69 $\pm$ 0,2	0,424 $\pm$ 0,2	30,14 $\pm$ 11,2

In termini di allungamento il valore ottenuto per il sito 2 è l'unico considerato "sub-normale" (Pergent *et al.*, 1995). Escludendo gli ultimi 2-3 anni, con rizomi ancora in accrescimento (Guidetti *et al.*, 2000), è evidente un trend in decremento degli allungamenti. I valori medi della produzione fogliare risultano inferiori a quelli delle praterie della costa Ligure (Peirano *et al.*, 2005) e sono tipici di una produzione di tipo "subnormale" (Pergent *et al.*, 1995). L'analisi lepidocronologica ha rilevato, inoltre, peduncoli floreali per gli anni 1999 e 2004. I risultati dell'analisi fenologica hanno mostrato bassi valori, sia in termini di numero medio di foglie per ciuffo sia di lunghezza fogliare media (Gobert *et al.*, 2002; Marbà *et al.*, 1996). Il LAI, la biomassa fogliare e il LSC mostrano un valori più alti nel sito 2 ma molto al di sotto di quanto riportato in altre praterie (Buia *et al.*, 2003). Il coefficiente "A" oscilla tra 9,2-12,2% e solamente le foglie adulte mostravano segni di grazing, brucate da *Sarpa salpa*.

**Conclusioni** – La lepidocronologia e la fenologia costituiscono un valido strumento per il monitoraggio della fascia costiera. Queste tecniche hanno rivelato, per la prateria presente della costa ionica calabrese, condizioni non ottimali ed una generale tendenza alla regressione. In relazione alla densità è stata classificata come "semi prateria" ed in relazione alla produzione fogliare come prateria in condizione "sub normale". I risultati ottenuti costituiscono una fondamentale base conoscitiva per studi futuri su una prateria fino ad oggi raramente indagata.

#### Bibliografia

- BUIA M.C., GAMBI M.C., DAPPIANO M. (2003) - I sistemi a fanerogame marine. *Biol. Mar. Medit.*, **10**: 145-198.
- GIRAUD G. (1997) - Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (Linné) Delile. *Bot. Mar.*, **20** (8): 487-491.
- GOBERT S., KYRAMARIOS M., LEPOINT G., PERGENT-MARTINI C., BOUQUEGNEAU J.M. (2002) – Variations a différentes échelles spatiales de l'herbier a *Posidonia oceanica* (L.) Delile: effets sur les paramètres physico-chimiques du sédiment. *Oceanol. Acta*, **26**: 199-207.
- GUIDETTI P., BUIA M.C., MAZZELLA L. (2000) - The use of Lepidochronology as a Tool of Analysis of Dynamic Features in the Seagrass *Posidonia oceanica* of the Adriatic Sea. *Bot. Mar.*, **43**: 1-9.
- MARBA N., DUARTE C.M., CEBRIAN J., GALLEGOS M.E., OLESEN B., SAND-JENSEN K. (1996) – Growth and population dynamics of *Posidonia oceanica* on the Spanish Mediterranean coast: elucidating seagrass decline. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **137**: 203-213.
- PEIRANO A., DAMASSO V., MONTEFALCONE M., MORRI C., BIANCHI C.N. (2005) – Effects of climate, invasive species and anthropogenic impacts on the growth of the seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Liguria (NW Mediterranean Sea). *Mar. Pollut. Bull.*, **50**: 817-822.
- 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.

S. ANDREOTTI, A. DI PASCOLI, R. ODORICO\*, G. BRESSAN

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

\*Riserva Naturale Marina di Miramare, Viale Miramare, 349 - 34014 Grignano (TS), Italia.

## APPROCCIO SISTEMICO ALLO STUDIO DI COMUNITÀ VEGETALI MARINE: *HERBARIA* E COLLEZIONI VIVE

### *SYSTEMIC APPROACH TO VEGETAL MARINE COMMUNITY STUDY: HERBARIA AND ALIVE COLLECTIONS*

**Abstract** - In order to offer a valid alternative to the "loan for vision", a digital images database has been realized to make consultable, on line, the TSB collection (*Herbarium Universitas Tergestinae*). A complementary type of conservation preserves habitat, as happens in Natural Parks or AMP, that represent an "alive" example of collection. The systemic approach to vegetal marine community study is carried out by a relational database able to connect the species observed during a dive to TSB samples.

**Key-words:** data collections, seaweeds, AMP, Adriatic Sea.

**Introduzione** - Le collezioni dei Musei di Storia Naturale sono uno strumento fondamentale per la comprensione del mondo naturale e per la gestione delle sue risorse. Questo concetto è stato chiarito sin dal XVIII secolo, quando si organizzarono i primi grandi Musei di Storia Naturale moderni nei quali sono cominciate a confluire le raccolte effettuate in diverse parti del globo (Latella, 2005). Le collezioni, presenti a livello mondiale, non possono essere ancora interamente fruibili a causa della mancanza di un sistema che permetta di accedervi agevolmente, limitando quindi la ricerca e lo studio che rimangono circoscritti in ambiti ristretti. L'algario secco del Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Trieste (*Herbarium Universitas Tergestinae* - TSB) è costituito da circa 5000 *exsiccata*, di: *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Heterokontophyta* (*Phaeophyceae*) e *Rhodophyta*, per un totale di 295 generi, rappresentato da campioni sia a tallo molle che calcareo, tra cui i più rappresentati sono: *Fucus*, *Dictyopteris*, *Dictyota*, *Cystoseira*, *Enteromorpha*, *Ulva*, *Ceramium*, *Nitophyllum*. Le specie catalogate sono 740, tra le quali *F. virsoides*, *D. membranacea*, *D. dichotoma*, *C. crinita*, *C. fimbriata*, *E. intestinalis*, *U. rigida*, *C. ciliatum*, *N. punctatum*, sono presenti col maggior numero di esemplari. Più della metà dei campioni risalgono a raccolte del XIX secolo. La presenza di campioni datati conferisce alla collezione una grande valenza storica ma, al contempo, ne limita la consultazione a causa della naturale fragilità degli *exsiccata*. Posto che le collezioni sono archivi insostituibili della biodiversità di un territorio, un tipo di conservazione fondamentale è quello che preserva l'habitat, come si verifica nei Parchi o Riserve Naturali, nelle quali un ambiente regolato da norme atte a limitare l'impatto antropico rappresenta un esempio di collezione "viva". E' qui quindi che la necessità di preservare inalterato ogni livello dell'ecosistema si intreccia con la volontà di soddisfare la curiosità per l'ambiente marino degli utenti dei Parchi o delle Riserve. Il contatto del pubblico con il mondo reale si pesa sulla base dell'interesse per un argomento, del confronto, delle curiosità, che si possono testare solo "dal vivo" (Genovesi, 2005; Arbutta, 2005; Roberto *et al.*, 2005). Con l'intersezione tra nuove tecnologie e vecchie collezioni, il multimediale e il virtuale devono, e sempre più dovranno, essere al servizio di un approccio sistemico. In un'epoca che tende verso la protezione del patrimonio naturale, rendere partecipi i "non addetti ai lavori" significa approfondire la cultura, la sensibilità e con queste potenzialmente la coscienza ambientale, senza dimenticare che partecipare alle conoscenze di indirizzo scientifico, tecnologico ed ambientale è un diritto dei cittadini (Falchetti, 2005).

**Materiali e metodi** - Per offrire una valida alternativa al “prestito per visione”, spesso impraticabile sia a causa dei lunghi *iter* burocratici, sia per la fragilità degli esemplari, è stato realizzato un archivio di immagini digitali dei campioni che rende fruibile *on line* la collezione *TSB* tramite la rete Internet. Cosicché i migliori *exsiccata* presenti nell’algario secco del Dipartimento di Biologia, acquisiti come immagini digitali con l’uso di uno scanner (Epson Expression 1640XL) e inseriti nell’ “algario digitale”, sono consultabili al sito <http://dbiodbs.univ.trieste.it/Algario/algarit.html> o attraverso la sezione museale del sito dell’ Università degli Studi di Trieste ([www.units.it](http://www.units.it)). Un esempio di approccio sistemico è dato qui dal riscontro delle informazioni acquisite a livello virtuale o di *exsiccata*, con le determinazioni delle principali macroalgahe della Riserva Naturale Marina di Miramare. A questo fine sono state create 23 schede identificative, realizzate in materiale plastico, di dimensioni ridotte (20×8 cm), per poter essere consultate anche durante una visita subacquea e unite tra loro per essere facilmente trasportabili. Per permettere all’utente di identificare rapidamente la divisione di appartenenza è stato adottato l’espedito di differenziare cromaticamente lo sfondo delle schede: verde per le *Chlorophyta*, rosso per le *Rhodophyta* e giallo per le *Heterokontophyta* (*Phaeophyceae*). Per ogni alga sono riportati: nome comune, nome scientifico, foto dell’alga realizzata durante immersioni con la fotocamera digitale Nikon Coolpix 4200 e scafandro Nikon WP-CP2, nozioni principali per il riconoscimento, immagini al microscopio ottico o, in alternativa, un disegno che rappresenti la struttura interna e delle curiosità che possano interessare il lettore.

**Risultati** – L’approccio sistemico alle due collezioni (Algario secco del Dipartimento di Biologia e collezione “viva” della Riserva Naturale Marina di Miramare), si concretizza nella creazione di un database relazionale in grado di collegare le specie presenti, per risalire dalla specie vegetale osservata durante un’escursione nelle acque della Riserva, al campione secco presente nell’algario del Dipartimento di Biologia dell’Università degli Studi di Trieste.

**Conclusioni** - La potenzialità di poter risalire dal campione visto in acqua all’*exsiccatum* consultabile anche in formato digitale, si concretizza a diversi livelli cognitivi, che vanno dalla semplice curiosità di un utente (ad es. durante un *sea-watching*), alla ricerca avanzata nel campo della biodiversità, attraverso l’estrazione d’informazioni estremamente puntuali come, ad esempio, l’analisi del DNA.

#### **Bibliografia**

- FALCHETTI E. (2005) - Il web nei musei nel panorama della scienza post-accademica. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Trieste*, **51** (Suppl.): 31-34.
- GENOVESI E. (2005) - Dalla sala delle meraviglie al museo delle meraviglie. Coinvolgere il visitatore con le tecnologie informatiche. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Trieste*, **51** (Suppl.): 35-38.
- LATELLA L. (2005) - Dal pennino ad internet: passato e futuro della catalogazione e fruizione delle collezioni di storia naturale. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Trieste*, **51** (Suppl.): 77-80.
- ROBERTO V., MARASSI A., VIDULLI M., TORLO (2005) - Musei e Web: aspettative, risultati e oltre. *Atti Mus. Civ. Stor. Nat. Trieste*, **51** (Suppl.): 47-50.

D. BALATA, E. CECCHI\*, M. MAGRI\*, F. SERENA\*

Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Pisa, Via Volta, 6 - 56100 Pisa, Italia.

balata@discat.unipi.it

\*ARPAT, Livorno, Italia.

## CARATTERIZZAZIONE BIOLOGICA DELLA GROTTA MARINA M2 DELL'ISOLA DI MONTECRISTO (MAR TIRRENO)

### *BIOLOGICAL FEATURES OF THE M2 MARINE CAVE IN ISLAND OF MONTECRISTO (TYRRHENIAN SEA)*

**Abstract** - During the monitoring of the water quality of the Island of Montecristo marine protected area, two marine caves have been explored. Utilising spelomarine dive techniques, topography and biology studies are carried out in only one cave called M2. This horizontal cave is about 100 m long, a siphon is positioned at 60m far from the entrance. The preliminary results suggest that the variability among the sampling stations is due to the different distribution of the species along the cave and between sides of the cave.

**Key-words:** Montecristo Island, zoning, marine cave, Tyrrhenian Sea.

**Introduzione** - L'Isola di Montecristo si trova circa 38 mn dalla costa continentale toscana e 24 mn a sud dell'Elba nel Mar Tirreno Settentrionale. È un plutone granitico ellissoidale, con asse maggiore disposto in direzione NE-SE, alto 645 m s.l.m. Le sue coste, molto dirupate, hanno uno sviluppo di 16 km. La formazione rocciosa deriva dal magma analettico collegato all'orogenesi ercinica a struttura porfiroide con grandi cristalli di feldspato. Durante i sopralluoghi sono state individuate due grandi cavità marine la cui esplorazione ha consentito di produrre questo contributo scientifico. La diminuzione delle risorse trofiche nell'ecosistema delle grotte marine è da attribuire al gradiente negativo di due fattori fisici: la luce e il confinamento ideologico (Fichez, 1991). La luce si attenua rapidamente determinando una diminuzione costante degli organismi vegetali fino alla loro scomparsa che avviene in spazi relativamente brevi. In seguito a ciò si verifica l'inibizione della produzione primaria autoctona (Cinelli *et al.*, 1977).

**Materiali e metodi** - Con tecniche speleosubacquee è stato possibile esplorare e rilevare l'intera cavità. Mediante l'uso di una fotocamera digitale sono stati raccolti i dati fondamentali per la caratterizzazione biologica delle stratocenosi. Gli organismi vegetali sono stati suddivisi in tre stratocenosi: alghe incrostanti, feltro ed alghe erette. Gli organismi animali sono stati raggruppati in taxa; i più rappresentativi sono stati poriferi, antozoi e serpulidi. Su entrambe le pareti, ogni 10 metri, è stato individuato un sito di 5 metri di lunghezza e 2 di altezza, all'interno del quale sono stati scelti in maniera casuale 2 stazioni di campionamento di 1 m<sup>2</sup> ciascuna, all'interno di ogni stazione sono state effettuate tre repliche fotografiche. I 6 siti campionati (A, B, C, D, E e F) iniziavano 5 metri fuori l'ingresso della grotta.

**Risultati** - L'ingresso della Grotta M2 è situato nella cala di Corfu ed è rivolto in direzione sud-sudest. Il suo pavimento è 7 m più sotto, mentre il soffitto è a circa 13 m e il suo sviluppo è orizzontale. A 50 metri dall'entrata la grotta sifona e dopo circa 10 metri "riemerge" in un'ampia sala. Il rilievo biologico ha evidenziato, sul lato esterno a sud, un popolamento algale fotofilo caratterizzato da *Dasycladus vermicularis*, *Padina pavonica*, *Cystoseira* sp. e feltro algale. La parete esposta a nord ha invece mostrato un popolamento sciafilo caratterizzato da *Peyssonnelia* spp., *Palmophyllum crassum* e *Halimeda tuna*. Il popolamento algale all'ingresso della grotta (sito B) del lato destro,

presenta valori di copertura intorno al 50%, caratterizzato da alghe incrostanti. Il lato di sinistra presenta ancora alti valori di copertura specialmente per quanto riguarda le alghe erette (*Flabellia petiolata*) e il feltro algale. I siti C e D sono caratterizzati da una copertura dovuta a poriferi di diverse specie, mentre le alghe incrostanti sono presenti principalmente nel lato sinistro. I serpulidi mostrano in queste stazioni i loro massimi valori di copertura. I siti E e F sono caratterizzati da poche specie di spugne (valori di copertura inferiori al 50%) e da serpulidi. E' da rilevare che, sul lato sinistro rispetto a quello destro, la copertura dei serpulidi è maggiore, mentre quella dei poriferi è inferiore. Gli antozoi presentano bassi valori di copertura per l'intera grotta. Nello studio del popolamento bentonico della grotta M2 mediante l'analisi multivariata (PERMANOVA) (Anderson, 2001), utilizzando i gruppi morfologici algali e i principali taxa animali osservati, è risultata significativa l'interazione Esposizione × Profondità (lato destro-sinistro), mentre l'analisi effettuata a maggior dettaglio tassonomico possibile ha evidenziato differenze significative anche per il fattore stazione.

**Conclusioni** - I popolamenti osservati nella grotta M2 dell'Isola di Montecristo (Grosseto) sono del tutto simili a quelli osservati in altre grotte dell'Arcipelago Toscano, ad esempio la grotta del Bue Marino dell'Isola di Gorgona (Bianchi e Morri, 1994). La variabilità tra stazioni è determinata da una diversa distribuzione delle specie a piccola scala spaziale mentre tale variabilità invece non è osservata utilizzando categorie tassonomiche superiori. Questo può essere utile in studi in cui si voglia individuare il confinamento in questi ambienti limite.

**Ringraziamenti** - Si ringrazia sentitamente la Direzione del Parco dell'Arcipelago Toscano e l'Azienda Forestale dello Stato, in particolare l'Ufficio di Follonica, nonché Goffredo Benelli, custode dell'isola, per la disponibilità e la collaborazione dimostrata.

#### **Bibliografia**

- ANDERSON M.J. (2001) - A new method for a non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, **26**: 32-46.
- BIANCHI C.N., MORRI C. (1994) - Studio bionomico comparativo di alcune grotte marine sommerse: definizione di una scala di sconfinamento. *Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia*, Bologna, **6** (II serie): 107-123.
- CINELLI F., FRESI E., MAZZELLA L., PANSINI M., PRONZATO R., SVOBODA A. (1977) - Distribution of benthic phyto and zoocoenoses along a light gradient in a superficial marine cave. In: Keegan B.F., Ceidigh P.O., Boaden P.J.S. (eds), *Biology of benthic organisms*. Pergamon Press, London: 173-183.
- FICHEZ R. (1991) - Composition and fate of organic matter in submarine cave sediments: implications for the biogeochemical cycle of organic carbon. *Oceanol. Acta*, **14**: 369-377.

G.M. BALDUCCI, H. OMICCIOLI, S. GIANNATTASIO, D. MINELLI\*,  
V. COLLEVECCHIO\*, M. VALLISNERI\*, B. SABELLI\*

Progetto Blu. Soc. Coop. a r.l., Strada Nazionale Adriatica Sud, 44 - 61032 Fano (PU), Italia.  
gbalducci@progettoblu.it

\*Dip. Biol. Evoluzionistica Sperimentale, Università di Bologna, Italia.

STUDIO SULLA BIOLOGIA E DISTRIBUZIONE DI *NASSARIUS*  
*MUTABILIS* (L., 1758) (GASTROPODA, PROSOBRANCHIA)  
NEL COMPARTIMENTO MARITTIMO DI PESARO  
PER UNA CORRETTA GESTIONE DELLA RISORSA

*BIOLOGY AND DISTRIBUTION OF NASSARIUS MUTABILIS*  
(L., 1758) (GASTROPODA, PROSOBRANCHIA) FOR A CORRECT  
MANAGEMENT AT PESARO'S MARINE DEPARTMENT

**Abstract** - Some experimental studies have been conducted upon the marine snail *Nassarius mutabilis* (Gastropoda, Prosobranchia) at Pesaro's Marine Department in the Adriatic Sea, from 2002 to 2005. The results have revealed that its annual abundance is by far variable, and its distribution by spot with a low average density.

**Key-words:** *Nassarius mutabilis*, *Nassarius reticulatus*, reproduction, marking, management.

**Introduzione** - La pesca del mollusco gasteropode *Nassarius mutabilis* è diffusa in Alto Adriatico lungo tutta la fascia costiera. Negli ultimi anni si è assistito ad un notevole calo della risorsa, a causa dell'intenso prelievo e per l'incremento della popolazione di una specie antagonista, il *Nassarius reticulatus*, che sta espandendo l'areale di distribuzione a scapito del primo (Piccinetti, 1998). Dal dicembre 2002 al maggio 2005 una ricerca condotta su contributo del Mipaf (Ministero delle Politiche Agricole e Forestali) con l'obiettivo di acquisire nuovi dati sulla biologia di *N. mutabilis* in un'ottica di gestione oculata della risorsa, ha messo in luce alcuni aspetti interessanti sulla biologia ed ecologia della specie. Obiettivo del presente rapporto è quello di divulgare i risultati ottenuti nella ricerca integrandoli con approfondimenti e verifiche.

**Materiali e metodi** - Sono state condotte campagne di monitoraggio e raccolta dei molluschi dal 2002 al 2004. Il protocollo di campionamento prevedeva pescate parallele ad intervalli regolari di 0.3 miglia, dalla costa verso il largo, condotte su transetti distanti 2.5 M fra loro, per un totale di 100 stazioni. Parallelamente sono stati svolti campionamenti con filari di nasse posti a distanza di circa 2.5 M l'uno dall'altro lungo tutto il Compartimento Marittimo di Pesaro; è stato messo a punto un protocollo per la marcatura con appositi coloranti, e nel 2003 e 2004 sono state svolte due campagne di marcatura e ricattura, per un totale 16200 gasteropodi. Su tutti gli esemplari raccolti sono state svolte analisi biometriche e di determinazione dei sessi, con analisi sia macroscopica che istologica delle gonadi.

**Risultati** - I dati raccolti nell'ambito della ricerca condotta per conto del MiPAF, hanno evidenziato una distribuzione non omogenea delle due specie. I valori di abbondanza rivelano una presenza maggiore di *N. reticulatus*. Nel 2002 la quantità media di *N. mutabilis* rinvenuta risulta di poco superiore ad 1 individuo per m<sup>2</sup> pari circa a 1,4 g/m<sup>2</sup> di prodotto, l'abbondanza di *N. reticulatus* è di circa 2 individui per m<sup>2</sup>, pari a 2,6 g/m<sup>2</sup>. Nel 2004 i valori subiscono un decremento ed entrambi i molluschi mostrano valori di abbondanza attorno a 0,6 g/m<sup>2</sup>. I dati di pesca esaminati per il periodo 1984-1997 mostrano che gli indici di abbondanza di *N. mutabilis* e *N. reticu-*



*latus* sono invertiti, con una netta prevalenza di *N.reticulatus*. Il protocollo previsto per la marcatura di *N. mutabilis* si è dimostrato altrettanto valido rispetto ad altri metodi descritti in letteratura (Jones, 1979) ed è stato possibile ricattare 114 individui vivi con marcatura, a distanza di un anno dalla liberazione, per i quali non vi è stato un accrescimento significativo (circa 1 mm), contrariamente al tasso di accrescimento stimato da altri autori (Cespuglio, 1999). Lo spostamento medio dei lumachini corrisponde a circa 24 m/giorno, con un raggio complessivo massimo di 1,5 miglia rispetto all'area di liberazione, per un home range stimato in 7.500.000 m<sup>2</sup>. La determinazione dei sessi con analisi macroscopica, condotta su oltre 10.000 individui di *N. mutabilis*, mostra come le femmine assumano taglie maggiori rispetto ai maschi. I grafici taglia/frequenza ottenuti con le analisi biometriche mostrano curve nettamente distinte: gli esemplari di sesso maschile si distribuiscono attorno ad una moda di 17-18 mm e raramente raggiungono la taglia minima commerciale (20 mm), e quelli di sesso femminile attorno ai 23-24 mm e non sono stati mai rinvenuti esemplari al di sotto dei 17 mm. I campioni raccolti con le nasse mostrano comportamenti diversi per quanto riguarda la frazione femminile e quella maschile della popolazione: nei mesi tra giugno e ottobre la componente femminile assume valori preponderanti, indicando una maggiore attività, tuttavia sommando tutti i valori ottenuti, la popolazione sembra comunque non in equilibrio assumendo una sex ratio di 0.45. L'analisi istologica delle gonadi condotta sia sugli esemplari ottenuti nel corso della ricerca MiPAF, che su campioni raccolti in seguito, sembra escludere eventuali fenomeni di imposex e confermare quanto osservato a livello macroscopico. L'assenza di femmine di piccola taglia nei campioni suggerisce che *N. mutabilis* possa essere una specie con ermafroditismo proterandrico: si ipotizza inoltre un mutamento di sesso a partire da individui attorno ai 19 mm di taglia.

**Conclusioni** - La specie evidenzia una forte variabilità nel corso dell'anno ed una distribuzione non equa all'interno del compartimento. La quantità esigua di prodotto di taglia commerciale all'interno del pescato indica un eccessivo sfruttamento della risorsa da parte della pesca. La sex ratio sbilanciata a favore dei maschi confermerebbe un'eccessiva pressione di pesca sulla frazione femminile, di taglia maggiore. La presenza massiccia di *N. reticulatus* rappresenta un problema rilevante, essendo le due specie in competizione sfruttando le stesse risorse. La normativa attuale impone il rispetto della taglia di 20 mm per la commercializzazione del prodotto, taglia alla quale gli individui della specie risultano per la quasi totalità di sesso femminile. È necessario avviare un nuovo piano di gestione della risorsa che tenga conto degli aspetti biologici evidenziati.

#### Bibliografia

- CESPUGLIO G., PICCINETTI C., LONGINELLI A. (1999) - Oxygen and carbon isotope profiles from *Nassa mutabilis* shells (Gastropoda): accretion rates and biological behaviour. *Marine Biology*, **135**: 627-634.
- JONES R. (1979) - Materials and methods used in marking experiments in fishery research. *FAO Fish. Tech. Pap.*, **190**: 134 pp.
- PICCINETTI C., MANFRIN G. (1998) - Considerazioni per la gestione della pesca del lumachino, *Nassarius mutabilis* (Linnaeus, 1758). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 335-361.

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

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

\*DiSAm, Università di Napoli "Parthenope", Italia.

ANALISI FENOLOGICHE E DISTRIBUZIONE  
DEI PRATI A *CAULERPA RACEMOSA* (FORSSKÅL) J. AGARDH  
NELL'AREA MARINA PROTETTA (AMP)  
DI PUNTA CAMPANELLA (TIRRENO CENTRALE)

*PHENOLOGICAL ANALYSIS AND DISTRIBUTION  
OF CAULERPA RACEMOSA MEADOWS ALONG  
THE COASTS OF PUNTA CAMPANELLA  
MARINE PROTECTED AREA (CENTRAL TYRRHENIAN SEA)*

**Abstract** – During the summer 2004, a study on phenology and the overall distribution of the alloctonus species *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh was carried out along the coasts of Punta Campanella Marine Protected Area (MPA). Phenological features were recorded in four sites, two of which located in the Gulf of Naples, the other in the Gulf of Salerno. Differences between the two gulfs have been observed.

**Key-words:** *phytobenthos, algal settlements, phenology, Caulerpa racemosa.*

**Introduzione** – Nell'anno 2000 la presenza dell'alga alloctona invasiva *C. racemosa* è stata segnalata lungo le coste meridionali dell'AMP di Punta Campanella (versante salernitano). In quell'anno furono censiti dodici prati, nei quali l'alga si insediava su differenti tipologie di fondo (massi di frana; pianori rocciosi; ghiaia; sabbia) e fra le foglie di *Posidonia oceanica* (Russo *et al.*, 2003). Al fine di verificare lo stato della dinamica espansiva dell'alga a distanza di anni, nell'estate 2004 è stato compiuto un nuovo censimento, che ha interessato sia il versante napoletano che quello salernitano dell'AMP. Inoltre, si è ritenuto opportuno caratterizzare alcuni caulerpeti rilevati lungo i versanti, al fine di determinarne il grado di copertura e l'aspetto fenologico.

**Materiali e metodi** – La distribuzione dell'alga *C. racemosa* è stata valutata mediante rilevamenti visivi condotti con autorespiratore ad aria. Gli insediamenti e la loro estensione sono stati censiti annotando su di una tabella la tipologia di fondo sulla quale si rinveniva l'alga ed i limiti batimetrici del prato. Sono poi stati caratterizzati quattro caulerpeti, ubicati alla medesima profondità, secondo un disegno sperimentale che ha tenuto conto dei seguenti fattori: versante (Napoli, Salerno); tipologia di fondo (pianori rocciosi e ghiaie infralitorali). Su ciascuna tipologia sono state eseguite 50 repliche, che consistevano nel prelievo di 50 talli algali da esaminare in laboratorio. Il prelievo è stato effettuato nel mese di settembre del 2004, in concomitanza con l'inizio del periodo di rigoglio massimo dell'alga (Meinesz, 2001). L'analisi fenologica ha riguardato: spessore dello stolone, altezza dei ramuli, altezza delle pinnule laterali, spessore delle pinnule (Buia *et al.*, 2001). Per ciascuna tipologia di fondo la copertura percentuale di *C. racemosa* è stata valutata con un metodo semiquantitativo, utilizzando i seguenti ranghi: I (0-20%); II (40-70%); III (80-100%). Sui talli algali è stata eseguita un'ANOSIM a due vie, al fine di indagare differenze significative tra i caulerpeti dei due versanti e delle due tipologie di fondo selezionate per la caratterizzazione. In prima istanza, l'analisi è stata condotta considerando complessivamente tutte le variabili fenologiche utilizzate per la caratterizzazione. Successivamente, si è ritenuto

opportuno effettuare l'analisi su ciascuna variabile, al fine di individuare le variabili che mostravano una differenza più marcata tra i versanti o tra le tipologie di fondo selezionate per lo studio.

**Risultati** – Rispetto al censimento del 2000, quello del 2004 ha rilevato l'ampliamento della distribuzione dei caulerpeti anche al versante napoletano dell'AMP di Punta Campanella. Anche lungo questo versante, l'invasione ha riguardato diverse tipologie di fondo e differenti batimetrie, ma l'aspetto dei caulerpeti si è rivelato alquanto dissimile rispetto al versante salernitano. In particolare, lungo il versante napoletano i prati erano caratterizzati da filloidi bassi e la copertura percentuale era associata a ranghi bassi o medi (0-20%-40-70%); viceversa, i caulerpeti del versante salernitano erano caratterizzati da un filloide alto e da un grado di copertura medio-elevato (40-70%; 80-100%). Se si considerano le tipologie di fondo, per le ghiaie è stata osservata in entrambi i versanti una maggiore frequenza di copertura dei ranghi medio-elevati rispetto ai pianori rocciosi. Queste evidenze di campo sono state anche confermate dall'ANOSIM. I risultati dei test hanno evidenziato differenze significative tra i gruppi di campioni in relazione al versante ed alla tipologia di fondo. Questo andamento è risultato apprezzabile per tutte le variabili fenologiche selezionate per la caratterizzazione. In particolare, lungo il versante salernitano i valori medi delle variabili fenologiche sono risultati significativamente maggiori rispetto al versante napoletano (Salerno: altezza ramuli =  $66.99 \pm 17.66$  mm, altezza pinnule laterali =  $3.59 \pm 0.45$  mm, spessore stolone =  $1.40 \pm 0.26$  mm, spessore vescicole =  $1.77 \pm 0.26$  mm; Napoli: altezza ramuli =  $16.92 \pm 8.43$  mm, altezza pinnule laterali =  $2.04 \pm 0.52$  mm, spessore stolone =  $1.11 \pm 0.24$  mm, spessore vescicole =  $1.70 \pm 0.32$  mm).

**Conclusioni** - I risultati di questo lavoro sottolineano il forte potenziale invasivo della alga *C. racemosa*; a distanza di 4 anni dai primi rilievi, la distribuzione iniziale dell'alga, piuttosto frammentaria e ben localizzata in 12 siti, si è estesa in tutto il tratto costiero dell'AMP di Punta Campanella. Tuttavia *C. racemosa* ha mostrato una apprezzabile variabilità morfologica, sia in relazione alla tipologia di fondo, in accordo con quanto riportato in altri lavori di caratterizzazione (Verlaque *et al.*, 2000), sia in relazione ai diversi versanti. Ulteriori studi sono necessari al fine di indagare i fattori che indicano tali differenze tra i due versanti dell'AMP di Punta Campanella.

#### Bibliografia

- BUIA M.C., GAMBI M.C., TERLIZZI A., MAZZELLA L. (2001) - Colonization of *Caulerpa racemosa* along the southern Italian coasts: Distribution, phenological variability and ecological role. In: Gravez V., Le Direac'h L., Meisnez A., Scabbia G., Verlaque M. (eds), *4<sup>th</sup> International Workshop on the Caulerpa taxifolia*. GIS Posidonie Publ. Fr.: 352-360.
- MEINESZ A. (2001) - *L'alga "assassina"*. Bollati Boringhieri, Torino: 285 pp.
- RUSSO G.F., BALZANO R., CARRADA G.C. (2003) - Prima segnalazione di *Caulerpa taxifolia* ed ulteriori notizie sulla distribuzione di *Caulerpa racemosa* per le coste della Campania (Tirreno Centrale). *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 608-610.
- VERLAQUE M., BOUDERESQUE C.F., MEINESZ A., GRAVEZ V. (2000) - The *Caulerpa racemosa* complex (Caulerpales, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea. *Bot. Mar.*, **43**: 42-68.

A. CASTELLI, C. LARDICCI, C. CASTELLANI, C. FINOCCHIARO, S. GENOVESI,  
M. TATARANNI, F. MALTAGLIATI

Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.  
castelli@discat.unipi.it

ANALISI DELLA DISTRIBUZIONE VERTICALE  
NEL SUBSTRATO SABBIOSO DI DUE POLICHETI  
(GENERE *OPHELIA*) LUNGO IL LITORALE PISANO

*ANALYSIS OF VERTICAL DISTRIBUTION  
OF TWO POLYCHAETES (GENUS OPHELIA)  
IN SANDY SUBSTRATE ALONG THE PISAN COAST*

**Abstract** - Vertical distribution of the polychaetes *Ophelia bicornis* and *O. barquii* in the sandy substrate at two localities of the Pisan coast was studied by means of an appropriate sampling design providing the collection of superficial and deep cores of intertidal sand. Statistical analyses showed significant differences in layer composition, although relative species abundances were not layer-related.

**Key-words:** intertidal environment, beaches, polychaetes, vertical distribution, *Ophelia*, Tuscany.

**Introduzione** - Recenti studi morfologici e genetici su campioni mediterranei di *Ophelia* (Polychaeta, Opheliidae) hanno evidenziato la presenza di due specie: *O. bicornis* Savigny 1818, con sei paia di nefridiopori e *O. barquii* Fauvel, 1927, con cinque paia (Maltagliati *et al.*, 2004, 2005). Questi due policheti vivono in ambiente intertidale caratterizzato da sabbie medio-fini, a regime idrodinamico relativamente alto e con modeste quantità di detrito organico (Bellan, 1962). La loro distribuzione è approssimativamente localizzata lungo la fascia che rimane a lungo emersa, ma che mantiene sempre acqua interstiziale.

Il tema della variabilità spaziale in *Ophelia* è stato recentemente affrontato da Iraci Sareri (2006) che, a differenza del presente lavoro, ha studiato la distribuzione di *O. bicornis* e *O. barquii* in condizioni di allopatria. Iraci Sareri (2006) ha rilevato eterogeneità nella distribuzione spaziale, con *O. bicornis* che tende ad essere più abbondante negli strati superficiali del substrato e nella fascia della battigia più vicina al mare, mentre *O. barquii* negli strati più profondi e nella fascia più alta della battigia.

Durante precedenti lavori (Maltagliati *et al.*, 2004, 2005) è stato osservato che nelle spiagge del litorale pisano le due specie si presentano in apparente simpatria. Con il presente lavoro si è voluto saggiare l'ipotesi di una segregazione verticale delle due specie, con *O. bicornis* presente nello strato superficiale del substrato (0-15 cm) e di *O. barquii* in quello più profondo (16-30 cm) in due spiagge del litorale pisano.

**Materiali e metodi** - Lo studio è stato effettuato in due località del litorale pisano distanti tra loro circa 10 Km (Tirrenia: 43° 37' N, 10° 17' E e San Rossore: 43° 43' N, 10° 16' E), mediante il prelievo di carote di sedimento sabbioso della fascia intertidale. È stato effettuato un prelievo per stagione, a partire da febbraio fino a ottobre 2005. In ciascuna località sono stati considerati due siti distanti tra loro circa 100 metri, per ciascuno dei quali sono state prelevate tre repliche (Fig. 1). Ciascuna carota, del diametro di 33 cm e dell'altezza di 30 cm, è stata divisa verticalmente in due sub-carote di 15 cm ciascuna. Gli individui di *Ophelia* presenti in ciascuna sub-carota, sono stati separati dal substrato, trasferiti in laboratorio e identificati mediante il conteggio del numero di nefridiopori allo stereomicroscopio. I dati sono stati trattati mediante multidimensional scaling (MDS), applicato alla matrice di dissimilarità (100 - similarità di Bray-Curtis) tra i campioni ed è stato applicato il test ANOSIM.

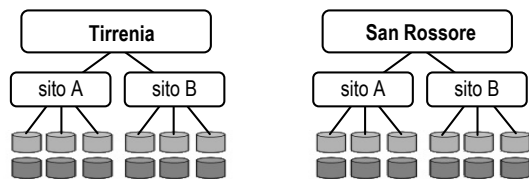


Fig. 1 - Schema di campionamento. Il campionamento è stato replicato stagionalmente per un anno.  
Scheme of sampling design. Sampling was seasonally replicated through one year.

**Risultati e conclusioni** - MDS e ANOSIM mostrano una differenza significativa nella composizione dei due strati (Fig. 2). Tuttavia, dato che le due specie presentano alternanza della loro abbondanza in superficie e in profondità, non si evidenzia associazione costante tra specie e strato.

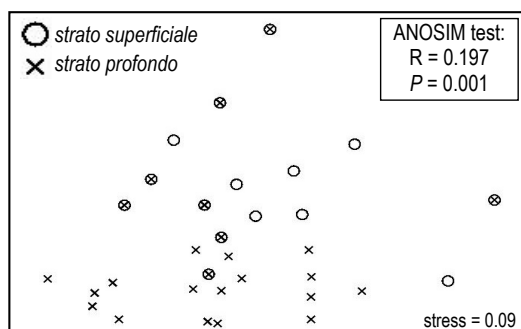


Fig. 2 - Grafico ottenuto con il multidimensional scaling delle dissimilarità (100 - similarità di Bray-Curtis) tra i campioni e risultati del test ANOSIM.

Multidimensional scaling plot based on dissimilarities (100 - Bray-Curtis similarity) between samples and results of ANOSIM test.

I nostri risultati respingono l'ipotesi sulla prevalente e costante presenza di *O. bicornis* nello strato superficiale del substrato (0-15 cm) e di *O. barquii* nelle zone più profonde (10-30 cm) proposta da Iraci Sareri (2006).

Il presente lavoro rappresenta un contributo per la comprensione della distribuzione spaziale di due specie affini. Un disegno sperimentale che 1) preveda una maggiore suddivisione in strati, 2) che consideri il gradiente mare-terra e 3) che includa diverse aree geografiche potrà permettere di approfondire le conoscenze sulla variabilità spaziale nella distribuzione di questi due policheti.

#### Bibliografia

- BELLAN G. (1962) - Contribution à l'étude de l'Annélide Polychète *Ophelia bicornis* Savigny 1820. *Rapp. Proc.-Verb. Réunion. CIESMM*, **16**: 533-550.
- IRACI SARERI D. (2006) - *Ecologia, distribuzione ed aspetti sistematico-evolutivi di Ophelia bicornis Savigny, 1822 ed Ophelia barquii Fauvel, 1927 (Polychaeta: Opheliidae) nel Mediterraneo e nei mari italiani*. Tesi dottorale, Università di Catania: 76 pp.
- MALTAGLIATI F., CASU M., CASTELLI A. (2004) - Morphological and genetic evidence supports the existence of two species in the genus *Ophelia* (Annelida, Polychaeta) in the Western Mediterranean. *Biol. J. Linn. Soc.*, **83**: 101-113.
- MALTAGLIATI F., CASU M., LAI T., IRACI SARERI D., CASU D., CURINI GALLETTI M., CANTONE G., CASTELLI A. (2005) - Taxonomic distinction of *Ophelia barquii* and *O. bicornis* (Annelida, Polychaeta) in the Mediterranean as revealed by ISSR markers and the number of nephridiopores. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **85**: 835-841.

C. CERRANO<sup>1</sup>, L. CASTELLANO<sup>2</sup>, M. GIBERTI<sup>1</sup>, C. MUTI<sup>1,2</sup>,  
M. PREVIATI<sup>1,3</sup>, L. VALISANO<sup>1</sup>, G. BAVESTRELLO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dip. per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Univ. di Genova,  
Corso Europa, 26 - 16132 Genova, Italia.  
cerrano@dipteris.unige.it

<sup>2</sup>Acquario di Genova, Area Porto Antico - 16100 Genova, Italia.

<sup>3</sup>Dip. Scienze del Mare, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia.

## LONG-TERM EFFECTS OF DIFFERENT FOODS ON FOUR MEDITERRANEAN SPECIES OF GORGONIANS

### *EFFETTI A LUNGO TERMINE DI DIFFERENTI DIETE IN QUATTRO SPECIE DI GORGONIE MEDITERRANEE*

**Abstract** - About four species of Mediterranean gorgonians (*P. clavata*, *E. cavolinii*, *E. singularis*, *E. verrucosa*) we have analysed the effects of three different foods on growth, activity rhythm of polyps and rate of regeneration. The aim of this paper is to show the presence of food preference by the four species and the influence of the food on the growth rhythm and the regeneration processes.

**Key-words:** Octocorals, feeding, growth, regeneration.

**Introduction** - Gorgonians are considered passive filter feeders and represent one of the main link joining pelagic and benthic food webs (Gili & Coma, 1998). Gorgonians are strongly suited to extract food from column water, but knowledge about quality and quantity of the collected food is fragmentary. Several experimental studies on feeding have considered gorgonians as consumers of zooplanktonic prey items (Tsounis, 2005) while new studies on the feeding activity suggested that the extent of herbivory among cnidarians has been underestimated and should be properly evaluated. Here we tested in aquaria the optimal diet for long-term maintenance of four common species of Mediterranean sea fans, evaluated considering the influence of food on different aspects of their biology: growth, activity rhythm of polyps and rate of regeneration after an artificial lesion.

**Materials and methods** - In order to evaluate the effect of different foods on gorgonians, four common species (*P. clavata*, *E. cavolinii*, *E. singularis* and *E. verrucosa*) were maintained in aquarium (Aquarium of Genoa) and fed daily, at the same time, for 18 months, with one of three different food types as follows: mix of *Nanochloropsis* sp. And *Thetraselmis suecica*; suspension of powdered fishery-food sieved (to mimic Suspended Particulate Matter, SPM) and *Artemia salina* nauplii. The long-term effects of the different diets were evaluated considering the growth rate by means of a calliper, the activity rhythm based on the expansion/contraction of the polyps by video recording and the regeneration rate after partial lesion of the coenenchyme. The growth of the damaged tissue was measured weekly and the time employed by the colonies to totally regenerate the living tissue recorded. Data were processed using Scheirer-Ray-Hare Test; moreover, the capability of regeneration of each species providing the three different types of food was tested using the Kruskal-Wallis ANOVA. We used the Kruskal-Wallis ANOVA and a Multiple Comparison Test to compare the regeneration rate of the four species, considering exclusively their average values.

**Results** - The three different diets affected the growth of the four species (Scheirer-Ray-Hare Test: vs. species  $0.001 < P < 0.01$ ). All the species showed positive growth rates (about 0.5 cm/year) when fed with algae (Wilcoxon Test  $P < 0.06$ ). SPM and *A. salina* affected negatively the growth of the colonies. *E. verrucosa* was the only species that

showed positive growth with all three diets (Wilcoxon Test:  $P < 0.06$ ), in particular when fed with *A. salina*. The species showed significant differences regarding the expansion time of the polyps (Scheirer-Ray-Hare Test: vs. specie  $P < 0.001$ ). *P. clavata* polyps were expanded more than 80% of observation time when fed with algae or SPM but this value decreased slightly when they were fed with *Artemia salina*. *E. cavolinii* showed the highest values of expansion when fed with *A. salina* and the lowest when fed with algae.

**Conclusions** - Results show a positive rate of growth only for *E. verrucosa* and with every kind of diet, even if *A. salina* can be considered the best food for this species. *E. singularis* and *E. cavolinii* better survive when fed with algae. Also *P. clavata* better survived when fed with algae, showing a high variability of growth when fed with *A. salina*. About the activity rhythms *P. clavata* and *E. verrucosa* showed long periods of polyp expansion with every kind of food. *E. cavolinii* showed the maximal duration of expansion when fed with *A. salina* nauplii, while *E. singularis* had the maximal time of polyp expansion (about 50%) when fed with algae. About the regenerative processes we can conclude that *P. clavata* regenerate more slowly (about half time) than the species of the genus *Eunicella*. Besides the regeneration processes were found not influenced by diet. In the natural environment, tissue loss allows fouling organisms to colonize rapidly the naked scleraxis, negatively affecting regenerative processes (Bavestrello *et al.*, 1997). The evaluation of regenerative ability of species that experienced mass mortalities represents important information to estimate the resilience of the damaged populations (Cerrano *et al.*, 2005). While gorgonians are generally considered as passive filter feeders (Gili & Coma, 1998), several authors consider them as carnivorous predators and few reports indicate that they do engage in herbivory (Ribes *et al.*, 1998). Results showed in this study could be a confirm of the hypothesis that some species of gorgonians might not be considered neither as passive filter feeders, nor predators, but as selective filter feeders, with a preference for a carnivorous or a herbivorous diet depending on the considered species.

## References

- BAVESTRELLO G., CERRANO C., ZANZI D., CATTANEO-VIETTI R. (1997) - Damage by fishing activities to the Gorgonian coral *Paramuricea clavata* in the Ligurian Sea. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **243** (7): 1-10.
- CERRANO C., ARILLO A., AZZINI F., CALCINAI B., CASTELLANO L., MUTI C., VALISANO L., ZEGA G., BAVESTRELLO G. (2005) - Gorgonian population recovery after a mass mortality event. *Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **15**: 147-157.
- GILI J.M., COMA R. (1998) - Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine food webs. *Trends Ecol. Evol.*, **3** (1): 316-321.
- RIBES M., COMA R., GILI J.M. (1998) - Heterotrophic feeding by gorgonian corals with symbiotic zooxanthella. *Limnol. Oceanogr.*, **3** (4): 1170-1179.
- TSOUNIS G., ROSSI S., LAUDIEN J., BRAMANTI L., FERNANDEZ N., GILI J.-M., ARNTZ W. (2005) - Diet and seasonal prey capture rates in the Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L.). *Mar. Biol.*, DOI: 10.1007/s00227-005-0220-1.

C. CERRANO, M. PREVIATI\*, M. PALMA, A. ARILLO

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Dip.Te.Ris., Università di Genova,  
Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.  
cerrano@dipteris.unige.it

\*Dip. Scienze del Mare, Università Politecnica delle Marche

DISTRIBUZIONE DI *GERARDIA SAVAGLIA*  
(BERTOLONI, 1819) (CNIDARIA, ZOANTHIDEA)  
NELL'AREA MARINA PROTETTA DI PORTOFINO

*DISTRIBUTION OF GERARDIA SAVAGLIA*  
(BERTOLONI, 1819) (CNIDARIA, ZOANTHIDEA)  
IN THE PROTECTIVE MARINE AREA OF PORTOFINO

**Abstract** - *Gerardia savaglia* (Bertoloni, 1819), the only Mediterranean species of the Geradiidae family, has a no more known distribution. A first census made from 2000 to 2005 in the Area Marina Protetta di Portofino, has showed the presence of 6 colonies. A second census, begun from 2005, has showed a dense population at about 60 m depth.

**Key-words:** *Gerardia savaglia*, Geradiidae, distribution, census.

**Introduzione** - *Gerardia savaglia*, unico rappresentante mediterraneo della famiglia Geradiidae, ha una distribuzione ancor oggi poco conosciuta (Pais, 1992). È una specie da sempre considerata rara tanto da giustificare fino a poco tempo fa la pubblicazione di note di segnalazione ad ogni suo ritrovamento e l'inserimento sia nell'Annesso II ASPIM (Convenzione di Barcellona) sia nell'appendice II della Convenzione di Berna. Il genere *Gerardia* ha una distribuzione batimetrica molto ampia, compresa tra i 20 e i 600 m (Druffel *et al.*, 1995; Ocaña, 2004) ma la sua corologia suggerisce che si tratta di una specie termofila (Rossi, 1958). Scopo del presente lavoro è stato quello di ampliare le scarse conoscenze sulla distribuzione di *Gerardia savaglia* (Bertoloni, 1819), su scala generale nel Mediterraneo, tramite una accurata ricerca in rete, contattando i diving centers che ne segnalano la presenza sui siti web e censendo in dettaglio le colonie presenti nell'Area Marina Protetta di Portofino, studiando in questo caso anche le modalità di crescita e il periodo riproduttivo.

**Materiali e metodi** – Nell'AMP di Portofino il censimento è stato eseguito in immersione a partire dall'estate 2000. Le osservazioni sulla crescita sono state effettuate analizzando sequenze fotografiche di due colonie in crescita su *Paramuricea clavata* e su *Eunicella cavolinii*. Il periodo riproduttivo è stato studiato tramite analisi istologiche.

**Risultati** – La colonia individuata sopra un ventaglio di *P. clavata*, è stata fotografata in località Punta del Faro a 50 m fin dalle prime fasi di crescita nell'agosto 2000. Nell'agosto 2005, *G. savaglia* aveva completamente ricoperto la colonia ospite (circa 100 cm di altezza e 70 cm di larghezza). La crescita di una colonia ottenuta tramite trapianto su una colonia *E. cavolinii* nel settembre 2001 a 30 m di profondità in località Punta del Faro, è stata documentata mensilmente attraverso rilievi fotografici ed ha terminato il ricoprimento dell'ospite nell'estate 2005. Dal monitoraggio è emersa la tendenza del parassita ad espandersi inizialmente verso la parte apicale della gorgonia occupando tutte le ramificazioni primarie, secondarie e terziarie dei rami appartenenti a tale zona. Solo in seguito la crescita si allarga verso le zone più esterne ed inferiori. Le modalità di accrescimento di *G. savaglia* monitorate su due specie di



gorgonie diverse hanno evidenziato come il ricoprimento sia molto più rapido rispetto alla velocità di crescita delle gorgonie infestate, perlomeno fino al completamento del rivestimento. Dopo questa fase inizia una seconda fase decisamente più lenta, che prevede la deposizione di uno scheletro proteico e la riproduzione sessuale, evento che si verifica nel periodo invernale.

Sono state inoltre ritrovate altre 6 colonie di *G. savaglia* in località Isuela e Casa del Sindaco e una popolazione rappresentata da oltre 20 colonie in località Punta del Faro a 64 m di profondità, individuando quindi circa 30 colonie nella sola Area Marina Protetta di Portofino.

**Conclusioni** – I dati ottenuti suggeriscono come la presenza della specie sia stata finora ampiamente sottostimata nel bacino mediterraneo. Particolarmente carenti sono inoltre le nozioni sulla biologia riproduttiva della specie, che potrebbero portare ad una migliore comprensione dei meccanismi di dispersione.

Si è, dunque, percepita l'importanza di condurre monitoraggi su tutte le colonie conosciute nell'Area Marina Protetta di Portofino, potendo così determinarne in futuro l'evolversi di fenomeni di regressione o espansione della specie anche in correlazione all'andamento termico delle acque del bacino del Mar Ligure.

#### **Bibliografia**

- DRUFFEL E.R.M., GRIFFIN S., WITTER A., NELSON E., SOUTHON J., KASHGARIAN M., VOGEL J. (1995) - *Gerardia*: bristlecomme pine of deep-sea? *Geochimica e Cosmochimica Acta*, **59**: 5031-5036.
- OCANA O., BRITO A. (2004) - A review of Gerardiidae (Anthozoa: Zoantharia) from the macaronesian islands and the mediterranean sea with the description of a new species. *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, **15** (3-4): 159-189.
- PAIS A., TRAINITO E., ROMOR R., CONTI P. (1992) - Sulla presenza di *Gerardia savaglia* (Bert.) nelle acque dell'isola i Tavolara (Sardegna nord-orientale). *Obealia*, **17** (suppl.): 377-378.
- ROSSI L. (1958) - Primo rinvenimento di *Gerardia savaglia* (Bert.) (Zoantharia) nei mari Italiani (Golfo di Genova). *Doriana* (Suppl. agli Annali del Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria", Genova), **2** (85).

M. CERVELLI, E. BORTOLOMEI, P.M. BISOL\*

Istituto di Scienze Marine ISMAR – CNR, Castello, 1364/A - 30122 Venezia, Italia.

massimiliano.cervelli@ismar.cnr.it

\*Dip. Biologia, Università di Padova, Italia.

DIFFERENZIAMENTO GENETICO  
TRA POPOLAZIONI DI *ORCHESTIA MONTAGUI*.  
CONFRONTO FRA CAMPIONI TIRRENICO-ADRIATICI

GENETIC DIFFERENTIATION  
IN *ORCHESTIA MONTAGUI* POPULATIONS.  
COMPARISON AMONG TYRRHENIC AND ADRIATIC SAMPLES

**Abstract** - Four populations of the talitrid *Orchestia montagui* from Adriatic sea and one from Tyrrhenian sea were studied to calculate genetic differentiation using isoenzyme systems. Genetic distance and differentiation by drift among populations were assessed and results were discussed.

**Key-words:** *Orchestia montagui*, isoenzymes, genetics, genetic flow.

**Introduzione** – *Orchestia montagui* (Amphipoda, Talitridae) abita l'ambiente di battigia, in stretta associazione con ammassi di fanerogame marine spiaggiate. La specie è suddivisa in molte popolazioni comunicanti tramite trasporto passivo di individui via mare, avendo mantenuto la capacità di sopravvivere in acqua e di nuotare. Questo la rende molto adatta a studi sulle modalità di differenziazione genetica; infatti su di essa sono stati già svolti studi per popolazioni lagunari (Zane *et al.*, 2001) tirreniche (De Mattheis *et al.*, 1995; Cervelli *et al.*, 2006) ed egee (De Mattheis *et al.*, 1998). Scopo di questo lavoro è di estendere lo studio a popolazioni dell'Adriatico: due nella laguna di Venezia, una in Adriatico centrale al Conero, una in Adriatico meridionale ad Otranto; per confronto è stata campionata anche una stazione Tirrenica (Livorno).

**Materiali e metodi** – Sono state campionate cinque popolazioni di *O. montagui* in zona di battigia: una tirrenica a Livorno; due adriatiche a Otranto e Conero (spiaggia del Trave); due nella laguna veneta in località Treporti (a Nord) e Piovini (a Sud). Sono stati analizzati, con elettroforesi orizzontale, 13 sistemi enzimatici in oltre 50 individui per campione; le metodiche seguite sono descritte in Cervelli *et al.* (2006). I dati sono stati elaborati per mezzo dei programmi statistici BIOSYS-1 e GDA.

**Risultati** – Tra i 13 sistemi enzimatici analizzati sono stati trovati 6 loci polimorfi: amino-peptidasi (PEP-3: con frequenza osservata di eterozigoti minima 0,267 e massima 0,515), fosfogluco-mutasi (PGM: 0,226-0,480), glutammico-ossalacetico transaminasi (GOT-2: 0,033-0,058), glucosio-fosfato isomerasi (GPI: 0,049-0,321), malico deidrogenasi (MDH: 0,250-0,472), mannosio-fosfato isomerasi (MPI: 0-0,465). La frequenza media di eterozigosi osservata per campione va da 0,094 a 0,132.

L'identità genetica dei campioni, calcolata secondo Nei (1978), riflette, come prima considerazione, la condizione di popolazioni geografica della stessa specie, con valori tra 0,97 e 0,99. I confronti tra campioni hanno evidenziato una maggiore identità tra le popolazioni della laguna veneta ed Otranto, mentre la popolazione del Conero mostra una leggera separazione non coerente con la collocazione geografica intermedia; il campione tirrenico appare maggiormente separato da quelli adriatici.

Una seconda serie di confronti è stata effettuata con l'indice di fissazione di Wright (1965). Si tratta di un metodo più sensibile a valutare la tendenza delle popolazioni alla diversificazione genetica, in quanto esso può essere ripartito nella componente di

deriva genetica  $F_{ST}$  e dalla componente di inbreeding  $F_{IS}$ . In pratica, valuta il grado di omozigosi e la conseguente fissazione di alleli differenti nelle singole popolazioni. I loci che hanno evidenziato valori significativi degli indici di fissazione sono GPI, MDH, MPI, PEP-3. Nel locus GPI l'indice  $F_{IS}$  è significativo per due alleli su quattro; in MDH risultano significativi sia  $F_{IS}$  (un allele su quattro) che  $F_{ST}$  (due alleli su quattro); in MPI sono significativi sia  $F_{IS}$  che  $F_{ST}$  in due alleli su tre; in PEP-3 è significativo  $F_{IS}$  in un allele su tre.

Per definire meglio i rapporti tra stazioni nel processo di differenziazione è stato calcolato il valore di  $F_{ST}$  tra ciascuna coppia di campioni. I valori più alti, indicanti maggior diversità, sono stati trovati nel confronto tra Livorno e gli altri campioni (0,24-0,14) tranne Otranto (0,08); meno differenziati sembrano i campioni di Treporti Piovini ed Otranto (0,03-0,07); una situazione intermedia è costituita dal campione del Conero (0,16 con Piovini, 0,06-0,07 con gli altri). Questi coefficienti confermano i risultati ottenuti tramite l'identità genetica di Nei.

**Conclusioni** – I valori di identità genetica trovati sono congrui con l'ipotesi di popolazioni della stessa specie geograficamente distinte (De Mattheis *et al.*, 2000), paragonabili anche ai risultati trovati per *O. montagui* delle coste sarde (Cervelli *et al.*, 2006). Gli indici di fissazione sembrano indicare la mancanza di particolari adattamenti locali; piuttosto le differenze appaiono principalmente una conseguenza della deriva genetica, anche se gli elevati valori di  $F_{IS}$  trovati in alcuni casi propongono un ruolo consistente per l'inincrocio. La spiegazione più plausibile suggerisce variazioni stocastiche delle frequenze alleliche conseguenti a drastiche riduzioni periodiche nelle dimensioni delle popolazioni a causa di mareggiate che asportano dalla riva gli ammassi di fanerogame e, con esse, gran parte dei popolamenti presenti.

#### Bibliografia

- CERVELLI M., BORTOLOMEI E., LIBERTINI A. (2006) - Differenziazione genetica tra popolazioni di *Orchestia montagui* delle coste sarde. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- DE MATTHEIS E., COBOLLI M., DAVOLOS D., MATTOCCIA M. (1995) - Stime di flusso genico tra popolazioni di *Orchestia montagui* (Amphipoda, Talitridae) delle isole circumsarde. *Biogeogr.*, **18**: 249-260.
- DE MATTHEIS E., DAVOLOS D., COBOLLI M. (1998) - Genetic divergence between populations and species of talitrids from Aegean islands. *J. Hered.*, **98**: 37-43.
- DE MATTHEIS E., DAVOLOS D., COBOLLI M., KETMAIER V. (2000) - Isolation by distance in equilibrium and nonequilibrium populations of four talitrid species in the Mediterranean sea. *Evolution*, **54** (5): 1606-1613.
- NEI M. (1978) - Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. *Genetics*, **89**: 583-590.
- WRIGHT S. (1965) - The interpretation of population structure by F-statistics with regard to system of mating. *Evolution*, **19**: 395-420.
- ZANE L., ANGELINI E., LONGO N., MARCATO S., BISOL P.M. (2001) - Biodiversity at ecogenetic level in three species of beach fleas. In: Faranda E.M., Guglielmo L., Spezie G. (eds), *Mediterranean ecosystems: structures and Processes*. Springer-Verlag Italia: 391-398.

D. CUCCU, M.C. FOLLESA, M. MEREU, A. CAU

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia, D.B.A.E., Università di Cagliari,  
Viale Poetto, 1 – 09126 Cagliari, Italia.  
cuccu@unica.it

## EVOLUZIONE DELL'INCREMENTO PONDERALE ALLA MUTA DI *PALINURUS ELEPHAS* (FABRICIUS, 1787) IN CATTIVITÀ

### ON THE WEIGHT INCREMENT AT MOULT OF *PALINURUS ELEPHAS* (FABRICIUS, 1787) IN CAPTIVITY

**Abstract** – The mean of weight increment at moult for 11 females (41-71 mm CL) and 12 males (35-76 mm CL) of *Palinurus elephas* (Fabr., 1787) held in tanks was calculated by weekly weight data. The higher percentage of weight increment (82% and 73% respectively in females and males) occurs in a week before the exuviation when the spiny lobsters cease feeding (K fase). 7-10 days after exuviation they resume eating; their shells are completely hardened in one month (T fase). Then the weight remains constant during the following S fase until the next K fase.

**Key-words:** *Palinurus elephas*, weight increment, captivity, intermoult.

**Introduzione** – La schematizzazione dell'intermuta dei crostacei in molteplici stadi e la dettagliata caratterizzazione degli stessi, ha consentito l'acquisizione di importanti informazioni sulle modificazioni fisiologiche e biochimiche che avvengono a livello della maggior parte degli organi e dei tessuti di questi animali (Drach, 1939; Vernet e Charmantier-Daures, 1994). Poiché la durata degli stadi di intermuta è specie specifica, attraverso una sperimentazione su *Palinurus elephas* (Fabr., 1787), in ambiente controllato, si è tentato di identificare e quantificare le principali fasi in cui a seguito dell'evento di muta, si verifica una evoluzione del peso totale ed il momento in cui il parametro si mantiene costante. Sono stati caratterizzati inoltre, i tempi di alimentazione e di indurimento dell'esoscheletro durante l'intermuta.

**Materiali e metodi** – Individui di entrambi i sessi di *P. elephas* (35- 76 mm di lunghezza carapace) sono stati tenuti in vasche di vetroresina sotto l'influenza della luce solare, in condizioni di temperatura, salinità e pH costanti (18°; 36-37‰; 7.5), alimentati con mitili e teleostei.

Per ognuno di essi settimanalmente è stato monitorato il peso totale (PT) in grammi e di volta in volta registrati gli eventi di esuviazione (E), di inizio e fine digiuno e di indurimento dell'esoscheletro. Per convenzione, la fase K comprende tutti i pesi registrati dalla fine della stasi ponderale (fase S) all'esuviazione, mentre la fase T quelli successivi sino all'inizio della successiva fase S. I periodi di intermuta sono considerati secondo Drach (1939).

**Risultati** – L'osservazione e la registrazione del peso totale di 11 femmine e di 12 maschi durante un ciclo di muta, ha evidenziato come l'evoluzione ponderale possa essere schematizzata in tre fasi, due di incremento (K e T) ed una di stasi (S) in cui i valori rimangono costanti sino al ciclo successivo. In particolare su un aumento medio di 32±18 g nelle femmine e di 29±13 g nei maschi, l'incremento maggiore, pari rispettivamente all'82±8% e al 73±10%, si verifica in K, mediamente nei 7 giorni precedenti l'esuviazione, quando l'animale smette di nutrirsi. I rimanenti grammi, in entrambi i sessi, vengono acquistati dopo la perdita dell'esoscheletro in circa 30 giorni (fase T). A 7-10 giorni dall'esuviazione l'animale, ancora molle, termina il digiuno, raggiungendo gradualmente il completo indurimento. I valori ponderali raggiunti alla fine di T si tengono costanti per tutta la durata di S che si protrae fino a che non si ripristinano

le condizioni fisiologiche della fase K necessarie per il successivo evento di muta. La fase S, a differenza delle altre, come prevedibile, è legata al tempo di intermuta di cui costituisce in media il 77%.

In 4 eventi di muta anomali a cui successivamente ha fatto seguito la morte degli animali, non è stato rilevato alcun tipo di incremento né ponderale né lineare. Tuttavia la registrazione temporale del peso ha evidenziato per questo parametro uno schema evolutivo comune in tutti i casi. Il peso in K subisce un decremento variabile dal 4 al 6% e solo dopo l'esuviazione tende a ripristinarsi in circa 4 settimane.

**Conclusioni** – L'evoluzione ponderale a seguito di un evento di muta ottenuta per *P. elephas* in vasca, mette in evidenza come il maggior incremento si abbia prima dell'esuviazione, in accordo con l'entrata massiva di acqua necessaria per lo scollamento del vecchio esoscheletro (Drach, 1939). Le leggere differenze tra i due sessi negli incrementi in K e T, possono essere messe in relazione al fatto che le femmine, avendo l'addome più largo dei maschi (Campillo e Amadei, 1978), necessitano di un maggior accumulo di acqua per l'esuviazione. L'assenza di incrementi in alcuni eventi di muta, e più in generale, l'andamento del digiuno, coincidono con quanto rilevato da altri autori per la stessa specie (Karlovac, 1965; Campillo, 1982), tuttavia nel nostro caso la ripresa del cibo non sembra essere legata alla completa rigidità del carapace.

#### **Bibliografia**

- CAMPILLO A. (1982) - Premières données sur la pêche et la biologie de la langouste de Corse, *Palinurus elephas* Fabricius. *Quad. Lab. Technol. Pesca.*, **3**: 115-139.
- CAMPILLO A., AMADEI J. (1978) – Premières données biologiques sur la langouste de Corse, *Palinurus elephas* Fabricius. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **42** (4): 347-373.
- DRACH P. (1939) – Mue et cycle d'intermue chez les Crustacés Décapodes. *Ann. Inst. Océanogr.*, **19**: 103-391.
- KARLOVAC O. (1965) – Contribution à la connaissance de la biologie de la langouste commune (*Palinurus elephas* Fabr.) (Note préliminaire). *Rapp. Proc.-verb. Réunion, Mer Médit.*, **18**: 181-184.
- VERNET G., CHARMANTIER-DAURES M. (1994) – Mue, Autotomie et Régénération. In: Grassé P.P. (ed), *Traité de Zoologie*. Masson, Paris, **7** (1): 107-233.

C. DE LEONARDIS, R. SANDULLI, M. GALLO D'ADDABBO, S. DE ZIO GRIMALDI

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 – 70125 Bari, Italia.  
r.sandulli@biologia.uniba.it

## DIVERSITÀ E ABBONDANZA DELLA MEIOFAUNA DEL LITORALE PUGLIESE

### MEIOFAUNAL DIVERSITY AND ABUNDANCE ALONG THE APULIAN COAST

**Abstract** - The abundance and diversity of meiofauna in subtidal sediments of Adriatic and Ionian Sea were investigated in three different areas (Manfredonia, Brindisi and Gallipoli) between 15 and 700 m depth. The nature of muddy sediments itself limits the composition and density of meiofauna, nevertheless the nematofauna, invariably dominating at all areas, show some interesting results in the genus diversity in several sites.

**Key-words:** meiobenthos, nematodes, biodiversity, Ionian Sea, Adriatic Sea.

**Introduzione** - Il presente studio aggiunge informazioni alle attuali conoscenze circa la meiofauna del litorale pugliese (i.e., de Zio Grimaldi *et al.*, 1999; Sandulli *et al.*, 2002). Obiettivo di questo lavoro è infatti quello di fornire ulteriori dati sulla diversità e composizione del meiobenthos subtidale di tre diverse aree (Manfredonia, Brindisi e Gallipoli) del litorale pugliese, ponendo maggiore attenzione alla componente più importante, talvolta esclusiva, del popolamento: i nematodi. I sedimenti studiati sono essenzialmente di natura fangosa.

**Materiali e metodi** - Lo studio della comunità meiobentonica è stato effettuato su campioni prelevati a diversa profondità (-15, -50, -72 e -98 m a Manfredonia; -61, -102, -145 e -320 m a Brindisi; -256, -405, -575 e -705 m a Gallipoli) durante tre campagne, svoltesi tra aprile e luglio del 2004 e condotte a bordo della nave oceanografica "Universitatis". Il sedimento è stato prelevato mediante benna Van Veen modificata; successivamente, si sono prelevate tre repliche tramite carotaggio manuale. Sulla meiofauna, fissata con una soluzione di formalina al 5% in acqua di mare e separata successivamente in laboratorio mediante decantazione con ludox, si è effettuato il sorting, il conteggio e, per la nematofauna, l'allestimento di vetrini per lo studio tassonomico (Danovaro *et al.*, 2003).

**Risultati** - In massima parte i sedimenti analizzati sono costituiti da fango e solo i primi 1-2 centimetri risultano, talvolta, parzialmente ossidati.

Dall'analisi quantitativa e qualitativa sulla meiofauna, risulta che nelle tre aree oggetto di studio sia la densità totale che la biodiversità di taxa hanno valori molto bassi. Nelle quattro stazioni di Manfredonia, infatti, la densità media ha valori compresi tra 158 e 693 ind/10cm<sup>2</sup>, in quelle di Brindisi tra 46 e 314 ind/10cm<sup>2</sup>, mentre nelle stazioni di Gallipoli la densità media è tra 9 e 26 ind/10cm<sup>2</sup>. Anche il calcolo dell'indice di biodiversità di Shannon-Wiener è risultato in ogni stazione piuttosto basso. Nell'area di Manfredonia ( $H'_{\text{medio}}=0,45$ ) i suoi valori sono compresi tra 0,8 e 0,1, in quella di Brindisi ( $H'_{\text{medio}}=0,25$ ) tra 0,4 e 0,1 e nell'area di Gallipoli ( $H'_{\text{medio}}=0,18$ ) i valori sono addirittura nulli nelle stazioni 2 e 4. Analogo discorso vale per l'indice di equitabilità di Pielou, risultato anch'esso molto basso (Manfredonia,  $J_{\text{medio}}=0,2$ ; Brindisi,  $J_{\text{medio}}=0,28$ ; Gallipoli,  $J_{\text{medio}}=0,35$ ).

Anche se numericamente dominanti su tutti gli altri phyla, in tutti i campioni e per tutti i campionamenti, i nematodi hanno densità medie piuttosto basse: da 154 a 615

ind/10cm<sup>2</sup> a Manfredonia, da 30 a 297 ind/10cm<sup>2</sup> a Brindisi e da 9 a 19 ind/10cm<sup>2</sup> a Gallipoli. Seguono i Copepodi con 11,25 ind/10cm<sup>2</sup> a Manfredonia, 1,5 ind/10cm<sup>2</sup> a Brindisi e solo 0,5 ind/10cm<sup>2</sup> a Gallipoli. In tutte le aree di studio sono stati individuati anche Policheti, Turbellari e Chinorinchi, ma con densità e percentuali molto basse. Da un punto di vista qualitativo il popolamento dei Nematodi risulta, al contrario, ben diversificato, con 33 generi a Manfredonia, 29 a Brindisi e 16 a Gallipoli, con la dominanza dei generi *Dorylaimopsis*, *Sabatieria*, *Tershellingia* e *Astomonema*. L'indice di biodiversità risulta piuttosto elevato: da 2,49 a 3,39 a Manfredonia, da 1,37 a 3,44 a Brindisi e da 1,58 a 2,75 a Gallipoli. Anche J mostra interessanti valori ed è compreso tra 0,7 e 0,9; il suo valore massimo (J=1) è stato registrato nella stazione 4 di Gallipoli. Si è considerata anche la distribuzione degli individui e dei generi dei Nematodi in relazione ai feeding-types (Wieser, 1953): a Manfredonia non c'è una significativa predominanza di un gruppo trofico rispetto agli altri, mentre a Brindisi e Gallipoli si osserva una netta prevalenza dei deposit-feeders 1A e 1B (67%) sugli epigrowth-feeders 2A e sui predators 2B. Alla valutazione della densità, infine, si è affiancato, per i Nematodi, quella dei biovolumi (Warwick e Price, 1979): i due parametri tendono a diminuire con la profondità, ma la proporzione tra essi spesso non è costante.

**Conclusioni** - I dati ottenuti confermano che la meiofauna, ed in particolare la nematofauna, fornisce informazioni significative sulla biodiversità dei popolamenti di sedimenti, anche in sistemi relativamente "poveri" come quelli qui considerati. I valori elevati di diversità della nematofauna dimostrano infatti la coesistenza di un numero elevato di nicchie e quindi una ripartizione più omogenea delle risorse del sistema. Dall'analisi dei biovolumi, inoltre, si evince l'importanza di questo parametro dal punto di vista ecologico rispetto al semplice calcolo della densità: il suo calcolo ci consente, infatti, di raccogliere informazioni relative alla dinamica dell'ecosistema ed alla sua efficienza nel trasferimento di materia ed energia ai livelli più elevati della catena trofica.

#### Bibliografia

- DANOVARO R., GAMBI C., MIRTO S., SANDULLI R., CECCHERELLI V.U. (2003) – Meiofauna (cap. 3). In: Gambi M.C., Dappiano M. (eds). *Biol. Mar. Medit.*, **10** (Suppl.): 61-108.
- DE ZIO GRIMALDI S., GALLO D'ADDABBO M., DE LUCIA MORONE M.R., SANDULLI R., PIETANZA R., D'ADDABBO R., FAIENZA M.G. (1999) - First data on subtidal meiofauna of Tremiti Islands. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 380-382.
- SANDULLI R., DE ZIO GRIMALDI S., GALLO D'ADDABBO M., CALÒ L., BRESSAN E. (2002) – Aspetti della Biodiversità della Meiofauna lungo il litorale pugliese. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 484-493.
- WARWICK R.M., PRICE R. (1979) - Ecological and metabolic studies on free-living nematodes from an estuarine mud-flat. *Est. Coast. Mar. Sci.*, **9**: 257-271.
- WIESER W. (1953) - Die Beziehung zwischen Mundhohlengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden marinen Nematoden. *Ark. Zool.*, **2**: 439-484.

C. DE LEONARDIS, F. SEMPRUCCI\*, M. BALSAMO\*, R. D'ADDABBO,  
M. GALLO D'ADDABBO, R. SANDULLI, S. DE ZIO GRIMALDI

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 – 70125 Bari, Italia.  
r.sandulli@biologia.uniba.it

\*Istituto di Scienze Morfologiche, Sez. di Zoologia e Conservazione, Università di Urbino, Italia.

## NOTE SULLA MEIOFAUNA DELL'AREA MARINA PROTETTA DI PORTO CESAREO (LECCE)

### *NOTES ON MEIOFAUNA OF PORTO CESAREO MARINE PROTECTED AREA (LECCE, ITALY)*

**Abstract** - A study on the composition and diversity of meiofauna, with particular reference to nematodes and tardigrades, along the coast of the marine protected area of Porto Cesareo, was carried out. Meiobenthic communities show relatively high values of abundance and diversity. The taxonomic analysis of nematodes and tardigrades reveals quite high values of diversity ( $H'$ ) and evenness ( $J$ ) at the genus and species level.

**Key-words:** *Meiobenthos, Nematodes, Tardigrades, biodiversity, Porto Cesareo.*

**Introduzione** – Le informazioni raccolte con il presente studio riguardano la valutazione della composizione, abbondanza e diversità della meiofauna meso-infralitorale di alcune zone dell'Area Marina Protetta di Porto Cesareo. Tali informazioni si aggiungono ai precedenti dati sulla biodiversità dei vari gruppi meiobentonici in tale AMP, che però si riferiscono essenzialmente ad ambienti subtidali (Sandulli *et al.*, 2001, 2002). Particolare attenzione è stata rivolta alla nematofauna ed alla tardigradofauna.

**Materiali e metodi** – Nel giugno 2005 si è svolta una campagna di campionamento nell'area marina protetta di Porto Cesareo (Lecce) per uno studio quali-quantitativo della meiofauna. I campioni di sedimento sono stati ottenuti tramite carotaggio manuale effettuato direttamente dalla linea di battigia, per i campioni mesolitorali (0-1,5 m), ed in immersione con ARA, per le stazioni profonde (15-17 m). La meiofauna è stata immediatamente fissata in acqua di mare-formalina al 5%, poi separata in laboratorio mediante agitazione manuale, decantazione e filtraggio. All'identificazione ed al conteggio dei vari taxa è seguito lo studio tassonomico dei nematodi e dei tardigradi. È stata eseguita anche l'analisi granulometrica su sedimento essiccato in stufa (80° per 24-48 h) e vagliato attraverso 13 setacci con maglie da 841  $\mu\text{m}$  a 74  $\mu\text{m}$  di diametro.

**Risultati** – Dall'analisi granulometrica risulta che i sedimenti sono composti da sabbie medie medio-fini, con valori di  $\phi$  compresi tra 1,5 e 3.

La meiofauna presenta una densità totale media compresa tra 508 e 18215 individui/10  $\text{cm}^2$  ed è composta per il 78-94% da nematodi e copepodi, con densità medie rispettivamente tra 197 e 15525 ind./10  $\text{cm}^2$  e tra 203 e 7670 ind./10  $\text{cm}^2$  (compresi i nauplii). Sono risultati, inoltre, presenti, in ordine decrescente di numero, ciliati (0-791 ind./10  $\text{cm}^2$ ), turbellari (3-323 ind./10  $\text{cm}^2$ ), gastrotrichi (3-245 ind./10  $\text{cm}^2$ ), anellidi (2-166 ind./10  $\text{cm}^2$ ), ostracodi (2-116 ind./10  $\text{cm}^2$ ), tardigradi (0-74 ind./10  $\text{cm}^2$ ), chironinchi (0-63 ind./10  $\text{cm}^2$ ) ed acari (0-47 ind./10  $\text{cm}^2$ ). Da notare anche la presenza sporadica di cumacei, anfipodi, isopodi, cnidari, sipunculidi e cladoceri. In generale, i valori di biodiversità della meiofauna sono risultati abbastanza elevati e complessivamente compresi tra 0,97 e 2,32 ( $H'$ ), e tra 0,27 e 0,73 ( $J$ ). Sono stati anche calcolati i valori medi del rapporto nematodi-copepodi per ciascuna stazione esaminata (Raffaelli e Mason, 1981): essi variano da 0,3 a 12,5.



Lo studio tassonomico condotto su 805 esemplari di nematodi ha permesso di identificare complessivamente 65 generi distribuiti in 8 famiglie appartenenti agli Enoplida, 12 ai Chromadorida e 5 ai Monhysterida. I generi più numerosi sono *Chromadorita* (168 individui), *Theristus* (147 individui), *Dichromadora* (54 individui), *Daptonema* (37 individui) e *Odontophora* (33 individui). I valori dell'indice di Shannon-Wiener sono compresi tra 1,2 e 4,9 mentre quelli dell'indice di Pielou tra 0,35 e 0,93.

L'analisi tassonomica dei tardigradi, condotta sui campioni di due stazioni di grotta (grotta delle Corvine, 15-16 m di profondità) e su quattro stazioni mesolitorali, ha portato all'identificazione di 16 specie (89 individui), la maggior parte dei quali già nota in Mediterraneo (de Zio Grimaldi *et al.*, 2003), e cioè *Neostygarctus acanthophorus* (fam. Neostygarctidae); *Parastygarctus sterreri* (fam. Stygarctidae); *Chrysoarctus flabellatus*, *Floractus hulingsi*, *F. antillensis*, *Floractus sp.*, *Halechiniscus greveni*, *Tanarctus gracilis*, *Wingstrandarctus corallinus*, *Dipodarctus subterraneus*, *Raiarctus variabilis* e *Styraconyx nanoqsunguak* (fam. Halechiniscidae); *Batillipes littoralis*, *B. similis*, *B. pennaki* e *B. dicrocercus* (fam. Batillipedidae). Nonostante l'esiguità del numero di esemplari, la biodiversità mostra valori abbastanza alti ( $H'=1,4$ ) ed anche l'indice di equiripartizione è prossimo al suo valore massimo ( $J=0,8$ ).

**Conclusioni** – Dai risultati qui presentati, risulta evidente che le comunità meiobentoniche dei tratti dell'AMP di Porto Cesareo da noi investigati, mostrano una elevata ricchezza di taxa (complessivamente 16 gruppi), rispecchiata anche dagli alti valori di diversità ( $H'$  e  $J$ ) sia dei nematodi che dei tardigradi. Tale parametro evidenzia certamente il buono stato di salute dei sedimenti studiati e, ad ulteriore comprova dell'elevata qualità dell'ambiente interstiziale, ci sono gli alti valori di densità registrati per le forme mesobentiche di copepodi arcticoidi, gruppo altamente sensibile.

Le comunità meiobentoniche risultano quindi buoni descrittori del livello di qualità ambientali anche nelle AMP.

#### Bibliografia

- DE ZIO GRIMALDI S., GALLO D'ADDABBO M., SANDULLI R., D'ADDABBO R. (2003) - Checklist of the Italian marine Tardigrada. *Meiofauna Marina*, **12**: 97-135.
- RAFFAELLI D.G., MASON C.F. (1981) - Pollution monitoring with meiofauna, using the ratio of nematodes to copepods. *Mar. Poll. Bull.*, **12**: 158-163.
- SANDULLI R., CARRIGLIO D., MEI M.L. (2001) - Preliminary investigations on the effects of offshore fish farming on the meiofauna and sediments in the Porto Cesareo area (Lecce, Italy). *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 626-629.
- SANDULLI R., DE ZIO GRIMALDI S., GALLO D'ADDABBO M., CALÒ L., BRESSAN E. (2002) - Aspetti della Biodiversità della Meiofauna lungo il litorale pugliese. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 484-493.

A. DI PASCOLI, A. SUSTERSIC, D. POLONIATO, L. BABBINI, G. BRESSAN

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

## TECNICHE DI BIOMONITORAGGIO: METODO DI VALUTAZIONE RAPIDA DEL RICOPRIMENTO MACROFITOBENTONICO

### *MONITORING TECHNIQUES: RAPID ASSESSMENT METHOD FOR MARINE BENTHIC ALGAE*

**Abstract** – *Monitoring is receiving increased emphasis both as mean to improve the information on status of marine areas and for the importance of information than can be used to carry out management environmental politics. A new quali-quantitative not invasive method has been tested during three experimental studies on macrophytobenthos in the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea, Italy).*

**Key-words:** *image processing, algae, scuba diving, Adriatic Sea.*

**Introduzione** - Negli ultimi decenni la comunità scientifica ha dedicato sempre maggiore attenzione alle tecniche di monitoraggio per migliorare le conoscenze sullo stato dell'ambiente, che possono essere raccolte e utilizzate per attuare politiche di gestione ambientale ecosostenibili. La necessità di ottenere risultati significativi, attraverso procedure rapide ed economiche, ha portato alla messa a punto di metodologie sulla base di nuove tecnologie informatiche (ad es. Lee, 1997; Morcom *et al.*, 1998; Tribollet *et al.*, 2001; Miller *et. Al.*, 2003; Hily *et al.*, 2004; Preskitt *et al.*, 2004). Per lo sviluppo di una tecnica mirata alla valutazione rapida del ricoprimento macrofitobentonico, finalizzata a una pronta interpretazione ecofisiologica (flusso energetico) in termini di monitoraggio, l'attenzione è stata focalizzata sui parametri indispensabili alle più recenti necessità di gestione ambientale, quali: prontezza della risposta; affidabilità metodologica; ripetibilità sperimentale e, non ultimo, economicità gestionale.

**Materiali e metodi** - Lo studio di comunità vegetali, presenti nel Golfo di Trieste, ha portato alla messa a punto di un metodo di valutazione del ricoprimento algale: economico, rapido e di facile applicazione. Tale metodo, non distruttivo, è stato testato, durante rilievi condotti in immersione (apnea e ARA), con approcci diversi nel corso di tre distinte sperimentazioni che hanno richiesto l'uso di: una fotocamera digitale Nikon Coolpix 4200; scafandro subacqueo Nikon WP-CP2; distanziatore con quadrato in acciaio inox (di dimensioni 20×20 cm). Le dimensioni dell'area minima rappresentativa di ogni singolo campione-rilievo sono state definite sperimentalmente e assunte nel valore maggiore pari ad un quadrato di 400 cm<sup>2</sup>. L'area, come anche la distanza tra la macchina fotografica e l'oggetto di campionamento, è stata mantenuta costante per ogni rilievo, mediante un supporto d'acciaio inox, appositamente costruito. Tale supporto ha assolto il compito di dotare la macchina fotografica della necessaria stabilità, al fine di ottenere al contempo: costanza nelle repliche del campionamento e immagini nitide e ben definite. La distanza fissa dall'obiettivo ha permesso di contenere nell'inquadratura: sia l'area di rilevamento, sia la cornice del quadrato utile come unità di calibrazione. Ogni foto-campione è stata analizzata quali-quantitativamente: le specie presenti sono state determinate e l'area di ricoprimento specifica calcolata tramite il *software* di elaborazione grafica IMAGE-PRO PLUS 4.5®, in grado di misurare superfici di aree definite. Le aree occupate dalle alghe sono state ridisegnate con elevata accuratezza utilizzando una penna grafica (400-V2 Trust), dopo aver calibrato il programma con l'unità di misura esatta.

**Risultati** - Il vantaggio e l'innovazione derivante dall'uso delle moderne tecnologie (immagini subacquee digitali e software di elaborazione) ha permesso di calcolare la superficie occupata con estrema precisione e in poco tempo. L'efficacia della metodologia non invasiva è stata valutata per: 1) la stima del ricoprimento da parte di Corallinales di strutture artificiali sommerse, poste sul Dosso di Santa Croce. Il ricoprimento è apparso fin dalle prime osservazioni maggiormente presente sui cubi inferiori, alla base delle piramidi; dall'analisi fotografica è emerso che il 55,4% delle superfici verticali dei cubi inferiori è effettivamente occupata dalle alghe, mentre la parte superiore è occupata per il 49,7%; 2) lo studio della distribuzione di *Fucus virsoides*, che ha portato ad individuare il grado di esposizione del sito al moto ondoso come fattore importante per l'istaurarsi del popolamento, confermando la relazione tra presenza della specie e intensità-tipo di idrodinamismo (lambente). Inoltre la valutazione dell'efficienza dell'indice ecologico (EEI), attraverso l'uso di questo metodo (Sustersic, 2005), ha permesso di individuare un gradiente qualitativo decrescente tra le sei stazioni considerate a partire dalla Riserva di Miramare fino alle stazioni (Barcola-Muggia) sottoposte ad un intenso impatto antropico nel periodo estivo. La verifica della piena applicazione di questo indice, sulla base dei dati così rilevati, è attualmente in corso.

**Conclusioni** - Il metodo proposto di rilevamento del ricoprimento macrofitobentonico ha permesso di calcolare la superficie occupata con estrema precisione e in poco tempo. Sono state testate preliminarmente le applicazioni su: 1) ricoprimento di Corallinales presenti sulle strutture artificiali poste sul Dosso di Santa Croce; 2) distribuzione di *Fucus virsoides* lungo tutta la costa del Golfo di Trieste. Il metodo ha confermato la prontezza della risposta, l'affidabilità e la ripetibilità dell'applicazione, prodromi necessari per qualsiasi attività di monitoraggio. Soddisfacenti risultano anche le prove preliminari sul rilevamento del ricoprimento algale a fini diversi (ad es. EEI) che necessitano comunque di ulteriori verifiche incrociate.

### Bibliografia

- HILY C., CONNAN S., RAFFIN C., WYLLIE-ECHEVERRIA S. (2004) - In vitro experimental assessment of the grazing pressure of two gastropods on *Zostera marina* L. epiphytic algae. *Aquatic Botany*, **78**: 183-195.
- LEE S.Y. (1997) - Annual cycle of biomass of a threatened population of the intertidal seagrass *Zostera japonica* in Hong Kong. *Mar. Biology*, **129**: 183-193.
- MILLER M. W., ARONSON R. B., MURDOCH T. (2003) - Monitoring coral reef macroalgae: different pictures from different methods. *Bull. Mar. Science*, **72** (1): 199-206.
- MORCOM N.F., WARD S.A., WOELKERLING J. (1998) - Cover estimates of epiphytic coralline algae (Corall., Rhodoph.): Braun-Blanquet vs computer image analysis. *Crypt. Algal.*, **19** (4): 303-309.
- PRESKITT L.B., VROOM P.S., SMITH C.M. (2004) - A rapid assessment quantitative survey method for benthic algae using photoquadrats with scuba. *Pacific Science*, **58** (2): 201-209.
- SUSTERSIC A. (2005) - Calibrazione dell'efficienza dell'indice di valutazione ecologica EEI nel monitoraggio non invasivo di popolamento macrofitobentonico. Tesi di Laurea. Univ. Trieste.
- TRIBOLLET A., PAYRI C. (2001) - Bioerosion of the coralline alga *Hydrolithon onkodes* by microborers in the coral reefs of Moorea, French Polynesia. *Oceanologica Acta*, **24** (4): 329-342.

G. EVA, M. PREVIATI, M. BORRI, C. VOLPI, L. LAZZARA\*

Museo di Storia Naturale, Università di Firenze, Italia.

\*Dipartimento di Biologia Animale e Genetica, Università di Firenze, Via Romana, 17 - 50125 Firenze, Italia.  
luigi.lazzara@unifi.it

MASS MORTALITY EVENT OF A *PARAMURICEA CLAVATA*  
(RISSO, 1826) (ANTHOZOA, GORGONACEA) POPULATION  
IN A SOUTH OF LEGHORN AREA (SUMMER 2003)

*EVENTO DI MORTALITÀ IN UNA POPOLAZIONE  
DI PARAMURICEA CLAVATA (RISSO, 1826) (ANTHOZOA,  
GORGONACEA) IN UN'AREA A SUD DI LIVORNO (ESTATE 2003)*

**Abstract** – From 2001 to 2003 a population of *P. clavata* has been studied in an area south of Leghorn, 300 m from the coast, between 26 and 32 m depth. In the summer 2003 an extended event of mortality has striken the entire population, in relation to an anomalous temperature increase. The observed relationship suggests the possibility to use *P. clavata* as a climatic-changes bio-indicator.

**Key-words:** *Paramuricea clavata*, *Gorgonacea*, *benthos ecology*, *temperature*, *mortality*.

**Introduction** - Colonial shallow-water gorgonians are a common component of the rocky benthic communities of the Mediterranean Sea. The density of a *Paramuricea clavata* population has been studied from 2001 to 2003, along the Tuscany coast. An observed mass mortality event was related to the anomalous surface temperatures recorded in 2003, which affected deeper layers of the water column. The aim of the note is to investigate the relationships between environmental parameters and the recorded event of *P. clavata* mortality, examining the possibility to use the species as bioindicator for climate-change scenarios (Stone *et al.*, 1999).

**Materials and methods** - The study site is situated South of Leghorn (43° 27.724' N; 10° 20.489' E), at about 300 m from the coast, between 26 and 32 m. The population was located on a coralligenous concretion descending with a slight slope, from 26 to 28 m, and then almost vertically, down to 32 m. The colonies were marked by plastic labels. The population density was directly evaluated by counting the colonies within each area (1 m<sup>2</sup>), along three vertical transects (9 m long) laid on the bottom, parallel to each other and 3 m apart. The site monitoring continued, from September 2001 to September 2003. According to the extension of superficial visible injuries, we defined two groups of colonies: “heavily-injured”, with injury-cover >50% of the whole surface and “slightly-injured”, when damaged surface represented <50% of the total. Temperature data of the water column were computed by the semi-monthly activity of R/V Poseidon (ARPAT), that used a multiparametric probe (Idronaut, Ocean-Seven 301). These data respectively refer to the sampling station WAT.10 (43° 28.84' N; 10° 19.03' E), that has the same depth of the study area, and to the period January 2001-December 2003.

**Results** - The dispersion index (I) of density, suggests a contagious distribution (I=15.02,  $\chi^2=285.52$ ; df=19). The average value is 27 colonies/m<sup>2</sup>, with a peak of 79 colonies/m<sup>2</sup>, at 30 m, in the south-easternmost square of the section. Mortality analysis shows the transition from a light, maybe normal, stress condition to a mass mortality event. In October 2001 the “seriously damaged” colonies (>10 cm) were 4%, but in October 2002 they increased to 14%, showing the total necrosis of their tissues and the consequent death in April 2003. Moreover the “slightly damaged” colonies

(>10 cm) were 3% in October 2001, reaching 10% in October 2002. The analysis of the monthly averages of temperatures at station WAT.10 highlights the thermal anomaly that interested the entire Mediterranean Basin in the summer of 2003, with respect to the past two years. The average temperature at the surface was as high as 25.8 °C, with a record of 28.4 °C at the end of August. At the end of the first week of September 2003, the entire population of about 1700 colonies (80% of which, between 5-35 cm) was heavily damaged. Their fans had completely changed their colour from bright red to grey, showing extended necrosis of the coenosarc and a total absence of polyps.

**Conclusions** - During the three years of the study, sea water temperature showed an increasing trend, both at the sea surface as well as at 30 m. The high surface temperatures recorded in August 2003 constitute a basin-scale anomaly, which affected deeper layers of the water column and the thermocline limit during the following months. At the study site, the combination between the hot surface and the lowering of the thermocline level (under 30 m) caused an increase of 5 °C where the population lives, overcoming the tolerance limits of *P.clavata*. After exclusion of the other environmental parameters, the observed mortality event of September 2003, appears to be related with the sea-water temperature increase. Similar phenomena were observed in the Ligurian Sea by Bavestrello *et al.* (1994) and by Cerrano *et al.* (2000) and in tropical areas, among others by Harvell *et al.* (2001). The recorded event of *P. clavata* mass mortality indicates that such species is extremely sensible to raising temperatures, thus we suggest the use of this species as a relevant indicator for climate-change scenarios, at least at the Mediterranean basin scale.

#### References

- BAVESTRELLO G., BERTONE S., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., GAINO E., ZANZI D. (1994) – Mass mortality of *Paramuricea clavata* (Anthozoa, Cnidaria) of Portofino Promontory cliffs, Ligurian sea, Mediterranean sea. *Mar. Life*, **4**: 15-19.
- CERRANO C., BAVESTRELLO G., NIKE BIANCHI C., CATTANEO-VIETTI R., BAVA S., MORANTI C., MORRI C., PICCO P., SARÀ G., SCHIAPPARELLI 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**: 284-293.
- HARVELL C.D., KIM K., QUIROLO C., WEIR J., SMITH G. (2001) - Coral bleaching and disease: contributors to 1998 mass mortality in *Briareum asbestinum* (Octocorallia, Gorgonacea). *Hydrobiol.*, **460**: 97-104.
- STONE L., HUPPERT A., RAYAGOPALAN BHASUI H., LOYA Y. (1999) – Mass coral reef bleaching: a recent outcome of increased El Niño activity. *Ecol. Lett.*, **2**: 325-330.

M. GALLO D'ADDABBO, R. SANDULLI, S. DE ZIO GRIMALDI

Dipartimento di Zoologia, Università di Bari, Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.  
m.gallo@biologia.uniba.it

## I TARDIGRADI MARINI DELLA SARDEGNA

### *MARINE TARDIGRADES OF SARDINIA*

**Abstract** - *The present data represent a further contribution to the knowledge of the Sardinian marine tardigrades. The tardigradofauna was collected from intertidal and shallow subtidal sediments and accounts for 43 species, 9 of which new to science). Worth to mention for the peculiar plesiomorphic characters, the new species, Neoarctus primigenius, that led to the institution of a new family (Neoarctidae).*

**Key-words:** *Tardigrada, Heterotardigrada, Sardinia, Mediterranean Sea.*

**Introduzione** - I primi dati sui tardigradi marini della Sardegna risalgono al 1964 e 1965 quando per la prima volta fu segnalata la presenza di *Batillipes pennaki* nel Golfo di Santa Marinella e nella Baia di Santa Reparata presso Sassari (de Zio 1964, Grimaldi, 1965). Ulteriori ricerche sono state condotte in seguito sia nell'intertidale che nel subtidale in diverse altre località della costa sarda, ma è soprattutto nel Golfo di Orosei che questo studio ha prodotto numerosi ed interessanti risultati, col rinvenimento di 43 specie di cui 9 nuove e l'istituzione di una nuova famiglia (cfr. de Zio Grimaldi *et al.*, 2003; D'Addabbo Gallo *et al.*, 2005).

**Materiali e metodi** - I campioni di sedimento per lo studio della tardigradofauna sono stati raccolti tramite carotaggio manuale (mesolitorale) e, dove opportuno, in immersione subacquea (infralitorale). Le tecniche impiegate per la separazione della fauna sono indicate in letteratura. Il successivo studio tassonomico degli esemplari raccolti è stato realizzato in microscopia ottica e in contrasto di fase.

**Risultati e conclusioni** - Lo studio condotto in diverse stazioni della costa della Sardegna è risultato particolarmente produttivo e ha portato all'arricchimento delle informazioni sulla tassonomia ed ecologia dei tardigradi marini. Particolarmente importante è stato lo studio sistematico che ha portato al riconoscimento di 43 specie di cui 9 nuove per la scienza, oltre che alla creazione di una nuova famiglia (Neoarctidae).

Dallo studio dell'ecologia dei tardigradi marini si è confermata l'esistenza di una notevole differenza, sia quantitativa che qualitativa fra la tardigradofauna dell'intertidale e quella del subtidale. Infatti mentre nelle sabbie dell'intertidale, prevalentemente silicee, si trovano in genere poche specie, talvolta anche con molti individui, nei sedimenti dell'infralitorale, in gran parte carbonatici, gli individui per specie sono di solito pochi, anche se le specie sono numerose. Nell'intertidale sono state rinvenute infatti solo 7 specie di cui quattro appartenenti agli Halechiniscidae e 3 ai Batillipedidae, mentre nei sedimenti del subtidale, la ricchezza specifica risulta maggiore ed è determinata da ben 43 specie appartenenti alle famiglie Neoarctidae e Neostygartidae ognuna con 1 specie, Stygarctidae con 3 specie, Halechiniscidae con 27 specie, Batillipedidae con 9 specie e Echiniscoididae con 2 specie. L'indice di diversità di Shannon (H') nell'intertidale raggiunge il valore massimo di 1,50 mentre nel subtidale arriva fino a 2,12.

Gli alti valori della diversità sono dovuti in gran parte alla famiglia Halechiniscidae che è presente, come già detto, con 27 specie ripartite fra 13 generi e 7 sottofamiglie; ad essa segue la famiglia Batillipedidae, monogenerica ma con 9 specie. La specie *Batilli-*

*pes spinicauda*, rinvenuta di recente, risulta in assoluto la più abbondante ed è presente in quasi tutti i campioni del subtidale ed intertidale.

Per quanto riguarda la granulometria dei sedimenti, le sabbie del subtidale sono risultate sempre medie o medio-fini, mentre quelle del subtidale sempre grossolane. Un ulteriore dato degno di nota è che i sedimenti subtidali, che esprimono un'elevata ricchezza di specie, sono sempre costituiti da sabbie organogene formate prevalentemente da detrito di coralligeno.

Notevole interesse filogenetico oltre che tassonomico è il rinvenimento di *Neoarctus primigenius*, specie dotata di peculiari caratteristiche morfologiche e plesiomorfie che ne denunciano l'antichità, per la quale è stata istituita la famiglia Neoarctidae.

Nonostante le stazioni studiate non siano numerose, è comunque interessante rilevare che buona parte delle specie ritrovate in Sardegna sono state rinvenute anche in molti altri paesi mediterranei sia occidentali che orientali, documentando con ciò l'antichità del gruppo e la sua ampia distribuzione nell'antico Mare della Tetide.

### **Bibliografia**

- DE ZIO S. (1964) - Distribuzione dei Tardigradi in spiagge pugliesi. *Annuario dell'Istituto e Museo di Zoologia dell'Università di Napoli*, **16**: 1-8.
- DE ZIO GRIMALDI S., GALLO D'ADDABBO M., SANDULLI R., D'ADDABBO R. (2003) - Checklist of the Italian marine Tardigrada. *Meiofauna Marina*, **12**: 97-135.
- GALLO D'ADDABBO M., SANDULLI R., DE ZIO GRIMALDI S. (2005) - A New Batillipedidae (Tardigrada, Heterotardigrada) from the Orosei Gulf, Sardinia, Tyrrhenian Sea. *Zool. Anz.*, **243**: 219-225.
- GRIMALDI P. (1965) - Osservazioni su alcuni elementi del mesopsammon della Sardegna. *Monitore Zoologico Italiano*, **73**: 61-65.

T. GALVAN, A. VENDRAMINI, J. FAVRETTO, R. LAZZARINI,  
P. PENZO, M. PELLIZZATO

Agri.Te.Co., Via C. Mezzacapo, 15 - 30175 Marghera (VE), Italia.  
pellizzato@agriteco.com

## EVOLUZIONE DI UN POPOLAMENTO A *CALLISTA CHIONE* (L.) IN UNA AREA DI CAVA IN NORD ADRIATICO

### *POPULATION CHANGES OF CALLISTA CHIONE (L.) IN AN OFFSHORE SAND MINING PIT IN THE NORTH ADRIATIC SEA*

**Abstract** - This study was carried out to assess the mining activities of coastal sands off the coasts of the Veneto region (Caorle) in relation to the impacts on an area with natural banks of *Callista chione* (L.) (*Bivalvia*). The sand extraction activity has caused a depletion of more than 90% of the resource. A year after, the juveniles recolonization has not yet been observed in the area.

**Key-words:** offshore sand mining pit, sand extraction, mollusc fisheries, *Callista chione*.

**Introduzione** - L'erosione dei litorali italiani ha portato alla ricerca di sedimenti sabbiosi adatti al loro ripascimento e sta diventando sempre più diffuso l'impiego di sabbie provenienti da cave sottomarine. Alcuni autori ritengono che l'estrazione di queste sabbie provochi impatti quali la distruzione delle comunità esistenti (Essink e van Dalssen, 1998; Sardà *et al.*, 2000a), l'alterazione dei popolamenti biologici per la ricolonizzazione da parte di specie opportuniste adattate all'instabilità sedimentaria (Posford Duvivier, 1998) e con cicli vitali rapidi (Sardà *et al.*, 2000b), la riduzione dei valori di biomassa a breve e medio termine che può causare una significativa alterazione della produttività della zona (Essink e van Dalssen, 1998). Il presente lavoro riporta la valutazione su di un popolamento di fasolari *Callista chione* (L.) prima e dopo gli interventi di dragaggio in un'area costituita da sabbie grossolane soggette a correnti di fondo (SGCF, secondo Peres e Picard, 1964).

**Materiali e metodi** - Nell'area destinata all'estrazione di sabbia (cava di 3,6 km<sup>2</sup>), localizzata a 8 miglia dal litorale di Caorle (VE) ad una batimetria tra i 19,5 e i 22,5 m, sono state condotte tre campagne di campionamento: una per la caratterizzazione iniziale del sito prima dell'inizio dei lavori di scavo (maggio 2004), una a fine dei lavori (agosto 2004) ed una a distanza di un anno (agosto 2005). Lo schema di campionamento ha previsto il posizionamento di 17 stazioni a circa 500 m l'una dall'altra; i prelievi sono stati effettuati utilizzando un'imbarcazione dotata di draga idraulica per la pesca dei fasolari. Il prodotto di taglia commerciale è stato pesato con dinamometro (precisione 10 g) per la valutazione della biomassa, mentre un sacco in rete (maglia 9 mm) interno all'attrezzo, serviva per la raccolta dei giovanili. Le cale di circa 200 m sono state standardizzate ed effettuate secondo il metodo del recupero del cavo dell'ancora. Ciascuna cala è stata registrata con GPS per determinarne la lunghezza e definirne il posizionamento cartografico.

**Risultati** - La biomassa media presente all'interno dell'area monitorata prima delle attività di estrazione della sabbia risultava pari a 109,7 g/m<sup>2</sup> (dev. st.  $\pm 49,5$ ), con valori massimi di 243,8 g/m<sup>2</sup> e minimi di 25,0 g/m<sup>2</sup>. Ad un mese dal termine dei lavori di scavo è stata registrata un'evidente diminuzione della specie, con biomassa media di 41,9 g/m<sup>2</sup> (dev. st.  $\pm 32,4$ ), e di 17,1 g/m<sup>2</sup> ( $\pm 20,4$ ) a distanza di un anno. In un'area di 0,6 km<sup>2</sup>, dove si è concentrato il prelievo delle sabbie (stazioni da 1 a 6), si osserva una diminuzione della biomassa di fasolari superiore del 90%, con valori medi che si



riducono da 122,2 g/m<sup>2</sup> (dev. st. ±66,3) della campagna di caratterizzazione iniziale, a 8,2 g/m<sup>2</sup> (dev. st. ±10,4) ad un mese dal termine dei lavori. A distanza di un anno, la biomassa media è risultata pari a 2 g/m<sup>2</sup> (Tab. 1).

Tab. 1 - Biomassa (g/m<sup>2</sup>) di *C. chione* nelle stazioni interessate al prelievo di sabbie.  
Biomass (g/m<sup>2</sup>) of *C. chione* from the field stations in the sand extraction area.

stazioni	mag 04 g/m <sup>2</sup>	ago 04 g/m <sup>2</sup>	mag-05 g/m <sup>2</sup>
1	127	27	0
2	244	1	1
3	122	0	0
4	69	0	1
5	56	12	3
6	115	9	7
media (dev.st.)	122,2 (66,3)	8,2 (10,4)	2,0 (2,7)

**Conclusioni** - Vari Autori si sono recentemente occupati di studiare gli impatti causati dall'estrazione di sabbie in aree di cava sottomarine nei mari italiani quali: modifiche a carico delle associazioni ittiche (Ardizzone *et al.*, 2004), dei popolamenti bentonici (Nicoletti *et al.*, 2004) e a policheti (Marzialetti *et al.*, 2006), ed i tempi di ripristino delle comunità biologiche. Questo lavoro ha evidenziato come l'area di studio costituisca un habitat ideale per *C. chione*, importante risorsa alieutica per le marinerie venete e friulane. Nell'area dove è stata asportata la sabbia si è stimata una riduzione della biomassa commerciale di fasolari da 69,7 t a 1,3 t. Il prelievo di sabbie grossolane relitte pone anche alcuni interrogativi sull'effettiva capacità di ripristino dell'area: ulteriori indagini potranno meglio definire l'evoluzione dei popolamenti, verificando sia l'eventuale ripresa delle comunità bentoniche che la ricolonizzazione dei giovanili di *C. chione*, in quanto, a distanza di un anno, non è stata rilevata.

#### Bibliografia

- ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., CARPENTIERI P., COLLOCA F., GABELLINO M., LA VALLE P., NICOLETTI L. (2004) - Caratterizzazione di un sito costiero per il prelievo di sabbie relitte: le variazioni stagionali del popolamento ittico. *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 551-555.
- ESSINK K., VAN DALFSEN J.A. (1998) - The Riacon project. Wadden Sea Newsletter, n.1.
- MARZIALETTI S., GABELLINO M., LA PORTA B., LATTANZI L., LA VALLE P., PAGANELLI D., PANFILI M., TARGASI M., NICOLETTI L. (2006) - Attività di dragaggio ai fini di ripascimento al largo di Montalto di Castro (VT): effetti sul popolamento a policheti. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- NICOLETTI L., LA VALLE P., CHIMENEZ GUSSO C. (2004) - Specie indicatrici: il caso *Corbula gibba* (Olivi, 1792). *Biol. Mar. Medit.*, **11** (2): 273-277.
- PERES J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, **31** (47): 1-37.
- POSFORD DUVIVIER (1998) - Shoreline management plan of Fife. Unpublished report to Fife Council (3 volumes). June 1998, Fife Council, Glenrothes.
- SARDÀ R., PINEDO S., GREMARE, TABOADA S. (2000a) - Changes in the dynamics of shallow sandy-bottom assemblages due to sand extraction in the catalan Western Mediterranean Sea. *J. Mar. Sci.*, **57**: 1446-1453.
- SARDÀ R., PINEDO S., DUESO A. (2000b) - Estimating secondary production in natural populations of polychaetes: some general constraints. *Bull. Mar. Sci.*, **67**: 433-447.

P. GIANGUZZA, C. BONAVIRI, B. ZAVA\*, G. MONTEVERDE\*, S. RIGGIO

Dipartimento di Biologia Animale, Università degli Studi di Palermo,  
Via Archirafi, 18 – 90123 Palermo, Italia.  
pgiangua@unipa.it

\*Wilderness – Studi ambientali, Via Cruillas, 27 – 90146 Palermo, Italia.

## ESPANSIONE DI *CAULERPA TAXIFOLIA* (CAULERPALES, ULVOPHYCEAE) LUNGO LE COSTE DELL'ISOLA DI FAVIGNANA

### *SPREAD OF CAULERPA TAXIFOLIA (CAULERPALES, ULVOPHYCEAE) ALONG THE COASTS OF FAVIGNANA ISLAND*

**Abstract** – Further information is provided on the invasion of *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh along the coasts of Favignana Island, at Bue Marino inlet. Two stations of *C. taxifolia* were discovered for a covered surface area of 15 ha, at depths of between 18 and 22 m. Results indicate that this is an expanding settlement and future work is needed to investigate temporal fluctuations of this alien species.

**Key-words:** *Caulerpa taxifolia*, invasive species, Mediterranean Sea.

**Introduzione** - Una delle sfide più ambiziose che nell'ultimo secolo gli ecologi stanno affrontando è quella di cercare di stimare l'impatto che l'invasione di una specie alloctona (NIS: non indigenous species) può comportare all'ambiente: la stima include la raccolta di informazioni relative sia alla natura che alla vastità spazio - temporale del fenomeno invasivo (Thresher e Kuris, 2004). Nell'ambito della campagna di rilevamento condotta nel 2004 per conto del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio, al fine di monitorare la presenza di NIS lungo le coste siciliane, è stata rinvenuta la presenza di *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh nelle acque dell'isola di Favignana (Gianguzza *et al.*, 2006). Il presente lavoro riporta ulteriori notizie sullo stato di invasione dell'alga alloctona.

**Materiali e metodi** - L'area di studio ha interessato la zona C dell'AMP "Isole Egadi" ed in particolare la cala rocciosa del "Bue Marino" ad Est dell'Isola di Favignana (37°55'02"N; 12°22'13"E) delimitata a nord da Punta San Vituzzo e a sud da Punta Marsala. La campagna di rilevamento visivo è stata condotta in immersione ARA nell'estate del 2004 da due coppie di operatori specializzati. Sono stati posti, parallelamente alla costa, dei transetti di 100 m × 10 m (n=20) rispettivamente a 6, 18 e 22 metri di profondità. Inoltre, al fine di caratterizzare il livello di colonizzazione della cala del "Bue Marino", sono stati contati i filloidi presenti al centro e ai margini delle stazioni di rinvenimento. Le densità dei filloidi sono state stimate, contando i filloidi presenti in quadrati di 25×25 cm (n=50). I dati sono stati raccolti in maniera random.

**Risultati** - *C. taxifolia* si estende per oltre un chilometro di linea di costa, ricoprendo una superficie di circa 15 ettari. Secondo lo schema di Vaugelas *et al.* (1999) nella Baia del Bue Marino sono presenti due stazioni di *C. taxifolia*: la stazione I che presenta un secondo livello di colonizzazione e la stazione II caratterizzata da un primo livello di colonizzazione (Vaugelas *et al.*, 1999). La stazione I si estende per oltre 10 ettari di superficie ad una profondità compresa tra i 14 ed i 20 m. La densità di *C. taxifolia* è pari a  $635 \pm 40$  filloidi m<sup>2</sup> (media  $\pm$  ds). La stazione II risulta composta da otto larghe e dense chiazze di *C. taxifolia* aventi un diametro pari a  $20 \text{ m} \pm 0.1 \text{ m}$  (media  $\pm$  ds) ed una superficie totale di ricoprimento inferiore ai 1000 m<sup>2</sup>. La distanza tra le otto colonie è di  $60 \text{ m} \pm 0.2 \text{ m}$  (media  $\pm$  ds) e la densità di *C. taxifolia* è pari a

559±30 filloidi m<sup>2</sup> (media±ds). La stazione II si sviluppa ad una profondità compresa tra i 18 e 22 m. Alla stessa profondità, frammiste a una denso posidonieto, sono state censite trenta piccole chiazze di *C. taxifolia* aventi un diametro di 0,4 m±0.1 m (media±ds) e densità pari a 116±12 filloidi m<sup>2</sup> (media±ds). La distanza tra le piccole chiazze è molto ridotta (0.5 m), mentre la distanza dalle grosse colonie è inferiore ai 200 m.

**Conclusioni** - I risultati ottenuti mostrano che *C. taxifolia* si sta espandendo velocemente lungo le coste del Bue Marino, secondo una dinamica coerente di invasione. È noto che un processo invasivo risulta essere vincente quando interessa ambienti stressati ed habitat degradati, nei quali le popolazioni autoctone regrediscono fino alla possibile estinzione (Bax *et al.*, 2003). La caduta della biodiversità conseguente alla distruzione e frammentazione degli habitat, responsabile della perdita di spazio vitale per le specie autoctone, permette l'occupazione di quelle nicchie che si sono "svuotate" (Grosholz, 2002). Il rinvenimento di *C. taxifolia* nella cala del Bue Marino di Favignana, sito caratterizzato da un'elevata biodiversità, non è riconducibile allo schema di invasione su riportato. L'area soggetta all'invasione è caratterizzata da un intenso regime idrodinamico; la forte corrente che da nord si spinge a sud potrebbe spiegare la progressiva avanzata verso sud dell'alga che sta progressivamente occupando, secondo una cinetica di espansione coerente, tutti i substrati disponibili. Un adeguato programma di monitoraggio di *C. taxifolia* lungo le coste del Bue Marino dovrebbe quindi essere proposto all'Ente Gestore della AMP "Isola Egadi" (Capitaneria di porto di Trapani) al fine di proteggerne la biodiversità, le funzioni dei sistemi ambientali e per seguire l'eventuale progressione o regressione dell'areale dell'alga lungo le coste dell'arcipelago.

#### Bibliografia

- BAX N., WILLIAMSON A., AGUERO M., GONZALEZ E., GEEVES W., WILLIAMSON A., AGUERO M., GONZALEZ E., GEEVES W. (2003) - Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine Policy*, **27**: 313–323.
- GIANGUZZA P., ZAVA B., BONAVIRI C., MONTEVERDE G., PALMERI A., RIGGIO S. (2006) - First record of *Caulerpa taxifolia* (Caulerpales, Ulvophyceae) in the western Sicilian waters (Italy). *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- GROSHOLZ E. (2002) - Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *Trends Ecol. & Evol.*, **17**: 22-27.
- THRESHER R.E., KURIS A.M. (2004) - Options for managing invasive marine species. *Biol. Inv.*, **6**: 295–300.
- VAUGELAS J., MEINESZ A., ANTOLIC B., BALLESTREROS E., BELSHER T., CASSAR N., CECCHERELLI G., CINELLI F., COTTALORDA J.M. ORESTANO C., GRAU A.M., JAKLIN A., MORUCCI C., RELINI M., SANDULLI R., SPAN A., TRIPALDI., VAN KLAVEREN P., ZAVODNIK N., ZULJEVIC A. (1999) - Standardization proposal for the mapping of *Caulerpa taxifolia* expansion in the Mediterranean Sea. *Oceanologica Acta*, **22**: 85-94.

E. GIOVANNETTI, M. MONTEFALCONE, C. MORRI, G. ALBERTELLI

Dipartimento per lo studio del Territorio e delle sue Risorse, Dip.Te.Ris., Università di Genova,  
Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.  
elygiova@hotmail.com

## FENOLOGIA E COMUNITÀ EPIFITICA DI FOGLIE INTERMEDIE ED ADULTE DI *POSIDONIA OCEANICA* IN MAR LIGURE

### *PHENOLOGY AND EPIPHYTIC COMMUNITY OF POSIDONIA OCEANICA INTERMEDIATE AND ADULT LEAVES IN THE LIGURIAN SEA*

**Abstract** – *The epiphytic community of the Posidonia oceanica (L.) Delile (Angiospermae, Potamogetonaceae) leaves is influenced by depth and seasonality as well as by phenology of the host plant. Differences in the percentage cover of the epiphytic community between intermediate and adult leaves were found, with the highest values on the adult leaves. On the contrary no differences in the epiphytic community composition were found.*

**Key-words:** phenology, epiphytes, *Posidonia oceanica*, Ligurian Sea.

**Introduzione** – Il popolamento epifita delle foglie di *Posidonia oceanica* presenta un'ampia variabilità temporale e batimetrica (Mazzella e Ott, 1984; Mazzella *et al.*, 1989; Alcoverro *et al.*, 1995). Gli obiettivi di questo studio sono: 1) analizzare la variabilità temporale e batimetrica delle caratteristiche fogliari e della struttura della comunità epifita; 2) valutare l'esistenza di una relazione tra fenologia ed epifiti; 3) verificare se la comunità epifita presenti differenze sulle foglie intermedie e adulte.

**Materiali e metodi** – Lo studio è stato condotto nella prateria di *Posidonia oceanica* del seno di Prelo (Mar Ligure) nella quale a tre profondità (4 m, 9 m, 14 m) sono stati campionati 10 fasci fogliari con cadenza mensile da settembre 2003 ad agosto 2004. Le foglie intermedie ed adulte di ogni fascio sono state analizzate in laboratorio al fine di rilevare le principali caratteristiche fenologiche (larghezza media, lunghezza media, lunghezza massima, numero di foglie, Coefficiente A) (Buia *et al.*, 2004) e di determinare le percentuali di ricoprimento dei 12 taxa più rappresentativi del popolamento epifita (CoNISMa, 2003). Le variabili fenologiche e la comunità epifita delle foglie intermedie ed adulte sono state sottoposte ad analisi multivariata. Prima dell'analisi i dati fenologici sono stati normalizzati. Per i dati del popolamento epifita, dopo trasformazione logaritmica, è stata costruita una matrice di similarità usando l'indice di similarità di Bray-Curtis. Tramite ANOSIM a due vie (fattore Profondità e fattore Mese, ortogonali) è stata analizzata, separatamente per le foglie intermedie e per quelle adulte, la variabilità delle caratteristiche fogliari e della composizione della comunità epifita tra le stazioni e tra i mesi. La procedura RELATE è stata utilizzata per analizzare la relazione tra le variabili fenologiche delle foglie intermedie ed adulte e le rispettive comunità epifite. Per valutare quali variabili fenologiche siano maggiormente correlate con gli epifiti è stata utilizzata la procedura BIOENV. Infine è stata analizzata la correlazione tra la comunità epifita dei due tipi di foglie e ne sono stati determinati i principali taxa tramite procedura SIMPER.

**Risultati** – L'analisi multivariata delle caratteristiche fenologiche (larghezza, lunghezza media, lunghezza massima, numero delle foglie, Coefficiente A) mostra che esse sono influenzate sia dal fattore Profondità sia dal fattore Mese; quest'ultimo è il responsabile della maggiore dissimilarità (ANOSIM Intermedie: Profondità  $R=0,130$

$P=0,001$  Mese  $R=0,453$   $P=0,001$ ; Adulte: Profondità  $R=0,327$   $P=0,001$  Mese  $R=0,482$   $P=0,001$ ). Il fattore Profondità ed il fattore Mese determinano significative differenze anche nella composizione della comunità epifita, analizzata separatamente nelle foglie intermedie e in quelle adulte. Da sottolineare che il fattore Mese determina maggiore dissimilarità. Questo si verifica sia per le foglie intermedie (ANOSIM Profondità  $R=0,233$   $P=0,001$ ; Mese  $R=0,510$   $P=0,001$ ) sia per le foglie adulte (Profondità  $R=0,532$   $P=0,001$ ; Mese  $R=0,794$   $P=0,001$ ) ma nelle foglie adulte i due fattori hanno un'influenza maggiore. La procedura RELATE mostra, sia per le foglie intermedie sia per le adulte, una correlazione tra le caratteristiche fenologiche e la composizione della comunità epifita (Intermedie:  $\rho=0,321$   $P=0,001$ ; Adulte:  $\rho=0,228$   $P=0,001$ ). Per le foglie intermedie la procedura BIOENV mostra che la lunghezza media e la lunghezza massima influiscono maggiormente ( $\rho=0,544$ ). Nel caso delle foglie adulte la comunità epifita, oltre che alla lunghezza, appare correlata anche alla larghezza media ed al Coefficiente A ( $\rho=0,234$ ). La comunità epifita delle foglie intermedie risulta essere correlata con quella delle foglie adulte (RELATE  $\rho=0,367$   $P=0,001$ ). Dalla procedura SIMPER emerge che la comunità epifita sui due tipi di foglie è sostanzialmente simile con *Hydrolithon* spp. ed *Electra posidoniae* dominanti in entrambe; anche se la composizione non varia sono state riscontrate differenze per quanto riguarda le percentuali di ricoprimento, che sono più elevate sulle foglie adulte.

**Conclusioni** –Da questo studio emerge che la fenologia e la composizione della comunità epifita sono soggette ad una variabilità temporale maggiore rispetto alla variabilità batimetrica. Forse il fattore Profondità ha minore influenza a causa della ridotta estensione della prateria (4 m-14 m). Le caratteristiche fogliari influenzano la comunità epifita: per le foglie intermedie il parametro più rilevante risulta essere la lunghezza della foglia mentre per le foglie adulte influiscono tutti i parametri fenologici considerati tranne il numero di foglie. Nonostante l'influenza di un numero differente di variabili fenologiche, la comunità epifita sulle foglie intermedie ed adulte non differisce per quanto riguarda la composizione ma solo per i valori di ricoprimento che sono maggiori sulle foglie adulte.

### Bibliografia

- ALCOVERRO T., DUARTE C.M., ROMERO J. (1995) - Annual growth dynamics of *Posidonia oceanica*: contribution of large-scale versus local factors to seasonality. *Marine Ecology Progress Series*, **120**: 203-210.
- BUIA M.C., GAMBI M.C., DAPPIANO M. (2004) - Seagrass system. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (Suppl.): 133-183.
- CONISMA (2003) - *Rivisitazione di alcune praterie di Posidonia oceanica lungo le coste delle regioni: Liguria, Toscana, Lazio, Basilicata e Puglia e progetto pilota per l'armonizzazione dei relativi dati cartografici esistenti. Regione Liguria*. Rapporto finale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio, Roma: 90 pp.
- MAZZELLA L., OTT J.A. (1984) – Seasonal changes in some features of *Posidonia oceanica* (L.) Delile leaves and epiphytes at different depths. In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. (eds), *International Workshop on Posidonia oceanica Beds*. GIS Posidonie publ., **1**: 119-127.
- MAZZELLA L., SCIPIONE M.B., BUIA M.C. (1989) – Spatio-temporal distribution of algal and animal communities in a *Posidonia oceanica* meadow. *P.S.Z.N.I. Marine Ecology*, **10** (2): 107-129.

E. KEPPEL, F. MAGGIORE

CNR - Istituto di Scienze Marine, Castello, 1364 – 30122 Venezia, Italia.  
erica.keppel@ve.ismar.cnr.it

## SHORT-TERM CHANGES OF MACROBENTHOS IN AN ESTUARINE AREA OF THE VENICE LAGOON

### *VARIAZIONI A BREVE TERMINE DEL MACROBENTHOS IN UN'AREA ESTUARINA DELLA LAGUNA DI VENEZIA*

**Abstract** - A study on soft macrozoobenthos along the Dese estuary in the northern basin of the Venice lagoon were carried out from June 2002 to March 2003. Molluscs and polychaetes were identified. The benthic macrofauna showed a zonation pattern established by the distance from the sea; temporal variations of assemblages observed were caused by changes in the populations of the polychaete *Streblospio shrubsolii*.

**Key-words:** Venice lagoon, zoobenthos, marine invertebrates, brackish water.

**Introduction** - The Dese estuary is a distinctive habitat in the northern Venice lagoon. It extends from the Dese outflow in the lagoon to the Lido inlet, forming a channel between the salt marshes and mud flats. The Dese river is the main tributary into the lagoon (Zuliani *et al.*, 2005) and the most important source of urban and agriculture pollution (Collavini *et al.*, 2005). Knowledge on benthic invertebrates is limited to some area of the estuary (Tagliapietra *et al.*, 1998); the goal is to give an outline of spatial and temporal distribution of soft macrobenthos along the whole estuary to provide a data set useful in any decision making process in view of protection measures of the northern basin forseen by the Venice Municipality.

**Materials and methods** - Samplings were carried out in the mud flats during May, August, October 2002 and March 2003 in nine stations located along the estuarine area from the Lido inlet to the Dese outflow. At each station, three bottom samples were collected by means of an Ekman box corer, for a total sample surface of 0,06 m<sup>2</sup>. Each sample was washed through a 1.0 mm mesh screen; the material retained was preserved in 10% buffered formalin. All organisms were sorted from the sediment and molluscs and polychaetes were identified to the lowest possible taxonomic level. Data were analyzed through Correspondence Analysis (Benzecri, 1973). Physico-chemical data, provided by Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti-Magistrato alle Acque, showed, in the water column, an increasing gradient of nutrients and Chl a and a decreasing gradient of salinity and sediment grain size from the inlet to the inner area. Chl a showed increasing values from June to September; temperature values approached to zero in winter 2002, increased to August and decreased to the following winter never reaching zero.

**Results** - Molluscs and polychaetes collected along the Dese estuary belong to 76 taxa; polychaetes were the dominant component with 54 taxa. The spionid *Streblospio shrubsolii* were present in the whole estuary and it was the most abundant species showing a great increase from May to October; among molluscs only the bivalve *Hemilepton nitidum* was abundant. Three groups of stations were recognized along the Dese estuary: the first one was composed of outer stations whose assemblages exhibited temporal variations in specific composition and dominance; the second group was composed of the intermediate stations which represented a transitional area to the third one composed of inner stations where only one community was present characterized by changes of dominance between *Hediste diversicolor* and *Streblospio shrubsolii*.

The outcome of Correspondence Analysis highlighted in May a succession of benthic assemblages whose distribution is established by the distance from the sea. From the Lido inlet to the Dese river mouth marine species which colonize brackish environments (*Notomastus latericeus*, *Aphelochaeta multibranchiis*, *Paradoneis lyra*, *Pseudoleiocapitella fauveli*, *Nephtys hombergi*, *Heteromastus filiformis*, *Mediomastus capensis*, *Hemilepton nitidum*) were gradually replaced by brackish waters species (*H. diversicolor*, *S. shrubsolii*, *Abra segmentum*, *Abra tenuis*). This trend was evident in May; the assemblages of the inner stations spread towards the space of the intermediated stations in August because of the increase and spreading of *S. shrubsolii* populations which became dominant in this area. The explosion of *S. shrubsolii* made the assemblages of the inner and intermediated areas homogeneous in October and affected outer stations. *S. shrubsolii* populations decreased in intermediated and outer areas in March, in this way the inner and intermediated assemblages became distinguishable and prime conditions were almost recovered in outer stations, but the zoobenthic pattern distribution of May 2002 was not re-established again because the *S. shrubsolii* influence were still rather strong.

**Conclusions** - The benthic macrofauna showed a zonation pattern established by the distance from the sea, as observed by Guelorget & Perthuisot (1992) in paralic ecosystems. Temporal variations of assemblages were caused by changes in *S. shrubsolii* populations. *S. shrubsolii* has a reproductive activity extended throughout the year in warm temperate areas with two maxima in late spring and autumn; the food availability is the main factor for the explosion of its populations (Rossi & Lardicci, 2002); Llanso (1992) in Chesapeake Bay observed for the congeneric *S. benedicti*, peaks related to increasing water temperature and organic enrichment from plankton decay. The increase and spreading of *S. shrubsolii* populations could be explained in terms of increasing temperatures and trophic conditions.

#### References

- BENZECRI J.P. (1973) - *L'analyse des données*. V.2. Dunod Paris: 619 pp.
- COLLAVINI F., BETTIOL C., ZAGGIA L., ZONTA R. (2005) - Pollutant loads from the drainage basin to the Venice Lagoon (Italy). *Environ. Int.*, **31**: 939-947.
- GUELORGET O., PERTHUISOT J.P. (1992) - Paralic ecosystems. Biological organization and functioning. *Vie Milieu*, **42** (2): 215-251.
- LLANSO R.J. (1992) - Effects of hypoxia on estuarine benthos: the lower Rappahannock river (Chesapeake Bay), a case study. *Estuar. Coast. Shelf S.*, **42**: 202-214.
- ROSSI F. LARDICCI C. (2002) - Role of the nutritive value of sediment in regulating population dynamics of the deposit-feeding polychaete *Streblospio shrubsolii*. *Mar. Biol.*, **140**: 1129-1138.
- TAGLIAPIETRA D., PAVAN M., WAGNER C. (1998) - Macrobenthic community changes related to eutrophication in Palude della Rosa (Venetian lagoon, Italy). *Estuar. Coast. Shelf S.*, **47**: 217-226.
- ZULIANI A., ZAGGIA L., COLLAVINI F., ZONTA R. (2005) - Freshwater discharge from the drainage basin to the Venice Lagoon (Italy). *Environ. Int.*, **31**: 929-938.

B. LA PORTA, L. LATTANZI, P. LA VALLE, M. PANFILI, M. TARGUSI, L. NICOLETTI

I.C.R.A.M. - Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare  
Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.  
blaporta@libero.it

## STUDIO DEL POPOLAMENTO A POLICHETI DI FONDI MOBILI DEL TIRRENO CENTRALE

### *ANALYSIS OF POLYCHAETE COMMUNITY OF TYRRHENIAN SEA SOFT BOTTOMS*

**Abstract** - In this study, the polychaete communities of soft bottoms Latium coast (Tyrrhenian Sea) was analyzed. Sample were collected in February-March 2004, in 57 stations between 5 and 115 meters depth. Results evidence the distribution of polychaete is basically related with the sediments grain size.

**Key-words:** polychaete community, grain size, benthic bionomy Tyrrhenian Sea.

**Introduzione** - In questo lavoro viene analizzata la distribuzione spaziale e le caratteristiche ecologiche della polichetofauna presente lungo un tratto di fascia costiera antistante le coste del Lazio in relazione alla profondità e alle caratteristiche del substrato. I policheti rappresentano, infatti, una delle componenti dominanti delle comunità bentoniche, risultando, pertanto, efficaci descrittori della struttura della comunità dell'ambiente marino (Bianchi e Morri, 1985).

**Materiali e metodi** - Il campionamento del macrozoobenthos è stato effettuato nell'area che si estende tra Nettuno e San Felice Circeo, nel febbraio-marzo 2004 in 57 stazioni situate lungo 12 transetti perpendicolari alla linea di costa e posizionate a profondità comprese tra 5 e 115 metri. In ogni stazione sono state effettuate due repliche utilizzando una benna Van Veen di 25 litri di volume, con superficie di presa di 0.1m<sup>2</sup>. Il materiale raccolto è stato smistato e gli individui appartenenti al taxon Polychaeta sono stati contati e identificati fino al più basso livello tassonomico possibile. La struttura del popolamento a policheti alle diverse profondità è stata descritta mediante indici di Margalef, di Shannon-Weaver e di Pielou. Nelle medesime stazioni sono stati prelevati campioni di sedimento mediante box corer, sui quali sono state effettuate analisi granulometriche e mineralogiche secondo la metodologia standard (Holme e McIntyre, 1971). I sedimenti sono stati classificati secondo Shepard (1954).

**Risultati** - Sono stati raccolti complessivamente 3691 policheti appartenenti a 151 taxa, di cui 109 identificati fino al livello di specie. Nelle stazioni situate a profondità comprese tra 5 e 10 m il popolamento è caratterizzato da specie sabulicole, alcune delle quali ascrivibili alla biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC) come *Nephtys hombergi*, *Owenia fusiformis* e *Sigalion mathildae*. A 20-30 metri di profondità il popolamento rinvenuto risulta caratterizzato dalla sovrapposizione di specie sabulicole (*N. hombergi*, *Scoloplos armiger*, *Prionospio malmgreni*) ad organismi tipicamente fangofili come *Laonice cirrata* e *Poecilochaetus serpens*. Inoltre, a queste profondità, gli indici di Margalef e di Shannon-Weaver presentano i valori più elevati. A batimetriche più profonde (40-80 m), il popolamento è caratterizzato dalla presenza di specie tipiche della biocenosi VTC, come *Sternaspis scutata*, *Paraprionospio pinnata*, *P. serpens*, e mostra progressivamente una diminuzione sia del numero di individui che di specie. Alla profondità di 100 m la presenza di specie legate ad una componente più grossolana del sedimento come *Laetmonice hystrix*, *Hyalinoecia tubicola* e *Leiocapitella dollfusi* suggerisce un graduale passaggio ad un popolamento bentonico di ambienti detritici (Nico-



letti *et al.*, 2002; La Porta *et al.*, 2004). In generale nel tratto di costa investigato si osserva una diminuzione della granulometria con l'aumentare della profondità.

**Conclusioni** - Il popolamento a policheti mostra una distribuzione delle specie strettamente legata alla composizione granulometrica e mineralogica del sedimento. Infatti, laddove sono presenti sedimenti di granulometria variabile tra sabbia e silt, come nella fascia di transizione localizzata tra i 20 e 30 m di profondità, si osserva un popolamento particolarmente ricco e diversificato caratterizzato dalla sovrapposizione di specie sia fangofile sia sabulicole. Inoltre, l'elevata presenza di bioclasti, rilevata dalle analisi mineralogiche alla profondità di 100 m, spiega la presenza di specie associate ad una componente grossolana del sedimento.

#### **Bibliografia**

- BIANCHI C.N., MORRI C. (1985) - I policheti come descrittori della struttura trofica degli ecosistemi marini. *Oebalia*, **11** (N.S.): 203-214.
- HOLME N.A., MCINTIRE A.D. (1971) - Methods for the study of marine benthos. IBP Handbook, **16**: I-x, 1-334 (Published for the international Biological Programme by Blackwell Scientific Publication, Oxford and Edimurgh).
- LA PORTA B., CHIMENZ GUSSO C., ALTOBELLI C., BONDANESE C., FIORENTINI C., LATTANZI L., NICOLETTI L. (2005) - Fauna bentonica dei fondi detritici delle isole pontine (Mar Tirreno). *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 257-260.
- NICOLETTI L., FANELLI E., LATTANZI L., LA VALLE P., GABELLINI M., CHIMENZ GUSSO C. (2002) - Contribution to the knowledge of costal detritic bottoms of Anzio (Central Tyrrhenian Sea). *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 589-592.
- SHEPARD F.P. (1954) - Nomenclature based on sand, silt, clay ratios. *Journal Sedimentary Petrology*, **24**: 151-158.

Questo studio è stato condotto nell'ambito di un progetto finanziato dalla Regione Lazio.

F. LEASI, C. VIRNO-LAMBERTI\*, M.A. TODARO

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena e Reggio Emilia,  
Via Campi, 213/D - 41100 Modena, Italia.  
todaro.antonio@unimore.it

\*I.C.R.A.M., Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.

## PRIMA SEGNALAZIONE DI *MUSELLIFER PROFUNDUS* (*GASTROTRICHA*) NEI MARI ITALIANI

### *FIRST RECORD OF MUSELLIFER PROFUNDUS* (*GASTROTRICHA*) IN THE ITALIAN SEAS

**Abstract** - Several specimens of *Musellifer profundus* were found during a survey of the meiobenthos in the Northern Adriatic Sea. The finding bears relevance with respect to the biogeography and biology of marine gastrotricha as it widens the distributional boundaries of a rare species (thus far known only from the North and Baltic seas and from off Marseille), at the same time allowing new insights into the arrangement and functioning of the hermaphroditic sexual apparatus in a genus for which data in this regard are scanty.

**Key-words:** *Gastrotricha*, biogeography, meiofauna, Adriatic Sea, *Musellifer profundus*.

**Introduzione** - La ricerca è inserita nell'ambito del progetto MIUR-PRIN-2004 'Contributo della meiofauna alla biodiversità marina italiana'. Poiché le conoscenze riguardanti la gastrotrichofauna italiana possono ritenersi soddisfacenti (Todaro *et al.*, 2001, 2003; Todaro e Leasi, 2006), le ricerche attuali sono focalizzate su aree di particolare rilevanza naturalistica, per le quali sono auspicabili censimenti esaustivi del biota, e su tratti costieri poco o affatto investigati, per colmare alcune lacune di tipo zoogeografico emerse durante la redazione della recente checklist (Todaro *et al.*, 2006). Nel corso del 2005 le indagini sono state condotte lungo la costa ionica del Salento (Porto Cesareo) e della Sardegna Nord Occidentale (Capo Caccia). Nel 2006 le ricerche sono incentrate su tratti costieri dell'Alto Adriatico.

**Materiali e metodi** - Campioni di sedimento, in tre repliche, sono stati prelevati nel Febbraio 2006 lungo la costa veneta a sud di Venezia (45°03'N; 12°29'E) alla profondità di circa 25 metri utilizzando un box corer a gravità. Ciascuna replica è stata successivamente sottocampionata due volte inserendo manualmente nel sedimento per 5 cm un carotatore cilindrico di Plexiglas di 2,75 cm di diametro. La fauna è stata narcotizzata con MgCl<sub>2</sub> al 7% e, successivamente, fissata e conservata in una soluzione di formalina al 10% colorata con Rosa Bengala. La separazione degli animali dal sedimento è stata eseguita mediante centrifugazione in gradiente di Ludox AM-30 mentre lo studio dei gastrotrichi è stato condotto con l'ausilio di un microscopio Nikon Eclipse 90i dotato di ottiche Nomarski. Alcuni esemplari, opportunamente preparati, sono stati osservati con un microscopio elettronico a scansione Philips XL 30.

**Risultati e conclusioni** - In totale sono stati rinvenuti 65 gastrotrichi appartenenti a tre specie, *Urodasys viviparus*, *Thaumastoderma mediterraneum*, e *Musellifer profundus*. Il gruppo, con una densità media di 18,3 ind./10 cm<sup>2</sup>, costituiva complessivamente l'1% della comunità meiobentonica totale, dominata dai nematodi (95%). Il basso numero di specie rinvenuto è molto verosimilmente da attribuirsi all'alta percentuale di fango presente nel sedimento, che lo rende poco adatto ad ospitare organismi interstiziali quali i gastrotrichi. Nonostante l'esiguo numero di specie rinvenute, i risultati della ricerca si rivelano interessanti, soprattutto in un contesto zoogeografico. Infatti, *U. viviparus*, specie ad ampia distribuzione geografica, non era mai stata segnalata per le

coste venete benché già nota per l'Alto Adriatico (Miramare, Trieste); la presenza in Adriatico di *T. mediterraneum* sembrava limitarsi, finora, alle coste pugliesi (Monopoli, Bari), mentre la segnalazione di *M. profundus* rappresenta una novità assoluta per il nostro Paese (Todaro *et al.*, 2006). Quest'ultima scoperta assume particolare importanza sotto diversi aspetti. Descritta sulla base di un solo esemplare rinvenuto al largo di Marsiglia, a -370 m, *M. profundus* è stata segnalata successivamente solo due volte, in Polonia e in Scozia (Vivier, 1974; Hummon, 1991); la presenza nell'Alto Adriatico testimonia di un areale molto più ampio, a supporto dell'ipotesi secondo la quale, almeno nel Mediterraneo, non vi sarebbero barriere che si oppongono alla dispersione di questi organismi. Lo scarso numero e/o il cattivo stato di conservazione degli esemplari rinvenuti dagli Autori stranieri non ha consentito la descrizione dell'apparato genitale della specie, carenza che affligge anche *M. sublitoralis* ed in parte *M. delamarei*, uniche due altre specie del genere. Ne è conseguito che uno dei caratteri chiave, utilizzati per inferire la posizione filogenetica dei diversi taxa nell'ambito del phylum, non è stato finora disponibile proprio per uno dei generi considerato cruciale per comprendere le relazioni filetiche dei Gastrotrichi compresi nell'ordine Chaetonotida (Hochberg e Litvaitis 2000; Leasi *et al.*, 2006). L'abbondanza (densità media 17,2 ind./10 cm<sup>2</sup>), unita all'apprezzabile stato di conservazione degli esemplari rinvenuti in Veneto, ci consente di colmare questa lacuna, nella speranza che le nuove informazioni possano essere di aiuto in futuri studi volti a chiarire la posizione filogenetica di *Musellifer* nell'ambito del phylum.

#### Bibliografia

- HOCHBERG R., LITVAITIS M.K. (2000) - Phylogeny of Gastrotricha: a morphology-based framework of gastrotrich relationships. *Biol. Bull.*, **198**: 299-305.
- HUMMON W.D. (1991) - *Musellifer profundus* (Gastrotricha; Chaetonotida): a morphometric study. *Am. Zool.*, 468A.
- LEASI F., ROTHE B.H., SCHMIDT-RHAESA A., TODARO M.A. (2006) - The musculature of three species of gastrotrichs surveyed with Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM). *Acta Zool.*, (in stampa).
- TODARO M., BALSAMO T., TONGIORGI (2006) - Gastrotrichi. Checklist delle specie marine italiane. Ministero dell'Ambiente. [www.minambiente.it](http://www.minambiente.it)
- TODARO M.A., LEASI F. (2006) - Nuovi dati sulla gastrotrichofauna marina italiana. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- TODARO M.A., HUMMON W.D., BALSAMO M., FREGNI E., TONGIORGI P. (2001) - Inventario dei gastrotrichi marini italiani: una checklist annotata. *Atti Soc. tosc. Sci. Nat., Mem., Serie B*, **107**: 75-137.
- TODARO M.A., MATINATO L., BALSAMO M., TONGIORGI P. (2003) - Faunistics and zoogeographical overview of the Mediterranean and Black Sea marine Gastrotricha. *Biogeographia*, **24**: 131-160.
- VIVIER M.H. (1974) - *Musellifer profundus* n.sp. Gastrotriche (Chaetonotidae) des vases profondes de Mediterranee. *Bull. Soc. Zool., France*, **99**: 183-186.

La ricerca è stata possibile grazie al finanziamento MIUR 'PRIN-2004 - Contributo della meiofauna alla biodiversità marina italiana' MAT co-PI.

Il microscopio Eclipse 90i Nikon è stato finanziato dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Modena.

C. LOMBARDI<sup>1,2</sup>, S. COCITO<sup>1</sup>, A. PEIRANO<sup>1</sup>, A. OCCHIPINTI-AMBROGI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Ricerche Ambiente Marino, ENEA, C.P. 224 - 19100 La Spezia, Italia.

<sup>2</sup>Dip. Ecologia del Territorio, Sez. Ecologia, Università di Pavia, Italia.  
chiara.lombardi@unipv.it

## INFLUENZA DELLA TEMPERATURA SULLA DENSITÀ DEGLI ZOIDI DI *SCHIZOBRACHIELLA SANGUINEA* (BRYOZOA, CHEILOSTOMATA)

### *INFLUENCE OF TEMPERATURE ON ZOOID DENSITY OF SCHIZOBRACHIELLA SANGUINEA (BRYOZOA, CHEILOSTOMATA)*

**Abstract** – The relationship between seawater temperature and the annual pattern of zooid density of *Schizobrachiella sanguinea* (Bryozoa) was investigated. In the period 2001-2003 the bryozoan colonies grown on *Posidonia oceanica* rhizomes were sampled at 6 and 10 m depth. At 6 m, zooid density varied significantly as a function of the temperature at which zooids develop.

**Key-words:** *Schizobrachiella sanguinea*, zooid density, seawater temperature, *Posidonia oceanica*, Ligurian Sea.

**Introduzione** – Studi recenti hanno dimostrato che esiste una relazione inversa tra la taglia degli zoidi che compongono le colonie di briozoi e la temperatura dell'acqua (O'Dea e Okamura, 2000; Lombardi *et al.*, 2006). Si è voluta verificare tale relazione analizzando se nel briozoo Cheilostomo *Schizobrachiella sanguinea* (Norman, 1868) il pattern annuale di variazione della densità degli zoidi, inversamente relazionata alla taglia, è influenzato dai cambiamenti di temperatura ai quali la specie è sottoposta durante lo sviluppo della colonia. *S. sanguinea* è un briozoo incrostante molto comune e ampiamente distribuito su substrati duri primari e secondari e sui rizomi di *Posidonia oceanica* (Chimenz *et al.*, 1989).

**Materiali e metodi** – Sono stati campionati circa 60 fasci di *Posidonia oceanica* alla profondità di 6 m nella prateria di Monterosso al Mare (AMP Cinque Terre, SP) con cadenza bimestrale tra il 2002 e il 2003. In laboratorio sono state isolate dai rizomi le colonie del briozoo *Schizobrachiella sanguinea*. È stata fatta una selezione di colonie di circa 1.5 cm di diametro ed è stato conteggiato il numero di zoidi all'interno di un'area standard di 1.56 mm<sup>2</sup> su 4 repliche per ciascuna colonia. Tali densità sono state confrontate con quelle ricavate da colonie campionate nella stessa prateria nel 2001 a 10 m di profondità. I dati di temperatura dell'acqua relativi alle due batimetriche considerate sono stati rilevati della boa idrologica Sama-Mambo (2002-2003), localizzata nella stessa area, e sono stati forniti dall'ARPAL (2001 e 2002-2003).

**Risultati** – *S. sanguinea* è risultata la specie più abbondante tra i briozoi incrostanti (*Cellepora "punicosa"*, *Microporella ciliata*, *Haplopoma graniferum graniferum*) che colonizzavano i rizomi di *P. oceanica* a 6 m, mentre alla profondità di 10 m la specie dominante è risultata *Pentapora ottomulleriana*. *S. sanguinea* e *C. "punicosa"* erano meno rappresentate. Il numero di colonie di *S. sanguinea* per il conteggio della densità degli zoidi è risultato estremamente variabile sia in relazione al periodo dell'anno, sia alla batimetrica considerata. A 6 m, le colonie campionate variavano da 3 nel mese di febbraio a 15 in maggio e settembre, mentre a 10 m il numero di colonie è risultato basso per tutto l'anno (2±1.2). La densità degli zoidi conteggiati nell'area standard (1.56 mm<sup>2</sup>) risultava simile alle due batimetriche (6.9±0.98 a 6 m; 6.6±0.74 a 10 m). A 6 m la densità era maggiore a luglio (8±0.5 zoidi/1.56 mm<sup>2</sup>) e minima

a marzo ( $5.6 \pm 1.1$  zoidi/ $1.56 \text{ mm}^2$ ); a 10 m i valori più elevati sono stati trovati ad aprile ( $7.5 \pm 1.0$  zoidi/ $1.56 \text{ mm}^2$ ) mentre il valore minimo è stato riscontrato in giugno ( $5.8 \pm 0.84$  zoidi/ $1.56 \text{ mm}^2$ ).

A 6 m di profondità, i valori di temperatura dell'acqua hanno mostrato una marcata variabilità stagionale (da  $12.04 \pm 0.1$  °C a febbraio 2003 a  $26.32 \pm 0.2$  °C a luglio 2003). Le minori densità di zoidi, quindi gli zoidi più grandi, furono riscontrate nei mesi più freddi (febbraio e marzo 2003), mentre le densità maggiori, quindi gli zoidi più piccoli, vennero prodotti nei mesi caldi (luglio 2003). La relazione tra temperatura e densità degli zoidi è risultata positiva ( $r^2=0.80$ ,  $p<0.05$ ), mentre la stessa relazione non è risultata significativa ( $r^2=0.46$ ,  $p>0.05$ ) per le colonie prelevate a 10 m.

**Conclusioni** – Come verificato per altre specie di briozoi (O'Dea e Okamura, 2000; Lombardi *et al.*, 2006), questa indagine ha dimostrato che la densità degli zoidi nelle colonie di *S. sanguinea* cresciute a 6 m di profondità è direttamente relazionata con la temperatura dell'acqua. La variazione nella densità degli zoidi potrebbe dunque essere un utile indicatore dei cambiamenti di temperatura a cui sono state sottoposte le colonie durante la loro crescita. Diversamente, nelle colonie campionate a 10 m la variazione morfometrica degli zoidi, che si riflette sui valori di densità, non sembra essere influenzata dalla variabilità termica. In un ambiente dove *S. sanguinea* non risulta essere la specie dominante, altri fattori, quali le interazioni biotiche, potrebbero contribuire a determinare le variazioni morfometriche riscontrate (Buss, 1979).

#### **Bibliografia**

- BUSS L.W. (1979) - Bryozoan overgrowth interactions - the interdependence of competition for space and food. *Nature*, **281**: 475-477.
- CHIMENZ C., TARAMELLI E., CIRONI R., CONTESSINI A., GRAVINA F., MAGGIORE FR., MAJ R.L.C., SOMASCHINI A. (1989) - Studies on animal populations of leaves and rhizomes of *Posidonia oceanica* (L.) Delile on the rocky bottom of Torvaldaliga. In: Boudouresque C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. (eds), *International Workshop on Posidonia beds. Marseille: GIS Posidonie*: 145-155.
- LOMBARDI C., COCITO S., OCCHIPINTI-AMBROGI A., HISCOCK K. (2006) - The influence of seawater temperature on zooid size and growth rate in *Pentapora fascialis* (Bryozoa: Cheilostomata). *Mar. Biol.* (submitted).
- O'DEA A., OKAMURA B. (2000) - Life history and environmental inference through retrospective morphometric analysis of bryozoans: a preliminary study. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **80**: 1127-1128.

A. MASSA-GALLUCCI<sup>1,2</sup>, M. CIGLIANO<sup>2</sup>, L. LATTANZI<sup>3</sup>, F.P. PATTI<sup>2</sup>,  
M.C. BUIA<sup>2</sup>, M.C. GAMBI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Limnology Unit, School of Biological & Environmental Science, University College Dublin, Irlanda.

<sup>2</sup>Stazione Zoologica "Anton Dohrn", Villa Comunale, Napoli, Italia.

cigliano@szn.it

<sup>3</sup>ICRAM, Via di Casalotti, 300 - 00166 Roma, Italia.

## ZOOBENTHOS ASSOCIATO A FONDI A RODOLITI (CORALLINALES) DELL'ISOLA D'ISCHIA (MARE TIRRENO)

### ZOOBENTHOS ASSOCIATED TO RHODOLITH (CORALLINALES) BEDS OFF THE ISLAND OF ISCHIA (TYRRHENIAN SEA)

**Abstract** - In the framework of a research, conducted in July 2004, various rhodolith (Corallinales) beds were surveyed on the soft bottoms off the islands of Ischia (Bay of Naples, Tyrrhenian Sea, Italy) from 50 to 80 m depth, and including also a facies of *mäerl* (Phymatolithon calcareum and Lithothamnion corallioides). The analysis of zoobenthos in 13 samples, collected by means of a van Veen grab, led to the preliminary identification of 185 taxa represented by polychaetes (88), molluscs (40), amphipods (30), echinoderms (14), sipunculids (8) and isopods (5). The highest species richness was recorded in two samples characterized by *mäerl*, while the highest patchiness was observed in the 50 m depth samples.

**Key-words:** zoobenthos, Corallinales, biodiversity, soft bottoms, Tyrrhenian Sea.

**Introduzione** – I fondi caratterizzati da cospicui popolamenti di rodoliti (Rhodophyta, Corallinales) ospitano spesso comunità ad elevata diversità strutturale e funzionale (Barbera *et al.*, 2003; Ramos-Esplà e Luque, 2004). Alcune specie di rodoliti, quali *Phymatolithon calcareum* e *Lithothamnion corallioides*, sono le specie principali costituenti una tipica formazione denominata *mäerl* (Bressan *et al.*, 2001; Bressan e Babbini, 2003) e sono specie protette in base alla Direttiva EC "Habitats". Nonostante l'elevata importanza ecologica dei fondi a rodoliti, le conoscenze sui popolamenti associati a queste formazioni sono ancora relativamente scarse (Barbera *et al.*, 2003). Nell'ambito di uno studio per la caratterizzazione delle comunità bentoniche in alcuni fondali dell'isola d'Ischia, e finalizzato alla valutazione di impatto ambientale per il prelievo di sabbie per ripascimenti costieri, sono stati individuati cospicui popolamenti a rodoliti, inclusa una *facies a mäerl* (Babbini *et al.*, 2006). Scopo di questo contributo è presentare alcuni dati preliminari relativi allo zoobenthos associato a questi popolamenti.

**Materiali e metodi** – La zona in cui sono stati rilevati i popolamenti a rodoliti è localizzata di fronte l'abitato di Forio, nel settore nord-occidentale dell'isola d'Ischia, tra 50 e 80 m circa di profondità. In quest'area, nel luglio 2004, sono stati condotti prelievi di benthos tramite benna van Veen. Sono qui analizzati 13 campioni di benna (circa 15 l di sedimento ognuno) distribuiti a 50 m (6), 65 m (5) e 80 m (2) di profondità. Almeno in tre campioni era presente la *facies a mäerl*, distribuita all'interno della zona in una fascia ben definita tra 50 e 65 m di profondità (Babbini *et al.*, 2006). Per ciascun campione sono stati calcolati gli indici di diversità (H') ed equitabilità (J); sulla matrice di abbondanza specie/campioni è stata effettuata sia la *cluster analysis* (similarità di Bray-Curtis) sia l'analisi MDS.

**Risultati** – Nel complesso dei 13 campioni studiati sono stati ad oggi identificati 185 taxa zoobentonici rappresentati da policheti (88), molluschi gasteropodi (18), molluschi bivalvi (22), anfipodi (30), echinodermi (14), sipunculidi (8), isopodi (5). La maggior parte delle specie sono caratteristiche soprattutto del detritico costiero ed

infangato; sono presenti anche taxa tipici dei fondi duri, specialmente tra crostacei anfipodi e echinodermi, associati alla componente algale epifita sulle rodoliti stesse, ed anche alcune specie ad *habitus* interstiziale, soprattutto tra i policheti. Il numero di specie, che varia tra 7 e 55, presenta i valori massimi nei campioni caratterizzati dalla *facies a mäerl*. L'indice di diversità presenta in generale valori relativamente elevati ( $H'$  tra 2,7 e 3,6) così come l'equitabilità ( $J$  tra 0,79 e 0,96), ad eccezione di due campioni a 50 m in cui i valori si abbassano per la notevole abbondanza del sipunculide *Aspidosiphon mülleri*. La *cluster analysis* mette in evidenza tre gruppi di campioni (A, B e C) distribuiti in rapporto alla profondità. Il gruppo A è formato dai due campioni a 50 m dominati dalla presenza di *A. mülleri* (similarità media 75,5%); il gruppo C (similarità 20%) include le rimanenti stazioni a 50 m, tra cui i due campioni caratterizzati da *mäerl*; infine il gruppo B (similarità 29,3%) include i campioni a 65 m (tra cui un campione su *mäerl*) e quelli a 80 m. Le specie che contribuiscono principalmente alla dissimilarità tra i gruppi sono *A. mülleri*, *Autonoe rubromaculatus*, *Caprella rapax*, Cirratulidae gen. sp., *Nematonereis unicornis*, *Gouldia minima*, *Aponuphis brementi*, *Eunice vittata*.

L'analisi MDS è molto coerente con i raggruppamenti evidenziati dalla *cluster analysis*: i campioni a 50 m si separano da tutti gli altri con una evidente discontinuità e presentano anche una maggiore dispersione, rispetto ai quelli di 65 e 80 m, evidenziando una maggiore variabilità e *patchiness* dei popolamenti in questa zona.

**Conclusioni** – I risultati, anche se preliminari, confermano che i fondi a Corallinales rilevati nell'isola di Ischia ospitano una fauna molto ricca e diversificata, in cui elementi a diversa ecologia si mescolano tra loro grazie all'ambiente eterogeneo costituito dai talli delle Corallinales che presenta caratteristiche sia di fondo mobile detritico che di fondo duro secondario. Le comunità mostrano una certa differenza di composizione, struttura e variabilità spaziale soprattutto in rapporto alla profondità.

**Ringraziamenti** – Si ringrazia Vincenzo Saggiomo per il coordinamento e i colleghi che hanno collaborato alla identificazione dello zoobenthos: Maurizio Lorenti, Rosanna Guglielmo, Raffaele Lombardi. Guido Bressan e Lorenza Babbini hanno identificato le Corallinales, oggetto di altri contributi.

### Bibliografia

- BABBINI L., BRESSAN G., MASSA-GALLUCCI A., BUIA M.C., GAMBI M.C. (2006) – Segnalazione di una *facies a mäerl* (Rhodophyta, Corallinales) lungo le coste dell'isola d'Ischia. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- BARBERA C., BORDEHORE C., BORG J.A., GLÈMAREC M., GRALL J., HALL-SPENCER J.M., DE LA HUZ CH., LANFRANCO E., LASTRA M., MOORE P.G., MORA J., PITA M.E., RAMOS-ESPLÀ, RIZZO M., SÀNCHEZ-MATA A., SEVA A., SCHEMBRI P.J., VALLE C. (2003) – Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean “mäerl” beds. *Aquat. Conserv. Mar. Fresh. Ecosyst.*, **13**: S65-S76.
- BRESSAN G., BABBINI L., GHIRARDELLI L., BASSO D. (2001) – Bio-costruzione e bio-distruzione di Corallinales nel Mar Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 131-174.
- BRESSAN G., BABBINI L. (2003) – Corallinales del Mediterraneo: guida alla determinazione. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 237 pp.
- RAMOS-ESPLÀ A.A., LUQUE A.A. (2004) – Los fondos de “mäerl”. In: Luque A.A., Templado J. (eds), Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía: 225-236.

E. MOLIN, M. GOMIERO

Thetis SpA, Castello, 2737/f - 30122 Venezia, Italia.  
molin.e@thetis.it

STIME DI BIOMASSA DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*  
(LAMARCK, 1819) E *STYELA PLICATA* (LESUEUR, 1823)  
MEDIANTE MONITORAGGIO FOTOGRAFICO IN UN'AREA  
A BARRIERE ARTIFICIALI NEL NORD ADRIATICO

*BIOMASS ESTIMATION OF MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*  
(LAMARCK, 1819) AND *STYELA PLICATA* (LESUEUR, 1823)  
BY A PHOTOGRAPHIC METHOD IN AN ARTIFICIAL AREA  
IN THE NORTH ADRIATIC SEA

**Abstract** - In the framework of the project "INTERVENTO 72 - CAMPO SPERIMENTALE IN MARE" promoted by Regione Veneto it was developed a low impact technique to monitor the benthic macrofauna. During the campaign in July 2004 and October 2004 photo of *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) and of *Styela plicata* (Lesueur, 1823) were taken. Some organism of that's species were collected to estimate the biomass; the goal is the evaluation of biomass through photographic technique.

**Key-words:** diving surveys, underwater photography, benthos, biomass.

**Introduzione** - Nell'ambito del Programma "Campo sperimentale in mare - intervento 72" della Regione Veneto, realizzato dall'Osservatorio Alto Adriatico di ARPAV nel novembre 2003, sono state posizionate, a circa due miglia dalla foce del fiume Sile, due strutture di forma piramidale costituite da cubi in cemento di 2 m di lato, di cui 4 come base e una posta superiormente. Nella piramide posta ad ovest del campo sono stati monitorati fotograficamente gli organismi appartenenti alla megafauna (Gage e Tyler, 1991) al fine di effettuare una stima della loro biomassa e sviluppare, quindi, una metodica di monitoraggio del benthos non invasiva. Le attività di campionamento hanno compreso tre campagne di raccolta dei campioni, di cui una effettuata ad inizio del mese di febbraio 2004, la seconda effettuata a fine luglio 2004, la terza nel mese di ottobre 2004. Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dai campionamenti di luglio e ottobre 2004, per quanto concerne la campagna di febbraio 2004, i risultati sono stati descritti e discussi in Molin *et al.* (2006).

**Materiali e metodi** - La metodica seguita ha previsto analisi su materiale raccolto e su materiale fotografico. Il campionamento di luglio ha previsto la raccolta di fotografie, su tre aree fisse di 1500 cm<sup>2</sup> nella superficie orizzontale della piramide, di esemplari di *Mytilus galloprovincialis* su cui sono stati eseguiti i conteggi degli individui. Le foto sono state eseguite con una Nikonos V ed un distanziatore metallico di forma tronco-piramidale su cui viene posizionata la macchina fotografica.

Sono stati raccolti esemplari di mitili in un area adiacente a quelle fotografate, di egual superficie; su di essi sono stati misurati il D a-p, D u-v, p.u., p.s., p. della conchiglia. Gli individui sono stati suddivisi in classi di peso secco per verificare la loro distribuzione dimensionale.

In ottobre sono stati fotografati gli individui di *Styela plicata* presenti in una delle quattro pareti verticali, per le foto si è utilizzato un sistema macro. Sono stati raccolti 10 individui di *S. plicata* dei 21 presenti sui quali sono state eseguite le misure di: sup. di copertura, Vol., p.u., p.s., p.s.-c. I parametri di laboratorio sono stati correlati preventivamente con la correlazione di Spearman, maggiormente efficace per n<30, e poi con la correlazione di Pearson di cui si riportano le equazioni delle rette e i



relativi coefficienti di correlazione:  $\ln \text{ p.u. (gr)} = -0.356 + 0.86264 \ln \text{ sup. (cm}^2\text{)}$   $r=0.95$ ;  $\ln \text{ Vol. (ml)} = -0.4145 + 1.0391 \ln \text{ sup. (cm}^2\text{)}$   $r=0.97$ ;  $\ln \text{ p.u. (gr)} = 4.4111 + 1.0575 \ln \text{ p.s. (mg)}$   $r=0.98$ ;  $\ln \text{ p.s. (mg)} = -0.0598 + 0.86136 \ln \text{ p.s.-c. (mg)}$   $r=0.92$ . L'utilizzo delle rette di correlazione di Pearson, statisticamente significative, ha permesso di determinare i valori di vol., p.u., p.s., p.s.-c. degli esemplari solo fotografati ( $n=11$ ).

**Risultati** – Il conteggio di *M. galloprovincialis* per le tre aree fotografate è pari mediamente a 46 individui per un valore medio al  $\text{m}^2$  di  $356 \text{ ind/m}^2$ . Gli individui raccolti hanno una dimensione media del D a.- p. pari a 9.6 mm, il 18% di essi è risultato avere un D. a-p inferiore a 5 mm. La loro suddivisione in classi di peso secco evidenzia che il 56 % di essi ha una taglia compresa tra 1.9 e 63 mg in p.s., mentre il range di variazione totale è compreso tra 1.9 e 124.2 mg in p.s. La distribuzione dimensionale degli organismi raccolti, supposta simile a quella degli organismi fotografati, permette di stimare un valore medio di biomassa sulle tre aree di  $1527 \text{ mg}$  pari a  $11.826 \text{ g/m}^2$  in p.s.

Gli esemplari di *S. plicata* sono stati raccolti in un'area pari a  $4 \text{ m}^2$  ( $n=10$ ); in essa è stato possibile osservare la presenza di 21 individui, pari a  $5.25 \text{ ind/m}^2$ . Per quanto riguarda i parametri relativi alla biomassa, tenendo conto sia dei valori ricavati dagli individui raccolti e analizzati in laboratorio sia di quelli calcolati con le equazioni delle rette partendo dalle superfici ricavate dalle fotografie, è stato possibile stimare una biomassa di  $12.09 \text{ g/m}^2$  come p.u. a cui corrispondono  $1,05 \text{ g/m}^2$  in p.s. e  $472.5 \text{ mg/m}^2$  in p.s.-c.

**Conclusioni** – I bassi valori di biomassa stimati per *M. galloprovincialis* sono probabilmente dovuti al breve periodo di permanenza delle strutture artificiali sommerse e alla difficoltà che incontra la specie ad aderire al substrato nelle aree ad alto tasso di sedimentazione (Mizzan, 1992). Ciò sembra confermato dalla presenza nelle pareti verticali, non soggette a questo fenomeno, di esemplari di dimensione maggiore ed in quantità superiore rispetto alla superficie orizzontale campionata.

Le equazioni ricavate tra peso umido, peso secco e peso secco meno ceneri sugli individui di *S. plicata* sono in buon accordo con quelle ricavate da Gabriele *et al.* (1997) per esemplari della stessa specie raccolti in alcune Tegnùe nord adriatiche; i valori di biomassa ricavati rappresentano probabilmente una fase di colonizzazione iniziale del substrato.

#### Bibliografia

- GABRIELE M., PUTRONE V., BRUNETTI R. (1997) - Morphometrics and energetic value of Adriatic ascidians. *Cah. Biol. Mar.*, **38**: 169-174.
- GAGE J.D., TYLER P.A. (1991) - *Deep sea biology: a natural history of organisms at the deep sea floor*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. ISBN 0-521-33665-1: 504 pp.
- MOLIN E., MAGGIORE F., ZANELLA M. (2006) - Stime di biomassa di *Tubularia crocea* (Agassiz, 1862) mediante monitoraggio fotografico in un'area a barriere artificiali nel Nord Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in press).
- MIZZAN L. (1992) - Malacocenosi e faune associate in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi. *Boll. Mus. Civ. St. nat. Venezia*, **41**: 7-54.

C. MUNARI, M. MISTRI

Dipartimento di Biologia, Sezione Biologia Evolutiva, Università di Ferrara,  
Via L. Borsari, 46 – 44100 Ferrara, Italia.  
mnc@unife.it

## EXERGY AND BIODIVERSITY: THE VALLI DI COMACCHIO STUDY CASE

### *EXERGIA E BIODIVERSITÀ: IL CASO DELLE VALLI DI COMACCHIO*

**Abstract** – Temporal trends of exergy and biodiversity of macrofaunal assemblages were compared along a gradient of disturbance in the Valli di Comacchio, at four reference sites. Biodiversity parameters fluctuated through space and time, with higher values at the minimally disturbed site. Exergy was higher at the minimally disturbed site, but exhibited a zigzag pattern, being characterized both by very high and very low values. This pattern was primarily dictated by the fluctuations in the amount of bivalve biomass. In Annelida-dominated benthic communities, the presence of just a few bivalves has the capacity to increase greatly exergy values.

**Key-words:** macrobenthos, exergy, lagoons, Adriatic Sea.

**Introduction** - The definition of exergy is the “amount of work the system can perform by being brought into equilibrium with its environment” (Jørgensen and Mejer, 1979). Exergy considers the information embodied in the biomass structure, although the exergy of an ecosystem seems unlikely to be assessed, as the system is too complex to enable the measurement of all biomass concentration of all possible species. Aim of this study was to estimate and compare exergy and biodiversity (which is a good quality indicator of the state of a system) of macrobenthic assemblages along a gradient of disturbance in a lagoonal ecosystem, the Valli di Comacchio, to test the ecological significance of exergy in such systems.

**Materials and methods** - Four sampling stations (C2, C4, C5 and C6), being highly representative of the different ecological conditions found in the Valli, and subjected to different levels of disturbance (Mistri *et al.*, 2000), were chosen as long term monitoring stations. C5 was the less, while C6 was the most disturbed (Munari *et al.*, 2005). A macrobenthic data set from 1996 to 2002 was gathered by collecting samples in triplicate at each site with seasonal frequency. The abundance and biomass of macrobenthos, identified at the species level whenever possible, were measured for each sample. To estimate exergy, the method based upon the thermodynamic information due to DNA content was adopted (Jørgensen *et al.*, 2000). Specific exergy (SpEx), the exergy per unit of biomass, was also calculated. Regarding biodiversity, we considered species richness (Margalef's  $d$ ) and heterogeneity diversity (Shannon-Wiener's  $H'$ ):  $d$  was calculated on abundance data, while diversity both on abundance ( $H'_{abun}$ ) and biomass ( $H'_{biom}$ ) data. Relationships between exergy and species richness and heterogeneity were assessed through regression analyses, and their significance through regression ANOVAs. Regression analysis was also used to estimate the relationship between the biomass of the various taxonomic groups (e.g. Annelida, Gastropoda, Bivalvia, etc.) and exergy.

**Results** - At all the four stations, exergy showed sharp and quite irregular fluctuations. No general trends seem to be detectable. Specific exergy also showed fluctuations, but to a lesser extent when compared to exergy. Regarding biodiversity, temporal variations of species richness and heterogeneity showed irregular fluctuations, but, on average, such fluctuations seemed dampened at the more stable station C5, thus evi-

dencing a higher stability of the community. Both  $H'_{abun}$  and  $H'_{biom}$  showed the same trend at all the four stations, with  $H'_{biom}$  fluctuations a little more evidenced respect to  $H'_{abun}$ . Both goal functions (exergy and biodiversity) varied in quite a puzzling picture. At all the four stations, no significant relationship between exergy and biodiversity was evidenced through regression analysis. Exergy was highly significantly correlated ( $p < 0.0001$ ) only to bivalves biomass.

**Conclusions** – At our four stations, biodiversity parameters (species richness and heterogeneity diversity) fluctuated through space and time as commonly observed in estuarine and lagoonal habitats. Exergy was, on average, higher at the less disturbed site (C5), but, at all the four stations, the temporal trend exhibited a sort of zigzag pattern, being characterized both by very high and very low values. This pattern was primarily dictated by the fluctuations in the amount of biomass of bivalve molluscs, since, considering macrobenthic animal assemblages, exergy is extremely sensitive to this parameter. Specific exergy exhibited a zigzag pattern too, particularly at the most disturbed site C6, with abrupt increases followed by sharp declines through time. At this site, however, some values of SpEx were comparable to those found at the minimally disturbed site C5. It should be stressed, however, that the increases of SpEx at C6 did not reflect any increase in the structural complexity of the macrobenthic community, but simply the different quality of the biomass involved in the calculation. In communities dominated by *r* strategists, like those of the Valli, SpEx may shift quite drastically as a function of yearly dynamics, and provides pictures that may not be fully related with the long term evolution and integrity of the system. Exergy and specific exergy, yet, responded differently to the seasonal dynamics of the *r* strategist-dominated communities inhabiting the Valli di Comacchio, therefore providing different spatial and temporal pictures. Biodiversity, exergy and specific exergy are different properties of ecosystems. The use of each one separately has pros and cons, because of subjectivity of measurements and interpretation. Although much more research is needed, especially where environmental gradients are not sharp as in our study case, the complementary utilization of such ecosystem properties seems therefore quite a promising approach to deepen understanding on ecosystem integrity and natural tendencies of ecosystem evolution.

## References

- JØRGENSEN S.E., MEJER H.F. (1979) - A holistic approach to ecological modelling. *Ecol. Model.*, **7**: 169-189.
- JØRGENSEN S.E., PATTEN B.C., STRASKRABA M. (2000) - Ecosystem emerging IV: growth. *Ecol. Model.*, **126**: 249-284.
- MISTRI M., FANO E.A., ROSSI G., CASELLI K., ROSSI R. (2000) - Variability in macrobenthos communities in the Valli di Comacchio, Northern Italy, a hypereutrophized lagoonal ecosystem. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **51**: 599-611.
- MUNARI C., ROSSI R., MISTRI M. (2005) - Long-term trends and redundancy in the macrobenthos of the Valli di Comacchio (northern Adriatic Sea). *Hydrobiologia*, **550**: 95-104.

S. NOCCIOLINI, C. ELMI, F. MARTELLI, R. PELLEGRINI, M. CRUSCANTI\*

ARPAT - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana, Dip. di Grosseto,  
Via Fiume, 35 – 58100 Grosseto, Italia.  
s.nocciolini@arpat.toscana.it  
\*ARPAT, Area Mare.

## EVOLUZIONE STAGIONALE DELLE PRINCIPALI COMPONENTI MACROFITOBENTONICHE DELLA LAGUNA DI ORBETELLO

### *SEASONAL EVOLUTION OF MAIN MACROPHYTOBENTIC COMPONENTS OF ORBETELLO LAGOON (TUSCANY ITALY)*

**Abstract** - A seasonal evolution study of main and abundant phyto-bentic components was carried out with a simple and quickly valuation in representative areas of Orbetello Lagoon (Tuscany, Italy). One year of monthly samples in seven different stations with as many different vegetational situations.

**Key-words:** brackish waters, coastal lagoons, macrophytobenthos, seaweeds, seagrass.

**Introduzione** - La presente indagine intende fornire una descrizione quali-quantitativa delle dominanze e delle dinamiche delle principali e più abbondanti componenti macrofitobentoniche, registrate nel corso di un anno in aree lagunari rappresentative di diversi scenari, sia per quanto concerne gli aspetti naturali che quelli derivanti da pressione antropica. L'indagine si caratterizza per una consapevole scelta metodologica: da un lato la necessità di descrivere e soprattutto registrare quali-quantitativamente gli aspetti più salienti delle dinamiche della macrovegetazione bentonica più grande, coinvolta negli estesi processi produttivi, e dall'altro lato, l'esigenza di percorrere vie vocate alla semplicità, rapidità e riproducibilità dei risultati.

**Materiali e metodi** - L'indagine è stata condotta in entrambi i bacini della Laguna di Orbetello mediante prelievi mensili (tra il marzo 2005 e il gennaio 2006) in 7 stazioni con estensione di circa 100×100 metri. I prelievi della vegetazione sono stati effettuati mediante rastrello metallico largo 20 cm e con denti distanti cm 2.5. In ogni campagna di monitoraggio sono stati effettuati 30 sondaggi equamente distribuiti su tre transetti paralleli mediante "rastrellatura" del fondo per circa 20 cm. Possiamo pertanto sinteticamente delineare il piano sperimentale di campionamento con un'area di circa 12.000 cm<sup>2</sup> (cm 20×cm 20×30 repliche). Date le finalità dell'indagine, l'attenzione è stata posta fondamentalmente sui taxa tipici e più abbondanti che caratterizzano questo ambiente. La stima del livello di copertura dei vari taxa nei singoli campionamenti, come pure per la stima del livello di copertura generale della stazione, è avvenuta a bordo con metodologia simile a quelle comunemente impiegate in ambienti terrestri (Pirola, 1970) e la elaborazione secondo Cormaci *et al.*, 2003.

**Risultati** - Sono stati individuati 18 taxa che rappresentano le più comuni componenti fitobentoniche riscontrabili in laguna di Orbetello. È probabile che alcune specie, soprattutto le più minute e fragili, siano state perse per il metodo di raccolta, ma dobbiamo precisare che le finalità dello studio esulavano dalla stesura di un elenco floristico. La *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, è senza dubbio l'alga più diffusa in tutta la laguna; presente in tutte le stazioni in ogni periodo dell'anno ha mostrato il maggior sviluppo nel periodo autunno-inverno. Ha dominato per tutto l'anno nella stazione di Ansedonia, senza tuttavia raggiungere livelli quantitativi elevati; in altre stazioni invece, come in quella di Fibbia, lascia spazio alla *Chaetomorpha linum* (O.F. Müller). Questa chlorophyceae è il secondo taxon per frequenza e presenza significativa.

Presso la stazione Nassa la *C. linum* raggiunge ragguardevoli livelli di massa per unità di superficie, e in questa stessa zona, ove la influenza del mare è più evidente che in altri luoghi, si può incontrare la *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. Le altre Angiosperme lagunari, *Ruppia cirrhosa* (Petag.) Grande e *Zostera noltii* Hornem, elementi vegetazionali rappresentativi di un instaurato procedimento di recupero e risanamento lagunare dalle condizioni distrofiche del decennio scorso, trovano un ambiente elettivo presso le stazioni di Centro Levante e Miniere. Queste aree risultano quelle meno sottoposte a pressione antropica (Nocciolini *et al.*, 2005), e la presenza di queste Fanerogame conferma la loro valenza come indicatori ambientali. *Ruppia* e *Zostera* si rilevano, anche se a più ridotti livelli di copertura, presso la stazione centrale di ponente, ove invece si sta assistendo ad un assai rapido instaurarsi di una stabile e consistente presenza di *Valonia aegagropila* Agardh. Questo processo è partito dal tombolo occidentale della Giannella, e sembrerebbe estendersi in altre aree lagunari.

La zona di Orbetello Scalo, data la presenza in zona dei reflui urbani, congiuntamente ad una situazione di modesto ricambio idrico, è la stazione che più risente della pressione antropica (Nocciolini *et al.*, 2000, 2005). Il fondo lagunare, risultando peraltro duro e compatto, non consente una agevole radicazione delle angiosperme, mentre la elevata disponibilità di nutrienti facilita la proliferazione di Clorophyceae nitrofile e opportuniste come quelle del genere *Ulva*.

**Conclusioni** - La metodologia adottata, conformemente alle finalità dello studio, ha consentito un rapido e frequente monitoraggio. Il procedimento è ancora in corso di perfezionamento, cercando anche modalità per la stima quantitativa, almeno in forma relativa. Il monitoraggio siffatto ha consentito e consentirà in futuro una registrazione costante e metodologica delle evoluzioni delle biocenosi vegetali lagunari, almeno per gli aspetti più salienti. Le diverse composizioni vegetazionali riscontrate saranno oggetto di ulteriori elaborazioni e correlazioni con le molteplici informazioni e dati ambientali in nostro possesso.

#### Bibliografia

- CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G. (2003) – *Macrofitobenthos*. In: M.C. Gambi, M. Dappiano (eds), Manuale di metodologie di campionamento e di studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (Suppl.): 233- 262.
- NOCCIOLINI S., SPADAFINA L., VACRI M.R., BACCI E. (2000) – A simple bacterial index for relative water quality: preliminary application on the Orbetello lagoon (Tuscany, Italy). *Chemosphere*, **41**: 1065-1069.
- NOCCIOLINI S., MARTELLI F. (2005) – Sviluppo e sperimentazione dell'indice RWQI (Relative Water Quality Index). Atti del workshop "Il monitoraggio delle acque di transizione". *Lo stato dell'arte tra ricerca e monitoraggio istituzionale. Esperienze a confronto*. Venezia, 27-29 ottobre 2004: 134-140.
- PIROLA A. (1970) – *Elementi di fitosociologia*. CLUEB, Bologna: 156 pp.

A. PAIS, L.A. CHESSA, S. SERRA, G. MELONI, A. RUIU, B. MANUNZA

Sez. di Acquacoltura ed Ecologia Marina, Dip. di Scienze Zootecniche, Università di Sassari,  
Via E. De Nicola, 9 - 07100 Sassari, Italia.  
pais@uniss.it

## MORPHOMETRIC RELATIONSHIPS AND ANNUAL GONAD INDEX OF THE EDIBLE SEA URCHIN *PARACENTROTUS LIVIDUS* FROM NORTH WESTERN SARDINIA

### *RELAZIONI MORFOMETRICHE E INDICE GONADICO ANNUALE DEL RICCIO DI MARE COMMESTIBILE PARACENTROTUS LIVIDUS NEL NORD OVEST SARDEGNA*

**Abstract** - Weight/diameter, weight/height and height/diameter morphometric relationships were calculated for a shallow rocky *Paracentrotus lividus* population sampled monthly near Alghero (Italy) from November 2004 to October 2005. Gonad index (GI) of the sea urchins was also evaluated. Statistical analyses showed significant differences of GI between 2 distinct periods of the year: late fall-winter and spring-late summer.

**Key-words:** sea urchin, morphometry, *Paracentrotus lividus*, Mediterranean Sea, Sardinia.

**Introduction** - Due to the high commercial value of its gonads, the edible sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck) is commonly harvested in several Mediterranean countries (Boudouresque & Verlaque, 2001 and references therein). In Sardinia (Italy), although the fishing of this species is regulated by a regional decree (D.A. n.270 dated 03.03.1994 and subsequent amendments), shallow rocky reef populations of *P. lividus* are heavily exploited by authorised fishermen as well as occasional collectors throughout the year. Given the economic importance of this species, the present study was aimed at providing baseline data on some morphometric features of legal-sized edible sea urchins on the north western Sardinian coast.

**Materials and methods** - Commercial-sized *Paracentrotus lividus* specimens were sampled monthly in a shallow rocky area near Alghero (NW Sardinia) from November 2004 to October 2005. In each sampling 100 individuals were collected by SCUBA divers between 2 and 4 m depth. In the laboratory, morphometric characters like diameter (D, perpendicular to the oral-aboral axis) and height (H, oral-aboral axis) of the test without spines of each sea urchin were measured to the nearest 0.1 mm using a digital calliper. All the aforementioned measurements were always carried out by the same experimenter to improve accuracy. Total wet weight (W) of each specimen was recorded to the nearest 0.1 g by means of an electronic balance after draining residual water on absorbent paper for 10 minutes. Subsequently, the sea urchins were dissected and, after sex determination, gonad wet weight was recorded to the nearest 0.01 g to calculate the gonad index (GI) as follows:  $GI = (\text{wet weight of gonads} / \text{wet body weight}) \times 100$  (Lawrence *et al.*, 1965). One-way ANOVA was used to test for differences among the GI monthly values obtained. Data were tested for homoscedasticity by Cochran's C test prior to analysis (Underwood, 1997). Weight/diameter, weight/height and height/diameter allometric relationships (i.e.  $W = aD^b$ ,  $W = aH^b$ , and  $H = aD^b$ ) were first computed separately for males and females. After linearization, they were then compared using ANCOVA (Sokal & Rohlf, 1995) to detect putative differences between sexes.

**Results** - Of the 1,200 commercial-sized ( $D = 47.6 \pm 3.6$  mm) *Paracentrotus lividus* specimens examined, females accounted for 52.5% (630 individuals), males for 46.8%

(562), while only 0.7% (8) were undetermined. Since ANCOVA did not detect any significant differences between sexes for all the computed regressions, the following equations obtained by pooling male and female measurements were validated:  $W=0.0032D^{2.479}$  ( $r=0.92$ );  $W=0.5396H^{1.417}$  ( $r=0.77$ ); and  $H=0.4252D^{1.035}$  ( $r=0.72$ ). The mean GI monthly value ( $4.32\pm 1.80$ ) was lowest in December (2.78) and highest in April (5.62). One-way ANOVA performed on GI values detected significant differences between months ( $F=33.69$ ,  $p<0.0001$ ). A Student-Newman-Keuls post-hoc comparison test indicated significant differences between 2 groups of observations: the first, consisting of late fall and winter months (i.e. from November to February), with lower mean GI values; and the second, consisting of spring and late summer months (i.e. from March to October), characterized by higher mean GI values.

**Conclusions** - The allometric relationships we detected were quite different from those reported at about the same latitude (Catalonia, Spain) by Ballesteros (1981). Nevertheless, it is worth noting that to calculate the regression functions this author examined only 100 large specimens ( $D=58.6\pm 4.8$  mm). As far as the annual GI is concerned, our results were consistent with those reported by Fenaux (1968) from Villefranche-sur-Mer (France), while only partially in agreement with those reported by Lozano *et al.* (1995) from the Catalan coast (Spain). However, *P. lividus* GI values may fluctuate from one year to another (Byrne, 1990), and also vary between neighbouring localities (Boudouresque & Verlaque, 2001). Further research for longer periods covering a wider area is thus needed to confirm our preliminary results.

#### References

- BALLESTEROS E. (1981) - Algunos datos biométricos de *Paracentrotus lividus* (Lmk.), *Arbacia lixula* (L.) y *Sphaerechinus granularis* (Lmk.) (Echinodermata, Echinoidea). *Oecol. Aquat.*, **5**: 227-231.
- BOUDOURESQUE C.F., VERLAQUE M. (2001) - Ecology of *Paracentrotus lividus*. In: Lawrence J.M. (ed), *Edible sea urchins: biology and ecology*. Elsevier, Amsterdam: 177-216.
- 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** (2): 275-289.
- FENAUX L. (1968) - Maturation des gonades et cycle saisonnier des larves chez *A. lixula*, *P. lividus* et *P. microtuberculatus* (Echinides) a Villefranche-sur-Mer. *Vie Milieu*, **19**: 1-52.
- LAWRENCE J.M., LAWRENCE A.L., HOLLAND N.D. (1965) - Annual cycle in the size of the gut of the purple sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). *Nature*, **205** (4977): 1238-1239.
- LOZANO J., GALERA J., LÓPEZ S., TURON X., PALACÍN C., MORERA G. (1995) - Biological cycles and recruitment of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in two contrasting habitats. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **122** (1-3): 179-191.
- SOKAL R.R., ROHLF F.J. (1995) - *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3rd edition. W.H. Freeman and Company, New York: 887 pp.
- UNDERWOOD A.J. (1997) - *Experiments in Ecology. Their logic design and interpretation using analysis of variance*. Cambridge University Press, Cambridge: 504 pp.

P. PANETTA, F. MASTROTOTARO, A. MATARRESE

Dipartimento di Zoologia, Università degli Studi di Bari,  
Via Orabona, 4 - 70125 Bari, Italia.  
f.mastrototaro@biologia.uniba.it

## TANATOCENOSI A MOLLUSCHI PRESENTE SUI FONDALI DELLA ZTB AL LARGO DELLE ISOLE TREMITI

### *MOLLUSC THANATOCOENOSES FROM NO TAKE ZONE OF TREMITI ISLANDS*

**Abstract** – *The analysis of mollusc of circalittoral bottoms off Tremiti Islands allowed to recognize 49 species, among which only 7 alive. These bottoms are characterised by terrigenous muds with a facies of the gastropod Turritella communis.*

**Key-words:** *benthos, marine molluscs.*

**Introduzione** - Nell'ambito del progetto di ricerca "Linee guida e misure tecnico-gestionali per l'attivazione di Zone di Tutela Biologica da integrare nella politica comune, nazionale, regionale per una pesca sostenibile nel Mediterraneo: Isole Tremiti", l'Unità Operativa CoNISMA afferente al Dipartimento di Zoologia dell'Università degli Studi di Bari, ha effettuato una campagna di prospezione bentonica nell'area della suddetta ZTB al fine di definire le comunità macro e meio-bentoniche dell'area in oggetto. In questa nota si riportano i risultati ottenuti considerando unicamente la componente a molluschi.

**Materiali e metodi** - Nell'ambito del suddetto progetto di ricerca è stato effettuato un campionamento quali-quantitativo (settembre 2005) in 8 stazioni di prelievo localizzate nell'area della ZTB, contigua all'Area Marina Protetta delle Isole Tremiti, che si estende per circa 115 km<sup>2</sup>, lungo la batimetrica dei 100 m.

In dettaglio il campionamento ha previsto in ogni stazione, n. 1 dragaggio (draga a slitta modello Hessler e Sanders modificata, con un'apertura di 70×35,5 cm) e n. 5 benenate (benna van Veen con una superficie di presa di 0,1 m<sup>2</sup> ed un volume di 0,02 m<sup>3</sup>).

**Risultati** - La componente a molluschi è risultata alquanto scarsa, almeno per quanto concerne la presenza di animali vivi al momento della raccolta. Infatti, soltanto 7 delle 49 specie ritrovate erano viventi al momento della raccolta. Al contrario la tanatocenosi a molluschi è rappresentata da 32 specie di Bivalvi, 16 di Gasteropodi ed una di Scafopode (Tab. 1). Le specie ritrovate con maggiore frequenza, nelle stazioni di campionamento, sono state *Fusinus sanctaeluciae* (75%) e *Turritella communis* (55%) tra i Gasteropodi, mentre tra i Bivalvi *Timoclea ovata* (85%), *Aequipecten opercularis* (77,5%), *Abra nitida* (70%), *Parvicardium minimum* (70%), *Nucula sulcata* (67,5%), *Neopycnodonte cochlear* (62,5%), *Camptonectes striatus* (60%) e *Pseudamussium clavatum* (60%). Si tratta di specie appartenenti alla facies a *T. communis* tipica delle bioce-nosi dei fanghi terrigeni costieri (Pérès e Picard, 1964; Picard, 1965) situati soprattutto nella parte più profonda del circalitorale dove vi è una continua deposizione di materiale molto fino e leggero proveniente dalle aree continentali dovute soprattutto alla presenza di torrenti e del fiume Biferno. Oltre alle suddette specie sono state trovati i resti di specie misticole come *Aporrhais pespelecani*, *A. serresianus*, *Nassarius lima*, *Nuculana commutata*, *Parvicardium minimum*, *Poromya granulata* e specie tipicamente vasicole come *Abra nitida*, *Thracia convexa*, *Thyasira bipartita* e, infine, specie di transizione tra il circalitorale profondo e il batiale come i bivalvi *Batharca pectunculoides*,



*Nucula sulcata*, *Abra longicallus*, *Thyasira granulosa* e lo scafopode *Entalina tetragona* (Di Geronimo e Panetta, 1973; Panetta, 1975).

Tab. 1 - Elenco delle specie di molluschi vivi (v) o dei loro resti (+) rinvenuti sui fondi circalitorali al largo dell'arcipelago delle isole Tremiti (Mar Adriatico settembre 2005).

List of the species of alive (v) and dead molluscs (+) collected on the circalittoral bottom off Tremiti Islands (Adriatic Sea September 2005).

<b>Gasteropodi</b>	v/+	<b>Bivalvi</b>	v/+	<i>Modiolarca subpicta</i>	+
<i>Aporrhais pespelecani</i>	+	<i>Abra longicallus</i>	+	<i>Modiolula phaseolina</i>	+
<i>Aporrhais serresianus</i>	+	<i>Abra nitida</i>	+	<i>Neopycnodonte cochlear</i>	+
<i>Calyptraea chinensis</i>	+	<i>Acanthocardia aculeata</i>	+	<i>Nucula sulcata</i>	v
<i>Capulus ungaricus</i>	+	<i>Aequipecten opercularis</i>	+	<i>Nuculana commutata</i>	v
<i>Epitonium communis</i>	+	<i>Arca tetragona</i>	+	<i>Nuculoma aegeensis</i>	+
<i>Erato voluta</i>	+	<i>Azorinus chamasolen</i>	+	<i>Palliolium incomparabile</i>	+
<i>Fusinus sanctaeluciae</i>	+	<i>Batharca pectunculoides</i>	+	<i>Pandora pinna</i>	+
<i>Mangelia attenuata</i>	+	<i>Camptonectes striatus</i>	+	<i>Parvicardium minimum</i>	v
<i>Mangelia nuperrima</i>	+	<i>Cardomya costellata</i>	+	<i>Poromya granulata</i>	+
<i>Mitrella minor</i>	+	<i>Cuspidaria cuspidata</i>	+	<i>Pseudamussium clavatum</i>	+
<i>Monophorus thriotae</i>	+	<i>Diplodonta brocchi</i>	+	<i>Pteria hirundo</i>	+
<i>Nassarius lima</i>	+	<i>Glans elegans</i>	+	<i>Thracia convexa</i>	+
<i>Pusillina radiata</i>	v	<i>Hiatella arctica</i>	+	<i>Thyasira biplicata</i>	v
<i>Roxania utriculus</i>	+	<i>Hyalopecten similis</i>	+	<i>Thyasira granulosa</i>	+
<i>Trivia arctica</i>	v	<i>Hyalopecten similis</i>	+	<i>Timoclea ovata</i>	v
<i>Turritella communis</i>	+	<i>Limatula subauriculata</i>	+	<b>Scafopodi</b>	
				<i>Entalina tetragona</i>	+

La presenza di specie tipiche del detritico costiero come *Camptonectes striatus*, *Palliolium incomparabile*, *Pseudamussium clavatum*, *Modiolula phaseolina* è attribuibile al trasporto di tali resti dalle prospicienti biocenosi a DC presenti in prossimità dell'arcipelago delle isole Tremiti (Matarrese *et al.*, 2000).

**Conclusioni** - Tale ricerca ha evidenziato che la tanatocenosi a molluschi ritrovata nell'area di studio è caratterizzata da un pool eterogeneo di specie composto sia da specie tipiche delle biocenosi dei fanghi terrigeni costieri (VTC) sia da specie misticole ad ampia distribuzione nonché da specie più costiere tipiche delle biocenosi del detritico costiero (DC), trasportate in loco a seguito delle piene dei fiumi presenti lungo la costa (Panetta *et al.*, in press).

#### Bibliografia

- DI GERONIMO I., PANETTA P. (1973) - La Malacofauna batiale del Golfo di Taranto. *Conchiglie*, **9** (5-6): 69-122.
- MATARRESE A., PANZA M., MASTROTOTARO F., COSTANTINO G. (2000) - Preliminare rappresentazione cartografica dei fondali dell'arcipelago delle Isole Tremiti (Mar Adriatico). *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 590-593.
- PANETTA P. (1975) - *Abra longicallus* (Scacchi, 1836) specie caratteristica delle melme epibatiali. *Oebalia*, **1** (1): 65-91.
- PANETTA P., MAIORANO P., MASTROTOTARO F. (2000) - La Malacofauna della Riserva Marina delle Isole Tremiti. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 707-712.
- PANETTA P., MASTROTOTARO F., MATARRESE A. - Malacofauna dei fondi incoerenti del Golfo di Manfredonia. *Bollettino Malacologico*, (in stampa).

F. RENDE, D. ROCCA, P. CAPPA\*, R. COZZA

Dipartimento di Ecologia, Università della Calabria,  
Ponte Pietro Bucci, cubo 6b – 87036 Rende (CS), Italia.  
sante.rende@unical.it

\*Area Marina Protetta Capo Rizzuto, Crotone, Italia.

## MONITORAGGIO DEI LIMITI INFERIORI DELLE PRATERIE DI *P. OCEANICA* NELL'AREA MARINA PROTETTA CAPO RIZZUTO (KR)

### *MONITORING LOWER LIMITS OF P. OCEANICA MEADOWS IN THE MARINE PROTECTED AREA OF CAPO RIZZUTO (KR)*

**Abstract** – In the present work we realized a monitoring program of *Posidonia oceanica* meadows in Marine Protected Area of Capo Rizzuto (KR, Italy) by balisage technique. The collected data suggest that *P. oceanica* meadows are subjected to a disturbed environment. Works are in progress to monitoring the low limits in the next years by ROV inspections and data implementation by mobile GIS system.

**Key-words:** *Posidonia oceanica*, monitoring, balisage, GIS system.

**Introduzione** - Le praterie di *Posidonia oceanica* rappresentano l'ecosistema più importante dell'ambiente marino costiero del Mediterraneo. A causa della loro sensibilità ai disturbi ambientali, sono considerate anche ottimi indicatori della qualità degli ambienti costieri (Pergent *et al.*, 1995). A tale scopo alcuni descrittori strutturali (densità) e funzionali (fenologia, crescita e produzione primaria) possono essere utilizzati come indicatori di risposta integrata ad eventuali fattori di disturbo (Pergent *et al.*, 1995). Nell'ambito di un progetto finanziato dal Ministero dell'Ambiente (D.P.N) e dalla provincia di Crotone, abbiamo avviato un piano di monitoraggio delle praterie di *P. oceanica* presenti nell'AMP Capo Rizzuto (KR), Mar Ionio.

**Materiali e metodi** - Sono stati selezionati nove siti (siti 1-9) compresi tra Crotone (a Nord) e Praialonga (a Sud) e predisposto un sistema di sorveglianza dei limiti inferiori (balisage) (Bertrand *et al.*, 1986), utilizzando, in questo caso, picchetti in ferro (10/sito) muniti di etichetta con numero e data di impianto; si è calcolato il loro posizionamento geografico con sistemi di georeferenzamento (GPSD) ed è stata effettuata una ripresa video con sistemi ROV. Inoltre in tre diverse aree/sito sono state effettuate: a) stima della densità della prateria (fasci/fogliari/m<sup>2</sup>); b) analisi fenologiche; c) indice L.A.I. (*leaf area index* indice di superficie fogliare fotosintetizzante); d) Coefficiente A (n° di apici rotti sul n° totale di foglie); e) analisi lepidocronologica.

**Risultati** - Le praterie esaminate presentano caratteristiche eterogenee in relazione alla profondità del limite inferiore compreso tra 11,9 m del sito di Crotone e 24 m del sito Sovereto. Il tipo di substrato d'impianto incontrato con maggior frequenza è la "roccia". Per quanto riguarda il tipo di limite della prateria, la maggior parte dei siti mostra un limite sia eroso che netto con piccoli tratti in progressione (Meinesz e Laurent, 1978). Nella tipologia di distribuzione solo il sito 7 (Sovereto) presenta una distribuzione continua; gli altri evidenziano una distribuzione mista, continua in alcuni tratti e a chiazze in altri. Per quanto riguarda la stima della densità dei ciuffi fogliari, il 66% delle praterie è risultata di tipo IV (Giraud, 1977), quindi praterie molto rade; il 34% di tipo V (semi prateria). Secondo la classificazione di Pergent *et al.* (1995) che relaziona profondità e densità, il 12% evidenzia una densità anomala (praterie molto disturbate); il 66% delle praterie presenta una densità bassa rispetto alla profondità

del limite (tipico di praterie disturbate) mentre il solo il 22% delle praterie mostra una densità normale di prateria in equilibrio. L'analisi statistica multivariata mediante rappresentazione non-metric-multidimensional scaling (nMDS) basata su matrici di similarità Bray-Curtis, ha mostrato per i parametri densità fasci/m<sup>2</sup> e L.A.I la formazione di tre gruppi ben distinti. In particolare, i siti Curmo e Sovereto formano un gruppo separato per il L.A.I. e per la densità (di valore minore) sul totale dei siti campionati; i siti Crotone e Cannone si separano per valore maggiore sia di densità che di L.A.I.; i restanti siti mostrano un ordinamento più omogeneo e valori di densità e di L.A.I. intermedi. Per quanto riguarda il coefficiente A si osserva la formazione di due raggruppamenti: i siti Curmo e Sovereto con valori più bassi e i restanti siti che clusterizzano con valori più alti. Infine le analisi lepidocronologiche hanno evidenziato che, nell'intervallo temporale 1995-2003, il 77% dei siti mostra un tasso di crescita media annuale dei rizomi con un valore medio di 2,82±0,95 (mm/anno), mentre il restante 23% mostra un tasso più elevato (3,89±0,95 mm/anno). La stima della produzione primaria del rizoma (gr/ps/anno) evidenzia nel 44% dei siti valori di produzione media di 0,027±0,004 gr/ps/anno; il 56% dei siti una produzione dell'ordine di 0,018±0,03 (gr/ps/anno). Nessuna differenza significativa è emersa tra i siti riguardo il numero medio di foglie prodotte per fascio. Mediante la rappresentazione Box e Whisker dei parametri lepidocronologici si è evidenziata una accentuata dispersione (varianza) dei dati tra i siti con una chiara distribuzione asimmetrica sui valori massimi e i valori minimi.

**Conclusioni** - I dati sul limite inferiore e i parametri fenologici e lepidocronologici indicano uno stato di disturbo delle praterie esaminate: limite maggiormente presente eroso e netto, praterie a densità bassa; abbattimento del LAI all'aumentare della profondità; elevato valore del coefficiente A. Anche le variabili lepidocronologiche come tasso di crescita del rizoma (anormale inferiore e subnormale inferiore, Pergent *et al.*, 1995), bassa produzione e n° medio di foglie/fascio/anno, suggeriscono la presenza di uno stato di disturbo. Nel complesso i risultati ottenuti inducono a continuare e/o potenziare il programma di monitoraggio avviato, introducendo anche applicazioni GIS e mobile GIS per consentire elaborazioni più approfondite e controlli diretti sul campo al fine di comprendere la dinamica delle praterie sorvegliate.

#### Bibliografia

- BERTRANDY M.C., BOUDOURESQUE C.F., FORET P., LEFEVRE J.R., MEINESZ A. (1986) - Réseau de surveillance Posidonies. Rapport., 1985. Conseil Reg. PACA, GIS Posidonie. CIPALM, CAPVAR, CELCOP, *GIS Posidonie Edit.*, Marseille, Fr.: 1-61.
- GIRAUD G. (1977) - Contribution à la description et à la phenologie quantitative des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Thèse Doct. Spécialité Océanol.*, Univ. Aix-Marseille, 2: 1-150.
- MEINESZ A., LAURENT R. (1978) - Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica*. Dans les Alpes maritimes, campagne POSEIDON. *Bot. Mar.*, 21: 513-526.
- PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDERESQUE C.F. (1995) - Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état de connaissances. *Mésogée.*, 54: 3-29.

F. RENDE, M. STROOBANT\*, M. POLIFRONE\*

Dipartimento di Ecologia, Università della Calabria,  
Ponte Pietro Bucci, cubo 6b – 87036 Rende (CS), Italia.  
sante.rende@unical.it

\*Dep. de Biología, ULPGCES,  
Campus Universitario de Tafira – 35017 las Palmas de Gran Canaria, Spagna.

APPLICAZIONI PRELIMINARI DI SOFTWARE  
DI ANALISI DI IMMAGINI ALLO STUDIO FENOLOGICO  
DI *POSIDONIA OCEANICA* (L.) DELILE  
E *CYMODOCEA NODOSA* (UCRIA) ASCHERSON

*PRELIMINAR APPLICATION OF IMAGE ANALYSIS SOFTWARES TO  
PHENOLOGICAL STUDIES OF POSIDONIA OCEANICA (L.) DELILE  
AND CYMODOCEA NODOSA (UCRIA) ASCHERSON*

**Abstract** – *The leaf structures of marine seagrasses as synthetic descriptors play an important role in the monitoring programs of coastal marine environments. The aim of our study was to test the application of image analysis softwares for the biometrical measurements of *Posidonia oceanica* (Potamogetonales, Posidoniaceae) and *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae) leaves, in alternative to the manual ones.*

**Key-words:** *Posidonia oceanica, Cymodocea nodosa, biometry, phenology.*

**Introduzione** - Le praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile e di *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson rivestono un ruolo importante sia dal punto di vista ecologico che come indicatori del disturbo ambientale (Pergent *et al.*, 1995; Duarte e Chiscano, 1999). La biometria delle foglie è un sicuro riferimento per valutare lo stato di salute della pianta, ma anche la qualità dell'ambiente costiero (Giraud, 1977). Normalmente la misurazione dei fasci fogliari delle fanerogame marine viene eseguita in modo manuale, secondo la tecnica standard per lo studio fenologico; questo metodo, però, comporta tempi di misura piuttosto lunghi. L'incremento dell'uso di immagini digitali e softwares specifici per l'analisi morfometrica di vari organismi (Adams *et al.*, 2002) ha determinato una rivoluzione metodologica ed in questo lavoro proponiamo la sua applicazione anche allo studio delle fanerogame marine.

**Materiali e metodi** – Sono stati utilizzati 15 fasci e 95 foglie di *P. oceanica* prelevati in praterie di Diamante (Italia), e 15 fasci e 40 foglie di *C. nodosa* prelevati in Risco Verde (Isole Canarie, Spagna). Ogni fascio di *P. oceanica* è stato scomposto nelle tre tipologie "adulte, intermedie e giovanili" (Giraud, 1977), mentre nel fascio di *C. nodosa* sono state considerate le foglie giovanili e adulte. Le foglie, dapprima misurate manualmente, sono state poi posizionate su carta millimetrata plastificata, fotografate con un apparecchio digitale (Olimpus 5.1) e di seguito analizzate con i softwares Image J 1.32j, tpsDig2 e Image ProPlus v.4.5, previa calibratura degli stessi tramite la griglia della carta millimetrata. È stata quindi effettuata una comparazione tra le misure ottenute dai due diversi metodi, seguita da Cluster Analysis e Box Plots.

**Risultati** – Con il metodo manuale, la lunghezza media della base delle foglie adulte di *P. oceanica* è risultata pari a  $1,8 \pm 0,15$  cm, mentre per la lunghezza e la larghezza delle foglie adulte si sono ricavati valori medi di  $14,2 \pm 1,55$  cm e  $0,8 \pm 0,01$  cm; le dimensioni medie delle foglie intermedie hanno mostrato valori pari a  $13,7 \pm 1,56$  cm di lunghezza e  $0,7 \pm 0,01$  cm di larghezza, mentre le dimensioni medie delle foglie giovanili sono state di  $2,9 \pm 0,32$  cm di lunghezza e  $0,7 \pm 0,01$  cm di larghezza. Nel caso

delle analisi effettuate con i softwares, le differenze, rispetto alla misura manuale sono state minime: infatti la lunghezza della base misurata con l'ImageJ e con l'Image ProPlus non ha mostrato differenze vs la misura manuale; invece con tpsDig2 le differenze sono state di 0,4 cm. Per la lunghezza media delle foglie adulte, le differenze rispetto alla misura manuale sono state di 0,3 cm (ImageJ), 0,2 cm (tpsDig2) e 0,8 cm (Image ProPlus); mentre per la lunghezza media delle foglie intermedie le differenze tra softwares vs manuale sono state di 0,3 cm (ImageJ), 0,2 cm (tpsDig2) e 1,2 cm (Image ProPlus). Infine, differenze sulla lunghezza media delle foglie giovanili sono state riscontrate solo con tpsDig2 (0,1 cm) e Image ProPlus (0,6 cm). Non sono state, invece, osservate differenze tra le misure manuali e quelle realizzate con i tre softwares per quanto riguarda le misure di larghezza. In *C. nodosa*, le differenze tra misura manuale vs softwares sono state le seguenti: la lunghezza media totale del fascio è stata di  $45,28 \pm 10,38$  cm per la misura manuale con differenze di 0,39 cm con l'ImageJ, di 0,094 cm con tpsDig2 e di 0,19 cm con l'Image ProPlus; per la guaina è stata osservata una lunghezza media di  $10,79 \pm 2,33$  cm, con differenze di 0,11 cm (ImageJ), 0,038 cm (tpsDig2) e 0,36 cm (Image ProPlus) e una larghezza media di  $0,31 \pm 0,07$  cm, con differenze di 0,03 cm (ImageJ), 0,015 cm (tpsDig2) e 0,04 cm (Image ProPlus). Le foglie adulte misurate manualmente hanno mostrato una lunghezza media di  $31,74 \pm 10,19$  cm e una larghezza media di  $0,25 \pm 0,04$  cm, con differenze per la lunghezza di 0,30 cm (ImageJ), 0,504 cm (tpsDig2) e 0,56 cm (Image ProPlus), mentre per la larghezza sono state osservate differenze di 0,0004 cm (ImageJ), 0,0011 cm (tpsDig2) e 0,01 cm (Image ProPlus). Infine, per le foglie giovanili si è riscontrata una lunghezza media di  $17,26 \pm 8,63$  cm, con differenze di 0,14 cm (ImageJ), 0,96 cm (tpsDig2) e 0,46 cm (Image ProPlus) e una larghezza media di  $0,20 \pm 0,01$  cm, con differenze di 0,016 cm (ImageJ), 0,012 cm (tpsDig2) e 0,05 cm (Image ProPlus). Infine, è stata calcolata la superficie media fogliare del fascio sia in *P. oceanica* che in *C. nodosa*, utilizzando i parametri biometrici misurati manualmente e gli outlines definiti automaticamente con i softwares, non riscontrando differenze tra i due metodi.

**Conclusioni** – Dai dati elaborati sulle 95 foglie di *P. oceanica* e le 40 di *C. nodosa*, emerge che le differenze tra misura manuale e computerizzata sono minime, indipendentemente dal software utilizzato. La misurazione tramite software delle strutture fogliari è risultata essere più pratica e veloce, determinando non solo una riduzione dei tempi di misura, ma anche una riduzione dei tempi di manipolazione dei campioni conservati in formalina. Inoltre, con il metodo proposto, rimane una memoria fotografica del fascio, utile per successivi confronti con altri campioni e utilizzabile nel caso si decida di considerare nuove variabili morfometriche. Infine, tale metodo potrebbe essere utilizzato anche su pesci e talli di alghe, in programmi di monitoraggio dove è elevata la mole di campioni da analizzare.

#### Bibliografia

- ADAMS D.C., ROHLF F.J., SLICE D.E. (2002) - Geometric Morphometrics: Ten Years of Progress Following the 'Revolution'. *Ital. J. Zool.*, **71**: 5-16.
- DUARTE C.M., CHISCANO C.L. (1999) - Seagrass biomass and production. *Aquat. Bot.*, **65**: 159-174.
- GIRAUD G. (1977) - Contribution à la description et à la phenologie quantitative des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Thèse Doct. Spécialité Océanol.* Univ. Aix-Marseille II: 1-150.
- PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F. (1995) - Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état de connaissances. *Mésogée*, **54**: 3-29.

A. ROVERE, V. PARRAVICINI, M. DONATO, C. RIVA, G. DIVIACCO<sup>1</sup>,  
S. COPPO<sup>2</sup>, M. FIRPO, C.N. BIANCHI

Dip.Te.Ris., Univ. di Genova, C.so Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.  
alesiorovere@hotmail.com

<sup>1</sup>Servizio Parchi e Aree Protette, Dip. Pianificazione Territoriale, Regione Liguria,  
Via Fieschi, 15 – 16121 Genova, Italia.

<sup>2</sup>Settore Ecosistema Costiero, Dipartimento Ambiente, Regione Liguria,  
Via Fieschi, 15 – 16121 Genova, Italia.

## INDAGINI SULLE SECCHHE DI PUNTA MANARA: UN ESEMPIO DI APPROCCIO ECOTIPOLOGICO

### *SURVEYS ON THE PUNTA MANARA SHOALS: AN ECOTIPOLOGICAL APPROACH*

**Abstract** – During the winter of 2005, five random dives were conducted on the Punta Manara shoals (Eastern Ligurian Sea) in order to investigate on both the geomorphology and the hard bottom benthic assemblages. The study allowed to valorise the area using an ecotipological approach. The main biological character was found to be the coralligenous biocenosis, which in this area resulted to be a shelf coralligenous.

**Key-words:** macrobenthos, geomorphology, ecotipological approach, coralligenous, Eastern Ligurian Sea.

**Introduzione** – L’ambiente sommerso di Punta Manara (Mar Ligure) è stato recentemente riconosciuto di grande interesse ecologico (Diviacco, 1998; RaMoGe, 2000), ma le informazioni esistenti sono scarse (Relini *et al.*, 1973; Morri *et al.*, 1988). Nel presente lavoro vengono riportati i primi risultati di nuove indagini condotte con un approccio ecotipologico (Bianchi e Zurlini, 1984).

**Materiali e metodi** – In seguito all’esame di tracciati Side Scan Sonar eseguiti dalla Regione Liguria sono state programmate immersioni scientifiche, effettuate nell’inverno del 2005. Sono state condotte quattro immersioni puntiformi ed un transetto di profondità (Bianchi *et al.*, 2003) lungo 60 m. Le immersioni puntiformi sono state posizionate con tecnica random direttamente sulle secche, mentre il transetto (effettuato per descrivere l’ambiente meno profondo) è stato rilevato partendo dalla linea di costa sino a circa 20 m di profondità. Durante le immersioni sono state rilevate sia la topografia sia le caratteristiche geomorfologiche e bionomiche.

**Risultati** – Il transetto ha permesso di identificare la falesia nell’area di studio come “plunging cliff” (Carobene, 2004). Sulla falesia non ci sono evidenze erosive, ed il piccolo terrazzo presente alla profondità di 3 m è dovuto ad un’ampia litoclasti. La zona pianeggiante antistante la falesia è caratterizzata da depositi eterometrici di frana da crollo. Sotto tali depositi affiora in alcune zone il substrato. Alla profondità di circa 6 m l’inclinazione aumenta e la bedrock non è più rilevabile. Questa forma terrazzata è interpretabile come tettonica, ma non si esclude il ruolo dei processi erosivi nella sua formazione ed evoluzione, dato che l’arrotondamento dei ciottoli su di essa risulta essere alta. Per quanto riguarda i popolamenti rilevati sul transetto è da notare come, nonostante la scarsa profondità raggiunta dalle falesie (circa 4 m), siano individuabili popolamenti di grotta semi-oscure ritenuti habitat determinanti. Sono presenti piccole aree di sovrappascolo con conseguenti popolamenti RCEO. Di interesse biologico è la presenza, lungo le falesie, di *Tricleocarpa fragilis*, specie termofila. L’analisi dei sonogrammi ha permesso di riconoscere due importanti affioramenti rocciosi di fronte al promontorio, a profondità comprese tra 25 e 60 m. Le immersioni punti-

formi, effettuate sulla parte di secche compresa tra i 25 ed i 45 m di profondità, hanno permesso di riconoscere una bedrock di natura sedimentaria appartenente all'Unità delle Arenarie del Gottero. La bedrock affiora in modo continuo solo in alcune zone, mentre nella maggior parte delle secche è presente un potente strato di biocostruzione dovuto principalmente a *Mesophyllum alternans*. In una zona, a circa 30 m di profondità, è stato rilevato un terrazzo probabilmente di origine erosiva, e in quasi tutte le immersioni sono state rilevate fratture nel substrato in direzione prevalentemente antiappenninica. I sedimenti vicino agli affioramenti sono generalmente biodegradabili. I popolamenti coralligeni presenti nelle zone profonde possono essere considerati in buono stato nonostante numerosi segni di impatto di origine antropica, ad esempio reti perse da pescherecci che in alcuni casi avvolgono quasi completamente gli affioramenti. È da notare come lo strato elevato, caratterizzato in questa zona perlopiù da *Paramuricea clavata*, non sembri aver subito l'impatto della pesca a strascico. Considerando le cospicue dimensioni di alcune *Axinella polypoides* che hanno colonizzato cime di alcune reti, probabilmente questo tipo di impatto è un fenomeno interrotto da alcuni anni. Si rileva anche la presenza di facies a grandi briozoi. Di interesse biologico è la notevole densità di filtratori nonostante l'elevato infangamento riscontrabile sulle stesse specie che costituiscono lo strato elevato. Probabilmente la torbidità dovuta ad apporti terrigeni consente al popolamento coralligeno di svilupparsi a basse profondità, intorno ai 26-27 m.

**Conclusioni** - Sono state rinvenute a Punta Manara 6 specie contenute negli annessi II e III ASPIM e nell'appendice I della convenzione di Berna, 5 habitat rimarchevoli e 8 determinanti secondo l'annesso IV del documento UNEP(OCA)/MED WG 149/5 Rev.1 (Relini, 2000). Dal punto di vista geomorfologico la presenza di terrazzi e la direzione antiappenninica delle fratture della roccia costituiscono elementi di interesse in quanto rappresentativi rispettivamente delle variazioni quaternarie del livello marino e dell'evoluzione del bacino.

#### Bibliografia

- BIANCHI C.N., ARDIZZONE G.D., BELLUSCIO A., COLANTONI P., DIVIACCO G., MORRI C., TUNESI L. (2003) - La cartografia del benthos, *In* Manuale di metodologie di studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **10**: 367-394.
- BIANCHI C.N., ZURLINI G. (1984) - Criteri e prospettive di una classificazione ecotipologica dei sistemi marini costieri italiani. *Acqua e Aria*, **8**: 785-796.
- CAROBENE L. (2004) - Coste marine rocciose: morfologia, processi e dinamica. Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e Museo friulano di Storia naturale, Roma. *Quaderni Habitat*, **7**.
- DIVIACCO G. (1998) - Indagine sulla qualità dell'ambiente marino in Liguria (Stato di conservazione delle biocenosi bentiche costiere). *Ufficio Parchi e Aree Protette Regione Liguria*: 1-46.
- MORRI C., BIANCHI C.N., DAMIANI V., PEIRANO A., ROMEO G., TUNESI L. (1988) - L'ambiente marino tra Punta Chiappa e Sestri Levante: profilo ecotipologico e proposta di carta biotecnica. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **52** (Suppl.): 213-231.
- RAMOGE (2000) - Espaces remarquables d'intérêt écologique dans la zone RAMOGE. *GIS Posidonie e Ramoge Publ.*: 1-58.
- RELINI G. (2000) - Nuovi contributi per la conservazione della biodiversità marina in Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (3): 173-211.
- RELINI G., RELINI ORSI L., VALSUANI G. (1973) - Popolamenti di substrati artificiali posti su un fondo a coralligeno ed in una prateria di Posidonia. I: Caratteristiche generali. *Atti del 5° Congresso Nazionale della Società Italiana di Biologia Marina*, Ed. Salentina, Nardò (LE): 226-260.

A. SCINTO, M. BOYER, G. BAVESTRELLO, C. CERRANO

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Dip.Te.Ris.,  
Università di Genova, Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.  
alijassa@yahoo.it

## GORGONIAN MORTALITY RELATED TO A CAPRELLIDS MASSIVE ATTACK (NORTH SULAWESI, INDONESIA)

### *MORTALITÀ DI GORGONIE IN RELAZIONE AD UN ATTACCO MASSIVO DI CAPRELLIDI (NORD SULAWESI, INDONESIA)*

**Abstract** - A massive attack of caprellids was related to a mortality event of gorgonians in the North Sulawesi. Three genera of sea fans were affected by the presence of *Metaprotella sandalensis*, a caprellid widely diffused in the Indo-Pacific area. Here we describe the episode analysing the amphipod gut contents and discussing this unusual trophic strategy.

**Key-words:** gorgonian, mass mortality, predation, caprellids, trophic strategy.

**Introduction** – Over the last 20 years, coral reef communities around the world have been experiencing increasingly stressful conditions due to a combination of natural and detrimental anthropogenic factors. Important mortalities of sea fans and corals damaged by various disease were recorded (Rosenberg, 2004). During May 2005 at The Marine Park of Bunaken Island (North Sulawesi, Indonesia) a great number of sea fan was severely colonized by caprellids and signs of disease were evident. The amphipod responsible of this impressive bloom is *Metaprotella sandalensis*, a species very common in shallow waters of the tropical IndoPacific Ocean (Müller, 1990). In this work we described and we present results of analyses performed on samples collected during this phenomenon episode. Moreover an unusual trophic strategy for caprellids is described.

**Materials and methods** – Samples of gorgonians affected by caprellids were collected at the station of Mandolin Point from –5 to –30 m depth. All the colonies found on five squares 10×10 m were photographed and the state of health was noted. The density of caprellid (n/cm) living on the colonies was measured and analyses of the stomach contents were made by the method of Saunders (1965) on twenty samples for each gorgonian species. Scanning electron microscopy (S.E.M.) allowed the study of caprellid mouthparts, useful to analyse the adult feeding mechanisms, based on the relation diet-morphology of antennae and mandible proposed by Caine (1977).

**Results** – The massive presence of *M. sandalensis* was found on three different genera of gorgonians: *Ellisella*, *Annella* and *Melithaea*. The 100% of the colonies recorded into the squares was infested by caprellids and only the 15% evidenced little damages, the most were completely destroyed. The density of *M. sandalensis* living on the colonies was 8 caprellids/cm on all the species of gorgonians. All the caprellids hosting gorgonians show contracted polyps. Analyses of the stomach contents show that in the amphipods with a length smaller than 6 mm, sclerites are always absent. The percentage of *M. sandalensis* with sclerites from *Melithaea* was 40%, from *Ellisella* and *Annella* was 25%. The study of the morphology of mandibles put in evidence the presence of a molar process, of the mandibular palp and the absence of the swimming setae on the antennae suggesting that, in accordance with Caine (1977), *M. sandalensis* is a predator/scrapers.



**Conclusions** – Habitat diversification and feeding preference of caprellids are directly related with the morphological variations of their head appendices (Caine, 1977). *Caprella gorgonia* is a caprellid amphipod known only from gorgonian octocorals in California, it has molar process, mandibular palp and strong swimming setae on the antennae. This species feed on gorgonian tissue and polyps mucus secretions (Laubitz, 1974). The Mediterranean *Pseudoprotella phasma*, very common on hydroid colonies, shows a molar process, mandibular palp and the absence of the swimming setae on the antennae. This caprellid showed a predatory and clepto-commensal trophic strategy (Bavestrello, 1996). Our results highlight the importance of cnidarians as trophic source for this group of amphipods and suggest that this kind of predators/preys interactions are very fragile and that a disequilibrium towards predators can occur, dramatically affecting preys survivorship.

Here we documented the first case of gorgonians mortality caused to a massive attack of caprellids.

### **Bibliografia**

- BAVESTRELLO G., CERRANO C., CATTANEO-VIETTI R., SARÀ M. (1996) - Relationships between *Eudendrium glomeratum* (Cnidaria, Hydromedusae) and its associated vagile fauna. *Sci. Mar.*, **60**: 159-165.
- CAINE E.A. (1977) - Feeding mechanisms and possible resource partitioning of the Caprellidae (Crustacea: Amphipoda) from Puget Sound, U.S.A. *Mar. Biol.*, **42**: 331-336.
- LAUBITZ D.R., LEWBEL G.S. (1974) - A new species of caprellid (Crustacea: Amphipoda) associated with gorgonian octocorals. *Can. J. Zool.*, **52**: 549-551.
- MÜLLER H.G. (1990) - New species and records of coral reef inhabiting Caprellidea from Bora Bora and Moorea, Society Islands (Crustacea: Amphipoda). *Revue suisse Zoologie*, **97** (4): 827-842.
- ROSENBERG E., LOYA Y. (2004) – *Coral Health and Disease*. Springer: 485 pp.
- SAUNDERS C.G. (1965) - Dietary analysis of caprellids (Amphipoda). *Crustaceana*, **10**: 314-316.

A. SFRISO, E. CECERE<sup>1</sup>, A. PETROCELLI<sup>1</sup>, M. LENZI<sup>2</sup>

Dip. di Scienze Ambientali, Università di Venezia, Calle Larga S. Marta, 2137 – 30123 Venezia, Italia.  
sfrisoad@unive.it

<sup>1</sup>IAMC-CNR, Talassografico "A. Cerruti", Taranto, Italia.

<sup>2</sup>Lab. Ecol. Lagunare e Acquacoltura (LEALab) OPL srl, Italia.

## CONFRONTO DELLA FLORA MARINA PRESENTE IN ALCUNI AMBIENTI DI TRANSIZIONE ITALIANI

### COMPARISON OF MARINE FLORA IN SOME ITALIAN TRANSITIONAL ENVIRONMENTS

**Abstract** – In the summer period 2004 and 2005 macrophytes (seaweeds and seagrasses) have been monitored in some areas of 5 Italian lagoons (Venice, Goro, Lesina, Taranto and Orbetello) in order to compare the flora of those transitional environments and their ecological conditions.

**Key-words:** flora, lagoons, seagrasses, seaweeds, Mediterranean Sea.

**Introduzione** - La flora e la vegetazione di alcuni ambienti di transizione italiani come la laguna di Venezia o il Mar Piccolo di Taranto sono ben studiate come risulta da una vasta letteratura sia passata che recente (Sfriso, 1987; Sfriso e La Rocca 2005; Cecere *et al.*, 1991) mentre, per altri ambienti marini costieri, le informazioni sono frammentarie o riguardano la biologia e l'ecologia di alcune specie invasive, come molte Ulvaceae. Spesso, le liste dei taxa presenti in questi ambienti sono carenti o, come nel caso di Orbetello (Lenzi, 1984), ormai datate. Col presente lavoro si vuole fare un confronto della flora estiva presente in 5 lagune italiane (Venezia, Goro, Lesina, Taranto ed Orbetello) sulla base di campionamenti effettuati in 4 stazioni, ecologicamente differenti, per ciascuna laguna durante l'estate del 2004 e del 2005.

**Materiali e metodi** - Le macroalghe e le fanerogame marine presenti in 4 stazioni ecologicamente molto diverse di ciascuna delle 5 lagune su menzionate sono state campionate in immersione durante campagne di prelievi effettuate tra luglio ed agosto. Allo scopo di raccogliere il maggior numero di specie, ogni stazione è stata campionata per un raggio di una cinquantina di metri, considerando sia i substrati duri che quelli incoerenti intertidale e subtidale. Le specie rinvenute sono state classificate sia a fresco sia dopo fissazione in formalina in acqua di mare al 4%, utilizzando uno stereoscopio e un microscopio biologico.

**Risultati** – Gli ambienti di transizione esaminati mostrano notevoli differenze sia per quanto riguarda il numero di specie trovate (Tab. 1) che per la loro valenza ecologica. Come atteso, la laguna più ricca è stata quella di Venezia (66 taxa), seguita da Taranto (23 taxa), Orbetello (22 taxa), Lesina, (17 taxa) e Goro (14 taxa). Le fanerogame marine sono state trovate solo a Venezia, Orbetello e Lesina. A Venezia erano presenti *Zostera marina* Linnaeus, *Nanozostera noltii* (Hornemann) Tomlinson et Posluzny e *Ruppia cirrhosa* (Pedagna) Grande, mentre ad Orbetello e Lesina *Z. marina* era assente. Tuttavia, la distribuzione di *R. cirrhosa* a Venezia era del tutto trascurabile.

Per quanto riguarda le macroalghe le Chrysophyceae, rappresentate da *Vaucheria submarina* (Lyngbye) Berkeley, sono state rinvenute solo a Venezia. Similmente, ad eccezione di *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh, campionata nella laguna di Orbetello, altre Ochrophyta sono state raccolte solo a Venezia. Sia a Venezia che a Taranto, il numero di Rhodophyceae è risultato più elevato di quello delle Chlorophyceae, che

erano assolutamente dominanti a Goro, e di poco più numerose a Lesina ed Orbetello. Il numero di taxa censito nelle singole stazioni di ogni laguna era notevolmente diverso nelle lagune di Venezia, Taranto ed Orbetello mentre a Lesina e Goro la flora è risultata più uniforme. Il numero massimo di taxa trovato in una singola stazione, precisamente nella laguna di Venezia, è di 41.

Tab. 1 - Numero di taxa di macroalghe e fanerogame marine trovate in 4 stazioni di 5 ambienti di transizione italiani nel periodo estivo 2004 e 2005.

*Seaweed and seagrass taxa number recorded in 4 stations of 5 italian transitional environments in the summer period 2004 and 2005.*

	Venezia	Taranto	Orbetello	Lesina	Goro
Chlorophyceae	21	10	10	6	11
Rhodophyceae	36	13	9	9	3
Phaeophyceae	5	0	1	0	0
Chrysophyceae	1	0	0	0	0
Seagrasses	3	0	2	2	0
Totale	66	23	22	17	14
R/C	1.7	1.3	0.9	1.5	0.3

Il rapporto R/C (Rhodophyta/Chlorophyta) calcolato sul totale dei taxa delle singole lagune per valutarne la qualità ambientale, in accordo con le procedure riportate in Sfriso *et al.* (2006), mostra condizioni di qualità ambientale mediamente più elevate a Venezia e Lesina e la qualità peggiore a Goro, dove sono state trovate quasi esclusivamente Ulvaceae.

**Conclusioni** – La flora degli ambienti di transizione italiani appare molto diversificata. Più ricchi di specie sono risultati gli ambienti a maggior ricambio idrico e meno influenzati da apporti di acque dolci, solitamente fortemente inquinate. Tuttavia, la qualità ambientale non dipende solo dal numero di specie presenti ma anche e soprattutto dalla loro valenza ecologica. Condizioni di qualità elevata sono state osservate anche in stazioni con poche specie ma di alto valore ecologico.

#### Bibliografia

- CECERE E., CORMACI A., FURNARI G. (1991) - The marine algae of Mar Piccolo, Taranto (Southern-Italy). A re-assessment. *Botanica Marina*, **34**: 221-227.
- LENZI M. (1984) - Indagine sulla distribuzione delle macrofite nella laguna di Orbetello. *Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno*, **5**: 37-55.
- SFRISO A. (1987) - Flora and vertical distribution of macroalgae in the lagoon of Venice: a comparison with previous studies. *Giornale Botanico Italiano*, **121**: 69-85.
- SFRISO A., LA ROCCA B. (2005) - Aggiornamento di taxa macroalgali nei litorali e nei bassofondali della laguna di Venezia. *Lavori - Società Veneziana di Scienze Naturali*, **30**: 45-58.
- SFRISO A., FACCA C., LA ROCCA B., GHETTI P.F. (2005) – Sviluppo di indicatori di qualità ambientale basati su rapporti tassonomici delle macroalghe per il monitoraggio degli ambienti di transizione; applicazione alle lagune di Venezia, Lesina e Goro. In: APAT (ed), *Il Monitoraggio delle Acque di Transizione*. Litografia I.P., Firenze: 190-201.

M. SIGOVINI, E. MASIERO, G. FRANGIPANE\*, V. ZANON\*, D. TAGLIAPIETRA\*

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università Ca' Foscari di Venezia,  
Calle Larga Santa Marta, Dorsoduro, 2137 – 30121 Venezia, Italia.

\*CNR-ISMAR, Venezia, Italia.

davide.tagliapietra@ismar.cnr.it

## CRESCITA E PRODUTTIVITÀ IN UNA POPOLAZIONE DI *NASSARIUS RETICULATUS* (L., 1758) NELLA LAGUNA DI VENEZIA

### *GROWTH AND PRODUCTIVITY IN A POPULATION OF NASSARIUS RETICULATUS (L., 1758) IN THE LAGOON OF VENICE*

**Abstract** – Growth and productivity in a population of the whelk *Nassarius reticulatus* (Gastropoda: Buccinidae) in the Venice lagoon is studied. A sampling method was developed and carried out monthly for one year since June 2005; mark-recapture is also performed to obtain growth data. Biometric parameters were measured; length frequency analysis identified 5 cohorts. Data obtained are compared with literature.

**Key-words:** *Nassarius reticulatus*, growth, cohorts, productivity.

**Introduzione** – Il gasteropode *Nassarius reticulatus* è specie caratteristica di ambienti di transizione, ampiamente distribuita in Mediterraneo e lungo le coste atlantiche. La specie è stata proposta quale indicatore di contaminazione da organostannici, in quanto è stata evidenziata correlazione tra bioaccumulo di tali composti e *imposex* (Stroben *et al.*, 1992). Assume pertanto particolare interesse la conoscenza dei parametri di crescita e di produttività secondaria, nonché il riconoscimento della classe di età degli esemplari (Barroso *et al.*, 2005). I dati a tale riguardo per il bacino Adriatico sono limitati. È stato sviluppato un progetto annuale volto all'approfondimento delle conoscenze biologiche ed ecologiche per *N. reticulatus* in laguna di Venezia, tramite un'indagine incentrata sulla popolazione di un'area nella laguna nord.

**Materiali e metodi** – Dal luglio 2005 sono stati condotti campionamenti mensili presso l'area di bassofondale denominata Rigà (circa 35'000 mq) adottando una griglia di campionamento di maglia 50×50 metri. Per effettuare i prelievi, 24 trappole tronco-coniche realizzate *ad hoc*, al cui interno è posta un'esca, vengono posizionate in corrispondenza dei nodi della griglia e lì mantenute per 2 ore. Gli esemplari catturati sono trasferiti in laboratorio e posti in vasche di stabulazione; sono acquisiti dati di lunghezza totale della conchiglia, peso fresco, peso fresco senza conchiglia e peso secco senza conchiglia; sulla base della distribuzione taglia-frequenza è sviluppata un'analisi delle classi d'età tramite il software package *Rmix* (Ichthus Data Systems), operante in ambiente R. Una parte degli individui, dopo essere stata marcata sulla conchiglia con colorazione indelebile a identificare l'evento di campionamento e la classe dimensionale, è rilasciata nell'area di studio ai fini della ricattura. È condotta l'analisi della curva di crescita secondo l'equazione di von Bertalanffy.

**Risultati** – Il numero di campioni per i quali, mensilmente, è stata misurata la lunghezza totale è variato tra un minimo di 351 (agosto) ed un massimo di 1'740 (gen-  
naio); sono stati misurati valori di lunghezza totale compresi tra 9.40 e 33.87 mm.

Utilizzando *Rmix*, la distribuzione taglia-frequenza mensile è stata approssimata da un'insieme di curve normali, per ciascuna delle quali è stata calcolata moda, deviazione standard e proporzione dell'area sottesa rispetto al totale. Il reclutamento rilevato nel mese di febbraio suggerisce la corrispondenza di tali curve a classi d'età distinte (*coorti*). Ad ogni evento di campionamento sono state rilevate 3 o 4 coorti, definite C1,

C2, C3, C4, C5+. C5+ comprende tutti gli individui di classi di età maggiori di C4. C4 risulta indistinguibile da C5+ a partire da settembre-ottobre; nei mesi successivi queste classi vengono accorpate in un'unica classe denominata C4+. Le mode ( $\pm$ ds) delle classi d'età per febbraio 2006, mese in cui è stato rilevato il reclutamento, sono rispettivamente (mm): C1: 15.9 ( $\pm$ 1.2); C2: 20.6 ( $\pm$ 1.5); C3: 24.0 ( $\pm$ 1.8); C4+: 26.3 ( $\pm$ 2.0).

Nell'arco di 8 eventi di campionamento, tra giugno 2005 e febbraio 2006, sono stati ricatturati 7 esemplari su un totale di 3'544 marcati; di questi solo 3 esemplari presentavano una marcatura riconoscibile e indicativa ai fini della valutazione della crescita: il primo, classe C5+, rilasciato il 6/10/05 e ricatturato il 25/11/06, ha evidenziato crescita  $\leq$ 0.04 mm; il secondo, classe C3, rilasciato il 6/9/05 e ricatturato il 28/02/06, crescita  $\leq$ 0.08 mm; il terzo, classe C5+, rilasciato il 6/10/05 e ricatturato il 28/02/06, crescita  $\leq$ 0.27 mm.

I valori di biomassa misurati (peso fresco, peso fresco senza conchiglia e peso secco senza conchiglia) sono associati alla lunghezza e quindi alla classe d'età; questo permette il calcolo della produttività secondaria mensile per coorte.

Durante la stabulazione in laboratorio nei mesi di gennaio e febbraio 2006 si sono verificati intensi eventi di deposizione di capsule ovigere, in corrispondenza di temperatura dell'acqua  $>12$  °C. Fenomeni di deposizione in ambiente sono stati riscontrati nella primavera del 2005 fino a maggio-giugno.

**Conclusioni** – Il campionamento tramite le trappole, progettate e realizzate appositamente, riduce notevolmente lo sforzo di prelievo ed evita fenomeni di disturbo meccanico del substrato e di impatto sulle praterie di fanerogame; tuttavia la cattura di individui delle prime classi d'età è limitata, ad indicare presumibilmente, in accordo con la letteratura (Tallmark, 1980), una differente dieta nella fase giovanile. In base ad una prima analisi dei dati, la classe d'età C1 sembra corrispondere alla coorte degli esemplari di 1 anno compiuto, e così a seguire per le classi successive. I valori medi osservati risultano leggermente superiori (circa 1 mm) rispetto a quelli di Barroso *et al.* (2005), e notevolmente maggiori (circa 5 mm) rispetto a quelli di Tallmark (1980). In accordo con la letteratura (Barroso *et al.*, 2005) è stato verificato che la crescita in lunghezza della conchiglia avviene prevalentemente in primavera-estate, tramite lo sviluppo del labbro esterno, e si interrompe durante l'inverno; i dati di ricattura confermano tale evidenza. I tassi di crescita osservati tendono a 0 a partire dalla classe C4+. Conclusioni definitive riguardo la produttività sono in fase di elaborazione.

#### Bibliografia

- BARROSO C.M., MOREIRA M.H., RICHARDSON C.A. (2005) - Age and growth of *Nassarius reticulatus* in the Ria de Aveiro, north-west Portugal. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **85**: 151-156.
- STROBEN E., OEHLMANN J., FIORONI P. (1992) - The morphological expression of imposex in *Hinia reticulata* (Gastropoda: Buccinidae): a potential indicator of tributyltin pollution. *Mar. Biol.*, **113**: 625-636.
- TALLMARK B. (1980) - Population dynamics of *Nassarius reticulatus* (Gastropoda, Prosobranchia) in Gullmar Fjord, Sweden. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **3**: 51-62.

A. SORIA, G. IACONO, F. SILVESTRE, M.C. BUJA

Laboratorio di Ecologia del Benthos, Stazione Zoologica "A. Dohrn",  
Punta S. Pietro – 80077 Ischia (NA), Italia.  
soria@szn.it

## 'ALGEBRA': DATA BASE OPERAZIONALE PER LA GESTIONE DELLA DIVERSITÀ MACROALGALE NELL'AREA CAMPANA

### 'ALGEBRA': OPERATIONAL ALGAL DATA BASE

**Abstract** – A large amount of data on the distribution of macroalgal species along Campanian coasts has been collected since 1882. A relational algal database ('Algebra') has been elaborated to store this heterogeneous data set. Its connections to a geographic information system (GIS) will represent a useful tool to monitor the diversity of the algal communities at a large temporal scale and allow the management of Campanian coastal areas.

**Key-words:** data collections, query, GIS, biodiversity, Campania.

**Introduzione** – Le informazioni sulla componente macroalgale presente lungo le coste campane risalgono alla seconda metà dell'800 con le ricerche del Berthold (1882) nel Golfo di Napoli e, pur in maniera frammentaria e non continuativa, arrivano ai giorni nostri con i dati scaturiti dal programma Europeo ALIENS (Algal Introductions to European Shores) (Gambi *et al.*, 2003; Guala *et al.*, 2003). I dati disponibili sono quindi di natura e tipologia diverse (qualitativi, quantitativi, categorici, numerici, fotografici), relativi a scale spaziali e temporali differenti (es. aree o sub-aree, transetti batimetrici, rilievi stagionali o puntuali, ecc.). La grande quantità di dati rappresenta un elevato potenziale informativo, purtroppo difficilmente sfruttabile a causa della sua organizzazione non relazionale. Lo scopo del lavoro è stata quindi la progettazione di una banca dati di tipo relazionale che consentisse una gestione ottimale delle informazioni in essa contenute, utile al monitoraggio su scala temporale a lungo termine dei popolamenti algali campani.

**Materiali e metodi** –La elaborazione del sistema di database relazionale (Relational Data Base Management System, RDBMS) si è avvalsa dell'utilizzo del software MS Access 2000 ed ha previsto tre fasi: progettazione, implementazione e collaudo. Seguendo la teoria dei database, la progettazione ha previsto un processo incrementale costituito a sua volta da tre fasi: concettuale, logica e fisica (Altzeni, 2003). Un sistema di gestione di banche dati relazionale è un tipo di banca dati che immagazzina le informazioni in forma di tabelle tra loro connesse. La connessione avviene attraverso le relazioni quando una delle tabelle da collegare presenta un campo che contiene un valore univoco in ciascun record. Inoltre affinché le relazioni siano valide è necessario che siano soddisfatte le regole di integrità referenziale. Pertanto ogni tabella è stata fornita di un campo progressivo (chiave primaria) e di una chiave esterna affinché ogni record di un livello gerarchico inferiore sia collegato in maniera univoca ad un unico e solo record di livello superiore. La difficoltà iniziale scaturita nel trasferimento di una parte dei dati da tabelle bidimensionali (Excel) a tabelle correlate (Access) è stata superata con la realizzazione del sistema informativo secondo le caratteristiche e la struttura gerarchica definite nella fase di progettazione (Andersen, 2004).

Allo scopo di rappresentare in maniera georeferenziata le informazioni raccolte, la banca dati è stata infine collegata con un Sistema Informativo di tipo Geografico (GIS) mediante relativi riferimenti spaziali (latitudine e longitudine).

**Risultati** – Il software ottenuto (RDBMS) è il risultato della suddivisione di tutti i descrittori individuati in più oggetti, organizzati secondo uno schema gerarchico del tipo: progetto - regione - località - sito - replica - genere specie - foto - bibliografia. Ogni tabella contiene dei campi: nelle prime cinque (da ‘progetto’ a ‘replica’) sono contenute principalmente informazione di tipo spaziale e temporale; la sesta tabella (‘genere specie’) contiene il numero più elevato di campi (sinonimi, classe, ordine, famiglia, biotopo ecc.) in cui sono raccolte sia informazioni tassonomiche sia dati quantitativi, come ricoprimento e abbondanza; nell’ultima tabella ‘foto’ i campi inseriti permettono di conoscere al meglio la morfologia e i caratteri distintivi di riconoscimento di una particolare specie.

Al momento, la banca dati, chiamata ‘ALGEBRA’ (ALGhE- data Base Relazionale) gestisce 50 variabili per un totale di oltre 50000 informazioni puntuali.

**Conclusioni** – La memorizzazione di dati in strutture non relazionali crea banche dati non normalizzate, con un elevato grado di ridondanza e quindi inefficienti dal punto di vista logico. Nei data base semplici, inoltre, l’indipendenza dei vari fogli di calcolo rende ogni operazione di estrazione dei dati molto lenta e laboriosa, perché risulta molto complicato fare ricerche incrociate su più fogli per estrarre una determinata tipologia di dato. In realtà, la capacità di effettuare query rappresenta il motivo essenziale dell’uso di applicazioni per la gestione di database quando si tratta di gestire grossi volumi di dati correlati.

Il data base relazionale ottenuto è risultato essere uno strumento semplice da usare, flessibile, efficiente e affidabile. Inoltre, poiché è possibile la connessione con altre componenti operazionali, come strumenti di analisi statistica o di visualizzazione, o con altre sorgenti di dati, il software realizzato permetterà di essere ulteriormente implementato e alimentato nel tempo (Iacono, 2003).

#### Bibliografia

- ANDERSEN V. (2004) – *Microsoft Office Access 2003*. Mc Graw-Hill: 717 pp.
- ATZENI P., CERI S., PARABOSCHI S., TORLONE R. (1999) - *Teoria delle basi di dati*. Mc Graw-Hill: 538 pp.
- BERTHOLD G. (1882) – Ueber die Verteilung der Algen im Golf von Neapel usw. *Mitt. a. d. Zool. Stat. Neapel*, **3**: 494-536.
- GAMBI M.C., DAPPIANO M., IANNOTTA A., BUIA M.C., ESPOSITO A., ZUPO V. (2003) – Check-list delle specie rinvenute nell’area di studio sulla base della revisione critica della letteratura. *Mem. Acc. Sc. Fis. Mat. Napoli*, **5**: 271-294.
- GUALA I., FLAGELLA M.M., ANDREAKIS N., PROCACCINI G., KOOISTRA W.H.C.F., BUIA M.C. (2003) – Aliens – Algal introductions to European shores. *Biogeographia*, **24** (N.S.): 45-52.
- IACONO G. (2003) - Analisi spaziale della produzione di praterie a *Posidonia oceanica* su scala regionale. Un approccio Data Warehousing. Tesi di Laurea, Università Parthenope Napoli: 156 pp.

D. TAMMARO, L. PIAZZI\*

“Gorgona” Società Cooperativa, Via S. Barbara, 13 - 57123 Livorno, Italia.  
tammarod@tiscali.it

\*Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via A. Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

## MODELLO NUMERICO DELL'ESPANSIONE DEI POPOLAMENTI MEDITERRANEI DI *CAULERPA RACEMOSA* VAR. *CYLINDRACEA*

### *NUMERICAL MODEL OF MEDITERRANEAN CAULERPA RACEMOSA VAR. CYLINDRACEA SPREADING*

**Abstract** – We implemented a 2D Lotka-Volterra numerical model of Mediterranean *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* spread. Our model takes into account invasion factors such as single colony growth and new colonies creations by fragments dispersion. Numerical results were compared with a two-years alga growth data within different habitats: bared rocky bottom, macroalgal assemblages, seagrass meadows.

**Key-words:** biological invasion, modelling, spreading, *Caulerpa racemosa*, Mediterranean Sea.

**Introduzione** – Lo sviluppo di modelli fisico-numerici è moderna metodica scientifica che rappresenta lo strumento indispensabile tra speculazione teorica dei sistemi ecologici e loro indagine sperimentale. Nel contesto delle invasioni biologiche permette di cogliere le relazioni fondamentali e quelle secondarie dell'espansione delle specie invasive con i differenti fattori biotici e abiotici. La modellistica ambientale si dimostra inoltre un utile strumento nella gestione delle invasioni stesse (Hill *et al.*, 1998). Lo scopo del presente lavoro è quello di sviluppare un modello che esprima matematicamente l'espansione della Chlorophyta introdotta *Caulerpa racemosa* (Forsskål) C. Agardh var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman *et* Boudouresque (*C. racemosa* da qui in avanti) che rappresenta uno dei più preoccupanti eventi invasivi nel Mediterraneo (Piazzini *et al.*, 2005). Tale modello numerico è stato implementato in relazione ai cicli di accrescimento della specie (Piazzini e Cinelli, 1999), ai suoi meccanismi di dispersione (Ceccherelli e Piazzini, 2001) e soprattutto all'interazione con alcune tra le principali comunità bentoniche costiere del Mediterraneo (Ceccherelli *et al.*, 2002).

**Materiali e metodi** – Il modello numerico proposto si basa sulla dinamica spazio-temporale espressa dall'ormai accreditato modello diffusivo Lotka-Volterra che consente la rappresentazione di dinamiche competitive di più popolazioni in ambiente acquatico, interagenti su un substrato bidimensionale e finito. Coefficienti tempo-dipendenti sono stati utilizzati per simulare le ricorrenze stagionali e le forzanti ambientali espresse da variabili quali: intensità delle correnti marine, foto-irradiazione, temperatura, disponibilità dei nutrienti, etc. I dati utilizzati per valutare la capacità del modello e convalidarlo si riferiscono ad un periodo di due anni di misurazioni sull'accrescimento dell'alga e sull'espansione delle colonie, effettuato lungo le coste toscane, all'interno di un range batimetrico compreso tra 5 e 20 metri. Sono stati considerati i seguenti habitat: prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile, prateria di *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, matte morte di *P. oceanica*, substrato roccioso nudo o colonizzato da un feltro algale o da un popolamento di alghe a tallo eretto. Il modello è stato sviluppato in un modello bidimensionale, prendendo in considerazione le nuove colonie che si formano annualmente nei differenti habitat in relazione ad una determinata superficie colonizzata dall'alga.

**Risultati** – L'inserimento di termini diffusivi ha consentito di ben interpretare non solo la crescita delle singole colonie ma la difficile simulazione di fenomeni non lineari



quali la generazione di nuove colonie per dispersione dei frammenti. L'introduzione dei termini allelopatici ha permesso di comprendere la rapidità di progressione del fenomeno d'invasione della *Caulerpa racemosa* ai danni di altri organismi bentonici su tutto il dominio spaziale bidimensionale analizzato. Il modello è stato verificato confrontando i dati di superficie e numero di colonie cartografati in un periodo di 2 anni all'interno di una superficie di 10000 m<sup>2</sup> situata a 5 metri di profondità, ma è stato poi applicato ai fini previsionali su un periodo complessivo di 3 anni. Il modello numerico non solo è in grado di consentire una evidente corrispondenza tra i dati ottenuti dalle misurazioni e i risultati del modello stesso, ma consente di valutare possibili scenari previsionali.

**Conclusioni** – Il presente studio rappresenta un'indagine quantitativa sull'espansione dei popolamenti mediterranei di *Caulerpa racemosa* attraverso lo sviluppo di un modello fisico-matematico che consente, da un lato di relazionare l'espansione di *Caulerpa racemosa* e le dinamiche conflittuali della stessa con altri organismi bentonici valutando i coefficienti allelopatici (Solé *et al.*, 2005) e includendo gli effetti delle differenti variabili ambientali, dall'altro di gestire e di prevedere gli effetti di detto fenomeno invasivo. I risultati sono tuttavia da ritenersi preliminari, in quanto riferiti solo ad alcune delle condizioni ambientali alle quali *C. racemosa* può accrescersi. Successivi sviluppi del modello dovranno prendere in condizioni nuovi fattori biotici, quali ulteriori meccanismi allelopatici, e ampliare la gamma di variabili ambientali, quali la profondità, la latitudine, il tipo di substrato e la qualità delle acque.

#### Bibliografia

- CECCHERELLI G., PIAZZI L. (2001) - Dispersal of *Caulerpa racemosa* fragments in the Mediterranean: lack of detachment time effect on establishment. *Bot. Mar.*, **44**: 209–213.
- CECCHERELLI G., PIAZZI L., BALATA D. (2002) - Spread of introduced *Caulerpa* species in macroalgal habitats. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.*, **280**: 1-11.
- HILL D., COQUILLARD P., DE VAUGELAS J., MEINESZ A. (1998) – An algorithmic model for invasive species: application to *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh development in the north-western Mediterranean Sea. *Ecol. Model.*, **109**: 251-265.
- PIAZZI L., CINELLI F. (1999) - Développement et dynamique saisonnière d'un peuplement méditerranéen de l'algue tropicale *Caulerpa racemosa* (Forsskål) J. Agardh. *Cryptogamie, Algol.*, **20**: 295-300.
- PIAZZI L., MEINESZ A., VERLAQUE M., AKÇALI B., ANTOLIĆ B., ARGYROU M., BALATA D., BALLESTEROS E., CALVO S., CINELLI F., CIRIK S., COSSU A., D'ARCHINO R., DJELLOULI S.A., JAVEL F., LANFRANCO E., MIFSUD C., PALA D., PANAYOTIDIS P., PEIRANO A., PERGENT G., PETROCELLI A., RUITTON S., ŽULJEVIĆ A., CECCHERELLI G. (2005) - Invasion of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Caulerpales, Chlorophyta) in the Mediterranean Sea: an assessment of the early stages of spread. *Cryptogamie Algol.*, **26**: 189-202.
- SOLE J., GARCIA-LADONA E., RUARDIJ P., ESTRADA M. (2005) – Modelling allelopathy among marine algae. *Ecol. Model.*, **183**: 373-384.

M. TARGUSI, L. LATTANZI, P. LA VALLE, B. LA PORTA,  
M. PANFILI, L. NICOLETTI

ICRAM - Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare  
Via di Casalotti, 300 – 00166 Roma, Italia.  
m.targusi@icram.org

DISTRIBUZIONE SPAZIALE DEI CROSTACEI ANFIPODI  
DI FONDO MOBILE NEL TIRRENO CENTRALE  
(LAZIO MERIDIONALE)

*SPATIAL DISTRIBUTION OF SOFT BOTTOM CRUSTACEA  
AMPHIPODA IN THE CENTRAL TYRRHENIAN SEA  
(SOUTHERN LATIUM)*

**Abstract** – *Spatial distribution of soft bottom Crustacea Amphipoda was analyzed. Samples of benthic organisms and sediment were collected in May 2004 in 50 stations, between 5 to 100 meters depth. The Amphipoda distribution is influenced by depth and by pelitic fraction in the sediment.*

**Key-words:** *Amphipods, benthic soft bottom, spatial distribution, Tyrrhenian Sea.*

**Introduzione** – Nell’ambito dello studio di impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento, l’ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare) ha effettuato, per conto della Regione Lazio, una caratterizzazione biocenotica dei popolamenti bentonici di fondo mobile dell’area che si estende tra il promontorio del Circeo e Gaeta. Nel presente lavoro viene analizzata la distribuzione spaziale del popolamento a crostacei anfipodi in funzione della profondità e delle caratteristiche granulometriche del sedimento. Studi analoghi riguardanti i crostacei del Mar Tirreno sono stati condotti da diversi autori (Scipione e Lattanzi 1995; Tomassetti e Chimenz-Gusso, 1998; Fanelli *et al.*, 2005; Scipione *et al.*, 2005).

**Materiali e metodi** – Il campionamento è stato effettuato nel mese di maggio 2004 in 50 stazioni posizionate tra 5 e 100 m di profondità lungo 14 transetti perpendicolari alla linea di costa. I campioni di benthos sono stati prelevati in duplice replica mediante una benna van Veen con superficie di presa di 0,1 m<sup>2</sup>. Sono stati contati e classificati gli anfipodi fino al livello di specie e calcolati gli indici di Margalef (d), Shannon Weaver (H') e Pielou (J). In ogni stazione sono stati prelevati mediante box corer campioni di sedimento e effettuate le analisi granulometriche dello strato superficiale. La classificazione dei sedimenti è stata determinata in accordo con Shepard (1954).

**Risultati** – Nel complesso sono state identificate 56 specie appartenenti a 29 generi e 17 famiglie, per un totale di 923 individui. Dai 5 ai 10 m di profondità è presente un popolamento costituito prevalentemente da specie sabulicole, come *Bathyporeia megalops*, *B. sunnivae* e *Urothoe grimaldii*, alcune delle quali esclusive della biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC), come *B. guilliamsoniana*, *Perioculodes longimanus longimanus*, *U. pulchella* e *Ampelisca brevicornis*. A 10 m di profondità è da segnalare anche la presenza della specie *Autonoe spiniventris*, preferenziale della biocenosi delle Alghe Fotofile (AP). Dai 20 ai 30 m di profondità è presente un popolamento “mistico” caratterizzato dalla presenza delle specie *A. spiniventris* (AP pref.), *U. grimaldii* (sabulicola stretta), *A. typica* e *Leucothoe oboa* (specie fangofile), *Siphonocetes della-vallei* e *Gammarella fucicola* (specie indicatrici di ambienti ricchi di materia organica).

Il popolamento rinvenuto dai 40 ai 100 m di profondità risulta generalmente povero sia come numero di individui che di specie. Tale popolamento, in cui sono presenti ancora alcune specie legate ai sedimenti sabbiosi, è caratterizzato dalla dominanza di specie che prediligono la componente pelitica come *A. diadema* e *Corophium rotundirostre*. Gli indici di ricchezza specifica (d) e di diversità (H') assumono valori maggiori nei popolamenti del settore occidentale dell'area indagata (tra il promontorio del Circeo e Terracina) rispetto a quelli presenti nel settore orientale (tra Sperlonga e Gaeta). Dall'analisi della distribuzione granulometrica dei sedimenti emerge che sedimenti sabbiosi sono presenti fino a 60m nel settore occidentale, fino a 40-50 m in quello centrale (tra Terracina e Sperlonga) e fino a 20-30 m nel settore orientale. Con l'aumentare della profondità si osserva comunque un leggero ma progressivo incremento della frazione sottile, siltosa e argillosa.

**Conclusioni** – Le analisi condotte sul popolamento ad anfipodi evidenziano che la distribuzione spaziale delle specie è influenzata dal gradiente batimetrico ma soprattutto dalla presenza della componente pelitica nel sedimento. Infatti anche dove il sedimento è classificato secondo Shepard (1954) come sabbioso la presenza di modeste quantità di pelite determina l'insediamento di un popolamento caratteristico di fondi fangosi. Inoltre, la vicinanza di una prateria di *Posidonia oceanica* nel settore occidentale riveste un ruolo importante nell'arricchimento e diversificazione del popolamento di quest'area. Nel settore orientale caratterizzato dalla monotonia del fondo si osserva invece una semplificazione strutturale del popolamento rinvenuto.

#### **Bibliografia**

- FANELLI E., LATTANZI L., NICOLETTI L., TOMASSETTI P. (2005) – Decapods crustaceans of Tyrrhenian Sea soft bottoms (Central Mediterranean). *Crustaceana*, **78** (6): 641-651.
- SCHEPARD F.P. (1954) – Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journ. Sed. Petr.*, **24**: 151-158.
- SCIPIONE M.B., LATTANZI L. (1995) – Caratterizzazione del benthos di fondo mobile delle coste laziali: popolamenti ad anfipodi. *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 415-416.
- SCIPIONE M.B., LATTANZI L., TOMASSETTI P., CHIMENZ GUSSO C., MAGGIORE F., MARINIELLO L., CIRONI R., TARAMELLI E. (2005) – Biodiversity and zonation patterns of Crustacean Peracarids and Decapods of coastal soft-bottom assemblages (Central Tyrrhenian Sea, Italy). *Vie et milieu*, **5** (2): 143-161.
- TOMASSETTI P., CHIMENZ GUSSO C. (1998) – Distribuzione dei Crostacei Tanaidacei nella zona costiera del Mar Tirreno laziale. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, **62-63**: 31-38.

L. TUNESI, D. MOSS<sup>1</sup>, D. EVANS<sup>2</sup>, G. MO, V. DI MARTINO

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

[l.tunesi@icram.org](mailto:l.tunesi@icram.org)

<sup>1</sup>Dorian Ecological Information Ltd.

<sup>2</sup>ETC/BD - MNHN, Paris, France.

## THE MEDITERRANEAN MARINE HABITATS IN THE “EU.N.I.S.” EUROPEAN SYSTEM

### *GLI HABITATS MARINI MEDITERRANEI NEL SISTEMA EUROPEO “EU.N.I.S.”*

**Abstract** - *The European Nature Information System habitat classification is a comprehensive pan-European tool involving habitat description and classification. The present work describes the integration process of the Mediterranean habitat types within such a system.*

**Key-words:** *classification, EUNIS, habitat, Mediterranean Sea.*

**Introduction** – Over the last decades different types of classification systems have been devised to describe and map specific habitat types but their limited regional extension or the selected focus on certain habitat groups did not allow a universal classification of the diverse habitat typologies present amongst biomes of wide-ranging geographical coverage. The European Topic Centre on Biological Diversity, on behalf of the European Environment Agency, has therefore developed a habitats classification scheme since 1995, in order to cover all the habitats present within European states and beyond. This habitats classification system, developed within the European Nature Information System (EUNIS; <http://eunis.eea.eu.int/habitats-code-browser.jsp>), has been designed so as to facilitate the harmonised description and collection of data on all habitats ranging from natural to artificial, from terrestrial to freshwater and marine, through specific criteria used to identify each habitat and its hierarchical positioning within the broader environmental context. The objective of this work is to present the integrated version of this system which also allows its application to the Mediterranean realm.

**Materials and methods** - Since the EUNIS Habitats Classification includes relationships to other classifications which have been developed at regional levels as well as to selected lists of habitat types developed for legislation, as of January 2005, EUNIS has also integrated the Mediterranean marine habitat types defined within the Barcelona Convention (UNEP 2000). This integration procedure has seen ICRAM's collaboration within the European consortium of the European Topic Centre on Biodiversity (ETC/BD). A first approach involved the revision of the correspondence of the Mediterranean habitat types within the existing EUNIS classification system. Mediterranean habitat types previously not contained in EUNIS were analysed by considering the description provided for each one on the basis of the UNEP (1998) document and the main Mediterranean scientific references (Pèrès & Picard, 1964; Bellan-Santini *et al.*, 2002).

The EUNIS classification system provides a list and qualitative description of all the habitats and their interrelatedness. The hierarchical classification implies that the broadest category definitions are arranged at the top of the hierarchy while the more detailed habitat types are located at the lowest levels. A dichotomic key is used to separate habitats at the first hierarchical levels and every habitat type is distinguished from another on the basis of the animal or vegetative communities that are characteristic of that peculiar habitat.

**Results and conclusions** – The integration procedure of each habitat type may be better understood by analysing the EUNIS classification criteria, which foresees 4 hierarchical levels of classification. The level 1 habitat classification contains ten habitat types, two of which are represented by marine and coastal habitats (intended as above spring high tide limit or mean water level in non-tidal waters). Marine habitats are subsequently subdivided into eight level 2 habitats on the basis of the substrate typology and depth: littoral rock and other hard substrata; littoral sediment; infralittoral rock; circalittoral rock; sublittoral sediment; deep sea bed; pelagic water column; and ice-associated marine habitats. These habitats are subdivided into 56 level 3 habitats using abiotic criteria such as: energy levels where there are rocky substrates; sediment granulometry in soft substrates; salinity and residence times in the pelagic water column. The Baltic Sea is an exception in that given its peculiar ecosystem it has been described on the basis of a separate number of level 3 rocky habitats. Biological communities are included at level 4 and below (e.g. *Posidonia* beds). Level 4 also includes more specialised or localised abiotic habitat types. As an example, the ecomorphosis of the *Posidonia oceanica* “barrier reef” is listed with the EUNIS code A5.5352, where A5 represents the level 2 habitat “sublittoral sediment”, A5.5 the level 3 habitat “sublittoral macrophyte-dominated sediment”, A5.53 the level 4 habitat “Sublittoral seagrass beds” and A5.535, and A5.5352 a further detailed level (*facies*) regarding *Posidonia* beds.

The EUNIS Habitats classification represents a reference tool for environmental mapping, reporting and monitoring within Europe both for institutional (e.g. Natura 2000, Emerald network, OSPAR, ICES) as well as research purposes. The recent integration of the Mediterranean habitats provides this tool with a regional custom-fit update. Future use of the EUNIS habitats codes within Mediterranean marine research and management activities will thus contribute towards a “European harmonisation” of habitat studies and monitoring programs able to fully comprehend the diversity and uniqueness of the Mediterranean marine biome.

#### References

- BELLAN-SANTINI D., BELLAN G., BITAR G., HARMELIN J.-G., PERGENT G. (2002) – Manuel d’interprétation des types d’habitats marins pour la sélection des sites à inclure dans les inventaires nationaux de sites naturels d’intérêt pour la conservation. UNEP–MAP, RAC–SPA: 225 pp.
- PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, **31**: 5-137.
- UNEP (1998)- Reunion d’experts sur les types d’habitats marins dans la region Mediterraneenne. UNEP (OCA)/MED WG. 149/5/Rev.1: 39 pp.

F. AZZARO, F. RAFFA, A. MARINI, P. RINELLI

Istituto Ambiente Marino Costiero Talassografico, IAMC - CNR,  
Spianata S. Raineri, 86 – 98122 Messina, Italia.  
filippo.azzaro@iamc.cnr.it

## CARATTERISTICHE IDROBIOLOGICHE DEL GOLFO DI S. EUFEMIA (TIRRENO SUD ORIENTALE): ESTATE 2006

### *HYDROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GULF OF S. EUFEMIA (SOUTHEASTERN TYRRHENIAN SEA): SUMMER 2006*

**Abstract** - Hydrobiological characteristics of the Gulf of S. Eufemia were studied in 0-200 m layer. Thermohaline vertical structure showed the presence of typical Tyrrhenian water masses: 0-10 m TSW; 10-70 m AW; 70-200 TIW. Chlorophyll distribution appears quite independent from thermohaline properties of the water, but controlled by correct equilibrium among quantity of light and nutrients availability.

**Key-words:** hydrology, nutrients, chlorophyll, Tyrrhenian Sea.

**Introduzione** - In questo lavoro sono presentati i risultati preliminari della campagna oceanografica eseguita nel Tirreno Sud Orientale, nell'ambito del programma multidisciplinare "Distribuzione di larve e forme giovanili e caratterizzazione del ciclo riproduttivo e trofico delle principali specie demersali nella fascia costiera compresa fra C.po Suvero e P.ta Pezzo". Nello strato eufotico delle acque del Golfo di S. Eufemia sono state esaminate le distribuzioni verticali dei nutrienti ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ ) e della fluorescenza in rapporto alle caratteristiche idrologiche. Il Tirreno Sud Orientale è un'area tipicamente oligotrofica e poco studiata dal punto di vista chimico e biologico (De Domenico, 1979; Azzaro *et al.*, 1998; Povero *et al.*, 1998).

**Materiali e metodi** - I rilevamenti sono stati effettuati con la MN/R Coopernaut-Franca dal 8 al 13 luglio 2005. I dati riportati in questo lavoro riguardano il Golfo di S. Eufemia che è stato investigato con il posizionamento di 4 transetti (1 sud, 2, 3 e 4 nord) costa-largo, composti ognuno da 4 stazioni posizionate sulla batimetria dei 25, 50, 100, 200 m. Nelle stazioni esaminate, la misura dei parametri fisico-chimici è stata effettuata utilizzando una sonda multiparametrica SBE911 *plus*, corredata da un fluorimetro Seatech/Wetlabs FLF. Nelle stazioni sono stati effettuati campionamenti d'acqua, utilizzando una "rosette" munita di bottiglie tipo Niskin (10 l). Le quote di campionamento sono state prevalentemente: 5, 20, 50, ~70, ~100, 150 e 200 m. Le analisi dei nutrienti sono state effettuate secondo le metodiche descritte da Strickland e Parsons (1972) e di Aminot e Chaussepied (1983).

**Risultati** - La struttura termoalina dell'area presenta, nello strato superficiale (0-10 m), valori medi di  $25.4 \pm 0.6$  °C e  $37.96 \pm 0.03$  e caratterizza l'acqua tirrenica superficiale (TSW: Tyrrhenian Surface Water) derivata dalle modificazioni dell'acqua atlantica. Nello strato tra 10 e 70 m, si colloca l'acqua atlantica (AW: Atlantic Water) e nello stesso strato si evidenzia il termoclino, con salinità quasi costante con la profondità e lievi diminuzioni della temperatura ( $17.14 \pm 2.91$  °C e  $37.94 \pm 0.08$ ). Al di sotto dei 70 m fino ai 200 m è presente la TIW (Tyrrhenian Intermediate Water), con temperatura e salinità che raggiungono i valori di 13.55 °C e 38.63. Le acque costiere nei primi 20 metri presentano una forte stratificazione dovuta alla diminuzione della temperatura, mentre la salinità è quasi costante, mostra dei picchi in aumento intorno ai 10 m. Nelle stazioni intermedie, fino alla batimetria dei 50 m, la temperatura decresce; a sud del golfo si notano i valori più bassi di temperatura che caratterizzano acque più salate.

Le stazioni più esterne sono caratterizzate da una colonna d'acqua sempre stratificata in temperatura ed intorno ai 30 metri si evidenziano oscillazioni della salinità ( $\Delta S \sim 0.4$ ). Nello strato profondo oltre gli 80 m, la stratificazione è determinata prevalentemente dall'aumento della salinità.

Per il composto azotato ammoniacale le concentrazioni più elevate sono state registrate nei transetti centrali nello strato superficiale ( $\sim 4.00 \mu\text{M}$  a 20 m) mentre nel transetto più a nord si rileva un gradiente positivo dalla superficie ( $\sim 0.20 \mu\text{M}$ ) verso il fondo ( $\sim 3.50 \mu\text{M}$ ). I valori dell'azoto nitrico, in tutti i transetti, hanno mostrato incrementi graduali verso il fondo, con valori in superficie di  $\sim 0.50 \mu\text{M}$ , a 100 metri  $\sim 1.00 \mu\text{M}$  e a 150 metri  $\sim 3.00 \mu\text{M}$ ; le concentrazioni più elevate sono state determinate nel transetto 2 ( $3.43 \mu\text{M}$ , 150 m) e 3 ( $3.04 \mu\text{M}$ , 200 m). L'azoto nitroso ha valori medi di  $0.15 \pm 0.09 \mu\text{M}$  con concentrazioni che sono comprese tra circa lo zero in superficie e massime alle quote comprese tra 75 e 100 metri ( $\sim 0.35 \mu\text{M}$ ).

Per gli ortofosfati si riscontra in tutti i transetti, nelle acque superficiali, un gradiente positivo costa-largo ( $\sim 0.10$ - $0.35 \mu\text{M}$ ) e verso il fondo ( $\sim 0.45 \mu\text{M}$ ) tranne nel transetto 3 in cui i valori più alti sono stati determinati nelle due stazioni sotto costa ( $\sim 0.40 \mu\text{M}$ , 5-50 m) rispetto al fondo ( $\sim 0.35 \mu\text{M}$ , 100-200 m).

La biomassa fitoplanctonica nell'area studiata è risultata bassa con una concentrazione media di clorofilla di  $0.08 \pm 0.05 \text{ mg/m}^3$  tipica di acque oligotrofiche del Mar Tirreno in estate (Della Croce, 2000). I massimi valori di fluorescenza, in ogni stazione, si determinano in prossimità del fondo, tranne nelle 4 stazioni più esterne in cui il DCM (deep chlorophyll maximum) è situato al di sotto del termocline in prossimità della quota dei 100 metri, ove si registrano in assoluto i valori più alti ( $\sim 0.17 \text{ mg/m}^3$ ).

**Conclusioni** – Dai risultati ottenuti è possibile evidenziare che nel Golfo di S. Eufemia i fattori idrologici nella stagione estiva sono maggiormente influenzati dagli apporti laterali piuttosto che da apporti costieri, di cui le acque non ne mostrano la presenza.

La distribuzione spaziale della biomassa fitoplanctonica nel Golfo di S. Eufemia non è strettamente correlata alle variazioni delle caratteristiche idrologiche, ma sembra più in relazione all'equilibrio tra la quantità di luce e la disponibilità di sali nutritivi (Innamorati *et al.*, 1996) e soprattutto la presenza dell'azoto nitrico.

#### Bibliografia

- AMINOT A., CHAUSSEPIED M. (1983) - Manuel des analyses chimiques en milieu marin. *Centre National pour l'Exploration des Océans*: 1-395.
- AZZARO F., DECEMBRINI F., RAFFA F., GRECO S. (2003) - Caratteristiche idrobiologiche dello strato eufotico nel Tirreno Sud Orientale: primavera 2001. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 631-635.
- DE DOMENICO E. (1979) – Le acque costiere della Sicilia e della Calabria. Atti Convegno sull'Eutrofizzazione in Italia, Roma 1978. *Pubbl. P.F. CNR Ambiente, AC/2/60*: 257-267.
- DELLA CROCE N. (2000) – Il Mar Tirreno. *Atti 13° Congr. A.I.O.L.*: 363-378.
- INNAMORATI M., MASSI L., NUCCIO C. (1996) – Indipendenza delle cenosi fitoplanctoniche dalle masse d'acqua circostanti le isole Eolie. *Atti 11° Congr. A.I.O.L.*: 645-654.
- POVERO P., MISIC C., ACCONERO A., FABIANO M. (1998) – Distribuzione e caratterizzazione biochimica della sostanza organica particellata nelle acque del tirreno Sud Orientale. *Atti 12° Cong. A.I.O.L.*: 227-237.
- STRICKLAND J.F.H., PARSON T.R. (1972) - A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Ed. Can.*, **167**: 1-311.

M. BENFANTE, G. CIMÒ, M. MILAZZO, F. FIORENTINO\*, R. CHEMELLO

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 – 90123 Palermo, Italia.  
mariagrazia.benfante@gmail.com

\*CNR-IAMC, Via Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.

## STRUTTURA DI POPOLAZIONE DI *HALIOTIS TUBERCULATA* IN AREE SOGGETTE A DIVERSI LIVELLI DI PROTEZIONE

### *ABUNDANCE AND SIZE OF HALIOTIS TUBERCULATA STOCKS IN AREAS WITH DIFFERENT LEVELS OF PROTECTION*

**Abstract** - This study aims at evaluating the current status of *H. tuberculata* stocks in exploited areas of western Sicily. The density of the green ormer was slightly greater in unexploited areas although differences between harvested and not harvested areas was not statistically significant. Moreover, analyses showed that length frequencies varied between harvested and not harvested areas.

**Key-words:** harvesting, density, size.

**Introduzione** - *Haliotis tuberculata* (Linnaeus, 1758) è un mollusco distribuito lungo le coste atlantiche dell'Europa e nell'intero bacino del Mediterraneo (Geiger, 2000).

La specie è particolarmente apprezzata in Sicilia e negli ultimi 30-40 anni, in alcune zone della regione, è stata oggetto di pesca ricreativa e professionale. Le caratteristiche del ciclo biologico e la ridotta capacità riproduttiva della specie (Hayashi, 1980), insieme ad informazioni sull'abbondanza e le taglie nella prima metà degli anni '70 fanno ritenere che la specie nell'area possa aver raggiunto dimensioni di popolazione estremamente ridotte.

Il presente studio si propone di valutare lo stato attuale degli stock attraverso stime di densità e distribuzione in classi di taglia.

**Materiali e metodi** – Le località in cui è stato condotto il campionamento ricadono all'interno dell'area marina protetta "Capo Gallo-Isola delle Femmine": Barcarello e Cala Creta (zona C), da molti decenni soggette ad intenso prelievo di *Haliotis*; Isolotto e Capo Gallo (zona A) che non costituiscono aree di pesca.

In ogni località la raccolta dati è stata effettuata in due siti all'interno di due fasce batimetriche (1-3 m; 4-8 m).

Stime di densità e misure di taglia (lunghezza max) sono state effettuate all'interno di quadrati di 1 m<sup>2</sup> (Peck e Culley, 1990) posizionati in maniera random in prossimità di clasti medio-grossolani individuati, precedentemente, come habitat di elezione della specie. Per ogni combinazione di località (LO) e profondità (PR) sono state considerate 5 repliche. Eventuali differenze in densità sono state valutate mediante l'analisi della varianza (ANOVA); il test di Kolmogorov-Smirnoff (KS) è stato applicato per il confronto delle distribuzioni di taglia.

**Risultati** - Nel complesso sono stati censiti 132 esemplari: 57 nelle aree sfruttate e 75 in quelle non soggette a pesca. Valutando il numero di individui/m<sup>2</sup> all'interno delle quattro località in funzione del fattore profondità, si evince che nella prima fascia batimetrica (0-3 metri) il numero massimo di esemplari/m<sup>2</sup> è stato censito in località Isolotto (2,2±0,6) mentre il valore minimo è relativo alla località Capo Gallo che presenta una densità pari a (0,1±0,1). Relativamente al secondo range batimetrico (4-8 m), anche in questo caso "Isolotto" presenta il numero massimo di individui censiti per m<sup>2</sup> (2,8±1), mentre il valore minimo è stato rilevato in località Barcarello (1,3±0,3). L'ANOVA non ha evidenziato alcuna differenza significativa nella densità per nessuno



dei fattori considerati dal disegno sperimentale e per la loro interazione (LO×PR,  $F_{4,64}=1,1$ ;  $p>0,05$ ).

Per quanto riguarda gli individui rinvenuti nelle località “Capo Gallo” e “Isolotto”, la lunghezza massima della conchiglia varia da 8 a 49 millimetri, con una media di 28,2 ( $\pm 1,3$ ) millimetri. Le conchiglie degli individui relativi alle aree soggette a pesca, invece, hanno una lunghezza massima compresa fra 10 e 48 millimetri, con una media pari a 29,6 ( $\pm 0,8$ ) millimetri.

Dall'analisi della distribuzione delle taglie risulta che gli individui censiti nelle località non sfruttate mostrano un andamento bimodale ( $\text{moda}_1=20$  mm e  $\text{moda}_2=34$  mm) riconducibile a due distinti eventi di reclutamento. Per gli individui relativi alle località di Barcarello e Cala Creta risulta invece una distribuzione unimodale ( $\text{moda}=28$  mm).

Il test KS ha evidenziato differenze significative fra le due distribuzioni di frequenza ( $D=0,26$ ;  $p=0,01$ ). Le classi di taglia ad aver maggior peso nel determinare tali differenze sono quelle inferiori a 30 mm: in particolare, il maggiore contributo è dato dalle classi relative a 24 e 28 mm che presentano abbondanze maggiori nelle località soggette a sfruttamento. Non vi sono, invece, marcate differenze fra le due distribuzioni per le classi di taglia maggiori di 30 mm.

**Conclusioni** - Nonostante la popolazione locale sia stata fortemente influenzata dall'attività di pesca condotta dal dopoguerra ad oggi, i dati raccolti nel 2005 non mostrano un effetto evidente dell'*harvesting* sulla densità. Il confronto spaziale della distribuzione in classi di taglia degli esemplari presenti in località soggette a prelievo con località in cui la specie non viene prelevata, ha evidenziato che le due sub-popolazioni presentano strutture di taglia differenti anche in aree distanti poche centinaia di metri o al massimo alcuni chilometri. Tuttavia è interessante notare che per individui di taglia maggiore ai 30 mm – secondo Bolognari (1953) dimensioni prossime alla taglia dei riproduttori – non sono evidenti differenze tra zone sfruttate e zone non sfruttate. In conclusione la scala temporale adottata non sembra essere sufficiente per valutare correttamente gli effetti del prelievo sulla specie. Sicuramente più efficace è il confronto con dati storici che riportano elevate abbondanze di *H. tuberculata* e taglie fino ad 80 mm proprio per le aree attualmente soggette ad *harvesting*.

#### Bibliografia

- BOLOGNARI A. (1953) – Ricerche sulla sessualità di *Haliotis lamellosa*. *Archo. Zool. Ital. Torino*, **38**: 361-402.
- GEIGER D.L. (2000) – Distribution and biogeography of the recent Haliotidae (Gastropoda: Vestigastropoda) World-wide. *Bollettino Malacologico*, **35**: 57-120.
- HAYASHI I. (1980) – The reproductive biology of the ormer, *H. tuberculata*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **60**: 415-430.
- PECK L.S., CULLEY M.B. (1990) – Structure and density of *Haliotis tuberculata* population around the coast of Jersey, Channel Isles. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **70**: 67-75.

S. CARONNI, B. CRISTO<sup>1</sup>, A. TORELLI<sup>2</sup>

Dip.to di Ecologia del Territorio, Sezione di Ecologia, Via S. Epifanio, 14 - 27100 Pavia, Italia.  
sarah.caronni@unipv.it

<sup>1</sup>I .Sn. Bm., Olbia, Italia.

<sup>2</sup>Dip. Biologia Animale, Università di Pavia, Italia.

## *OCTOPUS VULGARIS* (CUVIER, 1797) COME INDICATORE ECOLOGICO NELLA BAIÀ DI PUNTA DON DIEGO, AREA NATURALE MARINA PROTETTA DI TAVOLARA–PUNTA CODA CAVALLO (SARDEGNA NORD–ORIENTALE)

### *OCTOPUS VULGARIS* (CUVIER, 1797) AS INDICATOR SPECIES IN PUNTA DON DIEGO BAY, PROTECTED NATURAL MARINE AREA OF TAVOLARA–PUNTA CODA CAVALLO (NORTH–EASTERN SARDINIA)

**Abstract** – The abundance of *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) (Mollusca: Cephalopoda: Octopoda) was studied in Punta Don Diego bay to ascertain the efficacy of the preservation programme on the population of these octopoda. A preliminary survey of the area, lab tests and a census of the hiding places of *O. vulgaris* allowed to relate the number of discovered dens with the beginning of the protection programme.

**Key-words:** protection, indicator species, benthos, marine environment.

**Introduzione** – Nella piccola baia di Punta Don Diego, adatta per questo studio poiché rappresentativa dell'intera AMP Tavolara-Punta Coda Cavallo, le tane del cefalopode *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797), assai frequente nelle acque della Sardegna (Belcari *et al.*, 2002), sono state censite, al fine di individuare l'abbondanza relativa della specie, considerando che l'identificazione e la classificazione delle tane di questo ottopode può fornire numerose informazioni sulla sua popolazione (Ali, 2001). In questo modo è stato possibile verificare se "l'effetto riserva" (Pais *et al.*, 1998) e, più precisamente, le limitazioni alla pesca legate all'entrata in vigore, nel 2002, del programma di tutela, possano avere favorito incrementi nella popolazione di *O. vulgaris*.

**Materiali e metodi** – Nella baia sono stati prelevati campioni d'acqua per stabilirne le caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche. La comunità macrobentonica è stata studiata per mezzo di censimenti visuali (Pais *et al.*, cit.), per avere una panoramica generale sulla sua composizione ed individuare fenomeni di inquinamento, in atto o regresso. Le tane di *O. vulgaris* sono state censite con il metodo dei punti fissi (La Mesa e Vacchi, 2003), considerando significative dell'area di ricerca le tane individuate all'interno di tre circonferenze con raggio 30 m. Durante i campionamenti sono stati annotati: numero di bagnanti e pescatori, condizioni meteorologiche. Il totale delle tane avvistate è stato rapportato, con l'ausilio del software Excel (2000), al tempo di osservazione complessivo, ricavando, l'indice di presenza dell'ottopode.

**Risultati** – Nel triennio di studio, i principali parametri chimico-fisici e microbiologici della colonna d'acqua si sono mantenuti pressoché costanti, nell'intera area di studio, ad eccezione della temperatura che ha subito un incremento di circa 2 °C nell'anno 2003. Dallo studio della composizione qualitativa della comunità macrobentonica non sono emerse differenze rilevanti, escludendo un incremento non trascurabile degli esemplari di *Muraena helena* (Linneus, 1758) e *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) osservati, soprattutto nel terzo anno di ricerca. Nei mesi estivi del primo anno di studio, le tane di *O. vulgaris* complessivamente trovate sono state 18, così ripartite: 8 sulle rocce, 8 sulla sabbia e 2 in una piccola pietraia. Il numero di bagnanti presenti

al momento dei campionamenti è oscillato tra 0 e 150 ed apparso strettamente collegato alla data ed all'orario di osservazione, nonché alle condizioni meteorologiche, risultate assai varie al momento dei rilievi ma, comunque, caratteristiche della stagione estiva in questa zona. Anche il numero di pescatori si rivelato strettamente legato alle stesse variabili; in totale, durante i campionamenti, sono stati avvistati 30 pescatori. Le tane complessivamente contate, all'interno dei medesimi spot, nel secondo anno di studio, sono risultate 32, 18 sono state individuate sulla sabbia, 14 sulla roccia e 2 nella pietraia. Durante i mesi estivi del 2002, le condizioni meteorologiche sono state anomale in Sardegna così come in tutta la penisola; più numerose sono state, quindi, le osservazioni effettuate in momenti di pioggia, con cielo coperto o vento intenso. Il numero di bagnanti, rispetto al 2001, si è comunque mantenuto costante ed anche i picchi di presenze coincidono con quelli dell'anno precedente e risultano legati a condizioni meteo, ora e data di osservazione; nella zona, sono stati totalmente avvistati 21 pescatori. Durante il terzo anno di studio, sono state complessivamente individuate 34 tane, 18 su sabbia, 13 su roccia e 3 nella pietraia. Il numero di bagnanti si è mantenuto costante ed è risultato, ancora una volta, legato alle stesse variabili. Il numero di pescatori contati, invece, è calato a 18.

Il calcolo dell'indice di presenza di *O. vulgaris*, ha fornito i seguenti valori percentuali: 0,77% nel 2001, 1,4% nel 2002, e 1,6% nel 2003.

**Conclusioni** – Rispetto al 2001, il numero di tane di *O. vulgaris* è quasi raddoppiato nel 2002, primo anno di funzionamento dell'AMP, e, nel 2003, ha subito un ulteriore aumento che suggerisce di escludere la casualità degli incrementi registrati. I fenomeni di competizione intra ed inter specifica, innescati dal raggiungimento del carico biotico massimo dell'habitat e dall'aumento di alcuni tra i predatori di questo ottopode, giustificano la minor consistenza dell'incremento del 2003. Poiché la presenza di bagnanti e le caratteristiche della colonna d'acqua e della comunità macrobenthonica non hanno subito rilevanti variazioni, l'incremento registrato appare collegato, da un relazione di proporzionalità inversa, alla diminuzione dei pescatori e, quindi, all'entrata in vigore dell'AMP. Altri autori hanno evidenziato risposte simili studiando ottopodi di specie diversa (Navarte *et al.*, com. pers.) ed intere comunità (Gell e Roberts, 2003).

#### Bibliografia

- ALI U. (2001) – Doğal Ortamalardaki Ahtapot (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) Yuvalarının Özellikleri Üterine Bir Araştırma. *Journal of fisheries and Aquatic Sciences*, **18** (3/4): 474-482.
- BELCARI P., CUCCU D., GONZALEZ M., SRAIRI A., VIDORIS P. (2002) – Distribution and abundance of *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) (Cephalopoda: Octopoda) in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, **66** (2): 157-166.
- GELL F.R., ROBERTS C.M. (2003) – Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends in Ecology and Evolution*, **18**: 448-455.
- LA MESA G., VACCHI M. (2003) – La fauna ittica bentonica. In: Gambi M.C., Dappa N.M. (eds), *Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo*. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (Suppl.): 395-432.
- NARVARTE M., GONZALEZ M., FERNANDEZ M., FERNANDEZ R. – Comparison of octopus (*Octopus tchuelchus*) abundance between an open access fishing ground and a marine protected area: evidence from a direct developer. *Marine Ecology Progress Series*: (in review).
- PAIS A., CHESSA L. A., MURA F., SERRA S. (1998) – L'applicazione del visual census nello studio della fauna ittica di un'area marina protetta. *Civiltà del mare*, **1**: 13-15.

S. CASELLATO, S. SORESI, L. MASIERO, A. STEFANON\*

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via U. Bassi 58/B – 35121 Padova, Italia.  
sandra@bio.unipd.it

\*Dipartimento di Scienze Ambientali, Università Ca' Foscari di Venezia, Italia.

## UNICITÀ DELLE “TEGNUE”, GLI AFFIORAMENTI ROCCIOSI DEL GOLFO DI VENEZIA

### *THE “TEGNUE”: UNIQUE OUTCROPS IN THE GULF OF VENICE*

**Abstract** – *The rocky outcrops in the Gulf of Venice – named “Tegnue” – evidenced high geological and biological variability. New research points out their major role as true biodiversity oases, where over 350 taxa have been collected, 47 of them, previously unregistered in the Adriatic. They are naturally protected areas from bottom trawl-fishing, where several important marine species easily spawn and reproduce.*

**Key-words:** *marine outcrops, zoobenthos, biodiversity.*

**Introduzione** - Ignorate dalla scienza, che ne ha formalmente negato l'esistenza ritenendole solo dicerie e fole di pescatori, le tegnue sono state ufficialmente scoperte nel 1966 al largo di Grado da uno degli autori (Stefanon, 1967), che per primo le definì *beachrock*, un tipo di roccia praticamente sconosciuto in Italia, ma tipico di altri climi e situazioni ambientali. Poi furono scoperte quelle di Chioggia, e via via molte altre nel golfo di Venezia. Fu anche dimostrato che la tipica tegnua era formata da un substrato roccioso sedimentario di tipo carbonatico, supporto di crescita per vari organismi incrostanti, quali alghe calcaree, briozoi, e serpulidi. Grazie al primo impiego per scopi scientifici in Mediterraneo di un Side Scan Sonar (Newton e Stefanon, 1975) ne furono scoperte i principali tipi morfologici e le tegnue furono suddivise in tre gruppi (Newton e Stefanon, 1982), indicate come scogliere algali *sensu strictu*, scogliere algali *incrostanti*, e scogliere algali *a cappello*, biologicamente molto simili alle tipiche formazioni a coralligeno di piattaforma. Solo grazie a nuove tecniche di indagine, è stato stabilito che molti dei substrati rocciosi calcarei si sono formati per cementazione di sedimenti locali in corrispondenza e ad opera di fuoriuscite di gas metano dal fondale marino (Stefanon e Zuppi, 2000).

**Materiali e metodi** - Per una caratterizzazione geomorfologia delle tegnue del Golfo di Venezia, le indagini sono state effettuate con diverse campagne di ricerca dalla fine degli anni '60 al 2002, sia per via acustica (ecografi, sub-bottom profilers, boomers, side scan sonar), sia in immersione (osservazioni, rilievi, campionature) e sia in laboratorio (analisi petrografiche-mineralogiche, sedimentologiche e geochimiche, ecc.). Una particolare tecnica microsismica ad altissima risoluzione (PULSAR 2002) è stata messa a punto per accertare la loro relazione con i fondali marini. Per quanto riguarda le indagini biologiche, dal 2002 si è dato l'avvio ad una serie di campionamenti subacquei di zoobenthos, stagionali per l'area antistante l'abitato di Chioggia, e saltuari per la zona del Cavallino Treporti, con sorbonatura e grattaggio del fondale in aree campione di 0,25 m<sup>2</sup>, esattamente definite con un cordino zavorrato e posizionate in modo casuale. La determinazione dei *taxa* zoobentonici è stata condotta quasi sempre fino al livello di specie.

**Risultati** - Le indagini acustiche hanno consentito di acquisire preziose informazioni sulle caratteristiche morfologiche degli affioramenti, anche in rapporto con i sedimenti sia circostanti che sottostanti. La speciale tecnica microsismica ha permesso di accertare che le tegnue non hanno radici profonde, ma sono praticamente appoggiate

sui sedimenti di fondo. Lo studio sistematico sullo zoobenthos di due diverse tegnie al largo di Chioggia, distanti tra loro solo 4 miglia circa e l'esplorazione subacquea di altre zone antistanti l'abitato del Cavallino-Treporti, hanno fornito dati che mettono in evidenza significative differenze tra le diverse tegnie. 325 sono i *taxa* zoobentonici complessivamente raccolti, le categorie trofiche dei filtratori e dei detritivori sono le più abbondanti, poco rappresentate quelle dei fitofagi, per la estrema scarsità della componente autotrofa che caratterizza questi ambienti. Altri 27 *taxa* sono stati identificati con il metodo del "visual census". 47 specie, a tutt'oggi, non sono ancora state segnalate per il Mare Adriatico, alcune di queste sono specie protette per l'intera area del Mediterraneo; una nuova specie di spugna è stata raccolta nella zona antistante Chioggia; una popolazione albina della oloturia *Ocnus planci* è stata individuata nella zona di fronte a Cavallino-Treporti (Soresi *et al.*, 2004; Casellato *et al.*, 2005; Casellato *et al.*, 2006).

**Conclusioni** - Poiché le dimensioni dei singoli affioramenti variano come superficie da meno di 1 m<sup>2</sup> a qualche migliaio, e con altezze comprese tra qualche centimetro e quasi sei metri, non è ancora chiaro quante siano le tegnie del golfo di Venezia, mancando ancora il completamento di quella mappatura acustica con Side Scan Sonar che consentirebbe l'individuazione anche di quelle più piccole. Dal punto di vista geomorfologico, le problematiche aperte sono ancora molte, quali l'età dei substrati e delle formazioni di scogliera algale, poiché le datazioni con il C<sup>14</sup> non possono dare risultati attendibili, sia per la mescolanza di tanatocenosi diverse, che per la presenza di CH<sub>4</sub> circolante. Non si sa, inoltre, ancora con certezza quando le rocce di base siano state portate a giorno da quell'erosione che da millenni continua a modellare i fondali (Stefanon, 1984) dell'Alto Adriatico, spiagge escluse). Dal punto di vista biologico, i dati sono ancora insufficienti a descrivere compiutamente questi ambienti che dai nostri primi studi sono risultati caratterizzati, oltre che da una elevatissima *richness*, anche da una grande variabilità compositiva spaziale. Tali dati, ad ogni modo, danno nel loro insieme una conferma dell'unicità di questi affioramenti rocciosi, che possono essere definiti delle vere e proprie oasi di biodiversità nell'Adriatico settentrionale.

### Bibliografia

- CASELLATO S., SICHIROLLO E., CRISTOFOLI A., MASIERO L., SORESI S. (2005) - Biodiversità delle "tegnue" di Chioggia, zona di tutela biologica del Nord Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 69-77.
- CASELLATO S., MASIERO L., SORESI S. (2006) - Un caso di albinismo in *Ocnus planci* (Brandt, 1835) (Echinodermata, Oloturioidea) nelle "tegnue" dell'alto Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- NEWTON R.S., STEFANON A. (1975) - Application of side scan sonar in marine biology. *Marine Biology*, **31**: 287-291.
- NEWTON R.S., STEFANON A. (1982) - Side-scan sonar and subbottom profiling in the Northern Adriatic Sea. *Marine Geology*, **46**: 279-306.
- SORESI S., CRISTOFOLI A., MASIERO L., CASELLATO S. (2004) - Benthic communities of rocky outcrops in the Northern Adriatic Sea: a quantitative survey. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **37**: 551.
- STEFANON A. (1967) - Formazioni rocciose del bacino dell'Alto Adriatico. *Atti dell'Ist. Ven. di Scienze, Lettere ed Arti. Classe di Scienze Matematiche e Naturali*, **125**: 79-85.
- STEFANON A. (1984) - Sedimentologia del mare Adriatico: rapporti tra erosione e sedimentazione olocenica. *Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata*, **2** (4): 281-324.
- STEFANON A., ZUPPI G.M. (2000) - Recent carbonate rock formation in the Northern Adriatic Sea. *Hydrogeologie*, **4**: 3-10.

A.M. DE BIASI, P. SARTOR, A. LIGAS, L. PACCIARDI,  
B. REALE, S. DE RANIERI, M. DEMESTRE\*

Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata, Viale N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.  
a.debiasi@cibm.it

\*Institut de Ciències del Mar, Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49 – 08003 Barcelona, Espana.

## DIRECT AND INDIRECT ESTIMATES OF OTTER-TRAWLING IMPACT IN A HIGHLY FISHED AREA OF THE ADRIATIC SEA

### STIME DIRETTE ED INDIRETTE DELL'IMPATTO DELLE RETI A STRASCICO IN UN'AREA DI PESCA DEL MARE ADRIATICO

**Abstract** - The level of otter-trawling impact was measured using both direct (by interviews to fishermen) and indirect estimates (by side scan sonar), in a commercial fishing ground off Fano in the north Adriatic sea. The results suggested that the use of SSS, less time consuming and labour intensive, is a promising independent approach for evaluating fishing effort.

**Key-words:** bottom trawling, otter boards, fishing effort, side scan sonar, northern Adriatic Sea.

**Introduction** – Fishing activities affect the marine ecosystem causing a great variety of impacts. The trawl tracks left in the sediments are the most evident macroscopic effect and are an unambiguous sign of the door passage (De Biasi, 2004). Direct fishing impact estimates are time consuming and labour intensive. The aim of this study was to evaluate if indirect estimates by side scan sonar, less expensive and time consuming, can provide an efficient tool for estimating the fishing effort.

**Materials and methods** – The study area is a sandy commercial fishing ground located 30 km off Fano in the northern Adriatic Sea, mainly exploited by the otter trawlers. In this area the Italian regulation set a period of fishing closure from the beginning of August to the middle of September. The fishing effort was estimated as total number of fishing hours per month (H). Data were collected monthly, from January 2003 to January 2004, by interviewing the local fishermen about number of hauls, their duration, depth and position. These estimates were converted in a Direct Effort Index:  $D.E.I. = (H \cdot v \cdot w) / A$ , where  $v$  is the mean speed of trawling (5.5 km/h),  $w$  is the mean distance between the two trawl doors (0.060 km) and  $A$  is the surface of the study area (160 km<sup>2</sup>). Indirect estimates of fishing effort were obtained by Side Scan Sonar (SSS). Six surveys were performed from March 2003 to March 2004. Each survey was carried out in a small area 1 km<sup>2</sup> wide (S). The SSS was towed at 10 m above the sea bed along lines parallel to the coast at a speed of 4-4,5 knots. The acquisition range was set at 100 m either side. The emission frequency varied between 315÷325 kHz. The marks in the sonograms were all counted without splitting them up according to their duration in the sea bed. The total length (L) of all trawl tracks was then determined. The Indirect Effort Index (I.E.I.) was calculated as  $(L/2) \cdot (w/S)$ .

Linear regression analysis was used to estimate the relationship between I.E.I. and D.E.I. To test the best fit between I.E.I. and D.E.I. different combinations of D.E.I. values were taken into account (Tab. 1).

Tab. 1 - Combination of D.E.I. values used; M=month.

*Combinazioni di D.E.I. usate; M=mese.*

I.E.I.	D.E.I.				
	SAME M	1 M BEFORE	2 M BEFORE	SAME M + M BEFORE	SUM OF 3 M BEFORE

**Results** – Indirect and direct estimates of the trawl impact are summarised in Tab. 2.

The best correlation between the I.E.I. and D.E.I. was obtained using data coming from the same month (Tab. 3). Summing the value of D.E.I. observed during the same month of I.E.I. and that of the month before, the correlation was slightly lower. Any other combination of D.E.I. provided lower levels of correlation. It is likely that this result reflects a short life time of the trawl tracks on the bottom, as generally observed in sediment mainly composed by sand (Krost *et al.*, 1990).

Tab. 2 - Indirect and direct estimates of the trawl impact; M=month.

*Stime dirette ed indirette dell'impatto dello strascico; M=mese.*

Month	I.E.I.	D.E.I.	D.E.I.*	D.E.I.**	D.E.I.^	D.E.I.^
March 03	1.75	1.71	3.12	4.38	1.41	1.27
July 03	0.76	1.10	2.39	3.73	1.30	1.33
September 03	0.18	0.00	0.20	1.30	0.20	1.06
October 03	0.47	0.82	0.82	1.02	0.55	0.20
November 03	0.79	1.02	1.84	1.84	0.82	0.55
March 04	1.86	-	-	-	-	1.18

\* SAME M + M BEFORE    \*\* SUM OF 3 M BEFORE    ^ 1 M BEFORE    ^^ 2 M BEFORE

The very low number of tracks observed in September, i.e at the end of fishing closure, is consistent with this observation.

Tab. 3 - Correlation between direct and indirect estimates of the fishing effort. For symbols (\*,^) see Tab. 1.

*Correlazione tra stime dirette ed indirette dello sforzo di pesca. Per i simboli (\*,^) vedi Tab. 1.*

	I.E.I./D.E.I.	I.E.I./D.E.I.*	I.E.I./D.E.I.**	I.E.I./D.E.I.^	I.E.I./D.E.I.^
r	0.923	0.913	0.835	0.848	0.472
R <sup>2</sup>	0.852	0.833	0.697	0.719	0.223

**Conclusions** – The present results, although not exhaustive, suggested that the use of SSS is a promising independent approach for evaluating fishing effort. Not only useful is it for identifying the location of trawling activity, but also for evaluating the amount of disturbance to the sea bed and may be used in developing indices of habitat disturbance caused by fishing activities.

## References

- DE BIASI A.M. (2004) - Impact of an experimental trawling on benthic communities along the Tuscany coast (North Tyrrhenian Sea, Italy). *ICES J. Mar. Sci.*, **61**: 1260-1266.
- KROST P., BERNHARD M., WERNER F., HUKRIEDE W. (1990) - Otter trawl tracks in Kiel Bay (Western Baltic) mapped by side-scan sonar. *Meeresforsch*, **32**: 344-353.

The present study was carried out in the framework of the EU project "Response of benthic communities and sediment to different regimens of fishing disturbance in European coastal waters (RESPONSE, Contract No Q5RS 2002-00787)".

A. DI FRANCO, P. BAIATA

Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo, Italia.  
difry@libero.it

## SELEZIONE ED USO DI HABITAT DI SUBACQUEI IN UNA AMP MEDITERRANEA

### *DIVERS HABITAT SELECTION AND USE IN A MEDITERRANEAN MPA*

**Abstract** - Dive tourism is one of the major form of commercial use of MPA throughout the world. Aim of this paper is evaluate habitat selection and use by scuba divers. Within each trail divers do not show an active selection for any habitat and the highest rates of contacts were recorded in highly vulnerable habitats.

**Key-words:** scuba diving, habitat selection, Mediterranean Sea.

**Introduzione** - Fino a poco tempo fa la disciplina dell'ecologia della ricreazione ha riguardato principalmente gli impatti delle attività umane in parchi terrestri ed in aree selvatiche (Rouphael e Inglis, 1997). Le attività ricreative dei turisti molto spesso possono rappresentare una fonte di disturbo per l'ambiente marino con conseguenze per le componenti biotiche più o meno gravi (Milazzo *et al.*, 2002). Il turismo subacqueo è una delle più grandi forme di uso commerciale delle AMP in tutto il mondo (Rouphael e Inglis, 2001). Lo scuba diving può svolgere un ruolo 'erosivo' in ambiente marino (Milazzo *et al.*, 2002; Barker e Roberts, 2004). Scopo del presente lavoro è stato valutare la selezione e l'uso d'habitat da parte di subacquei in una AMP mediterranea.

**Materiali e metodi** - I campionamenti sono stati condotti durante la stagione estiva 2005 nell'AMP Capo Gallo-Isola delle Femmine. La selezione d'habitat ed il tipo di uso da parte dei subacquei sono stati valutati seguendo gruppi organizzati di 2-5 persone (14 immersioni in totale) e quantificando il tempo di permanenza in minuti (selezione dell'habitat) in sette habitat ed il numero di contatti suddivisi in intenzionali e non intenzionali (tipo di uso dell'habitat). Gli habitat considerati sono: le alghe fotofile su substrati orizzontali (AFO), le alghe fotofile su substrati verticali (AFV), le grotte sommerse (GR), le pareti sciafile (PS), la *Posidonia oceanica* (PO), la sabbia (SA) ed i ciottoli (CIO). Lungo ogni percorso è stata stimata la copertura percentuale di ciascun habitat. Per descrivere la selezione di habitat da parte dei subacquei è stato adottato l'indice di Strauss rappresentato dalla formula:

$$S = Tr - Ar$$

Dove S è l'espressione dell'indice di Strauss (compreso tra 1 e -1), Tr è l'espressione del tempo trascorso dai subacquei su ogni habitat e Ar è la disponibilità relativa di habitat in ogni percorso.

**Risultati** - Durante le 14 immersioni, ciascuna della durata media di 30.9 minuti ( $\pm 7$  SD) sono stati seguiti complessivamente 55 subacquei. La maggior parte del tempo di immersione è stato trascorso, rispettivamente, su AFO, PS e SA (complessivamente 89%). Il tasso medio di contatti totali registrato è di 3.2/subacqueo per 7 minuti. Di questi il 22.7% sono volontari.

La maggior parte dei contatti (sia volontari che involontari) è stata registrata su AFO, rispettivamente il 61% e 73% del totale. Questo è determinato dal fatto che in media il 65% del tempo di immersione è trascorso su AFO. Il più alto tasso di contatti totali è registrato per GR con 5.58 contatti/subacqueo per 7 min. Di questi il 19.5%



sono volontari. In GR si registra anche il più alto tasso di contatti non intenzionali.

L'indice di Strauss ha valori positivi per AFO, GR, PS, PO e SA e valori negativi per AFV e CIO, ma per tutti gli habitat il suo valore è prossimo a zero.

Le aree selezionate come siti di immersione presentano un elevato valore medio di copertura per AFO, PS, AFV e GR che rappresentano in media l'84.5% del percorso.

**Conclusioni** - Il tasso di contatti registrato nel presente lavoro è significativamente più elevato di altri riportati in letteratura per il Mediterraneo (Medio *et al.*, 1997; Di Franco *et al.*, 2006). Dall'analisi dei valori dell'indice di Strauss non è evidente una selezione attiva da parte dei subacquei all'interno di ogni singolo percorso per alcun habitat. I subacquei selezionano gli habitat nella stessa proporzione nella quale sono disponibili all'interno dei percorsi. Allo stesso tempo è evidente una selezione a monte, per la scelta delle aree destinate a siti di immersione, orientata verso la scelta di habitat altamente eterogenei e ricchi di specie come AFO, PS, AFV e GR e sorprendentemente SA. I più elevati tassi di contatti totali si registrano in habitat di elevato pregio naturalistico e caratterizzati da popolamenti con elevata vulnerabilità all'impatto del turismo subacqueo, quali GR e PS. L'elevata percentuale di contatti di natura non intenzionale, evidenzia l'importanza di una necessaria informazione sul corretto assetto durante l'immersione, al fine di ridurre l'impatto derivante dall'attività subacquea.

#### Bibliografia

- BARKER N.H.L., ROBERTS C. (2004) - Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biol. Cons.*, **120**: 481-489.
- DI FRANCO A., FRANZITTA G., GRAZIANO M., MILAZZO M., CHEMELLO R. (2006) - Valutazione del comportamento dei subacquei in immersione nell'AMP 'Isola di Ustica'. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- MEDIO D., ORMOND R.F.G., PEARSON M. (1997) - Effect of briefing on rates of damage to corals by scuba divers. *Biol. Cons.*, **79**: 91-95.
- MILAZZO M., CHEMELLO R., BADALAMENTI F., CAMARDA R., RIGGIO S. (2002) - The impact of human recreational activities in marine protected areas: what lessons should be learnt in the Mediterranean Sea? *Mar. Ecol.* **23** (1): 280-290.
- ROUPHAEL A.B., INGLIS G.J. (1997) - Impacts of recreational scuba diving at sites with different reef topographies. *Biol. Cons.*, **82**: 329-336.
- ROUPHAEL A.B., INGLIS G.J. (2001) - "Take only photographs and leave only footprints"?: An experimental study of the impacts of underwater photographers on coral reef dive sites. *Biol. Cons.*, **100**: 281-287.
- TALGE H. (1990) - Impact of recreational divers on coral reefs in the Florida Keys. In: Jaap W.C. (ed), *Diving for science*. Proc. Amer. Acad. Underwater Sci., 12<sup>th</sup> Ann. Sci. Diving symposium, Costa Mesa, California, USA: 365-372.

G. FABI, F. GRATI, M. DE MAURO, P. POLIDORI

CNR – Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Sede di Ancona,  
Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.  
g.fabi@ismar.cnr.it

DISTRIBUZIONE SPAZIALE E DENSITÀ  
DI *NASSARIUS MUTABILIS* (L.) E *NASSARIUS RETICULATUS* (L.)  
NEL COMPARTIMENTO MARITTIMO DI ANCONA

*SPATIAL DISTRIBUTION AND DENSITY  
OF NASSARIUS MUTABILIS (L.) AND NASSARIUS RETICULATUS (L.)  
IN THE MARITIME DEPARTMENT OF ANCONA*

**Abstract** – *Nassarius mutabilis* (Gastropoda, Prosobranchia) is the target species of the basket trap fishery in the Adriatic Sea and *Nassarius reticulatus* is the main discarded species. In 2004 a Charcot dredge survey was carried out in the Department of Ancona to assess the spatial distribution and density of the two species to obtain new valuable information for the exploitation of *N. mutabilis*.

**Key-words:** *Nassarius mutabilis*, *Nassarius reticulatus*, spatial distribution, Adriatic Sea.

**Introduzione** - *Nassarius mutabilis* rappresenta un'importante risorsa per la piccola pesca dell'Alto e Medio Adriatico (Fabi e Giannini, 1983; Piccinetti e Piccinetti Manfrin, 1998). L'attività di cattura si svolge da inizio autunno a fine primavera e viene effettuata con apposite trappole. Nonostante *N. mutabilis* sia l'unica specie bersaglio, le catture includono quantitativi sempre maggiori di *Nassarius reticulatus*, gasteropode che viene scartato poiché senza valore commerciale. Negli ultimi anni l'incremento dello sforzo di pesca e la sistematica re-immissione in mare di *N. reticulatus* sembra aver provocato un impoverimento dello stock di *N. mutabilis* e un aumento della specie antagonista (Fabi e Grati, 2004). L'obiettivo del presente studio era quello di valutare la distribuzione e l'entità degli stock delle due specie nel Compartimento di Ancona.

**Materiali e metodi** – Il survey è stato condotto nell'estate 2004. L'area di studio comprendeva la fascia di mare tra le foci dei fiumi Cesano a Nord e Chienti a Sud (circa 74 km di costa). In questa zona sono stati posizionati 14 transetti perpendicolari alla costa e distanti 5,6 km l'uno dall'altro. Lungo ciascun transetto sono state campionate tramite draga Charcot provvista di sacco di tela 5 stazioni, poste alle batimetriche di 3, 6, 9, 12 e 15 m. Su ciascuna stazione sono state effettuate tre repliche. La lunghezza delle dragate è stata calcolata tramite GPS differenziale con precisione submetrica associato ad un Multibeam Echosounder. Il materiale raccolto veniva lavato su un setaccio con maglia di 1 mm di lato e conservato in formaldeide diluita al 5%. In laboratorio sugli esemplari appartenenti alle due specie sono stati rilevati l'altezza della conchiglia (H) e il peso individuale. La densità di ciascuna specie è stata calcolata come numero di individui e peso (g) per metro quadrato.

**Risultati** – L'analisi dei campioni ha evidenziato che all'interno del Compartimento Marittimo di Ancona entrambe le specie si distribuiscono da 3 a 15 m di profondità, per tutta la latitudine dell'area di studio (Fig. 1). La densità e biomassa medie sono state di  $0,6 \pm 0,1$  ind.  $m^{-2}$  e  $0,6 \pm 0,1$  g  $m^{-2}$  per *N. mutabilis*, mentre per *N. reticulatus* si sono registrati valori corrispondenti a 5,5 volte in numero di individui ( $3,4 \pm 1,0$  ind.  $m^{-2}$ ) e 3 volte in peso ( $1,6 \pm 0,4$  g  $m^{-2}$ ) rispetto a quelli della specie bersaglio. Per entrambe le specie è stata inoltre evidenziata una forte correlazione tra densità e profondità: *N. mutabilis* è apparso maggiormente concentrato sulla batimetrica di 9 m, mentre *N.*

*reticulatus* sembrava prediligere la profondità di 6 m. La densità maggiore della specie commerciale è stata riscontrata nelle acque antistanti Senigallia, alla profondità di 9 m ( $5,4 \pm 2,2$  ind  $m^{-2}$ ), mentre il massimo per *N. reticulatus* è stato rilevato nello stesso transetto ma alla profondità di 6 m ( $50,6 \pm 8,3$  ind  $m^{-2}$ ).

Le due specie hanno mostrato una struttura demografica bimodale: gli individui di *N. mutabilis* ricadevano nel range 1-29 mm H con la prima moda a 2 mm H e la seconda a 16 mm H, mentre gli esemplari di *N. reticulatus* risultavano compresi tra 1 e 37 mm H con una classe modale a 6 mm H e l'altra a 24 mm H.

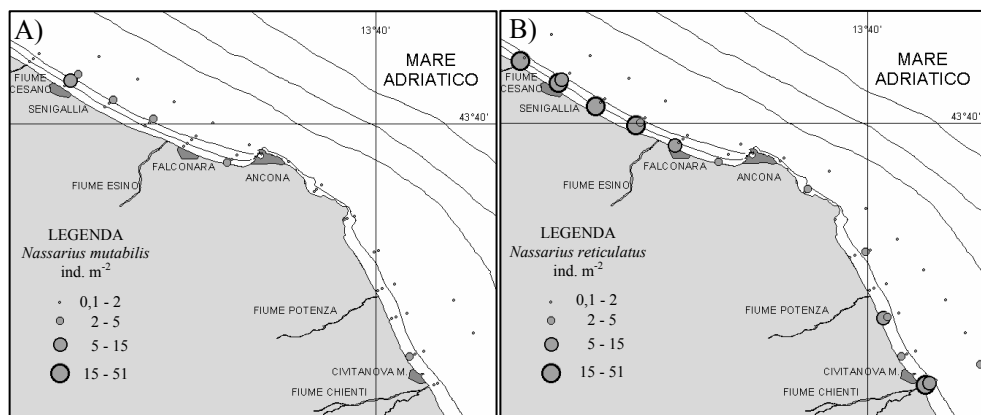


Fig. 1 - Distribuzione spaziale e densità di *N. mutabilis* (A) e *N. reticulatus* (B).

*Spatial distribution and density of N. mutabilis (A) and N. reticulatus (B).*

**Conclusioni** – Nonostante *N. mutabilis* costituisca una delle risorse più importanti per la piccola pesca dell'Alto e Medio Adriatico, la letteratura scientifica concernente la sua biologia (Solustri *et al.*, 2002), la distribuzione spaziale (Piccinetti e Piccinetti Manfrin, 1998) e l'entità degli stock è scarsa e lacunosa. Lo studio condotto ha fornito nuove informazioni sulla distribuzione geografica, densità e struttura demografica delle popolazioni di *N. mutabilis* e *N. reticulatus* presenti in un'area dell'Adriatico. L'adozione sistematica di survey analoghi prima dell'apertura annuale della stagione di pesca consentirebbe di ottenere utili informazioni per una gestione razionale dell'attività di cattura al fine di salvaguardare la risorsa *N. mutabilis* ed assicurarne lo sfruttamento nel tempo.

#### Bibliografia

- FABI G., GIANNINI S. (1983) – Considerazioni sulla pesca della Lumachina di mare *Sphaeronassa mutabilis* (L.) in Adriatico. *Il Gazzettino della Pesca*, **30** (9): 8-10.
- FABI G., GRATI F. (2004) – Studio sulla selettività delle trappole utilizzate per la pesca della lumachina di mare (*Nassarius mutabilis*). *Rapporto Finale Progetto SFOP 2000-06*, **6**: 30 pp.
- PICCINETTI C., PICCINETTI MANFRIN G. (1998) – Considerazioni per la gestione della pesca del lumachino, *Nassarius mutabilis* (Linnaeus, 1758). *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 355-361.
- SOLUSTRI C., FABI G., MAGI M., PANFILI M., SPAGNOLO A. (2002) – Biometrics of *Nassarius mutabilis* (Gastropoda, Nassariidae) in the Central Adriatic Sea. *Boll. Malac.*, **4** (Suppl.): 79-82.

C. FACCA, S. CEOLDO, N. PELLEGRINO, M. TIBALDO, A. SFRISO

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Venezia,  
Calle Larga Santa Marta, 2031 – 30123 Venezia, Italia.  
chiara.facca@tin.it

## CONFRONTO DEL LIVELLO DI TROFIA IN ALCUNI AMBIENTI DI TRANSIZIONE ITALIANI

### *COMPARISON OF TROPHIC LEVELS IN SOME ITALIAN COASTAL AREAS*

**Abstract** – Nutrient concentrations in water column and in the surface sediments of some Mediterranean lagoons are presented. Except for Sacca di Goro, all the studied lagoons displayed a marked heterogeneity. However, the nutrient concentrations recorded in all the shallow basins were below the law limits. Significant differences were observed among nutrient concentrations in the surface sediments.

**Key-words:** nutrients, water column, sediments, lagoons.

**Introduzione** – La Direttiva Europea 2000/60 ha posto particolare attenzione alla classificazione delle acque, stabilendo una gestione e una valutazione separate per le aree di transizione che sono tra gli ambienti più complessi e più sfruttati. Per approfondire le conoscenze dello stato trofico di queste zone e per comprendere quali possono essere le possibilità d'intervento al fine di salvaguardarne la funzionalità e la qualità, sono state avviate indagini in quattro delle aree economicamente più importanti in Italia: Sacca di Goro (FE), Stagno di Lesina (FG), Lagune di Orbetello (GR) e di Venezia. In ciascun bacino sono stati raccolti campioni d'acqua e di sedimento per l'analisi dei nutrienti in quattro siti con caratteristiche trofiche diverse (Lenzi *et al.*, 2003; Mannini *et al.*, 2003; Sfriso *et al.*, 2004).

**Materiali e metodi** – I campioni sono stati raccolti nel periodo estivo (in luglio 2004 a Goro e Lesina e in agosto 2005 a Orbetello e Venezia). Le concentrazioni dei principali nutrienti (fosforo reattivo: RP; silicato reattivo: Si; nitriti, nitrati e ammoniaca: DIN) e della clorofilla *a* (Chl *a*) in acqua (prelevata mediante una bottiglia in plexiglas h: 150 cm, d: 5 cm) sono state determinate secondo le metodologie spettrofotometriche proposte, rispettivamente, da Strickland e Parsons (1972) e da Lorenzen (1967). Le concentrazioni d'azoto totale (TN) e di carbonio totale (TC) ed inorganico (IC) nei sedimenti superficiali (ca. 5 cm) sono state misurate mediante CHN Autoanalyzer, mentre il fosforo totale (TP) ed inorganico (IP) sono stati determinati, dopo digestione acida a freddo, secondo il metodo di Strickland e Parsons (1972).

**Risultati** – La variabilità spaziale del DIN è risultata molto marcata nella laguna di Lesina (DIN: tra 7.7 e 56.7  $\mu\text{M}$ ), mentre è parsa piuttosto omogenea negli altri bacini. I valori non hanno superato 11  $\mu\text{M}$  nelle lagune d'Orbetello e Venezia, mentre sono stati mediamente maggiori nella Sacca di Goro (DIN:  $20.7 \pm 2.65 \mu\text{M}$ ). L'RP ha superato significativamente il limite di legge (RP: 0.8  $\mu\text{M}$ ) in due delle quattro stazioni nella laguna d'Orbetello ed in una di quelle di Venezia. Il Si ha presentato una marcata eterogeneità nelle lagune di Lesina e d'Orbetello (tra ca. 7 e 70  $\mu\text{M}$ ), mentre i valori sono oscillati in un range più ristretto nelle lagune di Venezia (da 6.6 a 20.2  $\mu\text{M}$ ) e, soprattutto, di Goro (da 21.5 a 35.0  $\mu\text{M}$ ).

Il picco di Chl *a* è stato registrato a Venezia (13.7  $\mu\text{g dm}^{-3}$ ), mentre il valore più basso è stato osservato a Lesina (0.2  $\mu\text{g dm}^{-3}$ ). In tutti i bacini, in almeno una stazione, sono stati rilevati valori inferiori ad 1  $\mu\text{g dm}^{-3}$ . I valori massimi nelle lagune di Lesina, Goro e Orbetello sono stati, rispettivamente, 5.4, 4.5 e 8.4  $\mu\text{g dm}^{-3}$ .

In ciascun bacino è stata campionata una stazione a carattere prevalentemente sabbioso (frazione <63  $\mu\text{m}$  inferiore al 30%), mentre le altre hanno presentato sedimenti ricchi di materiale fine (frazione pelitica superiore al 70%). Le concentrazioni maggiori di TN nel sedimento superficiale sono state osservate nella laguna di Orbetello (tra 1.6 e 3.12  $\text{mg dwt cm}^{-3}$ ), tanto che i massimi registrati negli altri bacini sono stati inferiori al minimo trovato nell'area tirrenica. Similmente nelle lagune di Goro e Venezia sono stati misurati valori minimi di TP (rispettivamente 393 e 343  $\mu\text{g dwt cm}^{-3}$ ) maggiori dei massimi di Lesina e di Orbetello (rispettivamente 236 e 311  $\mu\text{g dwt cm}^{-3}$ ). La frazione organica del fosforo è stata, però, inferiore nelle aree nord-adriatiche (max 30%) rispetto agli altri due bacini (fino al 50-60%). L'intervallo di variazione di TC, sebbene con forti differenze, è stato molto simile in tutte le lagune (tra 17 e 40  $\mu\text{g dwt cm}^{-3}$ ) ad eccezione di quella di Venezia (tra 36 e 79  $\mu\text{g dwt cm}^{-3}$ ). Nella Sacca di Goro, dove la variabilità spaziale di TC è stata più contenuta che nelle altre aree, la frazione organica (OC) ha presentato una marcata eterogeneità passando da zone in cui era praticamente assente ad altre dove ha costituito fino al 66% del totale. In media, la percentuale maggiore di OC è stata osservata a Orbetello (60-80%), mentre quella minore a Venezia (ca. 27%).

**Conclusioni** – Sulla base dei dati presentati, le lagune di Lesina, Orbetello e Venezia si distinguono dalla Sacca di Goro per una maggior eterogeneità spaziale. L'unica stazione che supera i limiti di legge per la concentrazione del DIN è quella della laguna di Lesina posta in prossimità della foce del fiume Lauro, per il resto i valori maggiori sono stati osservati nella Sacca di Goro. Un particolare arricchimento RP è stato osservato nella laguna d'Orbetello, che presenta alte concentrazioni di TN nei sedimenti, condizioni indicative di una crisi anossica, comunque, localizzata in un'area limitata. Indicativamente il livello trofico inferiore è stato osservato nella laguna di Lesina. La laguna d'Orbetello, nel complesso, ha presentato concentrazioni di nutrienti accettabili, con percentuali elevate di sostanza organica nel sedimento. La laguna di Venezia si pone in una posizione intermedia soprattutto a causa dell'elevata eterogeneità spaziale, per cui ci sono aree con livelli trofici molto diversi. La Sacca di Goro, sebbene abbia basse concentrazioni di RP, appare qualitativamente peggiore per effetto di valori del DIN e TP maggiori e di una minor variabilità spaziale.

#### Bibliografia

- LENZI M., PALMIERI R., PORRELLO S. (2003) - Restoration of the eutrophic Orbetello lagoon (Tyrrhenian Sea, Italy): water quality management. *Mar. Pollut. Bull.*, **46**: 1540-1548.
- LORENZEN C.J. (1967) - Determination of chlorophyll in sea water. *UNESCO Technical Papers of Marine Science*: 35-120.
- MANNINI E., FIORDELMONDO C., GAMBI C., PUSCEDDU A., DANOVARO R. (2003) - Benthic microbial loop functioning in coastal lagoons: a comparative approach. *Oceanol. Acta*, **26**: 27-38.
- SFRISO C., CEOLDO S., FACCA C., PELLEGRINO N. (2004) – Nutrient concentrations in the waters of the Venice lagoon (Summer 2003). *CoastWetChange*, UNESCO-ROSTE, Venice 26-28 April 2004: 130-131.
- STRICKLAND J.D., PARSONS T.R. (1972) - A practical handbook of seawater analyses. *Fish. Res. Board Canada Bull. Ottawa*, **167**.

F. GIOMI, L. PERILLI, M. BELTRAMINI

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via U. Bassi, 58/B - 35100 Padova, Italia.  
folco@bio.unipd.it

## IMPATTO ANTROPICO SUGLI ECOSISTEMI LAGUNARI: EFFETTI SULLA PLASTICITÀ ADATTATIVA DI *CARCINUS AESTUARI*

### *ANTHROPIC IMPACT ON THE LAGOON ENVIRONMENT: EFFECTS ON THE ADAPTATIVE PLASTICITY OF *CARCINUS AESTUARI**

**Abstract** - *The Venetian lagoon is an instable environment strongly perturbed by human activities, including the future "Mose system". We select the crustacean decapod *C. aestuarii* as ecological indicator of the cumulative impact on the biological communities. Through the analysis of hemocyanin polymorphism it is possible to get a picture of the environmental variations at short-term scale.*

**Key-words:** *Venetian lagoon, *Carcinus aestuarii*, hemocyanin, human impact, phenotypic variations.*

**Introduzione** - Per tentare di difendere le aree urbane dalle alte maree, nella laguna di Venezia è stato elaborato un sistema combinato di tipologie di opere, denominato "sistema MOSE". Questi futuri interventi antropici sulla fascia costiera dell'Alto Adriatico, però, congiuntamente a quelli già in atto, potrebbero avere effetti negativi sull'ecosistema lagunare, provocando ampie fluttuazioni dei parametri ambientali.

Si pone, perciò, l'importanza di studiare e sviluppare una serie di efficienti indicatori ecologici, che possano fornire informazioni sugli effetti dei cambiamenti ambientali sulle comunità costiere. A questo proposito è stato scelto il crostaceo decapode *Carcinus aestuarii*, un organismo ampiamente diffuso nella fascia intertidale e che mostra un elevato grado di tolleranza alle perturbazioni ambientali. Questa capacità di adattamento è data da una plasticità adattativa genetica che si rispecchia in un'ampia eterogeneità fenotipica a livello di un pigmento respiratorio, l'emocianina (Mangum, 1994).

**Materiali e metodi** - La raccolta dei campioni è stata eseguita selezionando un sito fortemente perturbato da scarichi industriali e da inquinamento termico, Fusina (40 individui), e due siti meno esposti all'impatto antropico intorno all'isola di Ca'Roman (30 per il sito lagunare, 30 per il sito marino). Con l'obiettivo di risolvere e confrontare le componenti delle subunità strutturali dell'emocianina, è stata eseguita elettroforesi nativa in condizioni non denaturanti e sono stati sviluppati anticorpi policlonali per la proteina stessa utilizzati, poi, per l'analisi Western Blot. È stata, in seguito, eseguita l'analisi dei profili elettroforetici ottenuti per dissociazione delle subunità; sulla base dei dati densitometrici, sono stati eseguiti dei test statistici per valutare la dipendenza del livello di espressione delle subunità di emocianina da diversi fattori, quali sesso, età (taglia) e sito di campionamento.

**Risultati** - Lo scopo è stato quello di analizzare il range di espressione e la variabilità dei patterns di subunità, in popolazioni della medesima specie correlabili a contesti ecologici diversi. Questi confronti permettono di approfondire le conoscenze sulla plasticità adattativa dell'emocianina in funzione delle caratteristiche fisiologiche ed ecologiche della specie. L'emocianina è costituita da subunità monomeriche che si aggregano in modo eterogeneo, e proprio questa proprietà costituisce un importante meccanismo di adattamento fisiologico alle variazioni ambientali. L'eterogeneità si

manifesta sia attraverso la presenza di subunità monomeriche diverse, con conseguente polimorfismo fenotipico, sia attraverso un differente livello di espressione di ogni subunità. Lo sviluppo di anticorpi si è dimostrato essere un ottimo strumento per eseguire un riconoscimento specifico delle diverse frazioni proteiche, e consente, inoltre, uno screening rapido ed efficace.

Lo sviluppo dell'immunoblot, attraverso la conseguente reazione anticorpale attestata che l'emocianina è costituita da subunità che possono essere distinte in base ai profili elettroforetici e dimostra come in questa specie possano essere presenti 4 fenotipi diversi: uno a 6 subunità, uno a 5 subunità e due diversi a 4 subunità.

In base ai test statistici si è riscontrato esserci una relazione tra livello di espressione della prima subunità dell'emocianina e sesso degli individui esaminati ( $p=0.038$ ); ciò a conferma di quanto già affermato da precedenti ricerche compiute su *Palinurus elephas* (Bellelli *et al.*, 1988), ovvero l'influenza del sesso nella determinazione del polimorfismo fenotipico dell'emocianina. Non è emersa, invece, alcuna correlazione significativa tra livello di espressione dell'emocianina e taglia ( $p>0.5$ ), quest'ultima intesa come dimensione del carapace. Infine, il diverso grado di espressione della quinta subunità è risultato dipendente dalle condizioni ambientali mostrando differenze significative tra i siti ( $p=0.02$ ); in particolare gli esemplari campionati a Ca'Roman lato mare presentano livelli di espressione significativamente minori rispetto a quelli di Fusina ( $p=0.017$ ) e di Ca'Roman lato laguna ( $p=0.004$ ). Contrariamente a quanto atteso, i campioni relativi ad entrambi i siti lagunari hanno presentato una marcata diversità di espressione della subunità rispetto al sito di mare. Quando uno stesso individuo, quindi, è sottoposto a specifici stimoli ambientali, i fenotipi strutturali e funzionali cambiano conseguentemente.

L'emocianina presenta una notevole plasticità di espressione ed è perciò in grado di variare considerevolmente l'affinità per l'ossigeno dell'emolinfa in breve periodo.

**Conclusioni** - In base ai risultati ottenuti, l'elemento determinante nell'influenzare il diverso grado di espressione della quinta subunità dell'emocianina sembra essere rappresentato dal sito di campionamento, e di conseguenza, dalle relative condizioni ambientali. Risulta, inoltre, possibile, discriminare campioni di organismi provenienti dall'ambiente marino da quelli adattati all'ecosistema lagunare, in cui le condizioni ambientali risentono fortemente dell'impatto antropico e dell'estrema fluttuazione dei parametri ecologici che lo contraddistinguono. Questo dato conferma l'ipotesi iniziale in base alla quale si attribuiva uno specifico ruolo ai fattori ecologici nel modificare la composizione dell'emocianina di *C. aestuarii*. Questa specie, perciò, risulta essere un ottimo strumento per lo sviluppo di tecniche di biomonitoraggio della qualità ambientale e dell'impatto antropico sugli ecosistemi.

#### Bibliografia

- BELLELLI A., GIARDINA B., CORDA M., PELLEGRIN M.G., CAU A., CONDO S.G., BRUNORI M. (1988) - Sexual and seasonal variability of lobster hemocyanin. *Comp. Biochem. Physiol.*, **91A**: 445-449.
- MANGUM C.P. (1994) - Subunit composition of hemocyanins from *Callinectes sapidus*: phenotypes from naturally hypoxic waters, and isolated oligomers. *Comp. Biochem. Physiol.*, **108B**: 537-541.

S. MAROZZO, S. ANCORA\*, N. DI FAZIO\*, M.P. BERNASCONI

Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria - 87036 Rende (CS), Italia.  
s.marozzo@unical.it

\*Dip. Sc. Amb., Università di Siena, Italia.

## FAUNA A MOLLUSCHI E BIODIVERSITÀ LUNGO LA PIATTAFORMA CONTINENTALE IONICA DELLA CALABRIA SETTENTRIONALE

### *MOLLUSCAN FAUNA DISTRIBUTION AND BIODIVERSITY VARIATIONS ALONG IONIAN CONTINENTAL SHELF (CALABRIA, SOUTHERN ITALY)*

**Abstract** - *Thanatocoenosis distribution, biodiversity variations, focused on molluscan fauna, and sediment heavy metal levels were investigated along Ionian coast of northern Calabria. Data from a previous study on Tyrrhenian coast were used for comparison purposes. Thanatocoenosis distribution and biodiversity variations seem to be dominated by morphological setting of studied areas.*

**Key-words:** *benthos, biocoenosis, species diversity, Ionian Sea, Tyrrhenian Sea.*

**Introduzione** - Lo studio dei fondi molli, sistemi di estremo interesse per la varietà di popolamenti che li colonizzano, è parte integrante della valutazione dell'ambiente marino spesso sottoposto a forte pressione antropica. Nel presente studio vengono presentati i dati preliminari sulla distribuzione delle tanatocenosi a molluschi e sulla presenza di metalli pesanti nell'area nord della costa ionica calabrese, ad oggi poco indagata. Gli obiettivi principali sono stati la verifica della distribuzione delle tanatocenosi a molluschi e delle variazioni di biodiversità e l'integrazione dei pochi dati esistenti in letteratura (Bernasconi *et al.*, 2002; Colella e Di Geronimo, 1987). I risultati sono stati confrontati con quelli esistenti per il versante tirrenico (Giacobbe e Mondello, 1994; Marozzo, 2005).

**Materiali e metodi** - In 10 transetti posti subperpendicolarmente alla linea di costa, su un tratto esteso per circa 100 km compreso tra le foci dei fiumi Crati e Neto, sono stati prelevati, nell'autunno del 2004, a profondità compresa fra 10 e 80 m, 21 campioni volumetrici utilizzando una benna standard Van Veen. La metodologia di indagine si basa sul metodo Biocenotico (Pérès e Picard, 1964). Hg, Cd e Pb sono stati determinati nel sedimento secco sulla frazione <125 µm mediante spettrometria ad assorbimento atomico previa digestione acida. I dati sono stati trattati statisticamente, utilizzando il software PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research).

**Risultati** - L'elaborazione statistica (Cluster analysis e indici di diversità specifica) dei dati ottenuti ha evidenziato un trend generale secondo il quale le associazioni sono raggruppate per fasce batimetriche. Lungo il versante ionico le tanatocenosi identificate fra 10 e 25 m di profondità sono riconducibili alla Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Classate (SFBC); fanno eccezione tre campioni, prelevati fra 20 e 25 m, le cui associazioni sono dominate da elementi tipici della Biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC). Analoga situazione, riconducibile alla biocenosi VTC, è riscontrata nei campioni prelevati fra 50 e 80 m di profondità. Tutte le associazioni identificate sono caratterizzate dalla presenza costante di elementi indicatori di torbidità all'interfaccia acqua sedimento. I dati esposti sono stati integrati con quelli relativi alla distribuzione delle tanatocenosi in prossimità della foce del fiume Neto (Bernasconi *et al.*, 2002).



In quest'area le associazioni, caratterizzate da bassa abbondanza e ricchezza specifica, indicano una forte fase di torbidità ambientale e sono caratterizzate dalla presenza di elementi della biocenosi SFBC anche a profondità elevata. In riferimento agli indici di diversità è stata rilevata la tendenza, non lineare, alla diminuzione di tali valori con l'aumento della profondità. Relativamente all'area ionica, i livelli dei metalli nei sedimenti ( $\mu\text{g/g}$  p.s.) sono risultati nel *range* 0,028-0,105 per il Hg, 0,010-0,176 per il Cd e 3,27-24,53 per il Pb. Utilizzando il Test *R* di Spearman, Hg e Pb risultano correlati ( $p>0.05$ ) indicando una possibile origine comune. Questi elementi, diversamente dal Cd, sono inversamente correlati (*R* di Spearman  $p>0.05$ ) al numero di specie e all'abbondanza totale. Ciò potrebbe essere legato a fenomeni naturali (correnti, tassi di sedimentazione, variazione della profondità) ma non possono essere, comunque esclusi probabili "input" antropici.

Relativamente al versante tirrenico, i dati già esistenti indicano quanto segue. Fra 10 e 25 m di profondità le comunità studiate sono rappresentative di una facies impoverita della biocenosi SFBC; fanno eccezione 3 campioni prelevati a 20 m di profondità, nei quali le tanatocenosi identificate fanno riferimento alle biocenosi della Prateria di *Posidonia* (HP) e delle Alghe Fotofile (AP). A 50 m di profondità le associazioni studiate sono indicative della biocenosi VTC, anche in questo caso caratterizzata da elementi indicatori di torbidità ambientale. A 100 m di profondità le associazioni sono riconducibili alla Biocenosi del Detritico Costiero (DC). Per quanto riguarda i valori degli indici di diversità, questi aumentano con la profondità.

**Conclusioni** - Per quanto riguarda le variazioni della diversità, la situazione evidenziata sullo Ionio può essere giustificata dalla variazione del tasso di antropizzazione, mentre non sembra esserci una chiara relazione con il livello dei metalli pesanti nei sedimenti. Sul Tirreno la situazione riscontrata può invece essere relazionata all'attività stagionale delle fiumare che agiscono nell'area. Relativamente alla distribuzione delle tanatocenosi, che risulta, in linea generale, simile sui due versanti, è da mettere in evidenza sullo Ionio una risalita fino a 20 m della biocenosi VTC, dovuta al forte apporto terrigeno di materiale fine. Una menzione a parte meritano i campioni prelevati alla foce del Neto che evidenziano torbidità ambientale a tutte le profondità indagate in relazione al particolare ambiente sedimentario.

#### Bibliografia

- BERNASCONI M.P., LE PERA E., CRITELLI S., RANDAZZO G., AMORE C. (2002) - Caratteri sedimentologici ed ecologici del delta del Fiume Neto, Calabria orientale. *Studi Geologici Camerti*, **1**: 7-18.
- COLELLA A., DI GERONIMO I. (1987) - Surface sediments and macrofaunas of the Crati submarine fan (Ionian sea, Italy). *Sedimentary Geology*, **51**: 257-277.
- GIACOBBE S., MONDELLO G.P. (1994) - *Turritella* thanatofacies in the terrigenous mud biocenosis (VTC) in Southern Tyrrhenian Sea. In: R. Matteucci, M.G. Carboni, J.S. Pignatti (eds), *Studies on Ecology and Paleoecology of Benthic Communities*. Boll. Soc. Paleont. Ital., Mucchi Ed., Modena, **2** (N.S.): 141-151.
- MAROZZO S. (2005) - Analisi paleoecologica dei depositi marini pleistocenici ed olocenici presenti sulla piattaforma continentale del margine tirrenico calabrese. *Tesi di dottorato. A.A. 2004-2005. Università della Calabria*.
- PÉRÈS J.M., PICARD J. (1964) - Nouveau manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recueil des travaux de la Station Marine d'Endoume*, **31**: 1-137.

G. PERRA, C. GUERRANTI, D. BARONI, T. BENINCASA, S. GRECO\*

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena,  
Via Mattioli, 4 – 53100 Siena, Italia.  
perra@unisi.it

\*Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare (ICRAM), Roma, Italia.

## DISTRIBUZIONE DI CONTAMINANTI NEI SEDIMENTI MARINI SUPERFICIALI DELL'AREA DI CAPO VATICANO (CALABRIA, ITALIA)

### *DISTRIBUTION OF CONTAMINANTS IN MARINE SURFACE SEDIMENTS OF VATICANO CAPE AREA (CALABRIAN COASTS, ITALY)*

**Abstract** – *Vaticano Cape has been designated an area of interest for a marine park. The aim of the present study is to assess background levels and distribution of organic and inorganic contaminants in the surface sediments in order to establish the contamination status of these ecologically important area. Levels of contaminants from the sediments are indicative of a relatively unpolluted environment.*

**Key-words:** *marine environmental qualità, sediments, organic contaminants, trace elements, marine park.*

**Introduzione** - La presente indagine si propone di contribuire allo studio della qualità ambientale di un ecosistema di particolare interesse naturalistico e protezionistico, quale l'area costiera individuata tra Capo Vaticano e Pizzo Calabro (Vibo Valentia) e proposta per il parco marino regionale "Costabella". Lo studio ha l'obiettivo di fornire un quadro sullo stato di inquinamento da contaminanti organici ed inorganici di tale area, mediante analisi sui sedimenti marini superficiali. I sedimenti costituiscono una componente importante degli ecosistemi, nei quali sostanze tossiche possono accumularsi per complessi meccanismi di adsorbimento chimico-fisico dipendenti dalla natura intrinseca del sedimento stesso e dalle proprietà chimico-fisiche delle sostanze adsorbite (Ankley *et al.*, 1992; Maher *et al.*, 1992; Leivuori, 1998).

**Materiali e metodi** - Le analisi sono state effettuate sullo strato superficiale dei sedimenti, maggiormente interessato dagli scambi tra matrice solida e liquida. I campioni sono stati raccolti in dieci punti all'interno del perimetro della zona proposta per il parco marino (sei localizzati nella zona proposta per l'istituzione della riserva integrale e quattro nella zona proposta come riserva generale). Le analisi degli elementi in tracce sono state eseguite in ICP-OES per Cr tot., Cu, Ni, Pb, V, Zn ed in GF-AAS per il Cd; il Hg è stato determinato in CV-AAS, mentre dosaggio dell'As è stato ottenuto in FI-HG-ICP-OES. I composti organoalogenati sono stati analizzati e quantificati mediante gascromatografia (GC-ECD e GC-MS) mentre 16 idrocarburi policiclici aromatici, attraverso cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC).

**Risultati** - I campioni raccolti nel corso della presente indagine hanno presentato concentrazioni molto contenute dei contaminanti considerati e, in molti casi, inferiori al limite di rilevabilità strumentale. I risultati delle analisi all'HPLC hanno mostrato, nella maggior parte dei campioni, valori della  $\Sigma 16\text{IPA}$  inferiori al limite di rilevabilità strumentale o compresi nel range 0,43-0,88 ng/g peso secco (p.s.). L'analisi gascromatografica (GC-ECD e GC-MS) ha evidenziato per la  $\Sigma\text{PCB}$  concentrazioni comprese tra 0,95 e 0,07 ng/g p.s., mentre per la  $\Sigma\text{PBDE}$  ha mostrato valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale, in tutti i campioni analizzati. La sommatoria degli isomeri e dei metaboliti del DDT è risultata compresa tra 0,08 e 0,01 ng/g p.s.; le concentra-

zioni dell'esaclorobenzene (HCB) sono risultate comprese tra 0,02 e 0,001 ng/g p.s. Tutti gli elementi in tracce considerati presentano concentrazioni compatibili con una condizione di naturalità e assenza di anomalie geochimiche. I valori si attestano altresì al di sotto delle concentrazioni standard riportate nella vigente normativa italiana in materia di qualità dei sedimenti di acque marino-costiere. Questa indagine ha evidenziato che le concentrazioni rilevate per i contaminanti organici si attestano, in tutte le zone proposte per la zonizzazione del parco marino, su valori tipici di ambienti marini mediterranei non contaminati e per i diversi elementi in tracce si collocano ai più bassi livelli riscontrabili in tale matrice. I risultati forniscono un quadro complessivamente positivo e non evidenziano particolari fenomeni d'inquinamento che possano pregiudicare il pregio dal punto di vista ambientale e naturalistico o la fruibilità dal punto di vista turistico dell'area.

**Conclusioni** - Nell'indagine svolta sono state esaminate alcune componenti legate alla contaminazione ambientale da contaminanti organici ed inorganici del tratto di costa antistante Capo Vaticano, con l'obiettivo, non esaustivo, di individuare possibili criticità e contribuire a definire eventuali interventi da prevedere per il futuro immediato dell'area proposta per la zonizzazione del parco marino regionale "Costabella". Da un confronto con i pochi dati presenti in letteratura, le concentrazioni dei contaminanti organici ed inorganici misurate in questa indagine sono risultate più basse rispetto a quelle riportate in studi effettuati per monitorare la presenza di IPA, composti organoalogenati ed elementi in tracce in sedimenti marini superficiali di molte aree marine protette già istituite (Leoni *et al.*, 1991; Haynes *et al.*, 2000; Chou *et al.*, 2004).

#### Bibliografia

- ANKLEY G.T., LODGE K., CALL D.J., BALCER M.D., BROOKE L.T., COOK P.M., KREIS R.G. JR., CARLSON A.R., JOHNSON R.D., NIEMI G.J. (1992) - Integrated assessment of contaminated sediments in the lower Fox River and Green Bay, Wisconsin. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **23** (1): 46-63.
- CHOU C.L., PAON L.A., MOFFATT J.D., BUZETA M.I., FENTON D., RUTHERFORD R.J. (2004) - Distribution of contaminants in biota and sediments in the Musquash Estuary, Atlantic Canada, marine protected area site initiative and contaminant exclusion zone. *Marine Pollution Bulletin*, **48** (9-10): 884-893.
- HAYNES D., JOHNSON J.E. (2000) - Organochlorine, heavy metal and polyaromatic hydrocarbon pollutant concentrations in the Great Barrier Reef (Australia) environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, **41**: 267-278.
- LEIVUORI M. (1998) - Heavy metal contamination in surface sediments in the Gulf of Finland and comparison with the Gulf of Bothnia. *Chemosphere*, **36**: 43-59.
- LEONI L., SARTORI F., DAMIANI V., FERRETTI O., VIEL M. (1991) - Trace element distributions in surficial sediments of the northern Tyrrhenian Sea: contribution to heavy-metal pollution assessment. *Environ. Geol. Water. Sci.*, **17**: 103-116.
- MAHER W.A., AISLABIE J. (1992) - Polycyclic aromatic hydrocarbons in near-shore marine sediments of Australia. *Science of the Total Environment*, **112** (2-3): 143-164.

R. ROFFILLI, R. MASTACCHI<sup>1</sup>, R. RAVENNI<sup>1</sup>, M. LENZI<sup>2</sup>, E. FRANCHI

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Via Mattioli, 4 - 53100 Siena, Italia.  
roffilli2@unisi.it

<sup>1</sup>Museo di Storia Naturale della Maremma, Grosseto, Italia.

<sup>2</sup>LEA Lab, Orbetello (GR), Italia.

## UTILIZZO DI IMMAGINI SATELLITARI PER LA MAPPATURA DI *POSIDONIA OCEANICA*

### *OPTICAL REMOTE SENSING METHODS FOR POSIDONIA OCEANICA MAPPING*

**Abstract** - *The meadows of Posidonia oceanica are experiencing a widespread loss mainly due to excessive anthropic pressure in the coastal area. Therefore, monitoring the presence and distribution of P. oceanica is very useful for coastal management. Remote sensing methods can provide a time and cost effective method to monitor large area of shallow water.*

**Key-words:** *Posidonia oceanica, mapping, meadows, remote sensing.*

**Introduzione** - La rappresentazione cartografica della prateria di *Posidonia oceanica* (L.) Delile è un utile strumento per la valutazione dei fenomeni di erosione in atto sulla fascia costiera e per la gestione di queste zone anche ai fini dei ripascimenti che molte Regioni italiane, Toscana inclusa, stanno programmando. Nel presente progetto di ricerca è stata effettuata la mappatura della distribuzione delle praterie di *P. oceanica* nel litorale della provincia di Grosseto, nell'area compresa tra la foce del fiume Albegna e quella del torrente Chiarone. Sono stati utilizzati sia metodi diretti (immersione lungo transetti degli operatori subacquei, Bianchi *et al.*, 1991) in grado di fornire informazioni limitatamente alle zone studiate, che metodi indiretti mediante l'uso di immagini telerilevate (Meinesz *et al.*, 1991). L'obiettivo è stato di valutare l'utilizzo della metodologia di telerilevamento per il monitoraggio della distribuzione delle praterie di *P. oceanica*, delimitandone anche i limiti. I dati rilevati con i metodi diretti di tipo tradizionale hanno consentito di validare i dati acquisiti attraverso le immagini telerilevate estendendo la cartografia di questa fanerogama marina all'intera area di studio.

**Materiali e metodi** - Nei mesi di giugno e luglio 2004 sono state campionate 15 stazioni lungo la costa, principalmente localizzate lungo il promontorio di Monte Argentario (GR). Per ciascuna delle 15 località di rilevamento sono stati individuati, per mezzo di operatori subacquei, due transetti bionomici perpendicolari alla costa, estesi dal limite inferiore (LI) a quello superiore (LS) delle praterie presenti. I transetti sono stati riportati su carta nautica tramite rilevamento georeferenziato con GPS. Ogni transetto è stato filmato con telecamera subacquea (visual census videoregistrato). Parallelamente è stata effettuata la mappatura della distribuzione della vegetazione sommersa di quest'area utilizzando una scena satellitare Ikonos acquisita in data 28 agosto 2004 che, opportunamente elaborata, ha restituito una nuova scena multispettrale con risoluzione al suolo di 1m. L'analisi delle immagini è stata eseguita mediante il pacchetto software Open Source GRASS (Geographic Resources Analysis Support System).

**Risultati** - L'utilizzo dell'immagine satellitare Ikonos ad elevata risoluzione ha consentito, con sufficiente accuratezza, la mappatura della vegetazione sommersa nell'area di indagine, in relazione all'estensione totale della stessa, in alcune parti, ed esclusi-

vamente al limite superiore, in altre. Risultano determinanti le caratteristiche dell'ambiente; laddove sono presenti acque basse (inferiori a 5 m di profondità), gradienti di approfondimento limitati e fondali circostanti privi di vegetazione si ottengono buone distinzioni tra le aree coperte da vegetazione e le altre, consentendo anche la determinazione del limite inferiore della vegetazione sommersa. Nei casi in cui invece si ha un rapido approfondimento del fondale si riesce ad operare una discriminazione esclusivamente per il limite superiore. Per la classificazione delle immagini telerilevate sono state utilizzate le bande del VIS. L'interpretazione e l'analisi delle immagini attraverso metodi automatici porta ad un risultato apprezzabile ma che necessita di un affinamento con l'utilizzo di immagini in cui sia esaltato il contrasto. Il confronto fra le diverse tipologie di classificazione delle immagini evidenzia risultati paragonabili tra la metodica supervisionata e quella non supervisionata. La classificazione supervisionata utilizza *training areas* ovvero caratteristiche spettrali di siti campione presi come modello, la non supervisionata effettua una aggregazione automatica in gruppi o *cluster* in base a simili caratteristiche spettrali. Al fine di valutare l'accuratezza della classificazione automatica è stata utilizzata la matrice degli errori che ha dato risultati ampiamente soddisfacenti, pari al 95%, nella discriminazione della vegetazione sommersa. Nel caso di fondale privo di vegetazione, l'accuratezza scende al 42%, soprattutto a causa della difficoltà di assegnazione delle zone più profonde.

**Conclusioni** – La presente ricerca indica che le tecniche di telerilevamento risultano particolarmente accurate in presenza di acque basse e con la vegetazione sommersa circondata da fondali sabbiosi, mentre acqua profonde ed altre tipologie di fondali restituiscono risposte spettrali simili a quelle della vegetazione sommersa (Fornes *et al.*, 2005). L'analisi delle immagini satellitari ad elevata risoluzione spaziale risulta utile nella mappatura della vegetazione sommersa, sia in una fase preliminare, consentendo di individuare le aree migliori in cui eseguire le operazioni di campionamento, sia in una fase finale, consentendo di estendere all'intera area in studio la ricostruzione di tale copertura del fondale, ovviando alle difficoltà, sia di ordine pratico che economico, che si avrebbero scegliendo di eseguire una mappatura completa esclusivamente mediante rilevamenti in immersione. I rilievi diretti tramite operatore risultano comunque indispensabili per disporre delle verità a terra su cui tarare la classificazione delle immagini satellitari ed operare le verifiche di accuratezza.

#### **Bibliografia**

- BIANCHI C.N., COCITO S., SGORBINI S. (1991) – Rilevamento bionomico subacqueo. In: Abbiati (ed), *Lezioni del corso formativo per ricercatore scientifico subacqueo*. International School for Scientific Diving, Pisa: 67-83.
- FORNES A., BASTERRETXEA G., ORFILA A., JORDI A., ALVAREZ A., TINTORE J. (2005) – Mapping *Posidonia oceanica* from Ikonos: (preprint ELSEVIER).
- MEINESZ A., CUVELIER M., LAURENT R. (1981) – Méthodes récentes de cartographie et de surveillance des herbiers de phanérogames Marine. *Vie et Milieu*, **31** (1): 27-34.

A. SPAGNOLO, S. MANOUKIAN, S. AUSILI

CNR – Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Sede di Ancona,  
Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.  
a.spagnolo@ismar.cnr.it

DISTRIBUZIONE DI *LENTIDIUM MEDITERRANEUM*  
LUNGO LA FASCIA COSTIERA ADRIATICA  
COMPRESA TRA I FIUMI ESINO E MUSONE

*SPATIAL DISTRIBUTION OF LENTIDIUM MEDITERRANEUM  
ALONG THE ADRIATIC COAST  
BETWEEN ESINO AND MUSONE RIVERS*

**Abstract** – In 2002 the spatial distribution of *Lentidium mediterraneum* was investigated along the Adriatic coast. The major abundances were observed till 4 meters of depth, near the river mouths and other freshwater sources. These results are in accordance to the ecological characteristics of the bivalve, which is known as an indicator of low salinity environments.

**Key-words:** molluscs, *Lentidium mediterraneum*, spatial distribution, Northern Adriatic Sea.

**Introduzione** – *Lentidium mediterraneum* è un bivalve sospensivoro di piccole dimensioni della famiglia Corbulidae, caratteristico della Biocenosi delle Sabbie Fini Superficiali e abbondante nel medio e alto Adriatico (Cossignani *et al.*, 1992). È presente in aree a ridotta salinità (circa 34‰) e, pertanto, può essere considerato un indicatore di apporti di acque dolci. Poche sono le informazioni disponibili su questa specie, la maggior parte delle quali riguardanti la sua presenza nel Nord Adriatico (Favero e Serandrei Barbero, 1981; Ambrogi e Occhipinti Ambrogi, 1988; Ambrogi *et al.*, 1995; Forni e Occhipinti Ambrogi, 2005; Morello *et al.*, 2005). Il presente lavoro si propone di implementare le conoscenze attuali descrivendo la distribuzione di *L. mediterraneum* lungo circa 40 km di costa marchigiana tra le batimetriche 4 e 12 m.

**Materiali e metodi** – Nel luglio 2002 è stata effettuata una caratterizzazione delle biocenosi bentoniche presenti nella fascia costiera tra i fiumi Esino e Musone (rispettivamente a 10 km a Nord e a 29 km a Sud di Ancona). Sono stati posizionati 16 transetti ortogonali alla costa, di cui 9 da 600 m a Nord dell'Esino ad Ancona e 7 da Ancona a 1,5 km a Sud del Musone. Su ogni transetto sono stati campionati con benna Van Veen 3 siti a 4, 8 e 12 m di profondità, tranne nella zona Passetto (8 e 12 m), caratterizzata da substrati rocciosi a quote basse, e nella Baia di Mezzavalle (2,5, 4, 8 e 12 m). In ogni sito sono state effettuate 3 repliche. Tutti i campioni sono stati setacciati con maglia di 1mm e determinati sistematicamente, registrando numero (N. ind 0,105 m<sup>-2</sup>) e peso delle singole specie. Per ottenere un inquadramento più esauriente delle biocenosi presenti, su ogni stazione è stata anche effettuata la caratterizzazione granulometrica.

**Risultati** - In tutta la zona investigata le stazioni poste tra 2,5 e 4 m di profondità sono caratterizzate dalla prevalenza di sabbia (88,2-99,9%) e dalla preponderanza di specie caratteristiche della Biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC) anche se, a livello locale, alcuni siti risentono di particolari condizioni di circolazione delle acque e di sedimentazione legate al regime idrodinamico dei fiumi. Ciò si rileva in particolare nell'area a Nord di Ancona, dove si denota un grado di infangamento superiore rispetto al tratto di mare a Sud. A queste batimetriche è cospicua la presenza di *L. mediterraneum*. A Nord di Ancona le densità più elevate di questa specie sono state registrate in corrispondenza delle stazioni influenzate dalla presenza del fiume Esino,

ovvero presso la foce ( $1673,00 \pm 18,00$ , corrispondente al 92% della densità totale di questo sito) e a 600 m a Nord di essa ( $24874,33 \pm 2400,96$ ; 98%). Quantitativi notevoli del bivalve sono stati rilevati anche in prossimità dei depuratori dei Comuni di Falconara Marittima ( $453,00 \pm 12,23$  e  $609,00 \pm 6,59$ , corrispondenti rispettivamente al 60% e all'82%) e di Ancona ( $177,00 \pm 6,67$  e  $440,67 \pm 20,02$ ; 39% e 88%) e delle condotte di scolo che convogliano in mare le acque piovane ( $95,33 \pm 7,06$ ; 47%). A Sud di Ancona le densità sono risultate nettamente inferiori rispetto a quelle della fascia costiera a Nord della città; il valore più elevato, registrato a 600 m a Nord del fiume Musone, è stato di  $132,33 \pm 12,14$ , pari al 74% della densità totale. A 8 m di profondità (sabbia: 80,8-97,6%), dove la Biocenosi SFBC è ancora preponderante ma è consistente l'intrusione di organismi tipici di sabbie infangate, la presenza del bivalve è risultata piuttosto ridotta rispetto alla batimetrica inferiore. Infatti, a Nord di Ancona le densità sono oscillate tra  $0,33 \pm 0,03$  (depuratori di Falconara M.ma e I depuratore di Ancona) e  $22,00 \pm 2,10$  (II depuratore di Ancona), mentre a Sud i valori erano compresi tra  $0,33 \pm 0,03$  (foce del Musone) e  $5,67 \pm 0,47$  (600 m a Sud della foce). Anche più scarso è stato il rinvenimento di questa specie a 12 m di profondità, in cui la componente sabbiosa si riduce (32,24-91,72%) e domina la Biocenosi dei Fondi Mobili Instabili (MI). A tale batimetria è stato censito in 2 siti a Nord e in 3 a Sud, con densità oscillanti tra  $0,33 \pm 0,03$  e  $0,67 \pm 0,03$ .

**Conclusioni** – Il tratto di mare esaminato è caratterizzato da tre Biocenosi principali (SFBC, SFS ed MI). La presenza di fonti di acqua dolce e la circolazione locale delle correnti, che sotto costa tendono a dirigersi verso NW favorendo il trasporto dei sedimenti più fini in tale direzione, sono i maggiori responsabili della distribuzione di *L. mediterraneum*. Infatti, le densità più elevate si riscontrano entro 4 m di profondità e nel versante Nord di Ancona, caratterizzato da un maggiore addensamento di apporti di acqua dolce, anche se poco consistenti. L'elevata concentrazione di individui potrebbe essere proprio favorita da quest'ultimo fattore, in accordo con quanto riportato da Forni e Occhipinti Ambrogi (2005) secondo cui portate fluviali considerevoli influenzano negativamente le densità di *L. mediterraneum*.

#### Bibliografia

- AMBROGI R., OCCHIPINTI AMBROGI A. (1988) – Production secondaire du Bivalve *Lentidium mediterraneum* (O.G. Costa). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **31** (2): 12.
- AMBROGI R., COLANGELO M.A., FONTANA P., GATTO M., SEI S., TRACANELLA E. (1995) – La demografia del bivalve *Lentidium mediterraneum* nella zona di mare antistante il delta del Po. *SITE Atti*, **16**: 165-167.
- COSSIGNANI T., COSSIGNANI V., DI NISIO A., PASSAMONTI M. (1992) – *Atlante delle conchiglie del medio Adriatico*. L'informatore Piceno, Ancona: 80 pp.
- FAVERO V., SERANDREI BARBERO R. (1981) – Evoluzione paleoambientale della laguna di Venezia nell'area archeologica tra Burano e Canale S. Felice. *Lavori Soc. Ven. Sc. Nat.*, **6**: 119-134.
- FORNI G., OCCHIPINTI AMBROGI A. (2005) – Struttura di popolazione del bivalve *Lentidium mediterraneum* e variazioni ambientali in Nord Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 277-280.
- MORELLO E.B., FROGLIA C., ATKINSON R.J.A., MOORE P.G. (2005) – Impacts of hydraulic dredging on a macrobenthic community of the Adriatic Sea, Italy. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **62**: 2076-2087.
- VALLISNERI M., PICCINETTI C., TOMMASINI S. (2000-2001) – Regime alimentare di *Solea vulgaris* (Quensel, 1806) nell'alto Adriatico. *Boll. Soc. Adr. di Sci.*, **80**: 75-79.

L. TUNESI, A. MOLINARI, S. AGNESI, S. BAVA\*, V. DI MARTINO

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

l.tunesi@icram.org

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

STUDIO DELL'ITTIOFAUNA DELL'ISOLA GALLINARIA  
(MAR LIGURE) FINALIZZATO ALL'ISTITUZIONE  
DELL'AREA MARINA PROTETTA

STUDY OF THE FISH ASSEMBLAGES OF THE GALLINARIA ISLAND  
(LIGURIAN SEA) TO SUPPORT THE INSTITUTION  
OF A NEW ITALIAN MARINE PROTECTED AREA

**Abstract** – In the framework of the studies oriented toward the creation of the new Italian marine protected area of the Gallinaria Island, coastal fish assemblages were studied in summer 2005 applying visual census techniques. Collected data allow identifying important differences in the fish assemblage related to the coastal sectors of the Island, supporting some management solutions.

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

**Introduzione** – Nell'ambito delle attività di studio condotte dall'ICRAM su incarico del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio a supporto dell'istituzione dell'area marina protetta dell'isola Gallinaria, nel corso dell'estate 2005 è stato affrontato lo studio della fauna ittica costiera mediante l'applicazione di tecniche di censimento visuale in immersione (Harmelin-Vivien *et al.*, 1985; Tunesi *et al.*, 2001; Tunesi e Salvati, 2003).

**Materiali e metodi** – L'area costiera dell'Isola Gallinaria è stata suddivisa in settori identificati sulla base delle principali caratteristiche geomorfologiche e oceanografiche dell'isola (Balduzzi *et al.*, 1994). L'applicazione di questo approccio ha consentito di identificare tre diversi settori costieri: I (occidentale), da P.ta Falconara al Porticciolo; II (nord orientale), dal Porticciolo a P.ta Sciuscià; III (sud orientale), da P.ta Falconara a P.ta Sciuscià. Sono state applicate due distinte tecniche di censimento visuale in immersione: rilevamenti su punti fissi di 5 metri di raggio (78,5 m<sup>2</sup>), per la raccolta di dati quantitativi; percorsi della durata di 15 minuti, per disporre di dati qualitativi finalizzati a registrare anche la presenza di specie criptiche o rare, e la loro taglia. L'allocatione dei rilevamenti è stata condotta su base casuale, stratificata in funzione del settore dell'isola (3), di 3 tipologie di fondale (fondi rocciosi, *Posidonia oceanica*, fondi mobili) e di 4 intervalli batimetrici (0-3 m, 4-7 m, 12-16 m, 24-30 m) (Tunesi *et al.*, in stampa). In ogni "strato" presente per settore dell'isola sono state condotte 5 repliche di rilevamento su punto, e un percorso di 15 minuti.

**Risultati** – Nel complesso è stata rilevata la presenza di 16 strati di indagine. La conduzione di 80 rilevazioni su punto e di 17 mediante percorso ha consentito di censire la presenza di 83 specie ittiche. Le famiglie maggiormente rappresentate, con 13 specie ciascuna, sono risultate quelle dei Blennidi, dei Labridi e degli Sparidi seguite da Gobidi (9 specie), Serranidi (5) e Scorpenidi (4). I settori I e III sono risultati caratterizzati da una maggiore ricchezza di specie (rispettivamente 64 e 60 taxa), mentre nel settore II sono stati censiti solo 46 taxa.

Le specie di elevato interesse per il turismo subacqueo sono risultate più numerose nelle acque del settore III (13 specie) e del I (12), rispetto al II (solo 8). *Phycis phycis* e *Sciaena umbra* sono state rinvenute esclusivamente nel settore III, mentre *Conger*



*conger* e *Zeus faber* nel settore I. I valori di abbondanza media più elevati sono stati registrati in tutti i settori su *Posidonia oceanica*. L'intervallo di profondità più importante dal punto di vista delle abbondanze è stato nei settori I e II quello 4-7 m, con valori di  $240,2 \pm 43,8$  e  $306,4 \pm 32,8$  esemplari per  $78,5 \text{ m}^2$  rispettivamente; invece nel settore II, l'intervallo di profondità 0-3m è risultato quello più ricco con  $282,6 \pm 113,4$  esemplari per  $78,5 \text{ m}^2$ . Considerando le specie di elevato interesse per il turismo subacqueo, l'abbondanza dei loro esemplari è risultata leggermente maggiore nel settore III ( $10,48 \pm 1,88$ ), rispetto al I e al II (rispettivamente  $9,69 \pm 2,21$  e  $9,65 \pm 2,09$ ). Sempre nelle acque del settore III va segnalata la relativa frequenza di esemplari di *Epinephelus marginatus* e *Sparus aurata*. La composizione di taglia dell'insieme del popolamento ittico presenta la dominanza di esemplari di taglia media (82%), seguiti da piccoli (14%) e grandi (4%). Il settore III è quello che presenta la percentuale più elevata di esemplari di taglia grande (7%).

**Conclusioni** – Lo studio condotto ha permesso di evidenziare la buona ricchezza specifica dei popolamenti ittici delle acque dell'isola Gallinaria e di caratterizzarne le abbondanze e la struttura demografica. La maggiore ricchezza in specie dei settori I e III può essere in parte spiegata dalla conformazione dei loro fondali, caratterizzati da una maggiore varietà di habitat; inoltre la minore ricchezza del settore II può essere spiegata dal fatto che esso risulta maggiormente esposto a fenomeni sedimentari, probabilmente perché antistante la foce del fiume Centa. I risultati ottenuti, mostrando una maggiore ricchezza specifica e di esemplari dei settori III e II, evidenziano una loro vocazione per l'avvio di attività di fruizione subacquea rispettose del popolamento ittico, lasciandone ipotizzare un importante recupero a seguito della messa in atto di misure di protezione.

#### Bibliografia

- BALDUZZI A., BIANCHI C.N., CATTANEO-VIETTI R., CERRANO C., COCITO S., COTTA S., DIVIACCO G., DEGLI-INNOCENTI F., MORGIGNI M., MORRI C., PANSINI M., SALVATORI L., SENES L., SGORBINI S., TUNESI L. (1994) - Primi lineamenti di bionomia bentica dell'isola Gallinaria (Mar Ligure). *Atti X Congr. A.I.O.L.*: 603-617.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G., CHAUVET C., DUVAL C., GALZIN R., LEJEUNE P., BARNABE G., BLANC F., CHEVALIER R., DUCLERC J., LASSERRE G. (1985) - Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, **40**: 467-539.
- TUNESI L., SALVATI E. (2003) - Visual census methodologies applied to the study of the coastal fish fauna of the La Maddalena Arcipelago (North-Eastern Sardinia). *Atti Congr. A.I.O.L.*, **16**: 1-13.
- TUNESI L., SALVATI E., LAURIANO G., MARIANI L. (2001) - Study of the coastal fish fauna of the Asinara island to support the zoning of the marine protected area. *Atti Congr. A.I.O.L.*, **14**: 189-198.
- TUNESI L., MOLINARI A., SALVATI E., MORI M. (in stampa) – Depth and substrate type driven patterns in the Infralittoral fish assemblage of the NW Mediterranean Sea. *Cybium*.

A. UGOLINI, R.K. RUWA<sup>1</sup>, D. BARONI<sup>2</sup>, F. BORGHINI<sup>2</sup>

Dipartimento di Biologia Animale e Genetica, Università di Firenze, Via Romana, 17 - Firenze, Italia.  
ugolini\_alb@dbag.unifi.it

<sup>1</sup>KMFRI, Mombasa, Kenya.

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Ambientali, Univ. Siena, Italia.

## TALORCHESTIA MARTENSII (WEBER) (AMPHIPODA, TALITRIDAE) AS A BIOINDICATOR OF HEAVY METALS CONTAMINATION OF KENYAN SANDY SHORES

## TALORCHESTIA MARTENSII (WEBER) (AMPHIPODA, TALITRIDAE) COME BIOINDICATORE DELLA CONTAMINAZIONE DA METALLI PESANTI DELLE COSTE SABBIOSE DEL KENYA

**Abstract** – Heavy metals contamination of the sandy beaches from North Mombasa to Malindi in Kenya was investigated using the talitrid Amphipod *Talorchestia martensii*. The contents of Hg, Pb, Cd, Cr, Al, Cu, Zn and Fe were analyzed in the Amphipods and in the sand. Preliminary results show that *T. martensii* is a good bioindicator of trace metals contamination.

**Key-words:** Amphipods, *Talorchestia martensii*, heavy metals, bioindicator, Kenyan coast.

**Introduction** – Many species of talitrid Amphipods are good bioindicators of heavy metals contamination of sandy shores (Moore and Rainbow, 1987; Rainbow and Phillips, 1993; Ugolini *et al.*, 2004, 2005). The assessment and biomonitoring of heavy metals contamination are not well developed in tropical areas, particularly in East Africa (Everaarts and Nieuwenhuize, 1995; Williams *et al.*, 1997; Muohi *et al.*, 2002), and are often limited to sediment analysis. The sandhopper *Talorchestia martensii* (Weber) is common along the sandy coasts of Kenya and presents many of the characteristics of a putative bioindicator. Therefore, we evaluated the possible role of this species in assessing heavy metals contamination of Kenyan sandy beaches. Since *T. martensii* is widely distributed through much of the Indian Ocean, it could be a good tool to compare levels of trace metals contamination in different regions of the Indian Ocean basin.

**Materials and methods** – Samples of *T. martensii* were collected in February 2006 at the following localities, all situated on the coast of Kenya: Nyali, Temple Point, Casuarina Point, Malindi, Mambui, Ngomeni. Sandhoppers were killed by freezing and dehydrated at 30 °C. In each sampling session at each locality, sand samples were collected from the same place the sandhoppers were captured. The samples were subjected to standard procedures for the analysis of heavy metals contamination (see Ugolini *et al.*, 2004, 2005, for more details). In particular, Pb and Cd were analyzed by ZETAAS, while Hg was analyzed by FI-ASS. Al, Fe, Cr, Cu, and Zn contents were determined by ICP-AES. The concentrations of the elements (expressed as µg/g dry weight) were determined by the method of standard additions before mineralization.

**Results** – Hg, Cd, Cu, and Zn are more concentrated in the sandhopper body than in the sand in all the collecting sites, whilst Cr is more concentrated in the sand than in the sandhoppers. Al and Fe are more concentrated in the sand than in the sandhoppers; however, the sandhoppers' concentrations are positively correlated with the concentrations in the sand. Pb do not show clear results: they are more concentrated in the sandhoppers than in the substratum in some localities, while the opposite situation occurs at other sites.

**Conclusions** – The results of our preliminary investigation suggest that *T. martensii* has many of the characteristics of a good bioindicator of trace metals contamination. Like other species of sandhoppers and beachflies (see Marsden and Rainbow, 2004; Ugolini *et al.*, 2004, 2005), it seems to accumulate Cu, Zn, Fe, Cd, Al and Hg. Its wide distribution area (East Africa, the Red Sea, Sri Lanka, India, Malaysia and Sumatra, see Ruffo, 1969) increases its theoretical importance as a cosmopolitan bioindicator (Rainbow and Phillips, 1993), at least for the coasts of the northern Indian Ocean.

#### References

- EVERAARTS J.M., NIEUWENHUIZE J. (1995) - Heavy metals in surface sediment and epibenthic macroinvertebrates from the coast zone and continental slope of Kenya. *Mar. Pollut. Bull.*, **31**: 281-289.
- MARSDEN I.D., RAINBOW P.S. (2004) - Does the accumulation of trace metals in Crustaceans affect their ecology –the Amphipods example? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **300**: 373-408.
- MOORE P.G., RAINBOW P.S. (1987) - Copper and zinc in an ecological series of talitroidean Amphipoda (Crustacea). *Oecologia*, **73**: 120-126.
- MUOHI A.W., ONYARI J.M., OMONDI J.G., MAVUTI K.M. (2002) - Heavy metals in sediments from Makupa and Port Reitz Creek systems: Kenyan coast. *Environ. Int.*, **28**: 639-647.
- RAINBOW P.S., PHILLIPS D.J.H. (1993) - Cosmopolitan biomonitors of trace metals. *Mar. Pollut. Bull.*, **26**: 593-601.
- RUFFO S. (1969) - Studi sui crostacei antipodi LXVII. Terzo contributo alla conoscenza degli anfipodi del Mar Rosso. *Mem. Mus. Civico St. Nat. Verona*, **17**: 1-77.
- UGOLINI A., BORGHINI F., CALOSI P., BAZZICALUPO M., CHELAZZI G., FOCARDI S. (2004) - Mediterranean *Talitrus saltator* (Crustacea, Amphipoda) as a biomonitor of heavy metals contamination. *Mar. Pollut. Bull.*, **48**: 526-532.
- UGOLINI A., BORGHINI F., FOCARDI S., CHELAZZI G. (2005) - Heavy metals accumulation in two syntopic sandhoppers species: *Talitrus saltator* (Montagu) and *Talorchestia ugoinii* Bellan Santini and Ruffo. *Mar. Pollut. Bull.*, **50**: 1328-1334.
- WILLIAMS T.M., REES J.G., FERGUSON A., HERD R.A., KAIRU K.K., YOBE A.C. (1997) - Metals, petroleum, hydrocarbons and organochlorines in inshore sediments and waters of Mom-basa, Kenya. *Mar. Pollut. Bull.*, **34**: 570-577.

A. ABELLA, M. RIA, C. MANCUSI

Agenzia Regionale Protezione Ambiente Toscana, Area MARE, Via Marradi, 114 – 57126 Livorno, Italia.  
a.abella@arapt.toscana.it

## ASSESSMENT OF THE STATUS OF THE COASTAL GROUND FISH ASSEMBLAGE EXPLOITED BY THE VIAREGGIO FLEET

### VALUTAZIONE DELLO STATO DELL'ASSEMBLAGGIO DEMERSALE COSTIERO SFRUTTATO DALLA MARINERIA DI VIAREGGIO

**Abstract** - A biomass dynamic model was used for the assessment of the status of the coastal groundfish assemblage exploited by the Viareggio fleet. Used data of catch and effort regards the years 1990-2005. Results suggest a high level of overexploitation and the need of a 30% effort reduction to drive species biomasses close to those furnishing the *MSY* and a further reduction if uncertainty is considered.

**Key-words:** biomass dynamic models, assessment, Mediterranean Sea, multispecies fishery.

**Introduction** - Biomass dynamic models are mainly used for stock assessment when demographic structure of the catches is poorly known (Prager, 1994). Models assume that the current size of a population depends on interacting forces (individual growth, recruitment, natural and fishing mortality). By incorporating the three former phenomena into a single function they define the net effect at a particular stock size. They allow estimating current biomass, the pre-exploited stock biomass  $K$ , the intrinsic rate of population growth  $r$ , the maximum sustainable yield *MSY*, the level of effort or fishing mortality rates needed to reach the *MSY* ( $f_{MSY}$ ,  $F_{MSY}$ ). A recent version of such models was used for the assessment of the status of the single species and of the whole coastal multispecific groundfish assemblage exploited by the Viareggio fleet.

**Materials and methods** - 16 years of collected data of landings and specific effort of the Viareggio fleet targeting the multispecies assemblage of coastal groundfish species were analysed (Abella *et al.*, 2001). The analyses regards 8 species that account for 65% of the mean total landings of the fishery (*Squilla mantis*, *Sepia officinalis*, *Mullus barbatus*, *Merluccius merluccius*, *Penaeus kerathurus*, *Eledone cirrhosa*, *Gobius niger* and *Trigla lucerna*). The ASPIC.5 software (A Stock-Production model Incorporating Covariates) was used (Prager, 1994, 2005). The software fits several dynamic versions of production models, it models simultaneous or sequential fisheries and may “tune” the model to a biomass indexes from independent sources (ie. trawl surveys data). It allows to make yield forecasting and to derive precautionary target reference points based on the model defined limit reference points  $f_{msy}$ ,  $F_{msy}$  and  $B_{msy}$ , facing the intrinsic uncertainty that characterise the analysed processes and the observation errors.

**Results** - The prediction ability of the future catch rates based on previous years was very satisfactory. The model allowed to estimate for each species the parameters  $r$ ,  $K$  of the logistic population growth curve, the catchability coefficient  $q$ , the *MSY* and corresponding levels of fishing effort  $f$  and fishing mortality rate  $F$ . The current level of  $f$  and  $F$  for each species resulted higher than their corresponding levels of  $f_{msy}$  and  $F_{msy}$ . Despite the general overexploitation status, the observed modest but progressive decrease of fishing pressure has probably generated stability or, for some species, positive trends in catch rates and biomass. Same signals derive from the forecasting routine. A 40% reduction of fishing effort should drive yields for almost all the species close to *MSY*. For precautionary management purposes, considering the high level

of uncertainty, it results necessary to set a target level of effort that while maximizes yields guarantee that effort will stay below the limit reference point  $F_{msy}$ . The routine REPAST (Ratio Extended Probability Approach to Setting Targets) (Prager *et al.*, 2003) was used for this purpose. The routine considers the variability of the estimates obtained by bootstrapping. Results suggest, considering the variability (CV), the need of a further reduction of effort ( $f \cong 0.5 * f_{current}$ ) in order to not exceed, with a statistical probability of 80%, the limit reference point.

**Conclusions** - The use of a biomass dynamic model with data on landings and specific fishing effort allowed to perform a stock assessment of the coastal species assemblage exploited by an important fraction of the Viareggio fleet. Estimates of  $MSY$ ,  $F_{msy}$ ,  $q$ ,  $K$  and  $r$  and other parameters useful for stock assessment are presented for each species. ASPIC.5 and related routines allowed to include some considerations related to management advice linked to the uncertainty mainly due to the imprecise knowledge of parameter values of a model or the magnitude of the system variables.

The species that constitute the assemblage exploited by the coastal groundfish fishery of Viareggio suffers a very high fishing pressure. It is likely that the modest reduction of fishing effort occurred along the analyzed period had produced for some species a light biomass enhancement. However, considering the current yields related to  $MSY$  and based on a precautionary approach, a strong reduction of fishing effort should be necessary.

#### References

- ABELLA A., SERENA F., FORTUNATI L., MAMMINI U., LARI D., CIARDELLI R. (2001) - Use of GIS for the analysis of spatial data on fishing effort and seasonal changes in fishing strategies for Tyrrhenian Sea bottom trawl fisheries. In: Nishida T., Hollingworth C.E., Kailola P. (eds), *Proceedings of the First International Symposium on GIS in Fishery Science, Seattle, WA, 2-4 March 1999*. Fishery GIS Research Group, Kawagoe, Saitama, Japan:119-129.
- PRAGER M. (1994) - A suite of extensions to a non-equilibrium surplus production model. *Fish. Bull.*, **92**: 374-389.
- PRAGER M. (2005) - *Users Manual for ASPIC: A Stock-Production Model Incorporating Covariates (ver. 5)*. NMFS, Beaufort Lab. Doc. BL-2004-01.
- PRAGER M., PORCH C.E., SHERTZER K.W., CADDY J.F. (2003) - Targets and limits for management of fisheries: a simple probability-based approach. *North American J. Fish. Manag.*, **23**: 349-361.

M. BOTTARO, I. CONSALVO<sup>1</sup>, L. GIROSI<sup>2</sup>, M. VACCHI

ICRAM, c/o Museo Nazionale dell'Antartide, Università di Genova,  
Viale Benedetto XV, 5 - 16132 Genova, Italia.  
m.vacchi@unige.it

<sup>1</sup>ICRAM, Roma, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Genova, Italia.

## NEW RECORD OF *RAJA BRACHYURA* FROM THE LIGURIAN SEA

### *NUOVA SEGNALAZIONE DI RAJA BRACHYURA IN MAR LIGURE*

**Abstract** - New record of blonde rays (*Raja brachyura*) in the Ligurian Sea for over 140 years is described. Two specimens were caught by trammel net in shallow waters off Cogoleto in May 2005. Morphometric and meristic features have been reported and possible relationship with a specific substrate have been suggested.

**Key-words:** Ligurian Sea, new records, *Raja brachyura*.

**Introduction** - The blonde ray *Raja brachyura* is a shallow water species living on sandy and sand-rock bottoms (Stehmann and Bürkel, 1984). Although common in the Eastern sector of North Atlantic (Stehmann and Bürkel, 1984), it is commonly considered rare in Mediterranean, where it is mainly found in the Western basin (Tortonese, 1956; Matallanas, 1974; Fischer *et al.*, 1987). For Italian waters, Tortonese (1956) described one adult female, stored in the Regional Museum of Natural History of Turin (MZUT 244), caught from the Ligurian Sea. Limited records of the species have been reported from Sardinian, Calabrian, Sicilian and Tuscan coasts (Relini *et al.*, 2000; Serena *et al.*, 2003). Recently the regular occurrence of *R. brachyura* has been observed along the coasts of the Asinara island (NW Sardinia), where it is related to the presence of the Mediterranean sand-eel, *Gymnammodytes cicerellus*, a small size fish, typical of sandy-gravel sea-beds of the Mediterranean shelf (Catalano *et al.*, in press). The present note describes new records of *R. brachyura* in the Ligurian Sea for over 140 years.

**Materials and methods** - In May 2005, two specimens of *R. brachyura* were caught by trammel net at depth of 6 m off Cogoleto (Western Ligurian Sea). After landing they were frozen at -30 °C. In the laboratory, the specimens were identified according to Fischer *et al.* (1987), photographed and examined for total length (TL), disk width (DW), total weight (TW) and sex. Morphometric and meristic characteristics were also collected following the keys of Fischer *et al.* (1987).

**Results** - The studied specimens were one male and one female. The male individual were 473 mm in TL, 319 mm in DW and 575 g in TW while the measures of the female one were respectively 385 mm in TL, 259 mm in DW and 340 g in TW. The good condition of the fish samples allowed it to be identified as *Raja brachyura*. The main diagnostic features were: the moderately short snout; the brown skin colour with numerous dark spots and few light blotches in the dorsal surface and the white colour in the ventral side; the smooth upper surface and the presence of separated orbital thorns (typical features in juveniles of *R. brachyura*); the number of tooth rows, 80-70 for the male and 90-74 for the female. Both the specimens were deposited as MSNG 52859 for the male and MSNG 52860 for the female in the Civic Museum of Natural History "Giacomo Doria" of Genoa.

**Conclusions** - Based on the museum code of the adult specimen described by Tortonese (1956), we were able to date the collecting period of this individual between

1850 and 1860. According to this estimation, the identification of these specimens as *R. brachyura* represents, to our knowledge, the only confirmed record of this species in the Ligurian waters for over 140 years. In particular, considering data on the first maturity length for this species (Gallagher *et al.*, 2004), our samples resulted as juvenile individuals. Although commonly considered rare in the Mediterranean basin (Tortonese, 1956; Stehmann and Bürkel, 1984; Fischer *et al.*, 1987), *R. brachyura* has recently revealed high abundance along the Asinara island (Catalano *et al.*, in press). In this area it has showed a particular feeding preference for *G. cicerellus*, a cryptic fish species strictly related with sandy bottom and, in particular, with the substrate granulometry (Guidetti, 2000). It is worth to note that the sampling area of our specimens, characterised by a nearshore *Posidonia oceanica* seagrass bed, is historically considered a local fishing ground for the Mediterranean sand-eel (Calcagno, 2001). Possible occurrence of the blonde ray in other sandy-gravel sea-beds of the Mediterranean should be investigated, in order to furnish a more detailed picture on the ecological features of this species, such as possible relationship with a specific substrate and the feeding preference for *G. cicerellus*.

#### Acknowledgments

We thank Agostino Spinelli who provided the specimens. Thanks also to Franco Andreone (Regional Museum of Natural History, Turin) for the useful information on the blonde ray specimen described by Tortonese and to Sara Ferrando (Department of Biology, University of Genoa) for her readily help.

#### References

- CALCAGNO A. (2001) - *Notizie e curiosità sulla Cogoletto di un tempo*. Block Notes Edizioni, Genova: 48 pp.
- CATALANO B., DALÙ M., SCACCO M., VACCHI M. - Biological data of *Raja brachyura* (Chondrichthyes, Rajidae) at Asinara Island (N-W Sardinia, Western Mediterranean). *TIZO*, (in press).
- FISCHER W., SCHNEIDER M., BAUCHOT M.L. (1987) - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. 2 - Vertébrés, FAO: 761-1530.
- GALLAGHER M.J., NOLAN C.P., JEAL F. (2004) - Age, Growth and maturity of the commercial ray species from the Irish Sea. *e-Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, **35**: art. 10.
- GUIDETTI P. (2000) - Difference among fish assemblages associated with nearshore *Posidonia oceanica* seagrass beds, rocky-algal reefs and unvegetated sand habitats in the Adriatic Sea. *Est. Coast. Shelf Sci.*, **50**: 515-529.
- MATALLANAS J. (1974) - Sobre la presencia de *Raja brachyura* Lafont (Rajiformes, Rajidae), en la Mar Catalana. *Boletín Sociedad Historia Natural Baleares*, **19**: 51-56.
- RELINI G., BIAGI F., SERENA F., BELLUSCIO A., SPEDICATO M.T., RINELLI P., FOLLESA M.C., PICCINETTI C., UNGARO N., SION L., LEVI D. (2000) - I selaci pescati con lo strascico nei mari italiani. *Biol. Mar. Medit.*, **7**: 347-384.
- SERENA F., MANCUSI C., AUTERI R. (2003) - Annotated checklist of the skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the South Ligurian and North Tyrrhenian Sea. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 918-926.
- STEHMANN M., BÜRKEL D.L. (1984) - Rajidae. In: P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds), *Fishes of the north-eastern Atlantic and Mediterranean*. UNESCO, Paris, **1**: 163-196.
- TORTONESE E. (1956) - *Leptocardia, Ciclostomata e Selachii*. Fauna d'Italia. Calderoni Ed., Bologna: 334 pp.

S. CATTAPAN, N. NURRA, R. MUSSAT SARTOR, C. FROGLIA\*, D. PESSANI

Dip. di Biologia Animale e dell'Uomo, Via Accademia Albertina, 13 - 10123 Torino, Italia.  
nicola.nurra@unito.it

\*Istituto Ricerche Pesca Marittima – CNR, Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.

## PRIMI DATI BIOMETRICI RELATIVI AL TELEOSTEO BATHIALE *LEPIDION LEPIDION* (RISSO, 1810) PRESENTE IN MAR JONIO

### *BIOMETRIC AND MERISTIC DATA ON BATHYAL BONY FISH LEPIDION LEPIDION (RISSO, 1810) COLLECTED IN JONIAN SEA*

**Abstract** - Twenty-four specimens of the bony fish *Lepidion lepidion* (Risso, 1810) have been collected at a depth of 1600-2000 m in Jonian Sea. Biometric and meristic data relevant to all the specimens are here reported and analyzed.

**Key-words:** *Moridae, demersal fish, biometric and meristic data, distribution, first record.*

**Introduzione** – Le conoscenze sull'ittiofauna demersale del piano bathiale del Mar Mediterraneo occidentale, tra –200 e –800 m, sono piuttosto dettagliate (Bombace e Froglià, 1973; Ungaro *et al.*, 1998) mentre quelle relative ai popolamenti ittici di profondità superiori sono più limitate. Tuttavia queste ricerche evidenziano che, tra –1000 e –2200 m, i Moridi sono una delle famiglie più rappresentative in termini di biomassa, abbondanza e numero di specie. *Lepidion lepidion* (Risso, 1810) è specie bento-nectonica endemica mediterranea distribuita, nel settore occidentale, tra –550 e –2230 m. Recenti studi ne hanno accertato la presenza anche nella fossa del Basso Adriatico (Ungaro *et al.*, 2001). Viene qui per la prima volta segnalata la presenza della specie in Mar Jonio e vengono riportati ed analizzati i dati biometrici e meristici relativi agli esemplari campionati.

**Materiali e metodi** – Nel giugno 2003, durante la campagna di pesca condotta dall'IRPEM-CNR di Ancona e svoltasi nel Golfo di Taranto e lungo la costa calabrese, sono stati raccolti 24 esemplari di *L. lepidion*. Le catture, effettuate tra –1080 e –2200 m, sono state eseguite con nasse a rete (40×80×50 cm e maglia 2,5 cm), nasse metalliche cilindriche (Ø 60 cm e lunghezza 80 cm) e a parallelepipedo (50×80×50 cm e maglia di 1 cm) e con la rete Agassiz.

Su tutti gli individui sono state compiute misurazioni: 16 biometriche (al decimo di millimetro), effettuate con l'ittiometro di Matta e 9 meristiche.

Tab. 1 - Misure morfometriche relative agli esemplari campionati (n=24).

*Morphometric data relevant to the collected specimens (n=24).*

Caratteri morfometrici (% di LS)	Media	dev. St.	min	max
Lunghezza capo	22,79	1,31	20,00	25,00
Orbita (diametro orizzontale)	6,98	0,33	6,33	8,11
Lunghezza muso	5,83	0,75	3,90	6,98
Lunghezza postorbitale	9,31	0,66	7,80	11,08
Lunghezza barbiglio	4,92	0,34	3,72	5,50
Lunghezza mascellare	11,27	0,85	9,51	13,16
Lunghezza 1° raggio dorsale	45,15	3,61	39,46	52,31
Lunghezza raggio maggiore pettorale	17,84	1,08	15,61	20,00
Lunghezza raggio maggiore ventrale	18,31	1,78	12,56	20,72
Altezza massima corpo	20,71	1,37	18,84	23,15
Altezza minima peduncolo codale	2,45	0,18	1,86	2,78
Distanza muso - 1° raggio dorsale	25,30	0,81	22,44	26,75
Distanza muso - centro ano	42,21	1,73	39,00	45,54
Distanza attacco Ventrale - 1° raggio anale	25,56	1,91	21,10	28,95
Distanza fine 2° Dorsale - attacco codale	4,44	0,43	3,26	5,29
Diametro orbita/Lunghezza capo	3,27	0,24	2,75	3,76



**Risultati** – I dati biometrici sono riportati nella Tab. 1.

L'analisi delle allometrie in relazione ai dati morfometrici ed in rapporto alla lunghezza standard (LS) evidenzia correlazioni positive particolarmente rappresentative per le misurazioni relative alle distanze muso - 1° raggio della pinna dorsale ( $R^2=0,86$ ) e muso - centro ano ( $R^2=0,80$ ). La profondità di cattura evidenzia che il 50% degli individui era presente a batimetrie comprese tra -1600 e -2000 metri. Questa distribuzione è correlata positivamente alla taglia dell'animale che tende ad aumentare con la profondità non raggiungendo mai dimensioni inferiori a 218 mm (Fig. 1).

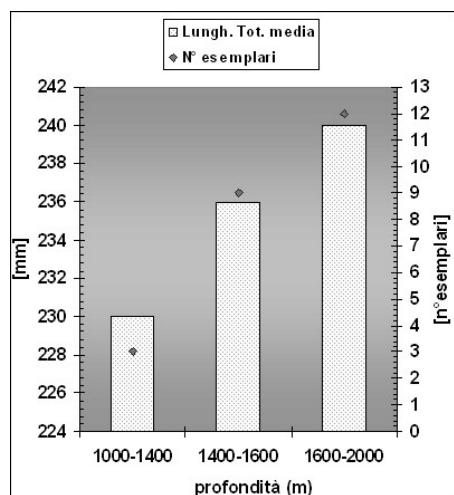


Fig. 1 - Esemplari catturati e lunghezza totale media in funzione della profondità.

*Collected specimens and mean total length relevant to the depth.*

**Conclusioni** – I rapporti morfometrici e le caratteristiche meristiche sono confrontabili con i pochi dati presenti in letteratura per la specie *L. lepidion* (Templeman, 1970 a,b; Stefanescu *et al.*, 1991). I risultati qui presentati contribuiscono ad approfondire le conoscenze sulla specie, il cui areale di distribuzione, esteso anche al Mar Jonio, è probabile che comprenda tutto il Mediterraneo occidentale fino all'Adriatico.

#### Bibliografia

- BOMBACE G., FROGLIA C. (1973) – Premières remarques sur les peuplements de l'étage bathyal de la Basse Adriatique. *Rèv. Trav. Inst. Pêches mar.*, **37** (2): 159-161.
- STEFANESCU C., LLORIS D., RUCABUNDO J. (1991) – A propos de la présence de *Lepidion guentheri* (Giglioli, 1880) (Moridae) en Méditerranée occidentale ibérique. *Cybium*, **15** (2): 139-146.
- TEMPLEMAN W. (1970a) – A review of the morid fish genus *Lepidion* of the North Atlantic with first records of *Lepidion eques* from the Western North Atlantic. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **27**: 475-498.
- TEMPLEMAN W. (1970b) – Additional tabular details of distributional, meristic and morphometric data for the paper: a review of the morid fish genus *Lepidion* of the North Atlantic with first records of *Lepidion eques* from the Western North Atlantic. *Techn. Rep. Fish. Res. Bd. Canada*, **160**: 30 pp.
- UNGARO N., MARANO G. (1998) – Classificazione, ordinamento dei dati e stime di biomassa: campagne di pesca sui fondi strascicabili dell'Adriatico sud-occidentale. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 488-495.
- UNGARO N., MARANO G., RIVAS G. (2001) – Notes on ichthyofauna of the deep basin of the Southern Adriatic Sea. *Sarsia*, **86**: 153-156.

B. CRISTO, T. STORAI<sup>1</sup>, M. ZUFFA<sup>2</sup>, L. ZINZULA<sup>3</sup>, A. FLORIS<sup>4</sup>

Istituto di Scienze Naturali e Biologia Marina, Via Vulcano, 44 - 07026 Olbia (SS), Italia.  
bencris@aliceposta.it

<sup>1</sup>Museo Civico di Scienze Naturali della Valdinievole,  
Piazza Leonardo da Vinci, 1 - 51017 Pescia (PT), Italia.

<sup>2</sup>Museo "L. Donini", Via Prunaio, 1 - 40064 Ozzano Emilia (BO), Italia.

<sup>3</sup>DNAQuA - Laboratorio di Ricerche e Studi sulla vita marina,  
Via San Carlo Borromeo, 1 - 09100 Cagliari, Italia.

<sup>4</sup>Dip. di Zoologia e Antropologia Biologica, Univ. di Sassari,  
C.so Regina Margherita, 15 - 07100 Sassari, Italia.

## PRESENZA DI *CARCHARODON CARCHARIAS* (CHONDRICHTHYES, LAMNIDAE) NELLE ACQUE SARDE (MEDITERRANEO CENTRALE)

### *OCCURRENCE OF CARCHARODON CARCHARIAS* (*CHONDRICHTHYES, LAMNIDAE*) IN THE SARDINIAN WATERS (CENTRAL MEDITERRANEAN)

**Abstract** - During the check of the species of sharks in the Sardinia's Sea (Central Mediterranean) by the SLED project, 15 occurrences of Great White Shark, *Carcharodon carcharias* (*Chondrichthyes, Lamnidae*), have been recorded. Those are 2 historical and 10 recent catches, 1 predation upon a sea turtle and 2 sightings. Some preliminary considerations about the ecology of the species in this area are presented.

**Key-words:** Sardinia's waters, *Chondrichthyes*, *Carcharodon carcharias*.

**Introduzione** - Nell'ambito del progetto S.L.E.D. (Sardinian Large Elasmobranch Database) promosso e condotto da ricercatori dell'Istituto di Scienze Naturali e Biologia Marina di Olbia, dell'Università degli Studi di Sassari, del Laboratorio di Ricerche e Studi DNAQuA e da altri ricercatori, dal 2002 al 2005 è stata posta in atto una ricerca specifica volta al reperimento di evidenze, storiche e/o recenti, relative alla presenza di *Carcharodon carcharias* (*Chondrichthyes, Lamnidae*) nei mari della Sardegna, mancando quasi del tutto, nella letteratura scientifica, riferimenti precisi circa la distribuzione, la biologia e la frequenza della specie in questa zona. L'indagine si inserisce in un quadro più ampio di raccolta dati, avente per scopo una maggiore conoscenza della distribuzione e della frequenza della specie nel Mediterraneo.

**Materiali e metodi** - La letteratura scientifica ha prodotto scarsi dati storici (Parona, 1919; Mojetta *et al.*, 1997), mentre molte informazioni provengono dall'esame dei reperti osteologici (3 mascelle e 3 denti singoli) di una collezione privata in località Capo Testa. I dati relativi a questi reperti sono stati rilevati secondo il metodo proposto da Mollet *et al.* (1996). Sono state raccolte inoltre molte evidenze fotografiche e testimonianze attendibili che hanno permesso di datare e circostanziare tutta la casistica registrata. La TL (Total Length) degli individui è stata riparametrata, ove possibile, sulla base del rapporto dimensioni denti/TL (Hubbell, 1996).

**Risultati** - Il valore di DUJP (Dried Upper Jaw Perimeter) riscontrato nelle mascelle esaminate è stato di 38, 106 e 120 cm, mentre i valori per UA1T (Upper Anterior First Tooth) sono compresi tra 24 e 52 mm. L'esame del materiale raccolto ha portato alla registrazione di 15 segnalazioni di *C. carcharias* nelle acque sarde: 2 catture storiche (anteriori al 1900) e 13 casi recenti. Questi ultimi comprendono 10 catture in tonnara, 1 evidenza di predazione su tartaruga marina e 2 avvistamenti, tutti avvenuti negli ultimi 35 anni, ad eccezione di una cattura avvenuta a Capo Testa risalente al 1959. Il

parametro TL degli esemplari registrati è compreso nell'intervallo fra 200 e 620 cm per le misure stimate e fra 183 e 457 cm per le misure riparametrate. La determinazione del sesso è stata possibile nel 20% delle segnalazioni per le quali si è trattato di maschi adulti in tutti i casi. È noto un solo rapporto di contenuto stomacale relativo ad un esemplare catturato a S. Caterina di Pittinurri: alcuni *Dentex dentex* (Osteichthyes, Sparidae) e i resti di una tartaruga marina. La localizzazione delle segnalazioni riguarda le coste nord-occidentali della Sardegna (9 casi) e quelle sud-occidentali (6 casi, compresi quelli storici). La frequenza delle osservazioni è maggiore in inverno e primavera, pur risultando comunque sporadica e strettamente connessa (86.67% tot. casi) alla pesca tradizionale del tonno mediante reti da posta (tonnare).

**Conclusioni** - Il 33.33% delle segnalazioni relative alla Sardegna è concentrato nel decennio 1970-1979, quota che rappresenta il 16.92% di tutte le segnalazioni note di squalo bianco nel Mediterraneo nello stesso periodo (Mojetta *et al.*, 1997; Storai *et al.*, 2000). Le dimensioni degli esemplari registrati e la stretta relazione con le attività di pesca al tonno indurrebbero a ritenere che i grandi scombroidi pelagici possano costituire una delle fonti trofiche primarie per lo squalo bianco nelle acque sarde. Significativi risultano essere anche due rapporti di predazione su cheloni e l'assenza di interazioni trofiche con cetacei, così importanti altrove nel Mediterraneo (Mojetta *et al.*, 1997; Storai *et al.*, 2000; Bianucci *et al.*, 2002). La localizzazione ed il tipo di segnalazioni fanno ipotizzare un collegamento con gli esemplari presenti nelle acque delle Baleari (Morey *et al.*, 2003).

**Ringraziamenti** - Un particolare ringraziamento ai sigg. Claudio e Ulisse Murru, ai sigg. Tommasino e Piero Muntoni, al sig. Agostino Diana, al sig. Giacomo Sollai, al dr. Antonio Pais, al dr. Giuseppe Ollano, al prof. Renato Mariani-Costantini.

### Bibliografia

- BIANUCCI G., BISCONTI M., LANDINI W., STORAI T., ZUFFA M., GIULIANI S., MOJETTA A. (2002) - Trophic interaction between White Shark, *Carcharodon carcharias* and Cetaceans: a comparison between Pliocene and Recent data from Central Mediterranean Sea. In: Vacchi M., Lamesa G., Serena F., Seret B. (eds), *Proc. 4th Europ. Elasm. Assoc. Meet.*, ICRAM, ARPAT & SFI, Livorno: 33-48.
- HUBBELL G. (1996) - Using tooth structure to determine the evolutionary history of the Great White Shark. In: Klimley A.P. and Ainley D.G. (eds), *Great White Sharks. The Biology of Carcharodon carcharias*. Academic Press, San Diego: 9-18.
- MOJETTA A., STORAI T., ZUFFA M. (1997) - Segnalazioni di *Carcharodon carcharias* in acque italiane. *Quad. Civ. Staz. Idrobiol. Milano*, **22**: 23-38.
- MOLLET H.F., CAILLIET G.M., KLIMLEY A.P., EBERT D.A., TESTI A., COMPAGNO L.J.V. (1996) - Review of length validation methods and protocols to measure large white sharks. In: Klimley A.P., Ainley D.G. (eds), *Great White Sharks. The Biology of Carcharodon carcharias*. Academic Press, San Diego: 91-110.
- MOREY G., MARTINEZ M., MASSUTI E., MORANTA J. (2003) - The occurrence of white shark, *Carcharodon carcharias*, around the Balearic Islands (western Mediterranean Sea). *Environ. Biol. Fishes*, **68**: 425-432.
- PARONA C. (1919) - Il tonno e la sua pesca. *Comit. Talass. It., Venezia, Mem.*, **68**: 139-141.
- STORAI T., MOJETTA A., ZUFFA M., GIULIANI S. (2000) - Nuove segnalazioni di *Carcharodon carcharias* nel Mediterraneo Centrale. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Pisa Serie B*, **107**: 139-142.

V. GANCITANO, S. GANCITANO, P. RIZZO, C. BADALUCCO, F. FIORENTINO

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

## VALUTAZIONE DELLA PRECISIONE NELLA STIMA DELL'ETÀ DELLA TRIGLIA DI FANGO (*MULLUS BARBATUS* L., 1758; PISCES MULLIDAE) NELLO STRETTO DI SICILIA

### *EVALUATING PRECISION IN AGEING OF RED MULLET (MULLUS BARBATUS L., 1758; PISCES MULLIDAE) IN THE STRAIT OF SICILY*

**Abstract** - Age bias plot, coefficient of variation (CV) and index of precision (D) were calculated in series of otolith readings in order to evaluate consistency between readers and precision in ageing of red mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758; *Pisces Mullidae*). Some small difference between readers resulted for fish older than 4 year, ranging the estimated age between 0 and 6 years. Results show that adopted procedure allows achieving low systematic error and good precision.

**Key-words:** otolith reading, age-bias-plot, index of precision, red mullet, Strait of Sicily .

**Introduzione** - Considerata l'importanza degli studi sulla crescita nella valutazione delle risorse da pesca, molti laboratori effettuano la stima dell'età mediante la lettura di strutture dure negli organismi marini di interesse commerciale. Sebbene il problema dell'accuratezza di tali stime risulti ancora oggi largamente irrisolto, la disponibilità di tecniche di analisi dei dati consente di valutare l'esistenza di eventuali errori sistematici e la precisione delle procedure di stima dell'età (Campana, 2001). Scopo di questo lavoro è presentare le precisioni nelle stime di età mediante lettura di otoliti di specie commerciali ottenute nel nostro laboratorio durante i programmi Campbiol 2002 e 2003.

**Materiali e metodi** - I campioni esaminati si riferiscono alla triglia di fango (*Mullus barbatus*, L., 1758) raccolta durante il campionamento biologico dello sbarcato commerciale nello Stretto di Sicilia (CampBio), svolto nell'ambito del programma nazionale italiano di raccolta dei dati alieutici (Reg. CE 1534/2000). Si tratta di 624 (anno 2002) e 375 (anno 2003) individui prelevati allo sbarco delle strascianti di Mazara del Vallo e Sciacca, nel periodo da Giugno a Dicembre. Tutti gli esemplari sono stati misurati al mezzo cm, sessati e sono stati prelevati entrambi gli otoliti (sagittae) per la stima dell'età. Gli otoliti interi sono stati successivamente immersi in acqua ed osservati al microscopio a luce riflessa ad un ingrandimento 12×. Le letture sono state eseguite da due diversi lettori, ripetute tre volte in differenti momenti, per un totale 5994 letture.

Per valutare l'esistenza di differenze sistematiche nelle letture si è adoperata una combinazione di metodi grafici e statistici. Le differenze sistematiche di stime dell'età tra i lettori sono state valutate tramite i grafici "Age-Bias" (Campana *et al.*, 1995), preparati per ciascuna delle tre letture esaminate e mediante il classico test non parametrico di Wilcoxon per due campioni dipendenti.

La precisione delle stime di età è stata calcolata infine mediante il coefficiente di variazione e l'indice di precisione D, come proposta da Chang (1982).

È stata infine riportata la classica percentuale di accordo tra le letture, calcolata come numero di otoliti che presentano la stessa età stimata rispetto al totale degli otoliti letti.

**Risultati** - Considerando l'insieme dei risultati, l'intervallo di età stimate è risultato compreso tra 0 e 6 anni. La percentuale di accordo tra i lettori è risultata abbastanza

elevata, dato che in 869 casi su 999 le stime sono risultate coincidenti (87,1%). L'analisi delle differenze tra lettori condotte mediante il test di Wilcoxon ha evidenziato l'esistenza di differenze statisticamente significative tra i due lettori sia nel 2002 che nel 2003, mentre le differenze tra letture successive dello stesso lettore risultano nel complesso non significative. L'analisi dei grafici "Age-Bias" hanno permesso di evidenziare la natura di tali differenze, che risulta attribuibile agli individui di età stimata a partire da 4 anni. È da segnalare tuttavia che l'entità di tale differenza ammonta a 0,5 anni, riconducibile all'interpretazione della posizione della traccia ialina sull'otolite. Considerando infine i valori di precisione, i due lettori presentano precisioni comparabili (Lettore 1: CV=12,3 e D=7,1; Lettore 2= CV=9,3 e D=5,4) e la precisione complessiva dell'insieme delle 5994 letture presenta un CV=10,7 ed un indice di precisione di 6,2, valori che ricadono nel range delle stime ritenute "precise" reperibili in letteratura (Campana, 2001).

**Conclusioni** - Il controllo dell'esistenza di differenze sistematiche tra lettori e nel tempo nelle stime di età è uno dei punti rilevanti per garantire informazioni affidabili sulla struttura demografica degli stock di pesci commerciali. È tuttavia evidente che tale controllo rappresenti soltanto un aspetto del più complesso problema. È necessario infatti che lo studio della precisione sia affiancato da ricerche che, con diversi approcci, consentano di affrontare le problematiche legate all'accuratezza delle stime attualmente disponibili.

**Ringraziamenti** - Si ringrazia J. Mendoza dell'Università di Oriente, Venezuela, per gli utili consigli forniti.

#### **Bibliografia**

- CAMPANA S.E., CHRISTINA ANNAND M., MCMILLAN J.I. (1995) - Graphical and statistical method for determining the consistency of age determinations. *Transactions of the American Fisheries Society*, **124**: 131-138.
- CAMPANA S.E. (2001) - Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. *J. Fish Biol.*, **59**: 197-242.
- CHANG WILLIAM Y.B. (1982)- A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39**: 1208-1210.

I dati sono stati raccolti nell'ambito del programma nazionale italiano per la raccolta dei dati alieutici, modulo campionamento biologico dello sbarcato (CAMPBIOL), coordinato dalla SIBM e finanziato dal MiPAF.

D. GIORDANO, B. BUSALACCHI, F. PERDICHIZZI, A. PERDICHIZZI,  
A. PROFETA, P. RINELLI, S. GRECO\*

Istituto per l'Ambiente Marino Costiero, IAMC-CNR, Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.  
daniela.giordano@iamc.cnr.it

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

ABUNDANCE TREND OF *OCTOPUS VULGARIS*  
AND *ELEDONE CIRRHOSA* (MOLLUSCA: CEPHALOPODA)  
IN THE SOUTHERN TYRRHENIAN SEA  
(CENTRAL MEDITERRANEAN)

TREND DI ABBONDANZA DI *OCTOPUS VULGARIS*  
ED *ELEDONE CIRRHOSA* (MOLLUSCA: CEPHALOPODA)  
NEL TIRRENO MERIDIONALE (MEDITERRANEO CENTRALE)

**Abstract** - In this paper the temporal abundance trend of two cephalopods species, *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 and *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798) related to ten years of trawl surveys are shown. The data were recorded during the GRUND (Evaluation of demersal resources in the Italian Sea) national project from 1994 to 2004.

**Key-words:** abundance, Cephalopods, southern Tyrrhenian Sea.

**Introduction** - The common octopus *Octopus vulgaris* and the horned octopus *Eledone cirrhosa* are two of the most important commercial species in the Mediterranean Sea.

*Octopus vulgaris* is a typical inhabitant of littoral waters, existing up to the limit of the continental shelf (Mangold-Wirtz, 1963), while *E. cirrhosa* shows a wide bathymetric line (Belcari *et al.*, 2002).

In the Mediterranean Sea, octopods catches from trawlers that operate on the continental shelf constitute an important fraction of the total landings of these vessels (Relini and Orsi Relini, 1984; Tursi and D'Onghia, 1992; Belcari and Sartor; 1993; Giordano *et al.*, 1998; Greco *et al.*, 2003). In this paper knowledge on distribution and abundance of these Octopods in the Southern Tyrrhenian Sea are presented.

**Materials and methods** - The study area was comprised between Suvero Cape (Calabria) and San Vito Cape (Sicily). Ten annual bottom trawl surveys, aimed to obtain abundance indices of ten target species, were carried out in autumn from 1994 to 1998 and from 2000 to 2004. Hauls were allocated according to a depth-stratified sampling scheme, taking into account the surface area of each stratum. Five depth strata were considered: 10-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-500 m and 500-800 m.

A total of 682 samples of *O. vulgaris* and 717 samples of *E. cirrhosa* were analysed.

Specimens were counted, weighed, measured (dorsal mantle length, DML) sexed and assigned to a maturity stage by macroscopic analysis of the gonads.

Catch data (number and weight per hour) were recorded by means of specifically developed software (Souplet, 1996). Data were standardised, taking into account the surface of each haul and depth stratum, in order to obtain biomass and density indices (kg/km<sup>2</sup> and N/km<sup>2</sup>).

The biomass and density indices of the two species were calculated as a mean value per year of samplings, bathymetric stratum and macrostrata (shelf: 10-200 m and slope: 200-800 m).

**Results** - The results showed that the presence of *O. vulgaris* was negligible in waters deeper than 200 m. For this reason only hauls allocated inside the continental shelf were used. The results shown a significative decreasing trend of the overall annual biomass index ( $r^2=0.506$ ;  $p<0.05$ ) of *O. vulgaris*. In particular the annual biomass index values for *O. vulgaris* decreased from 13.55 kg/km<sup>2</sup> (St. Dev.=1,13; C.V.=21,81%) in 1996 to 5.63 kg/km<sup>2</sup> (St. Dev.=0,80; C.V.=39,50%) in 2003. Otherwise the annual density index values for the first stratum (10-50 m) recorded an increment from 1994 (56 N/km<sup>2</sup>; St. Dev.=4,0; C.V.=36%) to 2004 (127 N/km<sup>2</sup>; St. Dev.=5,0; C.V.=35%). On a total of 682 samples, the length-frequency distribution of *O. vulgaris* showed sizes (dorsal mantle length) ranged from 250 to 200 mm with the main mode at 80 mm of DML.

Otherwise the horned octopus showed fluctuations of annual biomass indices values without a significative temporal trend. The values decreased from 6.35 kg/km<sup>2</sup> (St. Dev.=0,88; C.V.=35,75%) during the 1995 to 0.35 kg/km<sup>2</sup> (St. Dev.=0,06; C.V.=43,86%) in 1998 and from 4.39 kg/km<sup>2</sup> (St. Dev.=0,50; C.V.=30,67%) in 2003 to 0.87 kg/km<sup>2</sup> (St. Dev.=0,09; C.V.=30,75%) in 2004. The density index values, recorded for the shelf, showed an increment from 1994 (61 N/km<sup>2</sup>; St. Dev.=4; C.V.=22%) to 2003 (111 N/km<sup>2</sup>; St. Dev.=6,0; C.V.=21%). In the last year the value decreased to a value of 22 N/km<sup>2</sup> (St. Dev.=2,0; C.V.=32%). A total of 717 samples of *E. cirrhosa* were analysed. The size distribution showed a size ranged from 20 to 130 mm of DML, with the main mode at 50 mm DML.

**Conclusions** - The present results confirm the discontinuous pattern in the catches of both octopods. Apart from environmental conditions that may markedly affect the stocks, annual fluctuations in abundance should be related to the peculiarities of species dynamics and to fishing strategies. It is important to underline the increase of the density indices for both species linked to a decrease of the biomass indices of the same species.

#### References

- BELCARI P., CUCCU D., GONZALEZ M., SRAIRI A., VIDORIS P. (2002) - Distribution and abundance of *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda: Octopoda) in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, **66** (Suppl. 2): 157-166.
- BELCARI P., SARTOR P. (1993) - Bottom trawling teuthofauna of the Northern Tyrrhenian Sea. *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 145-152.
- GIORDANO D., PERDICHIZZI F., GRECO S. (1998) - Distribuzione ed abbondanza di *Eledone cirrhosa* (Lamarck, 1798) nel Tirreno meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 349-354.
- GRECO S., RINELLI P., PERDICHIZZI F., GIORDANO D., ROMEO T., BOTTARI T., FLORIO G., CONSOLI P., BUSALACCHI B., FABRONI F. (2003) - Valutazione delle risorse demersali nel basso Tirreno (Capo Suvero-Capo S. Vito). Relazione finale Unità Operativa T6. MIPAF: 142 pp.
- MANGOLD-WIRZ K. (1963) - Biologie des Céphalopodes benthiques et nectoniques de la Mer Catalane. *Vie et Milieu* (Suppl. 13): 15-21.
- RELINI G., ORSI RELINI L. (1984) - The role of Cephalopods in the inshore trawl fishing of the Ligurian Sea. *Oebalia*, **10**: 37-58.
- SOUPLET A. (1996) - Calculation of abundance indices and length frequencies in the MEDITS survey. In: J.A. Bertrand *et al.* (eds), *Campagne internationale de chalutage demersal en Méditerranée*. Rapport final, **3**.
- TURSI A., D'ONGHIA G. (1992) - Cephalopods of the Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Oebalia*, **18**: 25-43.

G. GNONE, S. NUTI<sup>1</sup>, M. BELLINGERI<sup>2</sup>, R. PANNONCINI<sup>3</sup>, D. BEDOCCHI<sup>1</sup>

Acquario di Genova, Area Porto Antico, Ponte Spinola - 16124 Genova, Italia.

ggnone@acquariodigenova.it

<sup>1</sup>Centro CETUS, Viareggio, Italia.

<sup>2</sup>Dip.Te.Ris, Università di Genova, Italia.

<sup>3</sup>Università "La Sapienza" di Roma, Italia.

## COMPORAMENTO SPAZIALE DI *TURSIOPS TRUNCATUS* LUNGO LA COSTA DEL MAR LIGURE: RISULTATI PRELIMINARI

### *SPATIAL BEHAVIOUR OF TURSIOPS TRUNCATUS ALONG THE LIGURIAN SEA COAST: PRELIMINARY RESULTS*

**Abstract** – The spatial behaviour of *Tursiops truncatus* (Cetacea, Odontoceti, Delphinidae) along the Ligurian Sea coast was analysed by means of photo-identification techniques. Photographic catalogues from 4 contiguous research areas (Imperia-Alassio, Genova, Spezia, Viareggio) were compared. Individual dolphins were re-sighted at sites up to 130 km apart.

**Key-words:** *Tursiops truncatus*, habitat, home range.

**Introduzione** – Il Delfinide *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) è noto come specie cosmopolita dalle abitudini prevalentemente costiere (Cagnolaro *et al.*, 1983; Notarbartolo di Sciara e Demma, 1994). Alcuni autori indicano l'esistenza di due ecotipi distinti, uno con abitudini propriamente costiere ed uno pelagico (Duffield *et al.*, 1983). L'habitat d'elezione di questa specie lungo la costa italiana sembra essere compreso entro l'isobata dei 100 m (Gnone *et al.*, 2005). *T. truncatus* è descritta come specie territoriale, ma le informazioni riguardo al suo *home range* sono frammentarie e spesso contraddittorie (Notarbartolo di Sciara e Demma, 1994).

**Materiali e metodi** – Dati fotografici per l'identificazione di individui di *T. truncatus* attraverso marcaggi naturali della pinna dorsale sono stati raccolti in 4 aree della costa ligure e toscana: Imperia-Alassio (Istituto Tethys), Genova, La Spezia (Acquario di Genova), Viareggio (Centro CETUS). I dati sono stati raccolti tra il 1999 e il 2005, nel corso di osservazioni da imbarcazioni a motore e motor-sailer. Ciascuna immagine fotografica è stata associata al punto geografico di avvistamento.

**Risultati** – La raccolta dei dati fotografici ha portato all'elaborazione di 4 cataloghi distinti per un totale di 212 individui foto-identificati. I cataloghi sono stati successivamente messi a confronto per rilevare eventuali riavvistamenti di individui. I risultati sono riassunti in Tab. 1. e Fig. 1.

Tab. 1 - Numero di individui condivisi tra i cataloghi fotografici a confronto.

*Number of individuals shared among photographic catalogues compared.*

TOT: <b>212</b>	Genova	La Spezia	Viareggio	Imperia-Alassio
Genova	<b>25</b>	5	5	9
Spezia		2		
Viareggio		<b>51</b>	11	0
Imperia-Alassio			<b>107</b>	0
				<b>29</b>



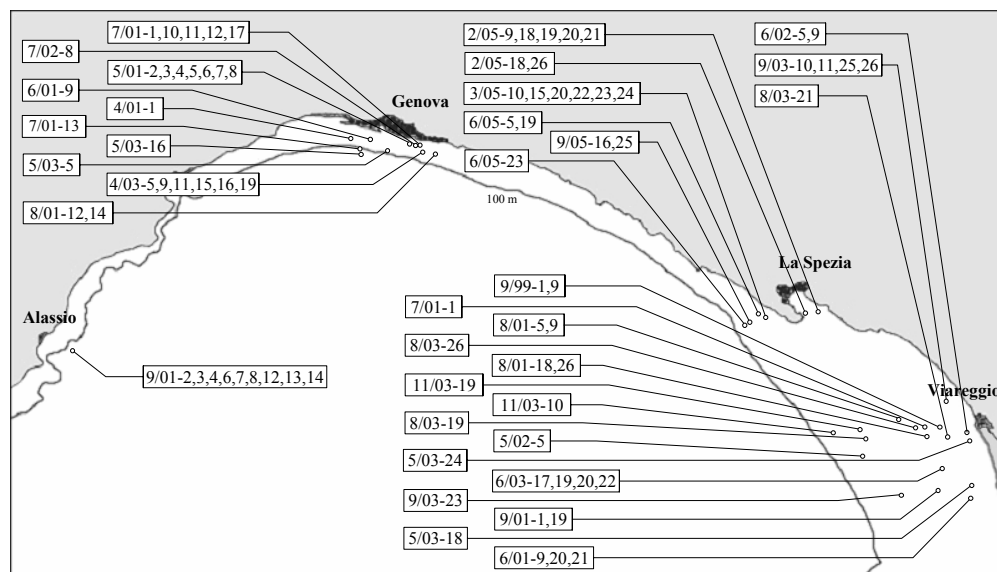


Fig. 1 - Posizione geografica degli individui condivisi tra i cataloghi fotografici (mese/anno–numero individuo).

*Geographic position of the individuals shared among photographic catalogues (monthlyyear–individual number).*

**Conclusioni** – La posizione geografica degli avvistamenti sembra confermare l'isobata dei 100 m come limite dell'habitat di *T. truncatus* (tale dato potrebbe tuttavia risultare accentuato da uno sforzo di campionamento disomogeneo). Il confronto dei cataloghi fotografici fornisce la distanza massima di riavvistamento degli esemplari, compresa tra 100 e 130 km circa (individui 1, 5, 9, 11, 19). L'assenza di individui condivisi tra i cataloghi di ponente e levante potrebbe indicare due *home range* distinti, con un'area di sovrapposizione centrale (Genova). I risultati del presente lavoro sono preliminari e dovranno essere confermati da nuove analisi di confronto su un numero maggiore di individui foto-identificati, soprattutto per quanto riguarda l'area di ponente.

**Ringraziamenti** - Si ringrazia l'Istituto Tethys per aver cortesemente consentito l'utilizzo dei dati fotografici relativi al ponente ligure.

### Bibliografia

- CAGNOLARO L., DI NATALE A., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (1983) - *Guida per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane*, AQ/11224, 9. Cetacei. Consiglio Nazionale delle Ricerche: 187 pp.
- DUFFIELD D.A., RIDGWAY S.H., CORNELL L.H. (1983) - Hematology distinguishes coastal and offshore forms of dolphins (*Tursiops*). *Can. J. Zool.*, **61**: 930-933.
- GNONE G., CALTAVUTURO G., TOMASINI A., ZAVATTA V., NOBILI A. (2005) – Analysis of the presence of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) along the Italian peninsula in relation to the bathymetry of the coastal band. *Atti Soc. It. Sci. nat. Museo civ. Stor. Nat. Milano*, **146** (1): 39-48.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G., DEMMA M. (1994) – *Guida dei Mammiferi Marini del Mediterraneo*. Franco Muzzio Editore: 264 pp.

A. LIGAS, R. SIRNA, P. SARTOR\*

Acquario Comunale di Grosseto, Viale L. Porciatti, 12 - 58100 Grosseto, Italia.  
ligas@cibm.it

\*C.I.B.M., Viale N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.

NUOVA SEGNALAZIONE DI *SPHOEROIDES PACHYGASTER*  
(MÜLLER & TROSCHEL, 1848) (PISCES, TETRAODONTIDAE)  
NEL MAR TIRRENO SETTENTRIONALE

NEW RECORD OF *SPHOEROIDES PACHYGASTER*  
(MÜLLER & TROSCHEL, 1848) (PISCES, TETRAODONTIDAE)  
FROM THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA

**Abstract** – The present note describes a new record of the blunthead puffer fish, *Sphoeroides pachygaster* (Müller & Troschel, 1848) (Pisces, Tetraodontidae), in the northern Tyrrhenian Sea. An immature male was caught by trawling at 110 m depth off the southern coasts of the Elba Island. Morphometric data of the specimen are provided.

**Key-words:** new records, *Sphoeroides pachygaster*, Tyrrhenian Sea.

**Introduzione** – Il pesce palla, *Sphoeroides pachygaster* (Müller & Troschel, 1848) (Pisces, Tetraodontidae), è una specie di origine atlantica, segnalata per la prima volta in Mediterraneo come *S. cutaneus* (Günther, 1870) da Oliver (1981). Numerose segnalazioni si sono poi succedute nei settori nord-occidentale e centrale del bacino Mediterraneo (Vacchi e Cau, 1985; Fiorentino e Zamboni, 1990; Tursi *et al.*, 1992; Rivas *et al.*, 1993; Bedini, 1998).

**Materiali e metodi** – L'esemplare è stato consegnato all'Acquario Comunale di Grosseto, alla fine del mese di agosto 2005, dall'equipaggio del motopeschereccio "Ben Hur", appartenente alla marineria di Castiglione della Pescaia (GR). La cattura è avvenuta nel corso di una cala effettuata con rete a traino di fondo, su un fondale fangoso tra 100 e 130 m di profondità, a sud di Punta Calamita (Isola d'Elba). In laboratorio, l'esemplare è stato sottoposto a identificazione tassonomica e alle seguenti misurazioni morfometriche, rilevate al millimetro: lunghezza totale, lunghezza standard, lunghezza, altezza e larghezza del capo, lunghezza del muso, larghezza interorbitale, altezza preorbitale e diametro oculare (Vacchi e Cau, 1985; Fiorentino e Zamboni, 1990; Rivas *et al.*, 1993; Bedini, 1998). Il peso totale è stato determinato al decimo di grammo. È stato registrato il numero dei raggi molli della pinna dorsale, anale, caudale e delle pinne pettorali. Il sesso e lo stadio maturativo sono stati determinati attraverso l'osservazione macroscopica delle gonadi.

**Risultati** – La pelle completamente liscia (assenza di spine, placche e tubercoli), la presenza di una sola linea laterale, la forma allargata ed arrotondata del muso e del capo hanno permesso di identificare l'esemplare come *S. pachygaster*. I risultati delle analisi morfometriche sono presentati in Tab. 1. L'esemplare è risultato essere un maschio immaturo, di lunghezza totale 125 mm. Esemplari di dimensioni simili sono stati precedentemente riportati da Fiorentino e Zamboni (1990) e Tursi *et al.* (1992), rispettivamente per il Mar Ligure e per il Mar Ionio.

Tab. 1 - Dati morfometrici dell'esemplare catturato nel Mar Tirreno Settentrionale.

*Morphometric data of the specimen collected in the northern Tyrrhenian Sea.*

<b>Dati morfometrici</b>	<b>(mm)</b>			
Lunghezza totale	125		Peso totale (g)	66,4
Lunghezza standard	113		Sesso	maschio
Lunghezza capo	44		Stadio maturativo	immaturo
Altezza capo	37			<b>n° raggi molli</b>
Larghezza capo	25		Pinna dorsale	9
Lunghezza muso	22		Pinna anale	8
	<b>occhio destro</b>	<b>occhio sinistro</b>	Pinna caudale	10
Diametro oculare	11	10		<b>destra sinistra</b>
Larghezza interorbitale	16		Pinne pettorali	14 14
Altezza preorbitale	19			

**Conclusioni** – La presente nota costituisce una nuova segnalazione di *Sphoeroides pachygaster* nel Mar Tirreno Settentrionale; il primo record risale a circa dieci anni fa (Bedini, 1998). Tuttavia, questo tetraodontide è ormai una cattura relativamente frequente nel bacino occidentale e centrale del Mediterraneo, in particolare nel Canale di Sicilia (Ragonese *et al.*, 2001). Di conseguenza, è stata avanzata l'ipotesi della presenza di una popolazione stanziale in Mediterraneo (Vacchi e Cau, 1985; Rivas *et al.*, 1993). Del resto, la presenza di giovani e sub-adulti, come osservato anche in altre aree (Fiorentino e Zamboni, 1990; Tursi *et al.*, 1992), e la cattura di esemplari maturi (Ragonese *et al.*, 2001) avvalorano l'ipotesi di una riproduzione locale e, quindi, dell'esistenza di una popolazione mediterranea della specie.

**Ringraziamenti** – Si ringraziano il Sig. Mario Delle Grazie, comandante del motopeschereccio “Ben Hur”, e tutti i pescatori della marineria di Castiglione della Pescaia per la disponibilità e collaborazione che da anni ci dimostrano.

### Bibliografia

- BEDINI R. (1998) – First record of *Sphoeroides pachygaster* (Tetraodontidae) from the northern Tyrrhenian Sea. *Cybium*, **22** (1): 94-96.
- FIORENTINO F., ZAMBONI A. (1990) – Ritrovamento di *Epigonus constanciae* (Giglioli, 1880) e nuove catture di *Sphoeroides cutaneus* (Günther, 1870) in Mar Ligure. *Oebalia*, **16**: 659-661.
- OLIVER P. (1981) – Sobre la aparición de algunos peces raros en las islas Baleares. *Bol. Inst. Espa. Oceano*, **6**: 60.
- RAGONESE S., CALTAGIRONE P., JEREB P. (2001) – Observations on reproduction and fecundity of *Sphoeroides pachygaster* (Pisces–Tetraodontidae) from the Sicilian Channel (Mediterranean Sea). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **36**: 313.
- RIVAS G., RAGONESE S., CAMPAGNUOLO S., JEREB P. (1993) – Preliminary morphometric analysis on *Sphoeroides cutaneus* Günther, 1870 (Pisces, Tetraodontidae) of the Sicilian Channel (Central Mediterranean Sea). *Biologia Marina*, Suppl. al Notiziario S.I.B.M., **1**: 367-368.
- TURSI A., D'ONGHIA G., MATARRESE A. (1992) – First finding of *Sphoeroides pachygaster* (Müller & Troschel, 1848) (Pisces, Tetraodontidae) in the Ionian Sea (middle-eastern Mediterranean Sea). *Cybium*, **16** (2): 171-172.
- VACCHI M., CAU A. (1985) – Observations sur la distribution de *Sphoeroides cutaneus* (Günther, 1870) (Pisces, Tetraodontidae) en Méditerranée. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **29** (8): 115-118.

P. MICARELLI, S. SPINETTI, T. CARUSO\*

Acquario Mediterraneo dell'Argentario–Centro Didattico di Biologia Marina del Comune di M. Argentario, AMAsm, Lungomare dei Navigatori, 44-45 - 58019 P. S. Stefano (GR), Italia.  
micarel@caramail.com

\*Dip. di Scienze Ambientali “G. Sarfatti”, Univ. di Siena, Via Mattioli, 4 – 53100 Siena, Italia.

## OSSERVAZIONI PRELIMINARI SULLA STRUTTURA DELLA COMUNITÀ ITTICA DEL POSIDONIETO AFFIORANTE DI S. LIBERATA (ORBETELLO)

### *PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE FISH COMMUNITY PATTERNS IN THE POSIDONIA BARRIER REEF OF S. LIBERATA (ORBETELLO)*

**Abstract** - Along 2 years were observed the fish community structure along the S. Liberata (Orbetello) Posidonia “barrier reef”. 21 different species were identified, differences were observed in time (begin or end of summer) and space (north, south, west, east) distribution of the fish community.

**Key-words:** Posidonia, barrier reef, visual census.

**Introduzione** - Lo studio della biocenosi del Posidonieto di S. Liberata (Orbetello) è particolarmente interessante in quanto si tratta di un “reef” affiorante, che si estende da una batimetria di poco superiore al metro fino a 5-6 m di profondità, nel margine Nord. Come si può desumere dalla revisione bibliografica realizzata da Francour nel 1999, ben poche sono le ricerche svolte su questo tipo di ambienti ed il primo per quest'area. Nel corso degli ultimi cinquant'anni le “reef-barrier” di *P. oceanica* sono in forte regressione in tutto il Mediterraneo (Boudouresque *et al.*, 1975, 1985). In Italia queste formazioni sono rare, vanno ricordate soprattutto quelle di Portofino e lo stagnone di Marsala. La piccola barriera oggetto di questo studio costituisce una di queste rare formazioni lungo le coste italiane (Lenzi, 1987). Gli studi strutturali della comunità ittica sono stati condotti con la tecnica del visual census.

**Materiali e metodi** - La tecnica di censimento visivo adottata in questo studio è quella del punto fisso (Harmelin-Vivien e Harmelin, 1975; Thresher e Gunn, 1986; D'Anna *et al.*, 1999). In particolare è stata adottata una versione modificata del metodo utilizzato da D'Anna *et al.*, 1999. Il subacqueo censisce tutti gli individui di tutte le specie che osserva all'interno del volume campionario, muovendosi lungo il raggio e realizzando un semicerchio in un tempo definito di 5'. I censimenti sono stati replicati durante il periodo estivo (T1, T2) inizio e fine estate 2003, (T4, T5) inizio e fine estate 2004 ed invernale (T3), inverno 2003-04. L'area di studio è stata stratificata in quattro regioni: Nord-Ovest (NW), Sud-Ovest (SW), Nord-Est (NE) ed Sud-Est (SE). Per testare la significatività delle differenze osservate è stata utilizzata l'Analisi della Varianza.

**Risultati** - Le specie di pesci necto-bentonici censite sono state 21. Le specie dominanti sono risultate: *Coris julis* (Linnaeus, 1758) (18,52%); *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 (18,52%); *Oblada melanura* (Linnaeus, 1758) (11,13%); *Symphodus mediterraneus* (Linnaeus, 1758) (10,03%); *Symphodus roissali* (Risso, 1810) (9,81%); *Diplodus vulgaris* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (4,74%); *Sarpa salpa* (Linnaeus, 1758) (7,06%); *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758) (4,74%); *Symphodus ocellatus* (Forsskål, 1775) (4,63%); *Serranus scriba* (Linnaeus, 1758) (3,64%). Le restanti specie erano presenti con dominanze percentuali inferiori al 3%. L'ANOVA ha mostrato differenze statisticamente significative rispetto al fattore tempo per gli indici N ( $F_{(2, 24)}=6,50$ ,  $p<0,01$ ), S ( $F_{(2, 24)}=8,50$ ,

$p < 0,01$ ) ed  $H'$  ( $F_{(2, 24)} = 7,13$ ,  $p < 0,01$ ). Al contrario l'indice  $J'$  non mostra alcuna differenza statisticamente significativa ed in generale è risultato pari a  $0,96 \pm 0,0046$ . Le associazioni ittiche hanno mostrato al test multivariato dell'ANOSIM variazioni statisticamente significative per il fattore Tempo ( $R = 0,601$ ,  $p = 0,001$ ). Per questo fattore nei confronti a coppia sono risultate significative solamente le differenze fra T1 e T5, fra T2 e T4, fra T3 e T4, fra T3 e T5 ed infine tra T4 e T5.

**Conclusioni** - Il dato principale che è possibile desumere dalle osservazioni effettuate è che le associazioni faunistiche presenti sono quelle tipiche delle biocenosi di prateria di *P. oceanica* (Francour, 1997). I valori dell'indice di Shannon-Wiener e di Pielou, indicano che la "evenness" della comunità è di tipo intermedio e non si osserva una dominanza elevata di poche specie a scapito delle restanti. Questo comporta una diversità relativamente elevata sia in termini di ricchezza specifica che di distribuzione delle abbondanze (Magurran, 1988). Per quanto riguarda le variazioni temporali, è stato possibile osservare che per *M. barbatus*, *C. julis*, *D. vulgaris*, il maggior contributo percentuale si verifica nei campionamenti di inizio estate, riducendosi drasticamente a fine estate e per scomparire quasi completamente durante il campionamento invernale.

#### Bibliografia

- BOUDOURESQUE C.F., AUGIER H., BELSHER T., COPPEJANS E., PERRET M. (1975) - Vegetation marine de l'île de Port-Cros, (Parc national); X. La regression du recif-barrier de posidonies. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, **1**: 41-46.
- BOUDOURESQUE C.F., MEINESZ A., LEFEVRE J.R. (1985) - Cartographie des poupelements benthiques marins de la Corse. I: la formation recifale à *Posidonia oceanica* de Saint Florent. *Ann. Inst. Oceanogr.*, **61** (1): 27-38.
- D'ANNA G., LIPARI R., BADALAMENTI F., CUTTITTA A. (1999) - Questions arising from the use of visual census techniques in natural and artificial habitats. *Naturalista Siciliano*, **23** (Suppl.): 187-204.
- FRANCOUR P. (1997) - Fish assemblage of *Posidonia oceanica* beds at PortCros (France, NW Mediterranean): assesment of composition and longterm fluctuations by visual census. *P.S.Z.N.I. Marine Ecology*, **18** (2): 157-173.
- FRANCOUR P. (1999) - A critical review of adult and juvenile fish sampling techniques in *Posidonia oceanica* seagrasses beds. *Naturalista Siciliano*, **23** (Suppl.): 33-57.
- HARMELIN-VIVIEN M.L., HARMELIN J.G. (1975) - Présentation d'une méthode d'évaluation "in situ" de la faune ichtyologique. *Trav. Sci. Parc Nation. Port-Cros*, **1**: 47-52.
- LENZI M. (1987) - Le récif-barrière de *Posidonia oceanica* (L.) Delile de Santa Liberata (Toscane, Italie): cartographie et biometrie. *Giornale Botanico Italiano*, **121** (3-4): 155-164.
- MAGURRAN A.E. (1988) - Ecological diversity and its measurement. *Princeton University Press, Princeton, NY*: 179 pp.
- THRESHER R.E., GUNN J.S. (1986) - Comparative analysis of visual census techniques for highly mobile, reef-associated piscivores (Carangidae). *Environmental Biology of Fishes*, **17**: 93-116.

P. MICARELLI, S. SPINETTI, S. TRIPEPI\*, E. SPERONE\*

Acquario Mediterraneo dell'Argentario-Centro Didattico di Biologia Marina del Comune  
di M. Argentario, AMAsm, P.S. Stefano (GR), Italia.  
micarel@caramail.it

\*Dipartimento di Ecologia, Università della Calabria, Rende (CS), Italia.

## OSSERVAZIONI SUL COMPORTAMENTO DI SUPERFICIE DEL GRANDE SQUALO BIANCO *CARCHARODON CARCHARIAS* (L.) SU PREDE PASSIVE A DYER ISLAND (SUDAFRICA)

### *OBSERVATIONS ABOUT SURFACE BEHAVIOUR OF THE GREAT WHITE SHARK *CARCHARODON CARCHARIAS* (L.) IN PRESENCE OF PASSIVE PREYS AT DYER ISLAND (SOUTHAFRICA)*

**Abstract** – During 4 study expeditions in SouthAfrica, performed in 2000, 2003, 2004 and 2005, observations about surface predatory behaviour of the Great White Shark in presence of passive preys were made. Observations were carried out by Unlimited Shark Diving boats and by cage diving around Dyer Island, about 5 miles far from Gansbaai. During the 27 observation days were identified 78 different specimens, that exhibited 8 different behaviours. The Great White Shark population observed around Dyer island shows a greater variety of behaviours than the population studied along the California coasts.

**Key-words:** *Carcharodon carcharias*, Dyer Island, behaviour, passive preys.

**Introduzione** – Il Grande Squalo Bianco, *Carcharodon carcharias* (L.), è ampiamente distribuito nelle regioni tropicali e temperate di tutti gli oceani del globo (Martin, 2003; Compagno *et al.*, 2005). Tuttavia, in molte porzioni del suo areale la specie risulta alquanto rara. Sono attualmente note solo otto aree in cui questo predatore risulta relativamente abbondante (Martin, 2003): California, Cile centrale, New England, Mediterraneo, Sudafrica occidentale, Australia meridionale, Nuova Zelanda e Giappone. Inoltre, recenti studi genetici e di campo, condotti via satellite, hanno dimostrato che questi squali sono altamente migratori (Boustany *et al.*, 2002). Nonostante sia nota l'importanza di questa specie nelle piramidi alimentari marine (Carey *et al.*, 1982; Casey e Pratt, 1985; Klimley *et al.*, 1992) e a dispetto dell'attenzione ad essa rivolta dall'opinione pubblica, molto rimane ancora da scoprire circa la biologia e l'ecologia del Grande Squalo Bianco: in particolare restano da approfondire aspetti legati alle strategie di caccia, alla riproduzione, al comportamento ed alla vita sociale. Lo scopo di questo lavoro è quello di fornire dati sul comportamento di superficie della popolazione di Grandi Squali Bianchi a Dyer Island, un'isola sudafricana che ospita un numero di squali stimato tra 1000 e 2000 esemplari.

**Materiali e metodi** – Dyer Island sorge a circa 5 miglia al largo del porticciolo di Gansbaai, ad est di Capetown, ed è caratterizzata da un ricchissimo ecosistema marino: nelle sue acque vivono 60 000 leoni di mare del capo, colonie numerosissime di uccelli marini (pinguini, cormorani, gabbiani), delfini comuni e balenottere. Soprattutto i cuccioli di leone di mare sono una preda energicamente interessante che attira migliaia di grandi squali bianchi in queste acque. Le osservazioni sono state condotte sia a bordo di un cabinato di 8 metri di lunghezza appartenente all'Unlimited Shark Diving che in gabbia, nell'arco di quattro spedizioni-studio negli anni 2000, 2003, 2004 e 2005 per un totale di 176 ore distribuite in 27 giorni di osservazione. Gli squali venivano attirati in vicinanza della barca mediante esche, chumming o zimbelli. I moduli comportamentali esibiti venivano filmati o fotografati per la successiva ricostruzione dell'etogramma.

**Risultati** - I dati raccolti sono relativi a ben 78 diversi esemplari differenti, classificati in base al sesso ed alla classe dimensionale. I moduli comportamentali osservati e descritti sono rappresentati fondamentalmente da: bait follow (97,4%); spy hop (19,2%); visual inspection (52,5%); parading (87,2%); breach (10,2%); tail slap (7,7%); tail stand (7,7%); repetitive aerial gaping (1,3%).

**Conclusioni** - Il Grande Squalo Bianco è un animale che interagisce attivamente con l'ambiente che lo circonda dimostrando una forte curiosità, molto più evidente e spinta negli esemplari giovani. Inoltre, le femmine sono più curiose dei maschi e dimostrano un livello di confidenza decisamente maggiore. I giovani maschi, infine, sono tendenzialmente più aggressivi e imprevedibili nell'avvicinamento alle prede passive. Confrontando ipoteticamente le strategie di caccia osservate per la California (Ainley *et al.*, 1981, 1985; Klimley *et al.*, 1996) ed il Sudafrica è possibile osservare che sicuramente la prima popolazione esibisce un minor numero di moduli comportamentali, in compenso molto specializzati. In particolare è caratterizzata dalla presenza del "bite and spit". Per contro, la popolazione sudafricana ha mostrato una varietà di moduli comportamentali decisamente maggiore. Ciò è dovuto alle particolari condizioni ambientali locali che permettono la presenza di una biocenosi estremamente ricca e diversificata. In tali condizioni, lo Squalo Bianco ha evoluto strategie di caccia diversificate a seconda delle prede. Tipica e sicuramente appariscente è la tecnica di caccia col "breach", specifica per i giovani pinnipedi marini. La tecnica del "bite and spit" è esibita in Sudafrica esclusivamente dagli esemplari giovani.

#### Bibliografia

- AINLEY D.G., STRONG C.S., HUBER H.R., LEWIS T.J., HORREL S.H. (1981) - Predation by sharks on pinnipeds at the Farallon Islands. *Fish. Bull.*, **78**: 941-945.
- AINLEY D.G., HENDERSON R.P., HUBER H.R., BOEKELHEIDE R.J., ALLEN S.G., McELROY T.L. (1985) - Dynamics of white shark/pinniped interactions in the Gulf of the Farallones. *Mem. So. Calif. Acad. Sci.*, **9**: 109-122.
- BOUSTANY A.M., DAVIS S.F., PYLE P., ANDERSON S.D., LE BOUEUF B.J., BLOCK B.A. (2002) - Expanded niche for white sharks. *Nature*, **415**: 35-36.
- CAREY F.G., KANWISHER J.W., BRAZIER O., GABRIELSON G., CASEY J.G., PRATT H.L. jr (1982) - Temperature and activities of a white shark, *Carcharodon carcharias*. *Copeia*, **1982**: 254-60.
- CASEY J.G., PRATT H.L. (1985) - Distribution of the white shark, *Carcharodon carcharias*, in the Western North Atlantic. *Mem. South Calif. Acad. Sci.*, **9**: 2-14.
- COMPAGNO L., DANDO M., FOWLER S. (2005) - *A field guide to the sharks of the world*. Collins, London: 368 pp.
- KLIMLEY A.P., ANDERSON S.D., PYLE P. (1996) - The behaviour of white sharks and their pinniped prey during predatory attacks. In: Klimley A.P., Ainley D.G. (eds), *Great White Shark: the biology of Carcharodon carcharias*. Academic Press, San Diego, CA: 175-191.
- KLIMLEY A.P., ANDERSON S.D., PYLE P., HENDERSON R.P. (1992) - Spatio-temporal patterns of the white shark (*Carcharodon carcharias*) predation at the South Farallon Islands, California. *Copeia*, **1992**: 680-690.
- MARTIN R.A. (2003) - *Field guide to the Great White Shark*. ReefQuest Center for Shark Research, Special Publication No.1, Vancouver (Canada): 185 pp.

S. NUTI, G. GIORLI, D. BEDOCCHI

CE.T.U.S. Centro di Ricerche sui Cetacei.,  
Via Unità d'Italia, 30 – 55045 Pietrasanta (LU), Italia.  
cetusa@supereva.it

## ANALISI DELLA DISTRIBUZIONE DI *TURSIOPS TRUNCATUS* LUNGO LE COSTE DELLA TOSCANA SETTENTRIONALE PER MEZZO DI SISTEMA GIS

### *RANGE ANALYSIS OF TURSIOPS TRUNCATUS ALONG THE NORTH-TUSCANY COASTS BY MEANS OF GIS SYSTEM*

**Abstract** – *Tursiops truncatus* (Cetacea, Odontoceti, Delphinidae) is regularly sighted in the water off Viareggio and Pisa. The sightings occurred during three years of research between 2003 and 2005 were mapped by means of the geographical informative system ESRI Arcgis 8.1.

**Key-words:** *Tursiops truncatus*, GIS, geographical distribution.

**Introduzione** – All'interno del Santuario dei Cetacei Pelagos, il Delfinide *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) è una specie che presenta una distribuzione prevalentemente costiera (Cagnolaro *et al.*, 1983; Notarbartolo di Sciarra e Demma, 1994). Il CE.T.U.S. effettua ricerche nell'area di studio dal 1999 (Nuti e Chiericoni, 2001). Dal 2003 l'utilizzo di un sistema G.P.S. (Global Position System) ha consentito di registrare la posizione degli avvistamenti, permettendo così la loro successiva mappatura in un sistema informativo geografico al fine di analizzarne la distribuzione (Hooge *et al.*, 1999).

**Materiali e metodi** – Gli avvistamenti sul campo sono stati effettuati utilizzando il catamarano a vela "KRILL" (12,00 m × 6,50 m) dotato di motori ausiliari. La fase di ricerca è stata eseguita percorrendo transetti lineari di 1,5 mgh ad una velocità costante di 5 knt in modo da standardizzare il metodo di campionamento. Gli avvistamenti negli anni in esame sono stati: 28 nel 2003, 33 nel 2004 e 14 nel 2005, per un totale di 75. Al momento dell'avvistamento, se necessario, la rotta era modificata in modo da raggiungere una distanza dai delfini non superiore a venti metri, così da poter approssimare il punto nave con la posizione degli animali: tale posizione ha rappresentato il dato utilizzato nell'analisi. Attraverso il software Animal Movement è stata eseguita un'analisi kernel degli avvistamenti.

**Risultati** - La mappa vettoriale su cui lavorare è stata creata dalla sovrapposizione di più vettori rappresentanti entità fisiche diverse. Per questo lavoro è stata utilizzata la linea di costa, la terraferma, le aree urbane, i boschi e le isobate in mare.

Tutti questi vettori sono costruiti su proiezioni cartografiche che hanno come ellissoide di riferimento il sistema WGS84. L'analisi degli avvistamenti è stata fatta con il software "Animal movement", estensione di Arcview che permette di effettuare un'analisi kernel per ricavare la probabilità di avvistamento che si desidera.

Tale analisi è stata svolta rispettivamente sulle probabilità del 95%, 75% e 50% in modo da localizzare le zone con maggiore e minore densità (Fig. 1) (Hooge *et al.*, 1999). Si è inoltre tenuto conto del numero di individui per ogni avvistamento e quindi ogni mark, è stato contato tante volte quanti erano gli individui avvistati in quella data (Fig. 2).



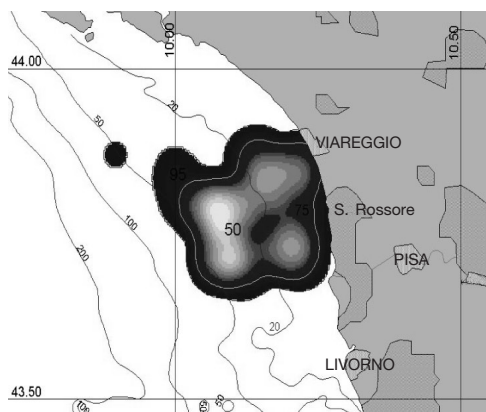


Fig. 1 - Rappresentazione grafica della probabilità di localizzazione.

*Graphic of sighting probabilities.*

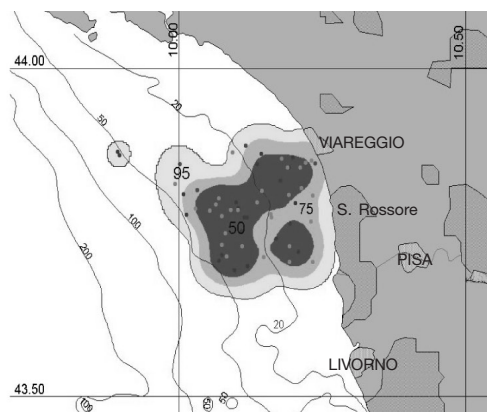


Fig. 2 - Probabilità di avvistamento e mark point.

*Sightings probabilities and point marks.*

Le figure mostrano una concentrazione degli avvistamenti nelle acque comprese tra le latitudini di Viareggio e del Parco di Migliarino-S. Rossore, ad una distanza dalla costa generalmente entro la batimetrica dei 50 m.

**Conclusioni** - Considerando le capacità di spostamento del tursiope, si conclude che la stima della distribuzione qui proposta è rappresentativa di una situazione reale di stanzialità nell'area che non esclude la possibilità dell'esistenza di altre zone limitrofe frequentate in maniera analoga dai tursiopi. È ipotizzabile che la comunità di delfini residente nella zona identificata non sia isolata ma in contatto con altri gruppi residenti in aree limitrofe. Questa ipotesi sarebbe quantificabile intensificando l'attività di foto-identificazione lungo le acque costiere del Santuario Pelagos e l'interscambio di dati fra le istituzioni coinvolte in queste operazioni.

#### Bibliografia

- CAGNOLARO L., DI NATALE A., NOTARBARTOLO DI SCIARA G. (1983) - *Guida per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane*, AQ11224, 9. Cetacei. Consiglio Nazionale delle Ricerche: 187 pp.
- HOOGE P.N., EICHENLAUB W.M., SOLOMON E.K. (1999) - Using GIS to analyze animal movement in the marine environment. [http://www.absc.usgs.gov/globa/gistools/anim\\_mov\\_useme.pdf](http://www.absc.usgs.gov/globa/gistools/anim_mov_useme.pdf)
- NOTARBARTOLO DI SCIARA G., DEMMA M. (1994) - *Guida dei Mammiferi Marini del Mediterraneo*. Franco Muzzio Editore: 264 pp.
- NUTI S., CHIERICONI V. (2001) - Preliminary data on the occurrence, distribution and behaviour of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a southern location of the International Sanctuary Mediterranean cetaceans. *European Research on Cetacean - 15. Proceeding of fifteenth annual conference of the European Cetacean society*, Rome, Italy 6-10 May 2001. Survey and abundance: 449 pp.

Si ringraziano per tale ricerca la Fondazione Cassa di Risparmio di Lucca e il Centro di Scienze Naturali di Prato.

B. REALE, A. LIGAS, D. BERTOLINI\*, P. BELCARI\*, C. VIVA

Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata,  
Viale N. Sauro, 4 – 57128 Livorno, Italia.  
reale@cibm.it

\*Dip. Scienze Uomo e Ambiente, Univ. di Pisa, Via A. Volta, 6 – 56126 Pisa, Italia.

## FLOTTIGLIA A STRASCICO E SBARCATO COMMERCIALE DELLA MARINERIA DI CASTIGLIONE DELLA PESCAIA (MAR TIRRENO SETTENTRIONALE)

### *TRAWLING FLEET AND LANDINGS OF CASTIGLIONE DELLA PESCAIA (NORTHERN TYRRHENIAN SEA)*

**Abstract** – *Trawling fleet and landings of Castiglione della Pescaia harbour (Tuscany, Italy) have been monitored monthly since 1990. Fleet characteristics and its temporal evolution were described. Landings per unit effort (LPUE, kg/day/vessel) were calculated per season. The catch composition was analysed in terms of the main taxonomic groups. Landings of the most important species were also provided.*

**Key-words:** *trawl nets, Tyrrhenian Sea, landing statistics, catch composition.*

**Introduzione** – Il monitoraggio dello sbarcato commerciale e dello sforzo di pesca, anche di marinerie minori, rappresenta una importante fonte di informazioni al fine di approfondire la valutazione dello stato di sfruttamento delle risorse (Fox e Starr, 1996).

Dal 1990 il Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata di Livorno (CIBM) svolge un monitoraggio mensile dello sbarcato commerciale della flottiglia armata con rete a strascico di Castiglione della Pescaia (GR). Questa flottiglia esercita la propria attività nel mar Tirreno settentrionale, in prevalenza sui fondi in prossimità della costa o immediatamente a Sud dell'Isola d'Elba.

Nel presente lavoro viene descritta l'evoluzione temporale del naviglio e caratterizzata la composizione faunistica del prodotto sbarcato.

**Materiali e metodi** – Sono stati analizzati i dati dello sbarcato del periodo 2002-2005, raccolti con tre osservazioni mensili in banchina e presso il mercato ittico di Castiglione della Pescaia. I quantitativi sbarcati da ogni imbarcazione sono stati rilevati a livello di specie o di categoria commerciale. Sono stati calcolati gli indici medi per stagione dello sbarcato per unità di sforzo (kg/giorno/barca, LPUE) relativamente alle specie di maggiore importanza e ai gruppi faunistici principali. Circa il naviglio operante, monitorato annualmente dal 1990, sono stati rilevati il numero di imbarcazioni, i valori di stazza lorda (TSL), di lunghezza (LFT) e di potenza motrice (kW).

**Risultati** – La flottiglia è risultata composta in prevalenza da motopescherecci a strascico di medie dimensioni, per quanto riguarda il tonnello (22,5±10 TSL), la lunghezza (16,6±0,2 m) e la potenza motrice (191,4±53 kW). È stata osservata una progressiva flessione del numero di imbarcazioni a partire dal 2000 (20 natanti presenti nel 2000, 12 nel 2005), senza una contemporanea consistente variazione del tonnello e della potenza medi.

I rendimenti (LPUE) dello sbarcato commerciale sono mostrati in Tab. 1, aggregati per gruppi faunistici; osteitti e cefalopodi rappresentano le componenti principali in tutte le stagioni, costituendo oltre il 90% dei quantitativi sbarcati. Il moscardino, *Eledone cirrhosa*, è risultato la specie dominante, con LPUE anche superiori a 30 kg/giorno/barca. Il nasello, *Merluccius merluccius*, ha mostrato catture costanti nei vari

periodi dell'anno, con valori medi di 20 kg/giorno/barca. Altre specie importanti per lo sbarcato di Castiglione della Pescaia sono la triglia di fango, *Mullus barbatus*, il merluzzetto, *Trisopterus minutus capelanus*, i totani, *Illex coindetii* e *Todaropsis eblanae*, il polpo comune, *Octopus vulgaris*, il gambero rosa, *Parapenaeus longirostris* e la canocchia, *Squilla mantis*. La seppia, *Sepia officinalis* ha mostrato catture consistenti in autunno ( $8,5 \pm 0,8$  kg/giorno/barca) e inverno ( $4,5 \pm 0,3$  kg/giorno/barca). I rendimenti più elevati di sugarello, *Trachurus trachurus*, e sugarello maggiore, *T. mediterraneus*, sono stati osservati in primavera ( $27,7 \pm 2,4$  kg/giorno/barca).

Tab. 1 - Rendimenti medi per stagione (kg/giorno/barca) con errore standard (E.S.).  
Mean seasonal landings per unit of effort (kg/day/boat) with Standard Error (E.S.).

TAXON	INVERNO		PRIMAVERA		ESTATE		AUTUNNO	
	Media	E.S.	Media	E.S.	Media	E.S.	Media	E.S.
<b>Osteitti</b>	89,580	3,138	113,940	3,624	94,947	2,687	86,276	2,624
<b>Condroitti</b>	1,006	0,123	1,049	0,120	1,338	0,143	1,025	0,128
<b>Cefalopodi</b>	62,757	2,368	86,266	3,104	61,794	1,961	74,667	2,451
<b>Crosteacei</b>	12,523	0,676	10,887	0,854	10,647	0,548	13,351	0,602

**Conclusioni** – Come in altre marinerie della Toscana, anche a Castiglione della Pescaia si è registrata una riduzione nel numero delle imbarcazioni (Sartor *et al.*, 2006), favorita da incentivi governativi e comunitari. Il turn over del naviglio non ha comunque determinato variazioni nei valori medi di TSL e potenza motrice, suggerendo che la strategia di pesca non ha subito modifiche nel tempo. Infatti, i natanti di media dimensione, che costituiscono la flottiglia investigata, sono preferibilmente vocati alla pesca costiera e di piattaforma. Tale considerazione è confermata dalla composizione dello sbarcato, caratterizzata da quantitativi consistenti, ma priva delle specie tipiche dei fondali della scarpata continentale (Sartor *et al.*, 2003). *M. merluccius* ed *E. cirrhosa* rappresentano le specie più abbondanti nello sbarcato di Castiglione della Pescaia, come osservato in altri porti del Mar Tirreno Settentrionale (Sartor *et al.*, 1996, 1998; Belcari *et al.*, 1998).

#### Bibliografia

- BELCARI P., SARTOR P., DE RANIERI S. (1998) - I cefalopodi nello sbarcato commerciale con reti a strascico del Mar Tirreno Settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 318-325.
- FOX D.S., STARR R.M. (1996) - Comparison of commercial fishery and research catch data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **53**: 2681-2694.
- SARTOR P., SBRANA M., REALE B. (1996) - Sfruttamento del nasello, *Merluccius merluccius* (L., 1758) nell'Arcipelago Toscano Meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 576-578.
- SARTOR P., REALE B., SBRANA M., BIAGI F. (1998) - Analisi dello sbarcato commerciale con reti a strascico presso un porto del Mar Tirreno Settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 81-91.
- SARTOR P., SBRANA M., REALE B., BELCARI P. (2003) - Impact of the deep sea trawl fishery on demersal communities of the northern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean). *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, **31**: 275-284.
- SARTOR P., ABELLA A., DE RANIERI S., LIGAS A., MANCUSI C., REALE B., RIA M. (2006) - Comparison of time series of landings per unit effort of commercial species exploited by two trawl fleets in Tuscany. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).

I. ROSSETTI, A. VANNUCCI, M. SARTINI, B. FRANCESCONI, S. GAMBACCINI, S. DE RANIERI\*

Soc. Coop Aplysia r.l., Via delle Viole, 1 - 57124 Livorno, Italia.

aplysia1@libero.it

\*CIBM, Livorno, Italia.

PESCA DI MAZZANCOLLA, *PENAEUS KERATHURUS*  
(FORSSKÅL, 1775) CON RETI DA POSTA  
PRESSO LA MARINERIA ARTIGIANALE DI VIAREGGIO  
(MAR LIGURE SUD-ORIENTALE)

*SET NET FISHERY TARGETING THE CARAPOTE PRAWN PENAEUS  
KERATHURUS (FORSSKÅL, 1775), BY THE ARTISANAL FLEET  
OF VIAREGGIO (SOUTH-EASTERN LIGURIAN SEA)*

**Abstract** - The aim of this work is the characterisation of the set net fishery of *Penaues kerathurus* (Crustacea Decapoda: Penaeidae) targeted by the artisanal fleet of Viareggio (south-eastern Ligurian Sea). From January 2003 to June 2005, information about fishing grounds, catches for unit effort, discard and demographic structure of this species was collected.

**Key-words:** marine crustaceans, artisanal fishing, set net, landings, south-eastern Ligurian Sea.

**Introduzione** - La mazzancolla, *Penaues kerathurus* (Forsskål, 1775), rappresenta in Toscana, nei mesi estivi, una risorsa importante per la pesca di molte località rivierasche. In questi ultimi anni, a Viareggio, la pesca di *P. kerathurus* si è sviluppata in modo significativo producendo un sensibile aumento delle catture. Questo lavoro ha l'obiettivo di caratterizzare questo tipo di attività in termini di areale sfruttato, catture, sforzo di pesca e frazione scartata (De Ranieri, 2005).

**Materiali e metodi** - Tra metà primavera e fine estate, nell'arco di tre anni (2003, 2004 e 2005), sono state raccolte informazioni (per un totale di 25 giornate di campionamento e 98 uscite di pesca) sulle aree e sforzo di pesca, sulla composizione specifica dello sbarcato e della frazione scartata di ogni imbarcazione della marineria di Viareggio. Su tutto il materiale campionato, classificato fino al livello di specie, è stato rilevato numero e peso totale. È stata rilevata la lunghezza del carapace al millimetro inferiore (LC) e studiata la struttura demografica del totale della catture della mazzancolla, suddivise per sessi, nel 2004 (157 femmine e 159 maschi) e nel 2005 (528 femmine e 327 maschi).

**Risultati** - A Viareggio sono presenti dieci imbarcazioni che effettuano questo tipo di pesca, per 50-70 giorni all'anno ciascuna. L'area di pesca si estende per circa 40 miglia nautiche quadrate (6 miglia a nord-ovest, 4 a sud del porto base e 4 al largo), su fondali fino a 15 m di profondità. Le osservazioni in banchina hanno permesso di rilevare che la lunghezza delle reti impiegate nelle uscite di pesca risulta abbastanza variabile per imbarcazione e per giorno (da un minimo di 800 m ad un massimo di 5000 m), così come per i tempi di pesca (da 2 a 12 ore). La marineria utilizza un tramaglio costruito *ad-hoc* (pannello interno con maglie di 22 mm di lato ed alto 2,10 m; pannello esterno con maglie di 150 mm ed alto 1,05 m). Tra rete e lima dei piombi viene inserita una fasciola o "greca", alta in genere 10 cm, con maglia da 30 mm, che ha la funzione di minimizzare la cattura di granchi, frazione rilevante nelle catture e correntemente scartata. *P. kerathurus* è risultata la specie predominante nello sbarcato, con rendimenti sensibilmente maggiori a quelli relativi a tutte le altre specie e sostan-

zialmente costanti nel periodo oggetto di studio, a testimonianza di un'elevata specificità di questo tipo di pesca (Tab. 1).

Tab. 1 - Rendimenti medi (kg e numero/1000 m di rete/barca) ottenuti durante il periodo di monitoraggio della marineria artigianale di Viareggio.

*Catch per unit effort (kg and number/1000 m set net/boat) of the Viareggio artisanal fleet during the studied period.*

Specie	kg/1000m barca	Num/1000m barca	Specie	kg/1000m barca	Num/1000m barca	Specie	kg/1000m barca	Num/1000m barca
<b>Crostacei</b>			<i>Pagellus erythrinus</i>	Media 0.002	0.039	<i>Sola v. vulgaris</i>	Media 0.052	0.506
<i>Penaeus kerathurus</i>	Media 2.207	7.251	(Linneo, 1758)	E.S. 0.001	0.028	Quensel, 1806	E.S. 0.014	0.150
(Forsk., 1775)	E.S. 0.121	2.220	<i>Fomatopus saltator</i>	Media 0.010	0.015	<i>Sparus auratus</i>	Media 0.048	0.031
<i>Squilla mantis</i>	Media 0.232	0.709	(Linneo, 1758)	E.S. 0.010	0.015	Linneo, 1758	E.S. 0.043	0.020
(Linneo, 1758)	E.S. 0.059	0.202	<i>Sardinella aurata</i>	Media 0.001	0.016	<i>Sphyrna sphyraena</i>	Media 0.020	0.118
<b>Osteiti</b>			Valenciennes, 1847	E.S. 0.001	0.016	(Linneo, 1758)	E.S. 0.008	0.045
<i>Diplodus annularis</i>	Media 0.013	0.306	<i>Sarpa salpa</i>	Media 0.041	0.174	Linneo, 1758	Media 0.055	0.257
(Linneo, 1758)	E.S. 0.004	0.104	(Linneo, 1758)	E.S. 0.033	0.132	<i>Trachurus</i> sp.	E.S. 0.020	0.081
<i>Diplodus</i> sp.	Media 0.003	0.016	Pesce misto di seconda	Media 0.020	*	Media 0.001	0.011	
E.S. 0.003	0.016	categoria commerciale	E.S. 0.020	*	<i>Trachinidae</i> sp.	E.S. 0.001	0.008	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	Media 0.099	*	Pesce misto di terza	Media 0.318	*	Media 0.028	0.187	
Cuvier, 1817	E.S. 0.023	*	categoria commerciale	E.S. 0.053	*	E.S. 0.013	0.080	
<i>Lithognathus mormyrus</i>	Media 0.027	0.139	Pagelli	Media 0.001	0.008	<i>Umbrina cirrosa</i>	Media 0.112	0.671
(Linneo, 1758)	E.S. 0.020	0.084	( <i>P.bogorvus</i> + <i>P.acarne</i> )	E.S. 0.001	0.008	(Linneo, 1758)	E.S. 0.033	0.194
<i>Merluccius merluccius</i>	Media 0.046	0.247	Rombi	Media 0.018	0.046	<b>Condritti</b>		
(Linneo, 1758)	E.S. 0.023	0.109	( <i>S.rhombus</i> + <i>P.maxima</i> )	E.S. 0.009	0.021	Media 0.046	0.173	
<i>Mugilidae</i> indet.	Media 0.730	1.401	<i>Scomber scombrus</i>	E.S. 0.001	0.022	<i>Raja</i> sp.	E.S. 0.013	0.047
E.S. 0.143	0.261	(Linneo, 1758)	E.S. 0.001	0.017	Media 0.004	0.023		
<i>Mullus barbatus</i>	Media 0.001	0.023	<i>Scorpaena</i> sp.	Media 0.001	0.014	<i>Torpedo</i> sp.	E.S. 0.003	0.018
Linneo, 1758	E.S. 0.001	0.014	E.S. 0.001	0.011	<b>Molluschi cefalopodi</b>			
<i>Obolada melanura</i>	Media 0.001	0.006	<i>Seriola dumerilii</i>	Media 0.036	0.016	<i>Sepia officinalis</i>	Media 0.937	2.506
(Linneo, 1758)	E.S. 0.001	0.006	(Risso, 1810)	E.S. 0.031	0.009	Linneo, 1758	E.S. 0.128	0.366

I rendimenti medi annuali hanno confermato la netta prevalenza della mazzancolla nello sbarcato di tutti e tre gli anni di osservazione, con valori compresi tra 2 e 2,5 kg/1000 metri di rete/barca. Quantitativi ingenti di scarto sono stati osservati abbastanza frequentemente durante l'indagine (intorno al 75% delle uscite nel 2003 e al 40% nel 2004 e 2005 e). Lo scarto è risultato composto prevalentemente da granchi, altri crostacei, alghe e molluschi gasteropodi. Le distribuzioni di taglia dello sbarcato di mazzancolla, suddivise per sesso, sono rappresentate in Fig. 1.

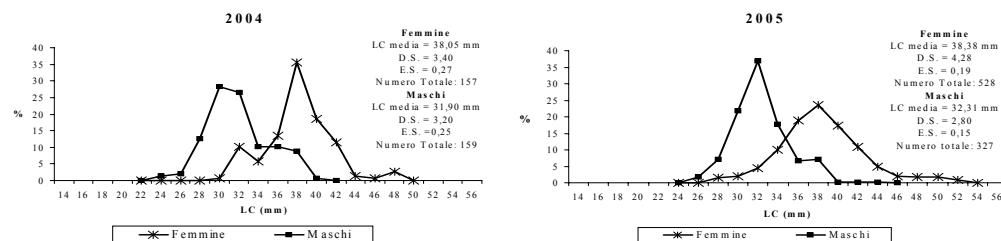


Fig. 1 - Distribuzioni di lunghezza del carapace (+ es) di *P. kerathurus* divise per sesso.  
*Carapace length frequency distributions (+ se) of *P. kerathurus* by sex.*

**Conclusioni** - La pesca a mazzancolla effettuata dalla flottiglia artigianale di Viareggio è molto selettiva per la specie bersaglio, tanto che le altre specie commerciali rappresentano, sia in peso che in valore economico, meno di un terzo del prodotto sbarcato. La presenza di abbondanti quantità di scarto è un fenomeno ricorrente e comporta spesso, oltre all'usura dell'attrezzo, la perdita di ore di lavoro per la pulizia delle reti, che spesso richiede l'ausilio di personale esterno, aumentando i costi di gestione dell'attività.

## Bibliografia

DE RANIERI S. (2005) - *Studio di fattibilità dell'utilizzo di attrezzi selettivi per la cattura di crostacei economicamente importanti nell'ambito di una riconversione dei mestieri e di una riduzione dell'impatto sugli ecosistemi*. Rapporto finale. Min. Politiche Agricole e Forestali: 101 pp + Allegati.

T. RUSSO, G. MAGNIFICO, P. BALDI\*, S. CATAUDELLA

Laboratory of Experimental Ecology and Aquaculture, Dept. Biology, University of Rome "Tor Vergata",  
Via della Ricerca Scientifica - 00133 Roma, Italia.  
Tommaso.Russo@Uniroma2.it

\*Dept. Mathematics, University of Rome "Tor Vergata", Italia.

## NEW INSIGHT INTO GROWTH PARAMETERS ESTIMATION: SEARCHING FOR A BETTER APPROACH IN DATA MASSAGING

### *CONTRIBUTO ALLA STIMA DEI PARAMETRI DI CRESCITA: UN CRITERIO INNOVATIVO NELLA TRASFORMAZIONE DEI DATI*

**Abstract** - One of the problems encountered when using length-frequency distributions is the choice of data partition. An automatic and efficient method based on a generalization of Akaike's estimator is here used. The results obtained show that this approach for grouping length-frequency data leads to a more accurate estimate of the growth curve parameters.

**Key-words:** class width, histogram, length-frequency analysis, growth parameters, simulation.

**Introduction** - In situations where ageing by growth rings of hard parts is not possible, information on the demographic parameters of fish and other animal populations can be obtained from length-frequency samples by length-frequency analysis (LFA). Length-frequency distributions are commonly analyzed by means of histograms which, according to Fox (1990), present several problems (e.g. grid origin, class width, discontinuity). These troubleshoots can largely affect the reliability of the obtained estimates and make the results dependent on the data massage operated by the user. In this paper, we report the results of a comparison between an automatic and efficient method to choose the number of bins of the partition and the classical class widths used for grouping length-frequency data.

**Materials and methods** - The method used is a generalization of Akaike's estimator, recently proposed by Birgé and Rozenholc (2002). 1000 samples of 10000 lengths were generated using, as input values, the growth parameters reported by Jones (1987) for the North Sea haddock ( $k=0.42 \text{ year}^{-1}$  and  $L_{\infty}=58.00 \text{ cm}$ ). Data partition per each of the samples was made by following both the method proposed by Birgé and Rozenholc (below referred to as Case 1) and by using the classical class widths (Case 2: 0.5 cm, Case 3: 1 cm, Case 4: 1.5 cm and Case 5: 2 cm). The ELEFAN I method (Pauly, 1987) was used to estimate the von Bertalanffy (1938) growth curve parameters. Finally, the percentage bias from the input values was calculated per partition in each sample.

**Results** - The average estimates of the growth curve parameters obtained from the five data partitions are very different: for Case 1  $k=0.40\pm0.02 \text{ year}^{-1}$  and  $L_{\infty}=58.95\pm2.35 \text{ cm}$ , whereas for Case 2  $k=0.25\pm0.20 \text{ year}^{-1}$  and  $L_{\infty}=58.36\pm3.47 \text{ cm}$ , for Case 3  $k=0.15\pm0.19 \text{ year}^{-1}$  and  $L_{\infty}=57.54\pm1.94 \text{ cm}$ , for Case 4  $k=0.12\pm0.03 \text{ year}^{-1}$  and  $L_{\infty}=58.98\pm2.42 \text{ cm}$ , and for Case 5  $k=0.17\pm0.07 \text{ year}^{-1}$  and  $L_{\infty}=60.11\pm3.01 \text{ cm}$ , respectively. The values obtained from Case 1 result to be the closest to the true values. The corresponding mean percentage of bias for both  $k$  and  $L_{\infty}$  is 24.09% and 3.25% for Case 1, 55.40% and 3.82% for Case 2, 77.93% and 2.84% for Case 3, 71.07% and 3.55% for Case 4 and 60.83% and 5.20% for Case 5. This result suggests the greater stability of the method used in Case 1. Furthermore, with respect to classical data partitions, the method proposed by Birgé and Rozenholc is data dependent and always results in fewer bins, ranging from 15 to 22. This result highlights the greater parsimony

mony of the approach.

**Conclusions** - There have been many attempts in the past to solve the problem of determining the optimal number of bins from the data. Generally, these methods are based on some asymptotic considerations. The method proposed by Birgè and Rozenholc is a typical example of model selection, which compromises between the complexity of the model and its fidelity to the data, thus giving a robust and objective choice for grouping length-frequency data. The obtained results show that the use of this approach leads to a more accurate estimate of the growth curve parameters. This procedure seems, therefore, to be of great interest considering the central role held by the estimation of growth curve parameters in the fish stock assessment process.

#### References

- BIRGÉ L., ROZENHOLC Y. (2002) - How many bins should be put in a regular histogram. *Technological report, Laboratoire Probabilités et Modèles Aléatoires, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France, PMA-721.*
- FOX J. (1990) - Describing univariate distributions. In: Fox J., Long J.S. (eds), *Modern methods of data analysis*. Sage publications, Newbury Park, CA: 58-125.
- JONES R. (1987) - An investigation of length composition analysis using simulated length compositions. In: Pauly D., Morgan G.R. (eds), *Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc.*, **13**: 217-238.
- PAULY D. (1987) - A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. In: Pauly D., Morgan G.R. (eds), *Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc.*, **13**: 7-34.
- VON BERTALANFFY L. (1938) - A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, **10**: 181-243.

P. SARTOR, I. ROSSETTI\*, A. VANNUCCI\*, C. VIVA

Centro Interuniversitario di Biologia Marina, Viale N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.

psartor@cibm.it

\*Soc. Coop. APLYSIA r.l., Livorno, Italia.

PESCA DEL GOBBETTO STRIATO, *PLESIONIKA EDWARDSII*  
(BRANDT, 1851), CON NASSE SPERIMENTALI  
NEL TIRRENO SETTENTRIONALE

*EXPERIMENTAL TRAPS TARGETING THE STRIPED SOLDIER  
SHRIMP PLESIONIKA EDWARDSII (BRANDT, 1851)  
IN THE NORTHERN TYRRHENIAN SEA*

**Abstract** - The aim of the present work is the evaluation, from an experimental point of view, of the catches and sustainability, of the use of traps for *Plesionika edwardsii* (Crustacea Decapoda: Pandalidae) on the bathyal zone of Porto Ercole (northern Tyrrhenian Sea).

**Key-words:** marine crustaceans, trap nets, landings, northern Tyrrhenian Sea.

**Introduzione** – Nelle marinerie italiane la pesca di crostacei decapodi con nasse è pressochè esclusivamente indirizzata alla cattura di aragoste. Negli ultimi anni alcune marinerie straniere tra cui quelle spagnole stanno effettuando una pesca con nasse a gamberi batiali, essenzialmente *P. edwardsii* (Gestin e Guennegan, 1989). Progetti sperimentali (Secci *et al.*, 1994; Colloca, 1999) hanno evidenziato la validità di questi attrezzi per la cattura del gobbetto striato, *P. edwardsii*, anche nelle nostre acque. Il presente lavoro si prefigge di caratterizzare le catture e i rendimenti di questa specie effettuati con nasse sperimentali nel piano batiale davanti a Porto Ercole (Gr).

**Materiali e metodi** - Nei tre anni d'indagine (2003, 2004 e 2005) sono state effettuate 24 cale con nasse sperimentali, tra 294 e 447 m di profondità, a più di 20 miglia da Porto Ercole, in un'area con fondali fangosi caratterizzata da forti pendenze di fondale. Le nasse hanno una forma tronco-conica e sono costituite da una intelaiatura in filo di ferro zincato di 4 mm di diametro, circondata da una rete in plastica bianca (con maglie quadrate di 10 mm di lato); sono inoltre provviste di galleggianti per mantenerle sospese a circa un metro dal fondo. Per ogni giornata di pesca sono state calate 30 nasse, innescate con sardine salate e mantenute in acqua per circa 24 ore. Il materiale catturato è stato mantenuto separato per nassa e classificato fino al livello di specie.

**Risultati** - Le nasse sono risultate altamente selettive; sono state catturate solo dodici specie, dieci di crostacei decapodi e due di pesci (Tab. 1). La specie bersaglio, *P. edwardsii*, ha nettamente dominato le catture, rappresentando il 93% in numero e l'85% in peso sul totale delle prove sperimentali ed in cinque cale la cattura è risultata addirittura monospecifica. La cattura massima, 403 individui, è stata ottenuta a maggio 2005. Rilevanti sono stati anche i quantitativi ottenuti a luglio 2004 (326 e 368 esemplari) e luglio 2005 (362 esemplari). Nelle altre cale, invece, le catture sono state decisamente inferiori. Tra le specie accompagnatrici più abbondanti, da segnalare *Chlorotocus crassicornis* e *Plesionika giglioli* per quanto riguarda i crostacei e, tra i pesci *C. conger*. Le catture di altri crostacei di valore commerciale sono state limitate a soli due esemplari di *N. norvegicus* e uno solo di *P. longirostris*.

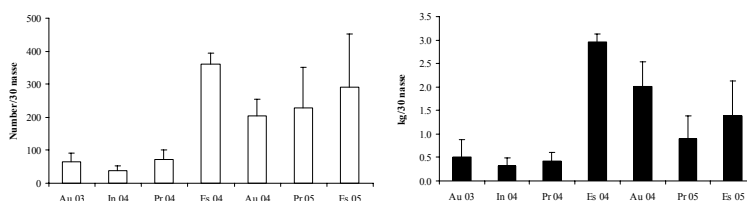


Tab. 1 - Lista delle specie catturate con le nasse a gobbetti striati.

*List of species caught with traps for striped soldier shrimp.*

Crosteacei decapodi
<i>Plesionika edwardsii</i> (Brandt, 1851)
<i>Nephrops norvegicus</i> (Linneo, 1758)
<i>Parapenaeus longirostris</i> (Lucas, 1846)
<i>Plesionika antigai</i> Zariquiey Alvarez, 1955
<i>Plesionika heterocarpus</i> (Costa, 1871)
<i>Plesionika giglioli</i> (Senna, 1903)
<i>Chlorotocus crassicornis</i> (Costa, 1871)
<i>Munida intermedia</i> (Milne Edwards & Bouvier, 1899)
<i>Macropipus tuberculatus</i> (Roux, 1830)
<i>Anamathia rissoana</i> (Roux, 1828)
Osteitti
<i>Conger conger</i> Linneo, 1758
<i>Helicolenus dactylopterus dactylopterus</i> (Delaroche, 1809)

Le catture non sono mai risultate equamente distribuite tra le nasse, ma sempre concentrate in un numero ristretto (10-15 al massimo) di quelle calate, a testimonianza della distribuzione di tipo “contagioso” e del comportamento gregario della specie bersaglio. I rendimenti stagionali di *P. edwardsii* sono risultati piuttosto variabili nel periodo di studio (Fig. 1); le maggiori catture sono state ottenute a partire dall'estate 2004, con un picco di quasi 400 esemplari e di circa 3 kg per 30 nasse. In alcuni casi, ai rendimenti medi è associata un'elevata dispersione, a testimonianza di un'elevata variabilità delle catture.

Fig. 1 - Rendimenti medi (+ errore standard) di *P. edwardsii*, ottenuti con le nasse sperimentali.

*Mean yields (+ standard error) of P. edwardsii, obtained with experimental traps.*

**Conclusioni** - La cattura praticamente monospecifica di *P. edwardsii* ottenuta con le nasse è un risultato simile a quanto segnalato nel Golfo del Cilento (Colloca, 1999) anche se, in quel caso, è stato rilevato un numero decisamente maggiore di specie accessorie. A livello di rendimenti globali, quelli ottenuti nel presente lavoro (corrispondenti a circa 100 g per nassa) sono più bassi rispetto a quanto generalmente riportato in letteratura per la stessa specie e con la stessa tipologia di nassa. Un elemento in comune a tutte le sperimentazioni è stata l'alta variabilità delle catture, con abbondanti pescate spesso associate ad altre con catture molto scarse. Tale variabilità è imputabile essenzialmente agli spostamenti nella colonna d'acqua effettuati dalla specie bersaglio, in funzione della sua ecologia ed etologia.

### Bibliografia

- COLLOCA F. (1999) - Campagne sperimentali di pesca con le nasse per la cattura dei gamberi del genere *Plesionika* nell'area del Cilento-Golfo di Policastro. Min. per le Politiche Agricole, Relazione Finale: 80 pp. + Allegati.
- GESTIN P.G, GUENNEGAN Y. (1989) - Les fiches techniques d'engins de pêche. *Equinoxe*, **26**.
- SECCI E., CAMPISI S., COMUNIAN R., FOLLESA M.C., SABATINI A., STEFANI M., CAU A. (1994) - Primi risultati sull'utilizzo sperimentale delle nasse ai livelli epi-mesobatiali. *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 343-344.

C. VAGELLI, M. CHELLI, S. VANNUCCI, R. SILVESTRI, A. VOLIANI

A.R.P.A.T. - Risorse Ittiche e Biodiversità Marina, Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.  
a.voliani@arpat.toscana.it

## TEUTHOIDEA IN THE SOUTHERN LIGURIAN SEA

### *I TEUTOIDEI NEL MAR LIGURE MERIDIONALE*

**Abstract** - Geographical and bathymetric distribution for 12 species of *Teuthoidea* in the Southern Ligurian Sea are analyzed utilizing trawl surveys data. Between the more abundant species, *Loligo vulgaris* is a coastal species, *Alloteuthis media*, *Illex coindetii* and *Todaropsis eblanae* are common on the shelf, *Loligo forbesi*, *Abralia veranyi* and *Todarodes sagittatus* show different abundance on the slope.

**Key-words:** *Teuthoidea*, vertical distribution, geographical distribution, Southern Ligurian Sea.

**Introduction** – Cephalopods *Teuthoidea* are nectobenthic and/or pelagic species characterized by an elongated body and postero-lateral fins localized on the muscular mantle. The aim of this work is to show data about geographical and bathymetric distribution of the different species in the northern Tuscany waters and to contribute to the knowledge and a more correct management of this group.

**Material and methods** – Data were collected during 37 scientific bottom trawl surveys performed in the frame of the GRUND and MEDITS projects in the northern Tuscany waters from 1985 to 2004. The random stratified sampling design was conducted in the geographical area between Elba Island, in the southern part, and the mouth of the Magra River in the northern part, up to 800 m of depth.

Biomass (Kg/km<sup>2</sup>) and density (N/km<sup>2</sup>) indexes were calculated using weight and number of the specimens caught in each haul. This information has been useful to define the bathymetric distribution of each species for 50 m depth intervals. The georeferenced information of these indexes allowed to construct distribution maps by interpolating data using the square inverse method included in the Arc View function “Spatial analyst”.

**Results** – The collected specimens belong to 12 *Teuthoidea* species: *Alloteuthis media*, *Alloteuthis subulata*, *Loligo forbesi*, *Loligo vulgaris*, *Illex coindetii*, *Todaropsis eblanae*, *Todarodes sagittatus*, *Histioteuthis bonnellii*, *Histioteuthis reversa*, *Abralia veranyi*, *Ancistroteuthis lichtensteinii* and *Onychoteuthis banksii*.

*A. media* is present along all the continental platform and in the upper part of the epibathyal zone. This species was caught between about 20 and 400 m, reaching the biggest concentrations between 100 and 200 m. *A. subulata* also shows a wide geographical distribution, being present both on the platform and the bathyal area, in the depth range 15-350 m.

*L. vulgaris* is mainly distributed along the coastal area and around the islands, within the depth of 100 m. Unlike the other species of this genera, *L. forbesi* shows a deeper bathymetric distribution and it is mainly present between Capraia, Gorgona and Corsica Island. This species was caught in the 100-600 m range, with maximum concentration between 200 and 400 m of depth.

*I. coindetii* shows a wide geographical distribution in the studied area. It has been caught in the depth range 20-550 m, but it results more concentrated between 100 and 200 m. Similar to the previous species, *T. eblanae* has a wide spatial distribution related to the platform and the bathyal zone (100-500 m); it is more abundant between 250 and 300 m of depth and it is absent along the coastal area.

*A. veranyi*, *T. sagittatus*, *H. bonnellii* e *H. reversa* have a similar spatial and bathymetric distribution in the upper bathyal zone. In particular the last three species show greater abundances in the north-western part of the studied area. The few specimens of *A. lichtensteinii* and *O. banksii* were collected exclusively in the bathyal area close to 500 m of depth.

**Conclusions** – *Loligo vulgaris* is a coastal species, while *Alloteuthis media*, *Alloteuthis subulata*, *Illex coindetii* and *Todaropsis eblanae* are common on the shelf. At last *Loligo forbesi*, *Abralia veranyi*, *Todarodes sagittatus*, *Histioteuthis bonnellii*, *Histioteuthis reversa*, *Ancistroteuthis lichtensteinii* and *Onychoteuthis banksii* are species that show different abundance on the slope. The results of the analysis of the geographical and bathymetric distribution for the 12 Teuthoidea species are in agreement with those obtained by other authors for the Italian Seas: Relini and Orsi Relini (1984) for the Northern Ligurian Sea, Belcari and Sartor (1993) for the Northern Tyrrhenian Sea, Gentiloni *et al.* (2001) for the Central Tyrrhenian Sea, Giordano and Carbonara (1999) for the Central-Southern Tyrrhenian Sea, Cuccu *et al.* (2003) for the Sardinian waters, Jereb and Ragonese (1990) for the Sicily Channel, D'Onghia *et al.* (1995) for the Ionian Sea and Casali *et al.* (1998) for the Northern and Central Adriatic Sea. Only *T. sagittatus* catches, exclusively related to depth higher than 200 m, show a deeper bathymetric distribution compared with data reported in literature (Jereb and Ragonese, 1990; Belcari and Sartor, 1993; Giordano and Carbonara, 1999; Cuccu *et al.*, 2003).

#### References

- BELCARI P., SARTOR P. (1993) - Bottom trawling teuthofauna of the Northern Tyrrhenian Sea. *Sci. Mar.*, **57** (2-3): 145-152.
- CASALI P., MANFRIN PICCINETTI G., SORO S. (1998) – Distribuzione di cefalopodi in Alto e Medio Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (2): 307-317.
- CUCCU D., ADDIS P., DAMELE F., MANFRIN PICCINETTI G. (2003) - Primo censimento della teutofauna dei mari circostanti la Sardegna. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 795-798.
- D'ONGHIA G., MATARRESE A., TURSI A., MAIORANO P., PANETTA P. (1995) - Osservazioni sulla teutofauna epi e mesobatiala nel Mediterraneo Orientale (Mar Ionio e Mar Egeo). *Biol. Mar. Medit.*, **2** (2): 199-204.
- GENTILONI P., AGNESI S., GARGIULO C., BELLUSCIO A., ARDIZZONE G.D. (2001) – Dati sulla distribuzione e biologia del cefalopode *Illex coindetii* (Verany, 1839) nel Mar Tirreno Centrale. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 715-719.
- GIORDANO D., CARBONARA P. (1999) - Nota sulla distribuzione di molluschi Cefalopodi nel Tirreno Centro-meridionale. *Biol. Mar. Medit.*, **6** (1): 573-575.
- JEREB P., RAGONESE S. (1990) – Sui cefalopodi di scarso o nullo interesse commerciale nel Canale di Sicilia. *Oebalia*, **16** (2): 689-692.
- RELINI G., ORSI RELINI L. (1984) - The role of Cephalopods in the inshore Trawls of The Ligurian Sea. *Oebalia*, **10**: 37-58.

M. VALLISNERI, M. SCAPOLATEMPO, F. BERTASI, M. COLANGELO

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università di Bologna,  
Via Selmi, 3 – 40126 Bologna, Italia.  
maria.vallisneri@unibo.it

USO DELLA MICROFOTOGRAFIA DIGITALE  
NELL'ANALISI DEI CONTENUTI STOMACALI:  
DATI PRELIMINARI SULLA TRIGLIA DI FANGO,  
*MULLUS BARBATUS* L. DELL'ADRIATICO

*THE USE OF DIGITAL MICROPHOTOGRAPHY  
FOR STUDIES ON FEEDING HABITS: PRELIMINARY DATA  
ON THE ADRIATIC RED MULLET, MULLUS BARBATUS L.*

**Abstract** – *The feeding habits of Mullus barbatus in the North Adriatic sea was studied using digital micrograph and five quantitative methods (numeric and percentage weight, frequency of occurrence, relative frequency and relative important index of prey). The diet includes principally Crustacea, Polychaeta, Mollusca. Crustacea constituting the favorite preys. Within Crustacea the favorite preys are Amphipoda and within Amphipoda the favorite prey is Westwodilla rectirostris.*

**Key-words:** *feeding habits, red mullet, Mullus barbatus, data-base, Adriatic sea.*

**Introduzione** - I problemi principali nello studio della biologia trofica ittica riguardano l'esatta determinazione delle prede a causa dello stato di decomposizione più o meno avanzato e il non sempre facile confronto con le biocenosi dell'area analizzata per questioni di attrezzi di pesca e di costi (Stergiou *et al.*, 2001). In tale contesto, si è messo a punto un sistema informatico di acquisizione di materiale iconografico. Sono state realizzate fotografie allo microscopio ottico ed al microscopio elettronico a scansione (SEM) per l'analisi dei dettagli e l'identificazione certa delle specie (spine del carapace, rostro, telson, occhi nei crostacei; conchiglia nei gasteropodi; cerniera nei bivalvi ecc.). Il materiale iconografico è stato raccolto in una banca dati di riferimento da integrare, ma con la peculiarità di essere obbiettiva, immediata e di facile consultazione.

**Materiali e metodi** - Sono stati effettuati due campionamenti mediante rete a strascico (maglia sacco 20 mm) in 5 stazioni del mar Adriatico (coordinata media: 43°-44°; profondità media: 21-65 m) in marzo 2004 e settembre 2004. Da 37 individui di *Mullus barbatus* casualmente selezionati da ogni pescata sono stati prelevati gli stomaci. L'analisi dei contenuti stomacali effettuata con l'ausilio della microfotografia digitale sia al microscopio ottico che al SEM finora ha permesso di identificare (fino al livello tassonomico possibile) complessivamente 889 prede appartenenti a 64 taxa diversi. Per la valutazione quantitativa sono stati utilizzati 5 indici alimentari: indice numerico, indice gravimetrico, frequenza di occorrenza, indice di frequenza relativa, indice di importanza relativa.

**Risultati** – Il taxon Crustacea prevale nettamente sia in numero (61%;  $\chi^2=44$ ;  $df=1$ ;  $p<0,001$ ) che in peso (63%;  $\chi^2=40$ ;  $df=1$ ;  $p<0,001$ ). Altre prede preferenziali sono rappresentate da Polychaeta (29%) e Mollusca (6,2%). Prede secondarie sono: Foraminifera, Porifera, Nematoda, Sipunculida, Echinodermata. Nell'ambito Crustacea sono presenti in numero maggiore gli Amphipoda (52%), seguiti da Copepoda Harpactycoida (15%), Decapoda Natantia (8%), Decapoda Reptantia (7%), Cumacea (7%), Misidacea (7%), oltre a piccole percentuali di Ostracoda e Isopoda. Rela-

tivamente al peso però la posizione predominante spetta ai decapodi natanti (49%), seguiti da anfipodi (23%) e da decapodi reptanti (18%). Infatti se i decapodi natanti hanno dimensioni comprese fra 5,6 e 15,5 mm, gli anfipodi si attestano su lunghezze molto minori comprese fra 1,7 e 6,5 mm. Nell'ambito degli anfipodi la preda preferenziale è costituita da *Westwoodilla rectirostris*, (indice numerico 73%;  $\chi^2=61$ ;  $df=1$ ;  $p<0.001$ ). Le altre prede si diversificano fra una dozzina di specie ma principalmente nell'ambito della famiglia Gammaridae. Relativamente ai decapodi natanti o gamberetti prevale la famiglia Crangonidae (con la specie preferita *Philocheras bispinosus*) seguita dalle famiglie Processidae (con la nota *Processa nouveli*) e Pandalidae. L'indice alimentare "frequenza di occorrenza" ricalca fundamentalmente quanto ottenuto con gli altri indici, confermando il predominio dei crostacei (64%) e degli anfipodi (29%), nell'ambito dei crostacei. Un risultato analogo si ottiene con l'indice di "frequenza relativa" che valuta il rapporto fra il numero di esemplari di un determinato taxon e il numero totale di prede di tutti i taxa (dati globali: crostacei 61%; fra i crostacei: anfipodi 52%). Infine l'indice di "importanza relativa" che mette in relazione numero, peso e frequenza di occorrenza, conferma i risultati dando risalto ancora maggiore alla componente crostacei (90%). In relazione alle stagioni, i nostri dati evidenziano un numero medio di prede per stomaco maggiore in autunno rispetto alla primavera (t-test=2;  $gl=35$ ;  $p<0,05$ ). In relazione alle stazioni di campionamento, si evince una maggiore influenza della stagione rispetto alla profondità di prelievo (che comunque si attesta su range abbastanza limitati), confermando il dato suddetto (3:6 t-test=2;  $gl=18$ ;  $p<0,05$ ; 3:5  $gl=17$ ; t-test= $p<0,01$ ).

**Conclusioni** – L'approccio metodologico basato sulla fotografia informatizzata ha permesso sia di analizzare che di archiviare (mediante la costruzione di un "database") grandi quantità di informazioni e di renderle confrontabili nel tempo con rapidità ed accuratezza, contribuendo a risolvere il difficile problema della determinazione delle prede deteriorate dalla digestione enzimatica. Il regime alimentare della triglia di fango è risultato essenzialmente carnivoro, a base di piccoli invertebrati, soprattutto crostacei, policheti e molluschi, in accordo con la letteratura (Adriatico orientale - Haidar, 1970; Tirreno medio - Focardi *et al.*, 1980; Sicilia - Lipari *et al.*, 1998; Adriatico centrale - Froglià, 1988; Grecia - Labropoulou, 1999). Il numero medio di prede è maggiore in autunno rispetto alla primavera e rispetto al Tirreno (Focardi *et al.*, 1980).

#### Bibliografia

- FOCARDI S., FALCIAI L., GAMBI C., SPADINI V. (1980) - Analisi del contenuto gastrico de *Mullus barbatus* L. (Perciformes: Mullidae). *Rivista di Idrobiologia*, **19**: 235-248.
- FROGLIA C. (1988) - Food preferences of juvenile red mullet *Mullus barbatus* in western Adriatic nursery ground (Osteichthyes: Mullidae). *Rapp. P.V. CIESM*, **31**: 263.
- HAIDAR Z. (1970) - L'oecologie du rouget (*Mullus barbatus* L.) en Adriatique orientale. *Acta Adriatica*, **14**: 1-95.
- LABROPOULOU M., PAPADOPOULOU-SMITH K.N. (1999) - Foraging behaviour patterns of four sympatric demersal fishes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **49** (Suppl. A): 99-108.
- LIPARI R., BADALAMENTI F., D'ANNA G. (1998) - Relazioni trofiche e selezione alimentare di *Mullus barbatus* L. (1758) nella comunità a sabbie fini del Golfo di Castellamare (sicilia N/O). *Biol. Mar. Medit.*, **5**: 354-356.
- STERGIOU K., KARPOUZI V. (2001) - Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Fish Biology and Fisheries*, **11** (3): 217-254.

M. VALLISNERI, V. TROTTA, S. CAVICCHI

Dipartimento di Biologia Evoluzionistica Sperimentale, Università di Bologna,  
Via Selmi, 3 – 40126 Bologna, Italia.  
maria.vallisneri@unibo.it

## BIOMETRIA DEGLI OTOLITI NELLO STUDIO DELL'ACCRESIMENTO DEL MERLUZZETTO ADRIATICO

### *OTOLITH BIOMETRIC IN THE STUDY OF THE GROWTH OF ADRIATIC POOR-COD*

**Abstract** - *The growth of poor-cod, Trisopterus minutus capellanus (Osteichthyes, Gadidae), has been studied in the northern Adriatic Sea by otolith biometrics (length and weight) and reading evaluations. Females show a faster growth than males.*

**Key-words:** *Trisopterus minutus capellanus, poor-cod, otolith biometric, growth, Adriatic Sea.*

**Introduzione** - Il merluzzetto *Trisopterus minutus capellanus* (Lacepède, 1800) è la sottospecie mediterranea della specie atlantica *Trisopterus minutus* (Linnaeus, 1758). Gli studi relativi all'accrescimento del merluzzetto utilizzano principalmente le distribuzioni di taglia (Froggia e Zoppini, 1981) e la lettura degli *annuli* delle strutture ossee (Tangerini e Arneri, 1983). Nel presente lavoro l'argomento è stato affrontato analizzando la validità della biometria degli otoliti.

**Materiali e metodi** - Su 299 esemplari, campionati con cadenza mensile nell'arco di un intero anno fra Cesenatico e Goro, sono stati annotati la lunghezza totale (LT), il peso somatico (P), il sesso. Sugli otoliti sono state registrate la lunghezza dell'asse maggiore (Lot, con un'accuratezza di 0,01 mm) mediante analizzatore computerizzato di immagini Leica Qween, il peso (Pot, con un'accuratezza di 0,0001 g) e l'età mediante conteggio degli *annuli* allo stereo-microscopio. Prima di procedere nelle analisi, per assicurare la normalità delle distribuzioni, i valori relativi al peso somatico e al peso degli otoliti sono stati trasformati in logaritmi naturali. I dati riguardanti LT, P, Lot e Pot sono stati analizzati separatamente mediante metodo statistico univariato (ANOVA ad effetti fissi con due criteri di classificazione, sesso, età e la loro interazione). È stata effettuata un'analisi di covarianza tra peso somatico e peso degli otoliti mantenendo i sessi separati per individuare differenze nelle relazioni di accrescimento di queste due variabili dovute al dimorfismo sessuale. Le variabilità di P e Pot nelle due età e tra i sessi sono state confrontate mediante i coefficienti di variazione CV, in modo tale da non risentire dell'effetto scala ( $CV = dev.st./media * 100$ ).

**Risultati** - Sono stati analizzati 299 esemplari, di cui 204 femmine (dimensioni somatiche: LT: 122-260 mm; P: 19-199 g; dimensioni otoliti: Lot. 6,119-12,093 mm; Pot: 0,024-0,209 g) e 95 maschi (dimensioni somatiche: LT: 125-196 mm; P: 19-80; dimensioni otoliti: Lot. 6,417-9,914 mm; Pot: 0,034-0,135 g).

I risultati ottenuti evidenziano:

- 1) diversa modalità di accrescimento somatico a favore delle femmine che, rispetto ai maschi, raggiungono taglie maggiori sia in lunghezza totale (interazione Sesso X Età,  $F_{(1,295)} = 4,15$   $P < 0,05$ ) che in peso ( $F_{(1,295)} = 8,2$ ;  $P < 0,01$ ) al secondo anno di età;
- 2) diverso peso degli otoliti in maschi e femmine (Sesso:  $F_{(1,295)} = 16,3$   $P < 0,001$ ) ma uguale modalità di accrescimento degli otoliti nei due sessi sia in peso che in lunghezza (interazione Sesso X Età,  $P \approx 0,8$  in entrambi i casi);

- 3) relazione tra peso somatico e peso degli otoliti significativa ma diversa nei due sessi (regressione P/Pot Femmine:  $y=0,048x-0,12$   $R^2=0,79$ ; Maschi:  $y=0,057x-0,1385$   $R^2=0,79$ ; test di parallelismo:  $F_{(1,295)}=6$ ;  $P<0,05$ );
- 4) diversa modalità di accrescimento somatico a favore delle femmine che, a parità di peso degli otoliti, raggiungono taglie maggiori (test di coincidenza:  $F_{(1,295)}=1001$ ;  $P<0,001$ );
- 5) minore variabilità del peso degli otoliti rispetto al peso somatico tra il 1° e il 2° anno.

**Conclusioni** - L'accrescimento degli otoliti è costante nel tempo e simile nei due sessi, mentre l'accrescimento somatico varia con l'età e con modalità diverse tra femmine e maschi. In particolare, il dimorfismo nell'accrescimento somatico si evince dopo il primo anno di età (attorno ai 14 cm di lunghezza totale), in concomitanza con il raggiungimento della taglia di prima maturità sessuale (Relini *et al.*, 1999; Vallisneri *et al.*, 2003). Dai dati in nostro possesso per questa specie si conferma la validità dei parametri biometrici degli otoliti quale mezzo diagnostico delle modalità di accrescimento dei sessi in relazione all'età (Cardinale *et al.*, 2000; Lou *et al.*, 2005; Vallisneri *et al.*, 2006). Tale validità sembra essere inoltre confermata dall'osservazione dei coefficienti di variazione del peso somatico e del peso degli otoliti nella successione degli anni. Al 2° anno la variabilità del peso degli otoliti è minore rispetto alla variabilità del peso somatico sia nelle femmine che nei maschi. Da ciò si evince una maggiore influenza della variabilità ambientale nel corso del tempo sul peso somatico rispetto al peso degli otoliti.

#### Bibliografia

- CARDINALE M., ARRHENIUS F., JOHNSON B. (2000) - Potential use of otolith weight for the determination of age-structure of Baltic cod (*Gadus morhua*) and plaice (*Pleuronectes platessa*). *Fish. Res.*, **45**: 239-252.
- FROGLIA C., ZOPPINI A.M. (1981) - Observations on growth of *Trisopterus minutus capelanus* (Risso) (Pisces, Gadidae) in the Central Adriatic Sea. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, **27** (5): 57-61.
- LOU D.C., MAPSTONE B.D., RUSS G.R., DAVIES C.R., BEGG G.A. (2005) - Using otolith weight-age relationships to predict age-based metrics of coral reef fish populations at different spatial scales. *Fish. Res.*, **71**: 279-294.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (1999) - Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (Suppl. 1): 201-207.
- TANGERINI P., ARNERI E. (1983) - Biological data collected during the Pipeta expedition, on the poor-cod, *Trisopterus minutus capelanus* (Risso) in the Adriatic Sea. *FAO Fish. Rep.*, **290**: 155-160.
- VALLISNERI M., CAVICCHI S., PICCINETTI C. (2006) - Observations on the growth of whiting, *Merlangius merlangus*, in the North Adriatic Sea. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- VALLISNERI M., MANFRIN PICCINETTI G., PICCINETTI C. (2003) - Reproductive biology of *Trisopterus minutus capelanus* (Lacepede, 1800) in the Adriatic sea. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 296-299.

S. VANNUCCI, C. MANCUSI, F. SERENA, C. CUOCO, A. VOLIANI

A.R.P.A.T. - Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana,  
Area Mare, RIBM, Via Marradi, 114 - 57126 Livorno, Italia.  
pontasserchio1@interfree.it

## FEEDING ECOLOGY OF RAYS IN THE SOUTHERN LIGURIAN SEA

### *ECOLOGIA TROFICA DI ALCUNE SPECIE DI RAJIDAE DEL MAR LIGURE MERIDIONALE*

**Abstract** - Feeding habits of seven Rajidae (Chondrichthyes) species were investigated in the Southern Ligurian Sea. Benthic fauna such as crustaceans, cephalopods and bony fishes were the main food items. While the diet of the rays seems to change with the increasing of the body size, no sexual differences were observed. *R. clavata*, *R. polystigma*, *R. miraletus* and *D. oxyrinchus* show a certain alimentary similarity.

**Key-words:** feeding, ecology, Elasmobranch, Rajidae, Southern Ligurian Sea.

**Introduction** - The aim of this study is to investigate the diet of some Rajidae species caught in the Southern Ligurian Sea, through the analysis of their stomach contents. The lack of information about some biological aspects of rays, and in particular about feeding, suggested to collect data on the trophic niche of each species, comparing their alimentary habits and performing considerations on their geographic and bathymetric distribution, in relation to the type of substratum and the bionomic characteristics of the studied area.

**Materials and methods** - The diet of 1021 specimens belonging to *Raja undulata*, *Leucoraja circularis*, *Dipturus oxyrinchus*, *Raja miraletus*, *Raja clavata*, *Raja polystigma* and *Raja asterias* has been investigated. The data were collected during scientific trawl-surveys GRUND (Relini, 2000) and MEDITS (Bertrand *et al.*, 2000) and from commercial artisanal and bottom trawl fisheries in the Southern Ligurian Sea, in the period 2001-2004 (Cuoco *et al.*, 2005). The intensity of the predatory activity of every species was evaluated through Coefficient of stomach Repletion *C.R.*. The contribution of each prey to the diet of each species was evaluated through the Index of Relative Importance *IRI*, calculated considering both the size and the sex of the predator. Other indexes were furthermore calculated to define the diversity of the diet (index of Shannon-Wiener *H'*, index of Pielou *J*) and the trophic niche width (index of dominance *d*, index of Levins *B*) for each ray species. The software Primer v5 (Clarke and Warwick, 1994) was useful to evaluate possible niche overlaps between the different ray species.

**Results** - The statistical analysis was conducted on 5 rays species due to the reduced number of *R. undulata* and *L. circularis*. The calculated *C.R.* values resulted higher than 80% for all the five species. The examined Rajidae mainly feed on crustaceans (%*IRI*>50 for all the ray species), secondarily on cephalopods and bony fishes, while the polychetes are only occasional preys. All the rays were characterized by a good eurifagic level and *R. asterias* resulted to be the most eurifagic species (*B*=10,607; *H'*=4,153). In spite of the high number of preys found (7069 preys), most of the alimentary activity insists only on a reduced number of them: the mysid *Lophogaster typicus*, the decapods *Solenocera membranacea* and *Liocarcinus* sp., the gammarid amphipods, the decapod cephalopods and the goby fishes. *L. typicus* (characteristic of the shelf-edge detritic bottom biocoenoses) is one of the most important prey species, especially for young specimens of *R. clavata* and *R. polystigma*. The rays diet seems



to change with the increasing of the body size: while the juveniles feed mainly on crustaceans, the adults prefer the bony fishes. At last, the analysis showed an alimentary similarity between *R. clavata*, *R. miraletus*, *R. polystigma* and *D. oxyrinchus*, species mainly bound to coastal and shelf-edge detritic bottom biocoenoses and to the bathial zone. *R. asterias*, a coastal species associated to terrigenous muds and fine, well-sorted sand biocoenoses, showed a significant different diet from the others in function of the different habitat of this last species.

**Conclusions** – The *C.R.* value showed a high value for all the 5 ray species, highlighting the great voracity of these fishes as reported also by Capapé (1977). The high level of eurifagy could represent a new useful tool to ensure the population stability, in the case of unpredictable fluctuation in the alimentary resources availability. The predation principally happens in closeness to the bottom. The diet has shown significant differences with the increasing of the body size, as also other authors report for the Mediterranean Sea (Jardas, 1972; Capapé and Azouz, 1976; Capapé, 1977). On the contrary, no sexual differences in the trophic spectrum were observed, giving only a reproductive function to the sexual tooth dimorphism observed for some species (Cuoco *et al.*, 2005), unlike what reported by Du Buit (1968) and by Capapé (1977).

#### References

- BERTRAND J., GIL DE SOLA L., PAPAConstantinou C., RELINI G., SOUplet A. (2000) – An international trawl survey in the Mediterranean: the MEDITS programme. *Actes de Colloques IFREMER*, **26**: 76-93.
- CAPAPÉ C. (1977) – Observations sur le régime alimentaire de quelques Raies des côtes tunisiennes. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **24** (5): 99-100.
- CAPAPÉ C., AZOUZ A. (1976) – Etude du régime alimentaire de deux Raies communes dans le golfe de Tunis: *Raja miraletus* Linné, 1758 et *R. radula* Delaroche, 1809. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **23** (8): 43-44.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M. (1994) – *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth Marine Laboratory, UK: 144 pp.
- CUOCO C., MANCUSI C., SERENA F. (2005) – Studio delle abitudini alimentari di *Raja Asterias* Delaroche, 1809 (Chondrichthyes, Rajidae). *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 504-508.
- DU BUIT M.H. (1968) – Alimentation de quelques Rajidés. *Bulletin de la Société Scientifique de Bretagne*, **43** (3-4): 305-314.
- JARDAS I. (1972) – Supplement to the knowledge of ecology of some Adriatic cartilaginous fishes (Chondrichthyes) with special reference to their nutrition. *Acta Adriatica*, **14** (7): 55-57.
- RELINI G. (2000) – Demersal trawl surveys in Italian Seas: a short review. *Actes de Colloques IFREMER*, **26**: 46-75.

E. VIERUCCI, S. BUSSOTTI, A. CICCOLELLA\*, P. GUIDETTI

DiSTeBA, Università di Lecce, CoNISMa, Via prov.le Monteroni - 73100 Lecce, Italia.

paolo.guidetti@unile.it

\*Area Marina Protetta Torre Guaceto - 72012 Carovigno (BR), Italia.

## LA PICCOLA PESCA PRESSO L'AREA MARINA PROTETTA DI TORRE GUACETO: INDICAZIONI PER LA GESTIONE

### THE SMALL-SCALE FISHERY AT THE TORRE GUACETO MARINE PROTECTED AREA: SUGGESTIONS FOR MANAGEMENT

**Abstract** - Fishing surveys using trammels (2.8 cm mesh size) revealed a negligible impact on large predatory species and small-sized specimens of target fishes within the zone C of the Torre Guaceto Marine Protected Area (MPA) (SE Adriatic Sea). Total catches (wet weight) inside the MPA were ~400% higher than outside. Results suggest that local communities of fishermen may benefit from properly managed fishery in MPAs.

**Key-words:** marine parks, entangling net, catch composition, gear selectivity.

**Introduzione** - In Italia oltre il 60% delle barche da pesca è impiegato nella “piccola pesca costiera” (Colloca *et al.*, 2004). Quest’ultima non è solo un’importante attività economica, ma anche una fonte di impatto per molte specie ittiche bersaglio (spesso grossi predatori), il cui prelievo può causare la loro estinzione funzionale con effetti a cascata sull’intera comunità ed il funzionamento ecosistemico (Sala *et al.*, 1998; Guidetti e Sala, in stampa). Una corretta gestione della piccola pesca è particolarmente importante nelle zone C/B (tutela parziale) delle aree marine protette (AMP) italiane. In questo studio è stato valutato l’impatto della pesca con tremaglio all’interno dell’AMP di Torre Guaceto al fine di fornire indicazioni per una sua regolamentazione.

**Materiali e metodi** - Tra gennaio e dicembre 2005 sono state condotte 31 pescate nella zona C dell’AMP di Torre Guaceto (+2 all’esterno dell’AMP) utilizzando un tremaglio alto ~1.6 m, lungo 1200 m, con maglia interna da ~2.8 cm e maglione da ~17 cm. Le reti sono state calate la sera a due intervalli di profondità (10-20 e 20-30 m) e salpate all’alba. Gli esemplari catturati sono stati classificati, misurati (lunghezza totale, LT) e ne è stato stimato il peso fresco (PF). La composizione del pescato (aggregato per profondità e periodo dell’anno: freddo=gennaio-maggio e novembre-dicembre; caldo=giugno-ottobre) è stata espressa come % di PF ed i rendimenti come kg/1000 m di rete. I dati di LT sono stati utilizzati per costruire distribuzioni taglia/frequenza.

**Risultati** - Le catture sono state dominate, in generale, da *Mullus surmuletus* (23-32%), *Scorpaena scrofa* (4-20%), *Phycis phycis* (4-12%), *Pagrus pagrus* (3-6%) *Octopus vulgaris* (6-9%) e *Dentex dentex* (4-9%). A minore profondità (10-20 m) *Symphodus tinca* è risultata una delle specie

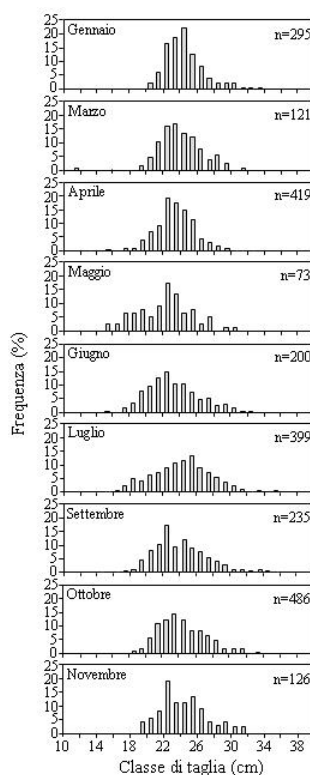


Fig. 1 - Distribuzione di taglia di *Mullus surmuletus*.  
Size distribution of *Mullus surmuletus*.

più pescate (8-13%). A maggiore profondità (20-30 m) sono stati pescati, seppur con minore frequenza, *Pagellus erythrinus* (3-5%) e *Sciaena umbra* (3%). *Sepia officinalis* (5-6 %) e *Sarda sarda* (4-5%) sono risultate esclusive della stagione fredda. I rendimenti di pesca sono variati nel corso dell'anno di studio tra ~15 e 60 kg/1000 m di rete. Sebbene il confronto sia solo preliminare, i rendimenti ottenuti nella zona C dell'AMP sono risultati superiori di circa il 400% rispetto a quelli ottenuti all'esterno dell'AMP (40.5±3.5 vs 9.6±6.3 kg/1000 m). Gli individui di taglia medio-grande di *M. surmuletus* (>25 cm LT), la specie bersaglio localmente più importante, sono risultati piuttosto frequenti, mentre trascurabile è risultato l'impatto su esemplari di taglia <15 cm LT (Fig. 1), similmente ad altre specie bersaglio (dati non riportati). Particolarmente elevata è risultata la proporzione di individui di *S. scrofa* di taglia elevata (tra il 20 ed il 40% a seconda della pescata oltre i 35 cm LT).

**Conclusioni** - Il tremaglio utilizzato sembra avere un impatto scarso/nullo su esemplari di piccola taglia delle specie bersaglio (e.g., *Mullus surmuletus*) e su specie ecologicamente importanti in ambiente costiero (e.g., *Diplodus sargus*, *D. vulgaris* ed *Epinephelus marginatus*; Guidetti e Sala, in stampa). Gli elevati rendimenti di pesca ottenuti nella zona C di Torre Guaceto rispetto a quelli ottenuti all'esterno o in altre aree italiane (tra ~3 e 22 kg/1000 m di rete da posta; Arculeo *et al.*, 1998; Lecca *et al.*, 2000; Silvestri *et al.*, 2000; D'Anna *et al.*, 2001; Follesa *et al.*, 2002; Colloca *et al.*, 2004) sono la probabile conseguenza delle misure di protezione. La piccola pesca all'interno delle AMP, quindi, può creare benefici per piccole comunità di pescatori, ma affinché essa non abbia un eccessivo impatto su specie bersaglio e le comunità in generale sono necessari un continuo monitoraggio nel tempo ed una gestione adattativa nella selezione degli attrezzi più adatti e nella regolazione dello sforzo di pesca.

**Ringraziamenti** - Si ringrazia il personale della AMP, i pescatori e tutti coloro che hanno partecipato all'attività.

### Bibliografia

- ARCULEO M., MAZZOLA A., PARRINELLO N., PRISTINA M. (1998) - Dati sulla pesca nei fondali costieri dell'Isola di Ustica (Tirreno Meridionale). *Biol. Mar. Medit.*, **5**: 228-229.
- 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.
- D'ANNA G., BADALAMENTI F., PIPITONE C. (2001) - Rendimenti di pesca sperimentale con tramaglio nel Golfo di Castellammare dopo otto anni di divieto della pesca a strascico. *Biol. Mar. Medit.*, **8** (1): 665-668.
- FOLLESA M.C., CUCCU D., DAMELE F., MURENU M., SABATINI A. (2002) - Indagine sulla selettività di reti da posta in un'area della Sardegna occidentale. *Biol. Mar. Medit.*, **9**: 674-678.
- GUIDETTI P., SALA E. (in stampa) - Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*
- LECCA E., MELONI M.F., SAVARINO R., TIDU C. (2000) - Impatto delle reti da posta nel Golfo di Palmas (Sardegna Sud Occidentale): dati preliminari. *Biol. Mar. Medit.*, **7**: 813-816.
- SALA E., BOUDOURESQUE C.F., HARMELIN-VIVIEN M. (1998) - Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos*, **82**: 425-439.
- SILVESTRI R., BAINO R., AUTERI R. (2000) - Composizione delle catture realizzate con il tremaglio. *Biol. Mar. Medit.*, **7**: 846-840.

Lo studio è stato finanziato dall'AMP di Torre Guaceto.

B. ZAVA, V. FERRANTELLI<sup>1</sup>, F. CASTIGLIONE<sup>1</sup>, F. FIORENTINO<sup>2</sup>

WILDERNESS, studi ambientali, Via Cruillas, 27 - 90146 Palermo, Italia.  
wildernessbz@hotmail.com

<sup>1</sup>Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sicilia, Palermo, Italia.

<sup>2</sup>CNR-IAMC, Sede di Mazara del Vallo (TP), Italia.

## FIRST RECORD OF THE COPPER SHARK *CARCHARHINUS BRACHYURUS* (GUNTHER, 1870) IN THE TYRRHENIAN SEA

### *PRIMA SEGNALAZIONE DELLO SQUALO RAMATO CARCHARHINUS BRACHYURUS (GUNTHER, 1870) IN MAR TIRRENO*

**Abstract** - First record of the copper shark *Carcharhinus brachyurus* (Gunther, 1870) in the Tyrrhenian Sea. The shark was a mature male of 164 cm total length long, caught by trammel net on 12 August 2004 close to the harbour of S. Nicola l'Arena (North Sicily). Clasper grooves were open with observable terminal cartilages and hypopiles.

**Key-words:** *Carcharhinidae*, *Carcharhinus brachyurus*, Tyrrhenian Sea, first record, Mediterranean Sea.

**Introduction** - *Carcharhinus brachyurus* (Gunther, 1870) (Pisces, Carcharhinidae) is widely distributed in tropical, subtropical and warm temperate waters in all the oceans. It is a pelagic species living on the shelf from the surface to about 100 m depth (Serena, 2005). Records in the Mediterranean derive mainly from the Alboran Sea, the Algerian Basin and the Strait of Sicily (Morey and Massuti, 2003). Some specimens were also caught in the north-western Mediterranean (Ligurian Sea) between the end of the XIX and the beginning of the XX century (Garrick, 1982; Orsi Relini, 1998). In the early Eighties of the last century, Vacchi *et al.* (1996) reported a pregnant female (TL 260 cm), caught in the Gulf of Baratti, which must be attributed to the Ligurian Sea. Only two records were reported for the Eastern Mediterranean: the first in Northern Adriatic, again in early XX century (Garrick, 1982), and the second off Rhodes coast (Aegean Sea) in 1990 (Ferguson, 1994). This note reports the first catch of the species in the Tyrrhenian Sea.

**Materials and methods** - The specimen was caught by trammel net in the coastal water close to the harbour of S. Nicola l'Arena (Palermo) (approximate coordinate  $\phi=38^{\circ}02'00''N$ ,  $\lambda=13^{\circ}36'45''E$ ), along the northern coast of Sicily on August 14<sup>th</sup> 2004. The specimen was measured, according to Compagno (1984), photographed and stored in the collection of Wilderness studi ambientali in Palermo.

**Results** - The shark showed a general bronze-brown colour, with a pale area on the lateral-ventral portion of the pre-caudal fin and darker edges of most of the fins. The specimen was a mature male of 164 cm total length. Claspers were extended well beyond the posterior edge of the pelvic fin and their internal structure was hard and ossified. It is worth noting that clasper grooves were open with observable terminal cartilages and hypopiles. Main biometry and meristics characteristics will be used for future meta-analyses.

**Conclusions** - According to Compagno *et al.* (2005) males are mature when they measure between 200 and 229 cm of total length. The specimen found in the Tyrrhenian Sea is the smallest mature male of the literature, although available information concern specimens caught outside the Mediterranean. The occurrence of *C. brachyurus* in the Tyrrhenian Sea expands its known distribution to the whole western Mediterranean, at least within the latitude 40° N. This meridian is considered as the north-

ernmost border of the species' range in the Eastern Atlantic Ocean, while the taxon does not occur to date in the western Indian Ocean (Compagno *et al.*, 2005). Relationships between Mediterranean specimens and Atlantic ones are still a debated question (Cigala Fulgosi, 1983; Orsi Relini, 1998; Morey and Massuti, 2003). According to Compagno *et al.* (2005), a seasonal migration is known for this species, but very little changes occur between adjacent regional populations. Since 1881 thirty six specimens, including the present record, were reported for the Mediterranean (Morey and Massuti, 2003). They include 11 females, 18 males, 4 unsexed specimens, 3 juveniles. The occurrence of new-born juveniles, pregnant females and mature males in the Mediterranean suggests the presence of a Mediterranean population, which has its "core" in the western Mediterranean, whose size and distribution range can vary in relation with climatic changes.

**Acknowledgements** - Many thanks to TV (CP) P. Carosia and SC (NP) R. Baio of the Coast Guard of Porticello (Palermo) for allowing us to collect the specimen.

### References

- CIGALA FULGOSI F. (1983) – Confirmation of the presence of *Carcharhinus brachyurus* (Günther, 1870) (Pisces, Selachii, Carcharhinidae) in the Mediterranean. *Doriana*, **5** (249): 1-5.
- COMPAGNO L.J.V. (1984) – FAO species catalogue. Vol. 4, Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species know to date. Part 1. Exanchiformes to Lamniformes. *FAO Fish. Synop.*, **125** (4): 1-249.
- COMPAGNO L., DANDO M., FOWLER S. (2005) – *A Field Guide to the Sharks of the World*. Harper-Collins Publishers Ltd., London: 368 pp.
- FERGUSON I.K. (1994) – Check list of sharks frequenting the Mediterranean Sea. In: Fowler S.L., Earll R.C. (eds), *Proc. 2<sup>nd</sup> European Shark and Ray Workshop*. Peterborough, Joint Nature Conservation Committee: 49-51.
- GARRICK J.A.F. (1982) - Sharks of the genus *Carcharhinus*. National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report, National Marine Fisheries Service Circular: 445.
- MOREY G., MASSUTI E. (2003) – Record of the copper shark, *Carcharhinus brachyurus*, from the Balearic Islands (Western Mediterranean). *Cybium*, **27** (1): 53-56.
- ORSI RELINI L. (1998) - *Carcharhinus brachyurus* (Gunther, 1870) nel Museo dell'Istituto di Zoologia, Università di Genova. *Boll. Mus. Ist. biol. Univ., Genova*, **62/63**: 93-98.
- SERENA F. (2005) – *Field identification guide to the sharks and rays of the Mediterranean and Black Sea*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purpose, FAO, Rome: 97 pp. 11 colour plates + eggs cases.
- VACCHI M., SERENA F., BIAGIO V. (1996) – Cattura di *Carcharhinus brachyurus* (Gunther, 1870) (Pisces, Selachii, Carcharhinidae), nel Mar Tirreno settentrionale. *Biol. Mar. Medit.*, **3** (1): 389-390.

R. ZUPA, T. SILECCHIA, P. CARBONARA, M.T. SPEDICATO

COISPA Tecnologia e Ricerca s.c.r.l., Via dei Trulli, 18/20 - 70045 Torre a Mare, Bari, Italia.  
rosazupa@email.it

CRESCITA DI *TRACHURUS MEDITERRANEUS*  
(STEINDACHNER, 1868) NEL TIRRENO CENTRO-MERIDIONALE  
*GROWTH OF TRACHURUS MEDITERRANEUS (STEINDACHNER, 1868)*  
*IN THE CENTRAL-SOTHERN TYRRHENIAN SEA*

**Abstract** – *Otolith pairs (262) of Trachurus mediterraneus (Teleostei, Carangidae) have been collected in 2004 and aged under a binocular microscope. Age at length by sex was used for estimating von Bertalanffy growth parameters. Since the two VBGCs of females and males were not significantly different ( $p>0.05$ ), a combined curve was derived with the following parameters:  $L_{\infty}=428.8$  mm,  $K=0.214$ ,  $t_0=-0.700$ .*

**Key-words:** *Trachurus mediterraneus, growth, otoliths.*

**Introduzione** – *Trachurus mediterraneus* (sugarello maggiore) è una specie semi-pelagica che vive sia nel Mar Mediterraneo sia lungo le coste più orientali dell'Atlantico, dal Canale della Manica al Marocco. Tale specie è pressoché ubiquitaria lungo le coste italiane (Relini *et al.*, 1999). I dati biologici sul sugarello maggiore nell'area Mediterranea sono limitati (Viette *et al.*, 1997) e, in particolare, le informazioni sull'accrescimento risultano scarse (Arneri e Tangerini, 1984; Karlou-Riga, 2000). Questo lavoro intende fornire un contributo conoscitivo alla stima dei parametri di crescita di *T. mediterraneus* nel bacino Occidentale.

**Materiali e metodi** – Gli esemplari di *T. mediterraneus* sono stati raccolti durante il campionamento dello sbarcato commerciale (strascico, agosto-ottobre 2004) e durante le campagne sperimentali di pesca a strascico Medits (luglio 2004) (Bertrand *et al.*, 2002) e Grund (novembre 2004) (Relini, 2000). Su ciascun individuo è stata rilevata la lunghezza totale (LT, in mm), il peso totale (in g) ed il sesso. Le sagittae di 262 individui sono state asportate ed osservate "in toto" in acqua di mare, utilizzando uno stereomicroscopio con oculare micrometrico sotto luce riflessa. Gli anelli ialini sono stati identificati nella regione post-rostrum sul lato concavo (distale) dell'otolite. All'alternarsi degli anelli opachi e ialini è stato attribuito significato annuale. Sono state stimate, inoltre, le relazioni tra i diversi caratteri morfometrici degli otoliti (LO=lunghezza totale sagitta; ELO=lunghezza dell'emi-sagitta; AO=ampiezza totale sagitta; misure espresse in mm) e la lunghezza totale degli individui su dati ln-trasformati, utilizzando il metodo dei minimi quadrati. I giovani (indeterminati) sono stati separati nei due sessi sulla base del valore di sex-ratio stimato nelle classi di lunghezza più vicine. I parametri di crescita dell'equazione di von Bertalanffy sono stati stimati separatamente per maschi (con intervallo di lunghezza compreso tra 55 mm e 380 mm) e femmine (con intervallo di lunghezza compreso tra 55 mm e 360 mm), usando tecniche di ottimizzazione (Solver, Excel), e confrontati mediante il test di Chen *et al.* (1992), basato sull'analisi delle somme dei quadrati dei residui (ARSS).

**Risultati** – I parametri di crescita, stimati per i sessi separati, sono risultati i seguenti:  $L_{\infty}=423,3$  mm,  $K=0,231$ ,  $t_0=-0,600$  per i maschi;  $L_{\infty}=426,8$  mm,  $K=0,209$ ,  $t_0=-0,759$  per le femmine. Poiché le due curve non differivano significativamente ( $F=0,31$ ,  $p>0,05$ ) i dati sono stati accorpatisi, interpolando un'unica curva definita dai seguenti parametri:  $L_{\infty}=428,8$  mm,  $K=0,214$ ,  $t_0=-0,700$ .

Le relazioni fra crescita in lunghezza totale degli individui e crescita della sagitta e fra lunghezza della sagitta e lunghezza dell'emi-sagitta sono riportate in Tab. 1.

Tab. 1 - Relazioni tra i caratteri morfometrici delle sagitte (LO = lunghezza sagitta; AO = ampiezza totale sagitta; ELO = lunghezza totale emi-sagitta; in mm) e la lunghezza totale (LT, in mm) degli individui.

*Relationships among sagitta morphometric characteristics (LO = sagitta total length; AO = sagitta total width; ELO = emi-sagitta length; in mm) and fish total length (LT, in mm).*

Equazione	r
$LT=23,021*LO^{1,151}$	<b>0,990</b>
$LT=38,075*AO^{1,329}$	<b>0,980</b>
$LO=2,0978*ELO^{0,968}$	<b>0,996</b>

**Conclusioni** – Nella lettura delle sagitte di *T. mediterraneus* sono state riscontrate le quattro tipologie di struttura indicate da Karlou-Riga (2000), con riferimento alla presenza e morfologia di un falso anello che precede il primo *annulus*. Tale caratteristica, legata alla presenza di diverse microcoorti nella popolazione (riproduzione da aprile a settembre), può condurre a erronea attribuzione dell'età, enfatizzando un accrescimento di tipo lento per questa specie. La crescita degli otoliti è risultata proporzionale e significativamente correlata ( $p < 0,05$ ) alla lunghezza degli individui di *T. mediterraneus*. I parametri della funzione di von Bertalanffy stimati nel presente lavoro ( $L_{\infty} = 428,8$  mm;  $K = 0,214$ ,  $t_0 = -0,700$ ) rivelano performance di crescita paragonabili ( $\phi' \sim 2,6$ ; Munro e Pauly, 1983) a quanto riportato da Karlou-Riga (2000) per il Golfo di Salonicco ( $L_{\infty} = 37,24$  cm,  $K = 0,326$ ,  $t_0 = -0,842$ , per i sessi combinati).

#### Bibliografia

- ARNERI E., TANGERINI P. (1984) – Biological data collected during the Pipeta expeditions on *Trachurus mediterraneus* (Steindachner) in the Adriatic Sea. In: GFCM Report of the Third Technical Consultation on Stock Assessment in the Adriatic Sea. Fano, Italy, June 6-10, 1983. *FAO Fish. Rep.*, **290**: 127-130.
- BERTRAND J., 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.
- CHEN Y., JACKSON D.A., HARVEY H.H. (1992) – A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modelling fish growth data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic sciences*, **49**: 1228-1235.
- KARLOU-RIGA C. (2000) – Otolith morphology and age and growth of *Trachurus mediterraneus* (Steindachner) in the Eastern Mediterranean. *Fish. Res.*, **32**: 69-82.
- MUNRO J.L., PAULY D. (1983) – A simple method for comparing growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, **1** (1): 5-6.
- RELINI G., BERTRAND J., ZAMBONI A. (eds) (1999) – Sintesi delle conoscenze sulle risorse da pesca dei fondi del Mediterraneo centrale (Italia e Corsica). *Biol. Mar. Medit.*, **6** (Suppl. 1).
- RELINI G. (2000) – La ricerca sulla pesca: le risorse demersali. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (4): 13-45.
- VIETTE M., GIULIANINI P.G., FERRERO E.A. (1997) – Reproductive biology of scad, *Trachurus mediterraneus* (Teleostei, Carangidae), from the Gulf of Trieste. *ICES J. Mar. Sci.*, **54**: 267-272.

M. BARRECA<sup>1,2</sup>, M. ABBATE<sup>1</sup>, C.M. ALONSO-HERNANDEZ<sup>3</sup>,  
M. BORGHINI<sup>4</sup>, G. CERRATI<sup>1</sup>, G.P. GASPARINI<sup>4</sup>, F. MALTAGLIATI<sup>2</sup>,  
M. TANGHERLINI<sup>1</sup>, L. TORRICELLI<sup>1</sup>, F.G. PANNACCIULLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ENEA - Centro Ricerche Ambiente Marino - S. Teresa, PO Box 224 - 19100 La Spezia, Italia.

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Pisa, Via Volta, 6 - 56126 Pisa, Italia.

<sup>3</sup>Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos, AP 5, Ciudad Nuclear, Cienfuegos, Cuba.

<sup>4</sup>CNR - Istituto per lo Studio dell'Oceanografia Fisica, La Spezia, Italia.

## MESOZOOPLANKTON SUPERFICIALE DELLO STRETTO DI SICILIA: LA DISTRIBUZIONE DI *EVADNE SPINIFERA* (CRUSTACEA, CLADOCERA)

### *SURFACE MESOZOOPLANKTON OF THE STRAIT OF SICILY: EVADNE SPINIFERA (CRUSTACEA, CLADOCERA) DISTRIBUTION*

**Abstract** - A survey of surface mesozooplankton was carried out along a transect in the Strait of Sicily where some hydrological parameters were also measured. Taxonomic analyses showed the predominance of *Evadne spinifera* (Crustacea, Cladocera) whose distribution was consistent with the surface currents of the strait.

**Key-words:** plankton, *Evadne spinifera*, Strait of Sicily, surface currents.

**Introduzione** - Lo Stretto di Sicilia (SdS), che mette in comunicazione i due bacini maggiori del Mediterraneo, è una zona caratterizzata da forte idrodinamismo. La circolazione attraverso lo stretto può essere assimilata ad un sistema a doppio strato con acqua di origine atlantica che scorre negli strati superficiali dal bacino occidentale verso quello orientale ed acqua di origine levantina che negli strati più profondi fluisce in direzione opposta. Obiettivo del presente studio è stato quello di analizzare la distribuzione del mesozooplankton superficiale, lungo un transetto perpendicolare all'asse dello stretto, e metterla in relazione ad alcuni fattori fisici.

**Materiali e metodi** - Il campionamento del mesozooplankton superficiale è stato effettuato lungo un transetto (prima stazione a 37.53 N, 12.78 E; direzione transetto 230° sud-ovest; 9 stazioni di prelievo e 2 repliche per stazione) che unisce la costa meridionale della Sicilia alla Tunisia e passa ad ovest di Pantelleria. Per le pescate sono stati utilizzati due retini da plancton (diametro apertura 50 cm, maglia 200 µm) trainati simultaneamente in superficie per 10 min alla velocità di 2 nodi. Contestualmente alle pescate di plancton, sono state misurate alcune caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (temperatura, salinità, densità, concentrazione dei nutrienti e della clorofilla).

**Risultati** - L'analisi tassonomica dei campioni di plancton ha rivelato una grande abbondanza di crostacei cladoceri: in particolare è stato osservato un bloom di *Evadne spinifera*, con individui rinvenuti a diversi stadi del ciclo vitale e con abbondanza di femmine partenogenetiche. Lungo il transetto è stato riscontrato un andamento crescente, seppur con fluttuazioni, della densità di questa specie (Fig. 1). Infatti, nelle stazioni prossime alla costa siciliana è stata rinvenuta una bassa densità di *E. spinifera* che è andata progressivamente aumentando all'aumentare della distanza dalla costa ed ha raggiunto il valore massimo a 65 miglia al largo. L'ultima stazione campionata, localizzata a 85 miglia, ha mostrato invece una marcata diminuzione della specie.



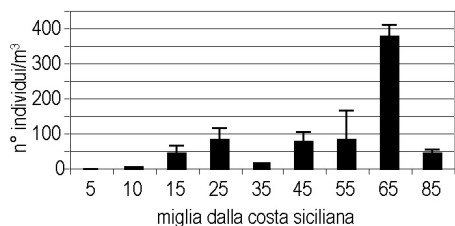


Fig. 1 - Densità del cladocero *Evadne spinifera* lungo il transetto.

*Density of the cladoceran Evadne spinifera along the transect.*

I dati idrologici hanno permesso di stabilire che durante il periodo di campionamento lungo le coste siciliane si sono verificati fenomeni di upwelling con risalita di acqua relativamente fredda, a maggiore concentrazione salina e ricca in nutrienti. Come è noto dalla letteratura (Agostini *et al.*, 2002; Bakun *et al.*, 2001), in questa zona i fenomeni di upwelling sono legati all'azione dei venti. Nei giorni antecedenti al campionamento, nello SdS hanno spirato forti venti da nord-ovest che, per il trasporto di Ekman, avrebbero spostato le masse d'acqua superficiale di 90° verso destra rispetto alla direzione del vento così promuovendo correnti superficiali dalla Sicilia verso la Tunisia. L'andamento crescente delle densità di *E. spinifera* lungo il transetto potrebbe essere il risultato del trasporto delle masse d'acqua superficiali che favorirebbero l'accumulo degli organismi in prossimità delle coste tunisine.

La diminuzione di densità di *E. spinifera*, rilevata nella stazione a 85 miglia al largo, potrebbe invece essere legata al forte idrodinamismo dell'area. I dati idrologici hanno permesso di identificare in questa stazione la corrente di origine atlantica, che scorre in prossimità delle coste tunisine, che potrebbe aver effettuato un efficace trasporto degli organismi verso il bacino orientale, allontanandoli quindi dal transetto di rilevamento.

**Conclusioni** – In accordo con quanto osservato da altri autori (Cuttitta *et al.*, 2006; García Lafuente *et al.*, 2002), il nostro studio ha evidenziato come i fenomeni fisici, ed in particolare l'azione dei venti, rivestano una fondamentale importanza nella distribuzione del mesozooplankton superficiale dello SdS. Non è comunque da escludere il possibile contributo dei fattori biotici, quali ad esempio la presenza di planctofagi e la distribuzione "patchy", nel determinare il pattern osservato.

**Ringraziamenti** - Gli autori desiderano ringraziare Priscilla Licandro per l'aiuto fornito nella determinazione tassonomica di alcune specie.

#### Bibliografia

- AGOSTINI N., BAKUN A. (2002) - "Ocean triads" in the Mediterranean Sea: physical mechanisms potentially structuring reproductive habitat suitability (with example application to European anchovy, *Engraulis encrasicolus*). *Fish. Oceanogr.*, **11**: 129-142.
- BAKUN A., AGOSTINI N. (2001) - Seasonal patterns of wind-driven upwelling/downwelling in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, **65**: 243-257.
- CUTTITTA A., GUISANDE C., RIVIERO I., MANIERO I., PATTI B., VERGARA A.R., BASILONE G., BONANNO A., MAZZOLA S. (2006) - Factors structuring reproductive habitat suitability of *Engraulis encrasicolus* in the south coast of Sicily. *J. Fish Biol.*, **68**: 264-275.
- GARCÍA LAFUENTE J., GARCÍA A., MAZZOLA S., QUINTANILLA L., DELGADO J., CUTTITTA A., PATTI B. (2002) - Hydrographic phenomena influencing early life stages of the Sicilian Channel anchovy. *Fish. Oceanogr.*, **11**: 31-44.

I. BUTTINO, Y. CAROTENUTO, G. DE ROSA\*, M. MAZZELLA\*, A. IANORA, M. MIRALTO

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

buttino@szn.it

\*Dip. di Chimica Farmaceutica e Tossicologica, Fac. di Farmacia, Univ. di Napoli "Federico II", Napoli, Italia.

## VEICOLAZIONE DI FITOTOSSINE NEI COPEPDI MEDIANTE LIPOSOMI GIGANTI E LORO IMPIEGO IN STUDI ECOFISIOLOGICI

### *GIANT LIPOSOMES AS CARRIERS OF PHYTOTOXINS IN COPEPODS AND THEIR APPLICATION IN ECOPHYSIOLOGICAL STUDIES*

**Abstract** - Food quality, related to the presence of phytoplanktonic oxylipins negatively impact copepod reproductive fitness. Giant liposomes containing a known concentration of the diatom-derived aldehyde decadienal were used to test the effect of this oxylipin on the copepod *Temora stylifera*. The results showed a dose-dependent effect of decadienal on copepod reproduction in terms of egg production rate and hatching success.

**Key-words:** *Temora stylifera*, liposomes, oxylipins, diatoms, hatching success.

**Introduzione** - Negli ultimi anni è stato dimostrato che alcune specie di diatomee producono composti della classe delle ossilipine in seguito al grazing operato dai copepodi (Ianora *et al.*, 2004). Una volta ingeriti tali composti riducono la vitalità degli embrioni dei copepodi oppure sono responsabili di effetti teratogenici nella loro prole (Ianora *et al.*, 2004). Uno di questi composti, la decadienale derivante dalla diatomea *Thalassiosira rotula* (Wichard *et al.*, 2005), è risultata tossica anche su embrioni di altri invertebrati marini (Romano *et al.*, 2003). Per calcolare la tossicità di questa fitotossina è sorta la necessità di utilizzare un veicolo inerte. Lo scopo di questo lavoro è stato quello di sperimentare l'utilizzo di liposomi giganti per la veicolazione di ossilipine di origine fitoplanctonica al fine di verificarne la tossicità in vivo e gli effetti sulla riproduzione dei copepodi.

**Materiali e metodi** - I liposomi sono stati preparati usando miscele di fosfolipidi e colesterolo, come riportato in Buttino *et al.* (2006). Coppie di copepodi adulti *Temora stylifera* (n=20) sono state incubate in cristallizzatori con 60 ml di acqua di mare e liposomi giganti contenenti decadienale pari ad una concentrazione di circa 30 ng/ml ed un'alga di controllo *Prorocentrum minimum* a concentrazione di 8000 cell/ml. La produzione di uova e di pellet fecali è stata calcolata dopo 24 h, le coppie sono state trasferite in nuovi cristallizzatori con cibo e liposomi freschi, mentre la vitalità delle uova è stata calcolata 48 h dopo la deposizione. Coppie di *T. stylifera* incubate in liposomi senza decadienale e *P. minimum* costituivano il controllo. Per verificarne l'ingestione sono stati impiegati, inoltre, sia liposomi fluorescenti (con FITC-destrano) che liposomi marcati con colesterolo radioattivo.

**Risultati** - La preparazione dei liposomi è stata ottimizzata sia in termini di composizione lipidica totale che in termini di decadienale incorporata in modo da somministrare ai copepodi una quantità pressochè costante di lipidi e di decadienale. Per ciò che riguarda i liposomi contenenti decadienale l'efficienza d'incapsulazione è risultata sempre superiore al 50%. I liposomi giganti sono stati preparati in modo da ottenere un range dimensionale simile a quello delle alghe di cui si alimentano i copepodi (7 µm diametro). Immagini al TEM mostrano liposomi multilamellari delimitante un'ampia cavità centrale. I liposomi contenenti la molecola fluorescente di FITC-destrano sono

stati osservati al microscopio laser confocale (CLSM); le immagini mostrano che la cavità acquosa centrale contiene le molecole fluorescenti di FITC-destrano. Immagini dei copepodi al CLSM mostrano la fluorescenza dei liposomi nel canale alimentare; tale fluorescenza si rileva anche nei pellet fecali prodotti. Questi risultati indicano che i liposomi vengono attivamente ingeriti dai copepodi. Utilizzando liposomi radioattivi sono stati calcolati tassi di ingestione di circa 28000 liposomi/femmina/ora corrispondenti al 16% di uptake della sospensione iniziale di liposomi. La decadienale è stata efficientemente incorporata nei liposomi ed il rilascio nel mezzo acquoso era trascurabile per tutta la durata degli esperimenti. La produzione di uova di *T. stylifera* trattate con liposomi contenenti decadienale è più elevata rispetto a quella registrata per i copepodi alimentati con liposomi bianchi (13.6 contro 8.3 uova per femmina per giorno). La vitalità delle uova deposte dai copepodi incubati in liposomi contenenti decadienale si riduce invece dopo cinque giorni di alimentazione passando dall'80% al 20%, mentre nel controllo la vitalità media è del 70%. I pellet fecali risultano più abbondanti nel gruppo con decadienale rispetto al gruppo di controllo (32.7 e 19.9 fecal pellet per copepode per giorno, rispettivamente) come se la presenza della decadienale favorisse un maggiore tasso di filtrazione da parte dei copepodi.

**Conclusioni** - I liposomi giganti sono attivamente ingeriti dai copepodi, come dimostrano le immagini al CLSM ed il calcolo dei tassi di ingestione. I liposomi contenenti decadienale in concentrazione simile a quella prodotta dalle diatomee durante un bloom di fitoplancton (Miralto *et al.*, 2003) riducono la vitalità delle uova di copepode pur sostenendo una maggiore produzione di uova rispetto al controllo. Questi risultati indicano che i liposomi possono essere utilizzati per la veicolazione di fitotossine nei copepodi e, più in generale, possono trovare applicazioni nello studio della fisiologia riproduttiva dei copepodi, aiutando a differenziare effetti tossici dovuti alla presenza di ossilipine nelle microalghe da quelli puramente nutrizionali, come la mancanza di elementi essenziali per l'accrescimento e la riproduzione dei copepodi.

#### Bibliografia

- BUTTINO I., DE ROSA G., CAROTENUTO Y., IANORA A., FONTANA A., QUAGLIA F., LA ROTONDA M.I. AND MIRALTO A. (2006) - Giant liposomes as delivery system for ecophysiological studies in copepods. *J. Exp. Biol.*, **209**: 801-809.
- IANORA A., MIRALTO M., POULET S.A., CAROTENUTO Y., BUTTINO I., ROMANO G., CASOTTI R., POHNERT G., WICHARD T., COLUCCI D'AMATO L., TERRAZZANO G., SMETACEK V. (2004) - Aldehyde suppression of copepod recruitment in blooms of a ubiquitous planktonic diatom. *Nature*, **429**: 403-407.
- MIRALTO A., GUGLIELMO L., ZAGAMI G., BUTTINO I., GRANATA A., IANORA A. (2003) - Inhibition of population growth in the copepods *Acartia clausi* and *Calanus helgolandicus* during diatom blooms. *Mar. Ecol. Progr. Series*, **254**: 253-268.
- ROMANO G., RUSSO G.L., BUTTINO I., IANORA A., MIRALTO A. (2003) - A marine diatom-derived aldehyde induces apoptosis in copepod and sea urchin embryos. *J. Exp. Biol.*, **206**: 3487-3494.
- WICHARD T., POULET S.A., HALSBAND-LENK C., AKBAINA A., HARRIS R., LIU D., POHNERT G. (2005) - Survey of the chemical defence potential of diatoms: screening of fifty one species for  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ -unsaturated aldehydes. *J. Chem. Ecol.*, **31**: 949-958.

L. CHIGURNI, C. NUCCIO, C. MELILLO, L. MASSI, M. INNAMORATI

Dip. di Biologia Vegetale, Laboratorio di Ecologia e Fisiologia Vegetale, Università di Firenze,  
Via P.A. Micheli, 1 – 50121 Firenze, Italia.  
catnuccio@unifi.it

## CICLO STAGIONALE DI *DINOPHYSIS* SPP. NELLA LAGUNA DI ORBETELLO (1995-2001)

### *SEASONAL DYNAMICS OF DINOPHYSIS SPP. IN THE ORBETELLO LAGOON (1995-2001)*

**Abstract** – *Seasonal dynamics of Dinophysis spp. (Dinophyceae), causative agent of DSP, in the Orbetello Lagoon were assessed (1995-2001). Dinophysis sacculus Stein is the most abundant species, together with unidentified small cells. Blooms period is from October to December, with high abundances, particularly in the Laguna di Levante. Progressive rise in mean annual abundances has been evidenced.*

**Key-words:** *Dinophysis spp., DSP, Orbetello Lagoon.*

**Introduzione** – Il genere *Dinophysis* Ehrenberg (Dinophyceae) è produttore delle tossine responsabili della sindrome DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning) che l'uomo può contrarre dai molluschi che accumulano questi organismi. In Italia i primi casi di DSP associati alla presenza di *Dinophysis* spp. si sono verificati nel 1989 nel Mare Adriatico (Boni *et al.*, 1992) e, ad oggi, frequenti episodi di fioriture sono stati registrati in acque costiere o interne del Mediterraneo (Caroppo, 2001) con i conseguenti problemi di gestione per gli impianti di mitilicoltura presenti. È stata valutata per la prima volta la variazione temporale dal 1995 al 2001 di *Dinophysis* spp. nella Laguna di Orbetello allo scopo di evidenziarne il ciclo stagionale, l'entità ed i periodi di fioritura e fornire quindi informazioni essenziali sull'ecologia della specie utili alla gestione dell'acquacoltura nella Laguna.

**Materiali e metodi** – Nell'ambito di ricerche sullo stato trofico della Laguna di Orbetello sono stati svolti rilevamenti quindicinali in 6 stazioni rappresentative, da settembre 1995 a ottobre 2001, effettuando misure tramite batisonda CTD (Idronaut Ocean Seven 501) e campionamenti di acqua a circa 30 cm di profondità per le analisi di DIN, DIP, clorofilla, composizione fitoplanctonica (250 cm<sup>3</sup> fissati con formaldeide a concentrazione finale del 3%) eseguite secondo metodologie standard (Innamorati *et al.*, 1990). Il conteggio di *Dinophysis* spp. è stata eseguito sull'intera area di sedimentazione di 25 cm<sup>3</sup> con microscopico ottico invertito (Wilovert, 32×), analizzando in totale 550 campioni.

**Risultati** - Dalle analisi microscopiche è emerso che la specie *Dinophysis sacculus* Stein, dalla tipica forma a sacco allungato e con il contorno dorsale quasi rettangolare (dimensioni medie 43.50 µm per 27.76 µm, rapporto medio lunghezza/larghezza 1.57), ha costituito sempre la quasi totalità del genere *Dinophysis*. È stata individuata anche una forma più piccola (dimensioni medie 36.70 µm per 21.67 µm, rapporto medio lunghezza/larghezza 1.70), con margine dorsale lineare, margine ventrale convesso e posteriormente appuntita, osservata in quantità estremamente variabile ma con un andamento temporale che riproduce quello di *D. sacculus*. Solo in casi sporadici è stata rilevata la presenza di qualche esemplare di *D. rotundata* Claparède & Lachmann e *D. caudata* Saville-Kent. Le densità cellulari di seguito discusse e le elaborazioni sono state effettuate considerando una densità totale, somma delle due forme denominate insieme *Dinophysis* spp. *Dinophysis* spp. risulta praticamente assente tranne che

nel periodo autunno-invernale durante il quale si assiste, in tutte le sei stazioni, alla fase di fioritura, con densità variabili da circa 10.000 fino a quasi 123.000 cell L<sup>-1</sup>. Nella Laguna di Levante le densità sono generalmente maggiori di quelle della Laguna di Ponente. A questo andamento si è aggiunta, nel 2001, una fioritura nel mese di maggio, anche questa più abbondante nella Laguna di Levante (fino a 80.000 cell L<sup>-1</sup>), che non si era mai verificata negli anni precedenti. Inoltre, appare una tendenza generale all'aumento della consistenza delle fioriture dal 1995 al 2001, anche in questo caso più evidente a Levante. Le fioriture si sviluppano quindi in acque con temperature piuttosto basse (10.87 °C±2.99) e in un relativamente ristretto ambito di salinità (34.22‰±2.27), con livelli di azoto in aumento (particolarmente di azoto ammoniacale) e minimi di fosforo. L'analisi delle relazioni tra le densità di *Dinophysis* spp. e i fattori ambientali non ha mostrato correlazioni significative. La comunità fitoplanctonica in questo periodo è composta soprattutto da *Cryptophyceae* che costituiscono la classe dominante dall'inverno all'inizio primavera ma, anche in questo caso, l'analisi delle regressioni tra le densità di *Dinophysis* spp. e quelle degli altri gruppi considerati (Bacillariophyceae, Dinophyceae, Cryptophyceae, flagellati indeterminati) non ha mostrato correlazioni significative.

**Conclusioni** – Dalle analisi effettuate appare che nella Laguna di Orbetello la specie dominante del genere *Dinophysis* sia *D. sacculus* Stein, con fioriture autunno-invernali piuttosto regolari e abbondanti, in particolar modo nella Laguna di Levante, bacino che presenta generalmente le condizioni di maggiore trofia, minore ricambio idrico e le maggiori densità fitoplanctoniche (Nuccio *et al.*, 2003). Le alte densità delle fioriture, l'incremento di abbondanza mostrato dal 1995 al 2001 e la comparsa per la prima volta di una fioritura in un diverso periodo dell'anno (maggio 2001) evidenziano una situazione in continua evoluzione. L'aver rilevato inoltre la presenza di forme di più piccole dimensioni e diversa morfologia sembra proporre anche per *D. sacculus* la “depauperating division”, fase del ciclo vitale considerato tipico del genere ma non accertato per tutte le specie (Reguera e González-Gil, 2001). Alla luce di queste considerazioni appare indispensabile l'approfondimento tassonomico e la verifica del ciclo stagionale attuale per fornire un'adeguata informazione utile alla gestione dell'acquacoltura nella Laguna.

#### Bibliografia

- BONI L., MANCINI L., MILANDRI A., POLETTI R., POMPEI M., VIVIANI R. (1992) - First cases of diarrhoeic shellfish poisoning in the Northern Adriatic Sea. In: Vollenweider R.A., Marchetti R., Viviani R. (eds), *Marine Coastal Eutrophication*. Sci. Total Environ. Suppl. Elsevier, Amsterdam: 419-426.
- CAROPPO C. (2001) – Autoecology and morphological variability of *Dinophysis sacculus* (Dinophyceae: Dinophysiaceae) in a Mediterranean Lagoon. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **81**: 11-21.
- INNAMORATI M., FERRARI I., MARINO D., RIBERA D'ALCALÀ M. (eds) (1990) – Metodi nell'ecologia del plancton marino. *Nova Thalassia*, **11**: 372 pp.
- NUCCIO C., MELILLO C., MASSI L., INNAMORATI M. (2003) – Phytoplankton abundance, community structure and diversity in the eutrophicated Orbetello Lagoon (Tuscany) from 1995 to 2001. *Oc. Acta*, **26**: 15-25.
- REGUERA B., GONZÁLEZ-GIL S. (2001) – Small cell and intermediate cell formation in species of *Dinophysis* (Dinophyceae, Dinophysiales). *J. Phycol.*, **37**: 318-333.

A. CUTTITTA, L. CARUANA, A. DI NIERI, P. SPOSITO, C. PATTI, G. BASILONE,  
A. BONANNO, B. PATTI, G. BUSCAINO, S. MAZZOLA

Istituto dell'Ambiente Marino Costiero, Sezione di Mazara del Vallo, IAMC-CNR,  
Via Luigi Vaccara, 61 - 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia.  
angela@irma.pa.cnr.it

## *ICHTHYODINIUM CHABELARDI*: UNA CAUSA DI MORTE DELLE UOVA DI *ENGRAULIS ENCRASICOLUS* NEL CANALE DI SICILIA

### *ICHTHYODINIUM CHABELARDI LIKE A KILLER OF ENGRAULIS ENCRASICOLUS EGGS IN THE SICILIAN CHANNEL*

**Abstract** - This study analyses the role of *Ichthyodinium chabelardi*, dinoflagellate protistan endoparasite, as a cause of death for the *Engraulis encrasicolus* eggs in the Strait of Sicily ecosystem.

**Key-words:** endoparasites, fishery, ichthyoplankton, *Engraulis encrasicolus*, Sicilian Channel.

**Introduzione** - Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare l'incidenza della mortalità sugli stadi larvali di *Engraulis encrasicolus*, a causa dell'infezione provocata dall'endoparassita *Ichthyodinium chabelardi*.

I campioni di uova di acciuga analizzati, sono stati raccolti durante dei surveys ittioplanctonici effettuati nel periodo di picco riproduttivo dell'acciuga nel Canale di Sicilia tra il 1997 e il 2005, in seno a due progetti di ricerca europei: MAGO I e II. L'infezione dovuta a questo parassita è stata in passato una causa di morte spesso sottovalutata (Meneses *et al.*, 2003), quando invece è stato provato da alcuni autori che *Ichthyodinium chabelardi* flagella gli stadi larvali di molte specie pelagiche quali *Scomber scombrus* (Coombs *et al.*, 2001) e *Sardina pilchardus* (Borges *et al.*, 1996; Dulcic, 1998; ICES, 1999; Stratoudakis *et al.*, 2000).

**Materiali e metodi** - I campioni analizzati, derivano da nove surveys ittioplanctonici realizzati nel Canale di Sicilia, nel periodo di picco riproduttivo dell'acciuga. Il campionamento planctonico è stato effettuato con delle retinate oblique con una rete Bongo 40, provvista di flussimetro, in stazioni ubicate lungo transetti perpendicolari alla costa in direzione costa largo; nelle stesse stazioni in cui sono stati prelevati i campioni, sono stati realizzati dei profili di temperatura, Ossigeno disciolto e salinità utilizzando un CTD. I campioni sono stati conservati in formalina al 4%, tamponata in acqua di mare. Tutti i campioni sono stati analizzati al fine di effettuare la stadiazione delle uova e verificare la presenza di *Ichthyodinium chabelardi*. Le uova di *Engraulis encrasicolus*, sono state analizzate con uno stereomicroscopio e quelle selezionate come parassitate sono state guardate a diversi ingrandimenti con un analizzatore di immagine, al fine di valutare l'effettiva presenza dell'infezione.

**Risultati** - L'incidenza dell'infezione risulta estremamente elevata e sembra che ogni stadio di sviluppo delle uova di *Engraulis encrasicolus* sia colpito in egual misura. L'infezione nel suo stadio iniziale è quasi sempre a carico degli stadi compresi dal V all'XI, quegli stadi cioè in cui è già presente l'embrione. L'embrione parassitato appare mal sviluppato e subisce una forma di regressione morfologica.

**Conclusioni** - L'elevata mortalità delle uova e larve di acciuga per causa dell'infezione da *Ichthyodinium chabelardi* è sicuramente un dato di fatto. È un parametro da tenere in considerazione nello studio della biologia di questa specie ed un dato da considerare nel calcolo revisionale della biomassa dello stock adulto.

**Bibliografia**

- BORGES R., RÉ P., AZEVEDO C. (1996-2001) - *Ichthyodinium chabelardi* (Hollande & Cachon, 1952), dinoflagelado parasita dos ovos de sardinha. *Ciência Biológica. Ecology and Systematics* (Portugal), **16** (1/2): 227-243.
- COOMBS S.H., MORGANS D., HALLIDAY N.C. (2001) - The seasonal and ontogenetic distribution of eggs and larvae of mackerel (*Scomber scombrus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *Fish. Res.*, **50**: 27-40.
- DULCIC J. (1998) - Infection of sardine eggs by a parasitic dinoflagellate *Ichthyodinium chabelardi* Hollande and Cachon, 1952 in Croatian waters: 15-18.
- ICES (1999) - Report of the horse mackerel otolith workshop. *ICES CM 1999/G*: 16-80.
- MENESES I., VENDRELL C., STRATOUDAKIS Y. (2003) - Mackerel (*Scomber scombrus*) eggs parasitized by *Ichthyodinium chabelardi* in the north-east Atlantic: an overlooked source of mortality. *J. Plankton Res.*, **25** (9): 1177-1181.
- STRATOUDAKIS Y., BARBOSA I., MENESES I. (2000) - Infection of sardine eggs by the protistan endoparasite *Ichthyodinium chabelardi* off Portugal. *J. Fish. Biol.*, **57**: 476-482.

M. DE DOMENICO, M. DE LUCA, G. GENTILE, L. GIULIANO\*,  
S. SCARFÌ, E. DE DOMENICO

Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina,  
Salita Sperone, 31 – 98166 Messina, Italia.  
edd@unime.it

\*Ist. Ambiente Marino Costiero-CNR, Sezione di Messina,  
Spianata S. Raineri, 86 - 98122 Messina, Italia.

## DISTRIBUZIONE DI BATTERI LUMINESCENTI IN ACQUE PELAGICHE DEL MAR TIRRENO CENTRO-MERIDIONALE (MAR MEDITERRANEO)

### *LUMINESCENT BACTERIA DISTRIBUTION IN PELAGIC WATERS OF THE CENTRAL-SOUTHERN TYRRHENIAN SEA (MEDITERRANEAN SEA)*

**Abstract** - *Quantitative and qualitative luminescent bacteria distribution was examined in a wide pelagic area of the Central-Southern Tyrrhenian Sea, during 3 oceanographic cruises carried out in July and December 2005. Bacterial plate counts were carried out in Marine Agar medium and in Sea Water Complete medium. Isolates were identified by API 20 NE system and by classical identification pathways. Taxonomic characterization by molecular analyses was in progress.*

**Key-words:** *luminescent microbial communities, water masses, Tyrrhenian Sea.*

**Introduzione** – Nell'ambito delle indagini condotte sulla distribuzione delle comunità microbiche in acque pelagiche del Mar Mediterraneo, particolare attenzione è stata rivolta allo studio quantitativo e qualitativo dei batteri luminosi (De Domenico *et al.*, 2002, 2005). La presente nota in particolare riferisce dati raccolti nella zona meno studiata (Mar Tirreno centro-meridionale) nel corso di 3 crociere oceanografiche svolte nei mesi di luglio (FIRB Tirreno e CIESM SUB1) e dicembre (CIESM SUB2) 2005. Come è noto, i batteri luminosi sono ubiquitari nell'ambiente marino, tipicamente eterotrofi, gram negativi, appartenenti ai generi *Vibrio*, *Photobacterium* e *Alteromonas* (Baumann e Schubert, 1989). Il ruolo ecologico svolto da tali batteri, soprattutto in ambiente pelagico, non appare ancora studiato e chiarito in modo soddisfacente.

**Materiali e metodi** – I campioni d'acqua sono stati prelevati a bordo della N/O *Universitatis* in due distinti periodi di luglio 2005 (2-7 e 21-30) ed a bordo della N/O *Urania* nel dicembre 2005 (13-22). In particolare, nel corso delle tre campagne sono stati prelevati rispettivamente, dalla superficie fino a 3400 m, 3000 m e 3600 m, 255, 202 e 210 campioni d'acqua in 10, 14 e 13 stazioni. In ciascuna stazione sono stati eseguiti profili CTDO-FI e campionamenti con bottiglie Niskin montate su apparato Rosette. In ogni campione d'acqua è stata quantificata la presenza sia di batteri vitali (CV) mediante conte sul classico terreno Marine Agar (spread plate), sia di batteri luminosi (BL) sul terreno Sea Water Complete (filtri 0,45 µm). Gli isolamenti dei ceppi batterici sono iniziati già a bordo, ed in laboratorio sono stati quindi sottoposti a specifici test morfo-fisiologici e biochimici, secondo le metodologie già riportate in precedenza (De Domenico *et al.*, 2002, 2005); inoltre sono state effettuate analisi bio-molecolari per la caratterizzazione tassonomica (Giuliano *et al.*, 1999).

**Risultati** – La distribuzione dei BL ha evidenziato valori tra 0 e 8 CFU/100 ml nella campagna FIRB Tirreno e tra 0 e 7 per le campagne CIESM SUB1 e 2. Le CV per le medesime campagne sono rimaste comprese tra 0 e  $2,5 \times 10^3$ , 0 e  $4,9 \times 10^3$  e 0 e  $6,2 \times 10^3$  CFU/ml rispettivamente. L'esame dei risultati mostra ancora una volta che in



acque propriamente pelagiche i BL presentano una distribuzione discontinua lungo la colonna d'acqua, localizzata principalmente nello strato 300-1000 m, con sporadiche presenze a quote superficiali o profonde. Per quanto si riferisce alla distribuzione delle CV, si è riscontrato un sensibile incremento delle CFU nello strato compreso tra 800 e 1200 m. Non sembrano esistere variazioni stagionali nella distribuzione dei BL, mentre le CV presentano massimi più elevati in dicembre.

**Conclusioni** – I risultati raccolti nell'area di studio, qui esposti in forma preliminare, fanno parte di un più ampio set di dati, alcuni dei quali sono ancora in corso di analisi o di elaborazione. Con i risultati in atto disponibili è possibile formulare alcune valutazioni sull'area studiata e confermare quanto riscontrato con precedenti ricerche in aree pelagiche del Mar Mediterraneo (De Domenico *et al.*, 2002, 2005). Intorno ai 1000 m di profondità, presumibilmente in corrispondenza dell'inizio delle "vere" acque profonde, si riscontra un sensibile incremento delle CV. È possibile estendere anche a questa area lo schema di distribuzione dei BL in funzione della profondità e della distanza dalla costa precedentemente ipotizzato per il Mar Ionio, sottolineando che tale tematica merita di essere approfondita al fine di provare eventuali relazioni con la distribuzione della sostanza organica o con la distribuzione delle diverse masse d'acqua. L'incremento delle conoscenze sulla distribuzione delle comunità microbiche in acque pelagiche del Mar Mediterraneo potrebbe rendere disponibile un marker sensibile per una migliore interpretazione dei fenomeni idrologici (Manca *et al.*, 2001) che di recente stanno interessando il Mediterraneo Orientale e, di riflesso, il Mare Tirreno (Gasparini *et al.*, 2005) e l'intero bacino mediterraneo.

#### Bibliografia

- BAUMANN P., SCHUBERT R.H.W. (1989) - Vibrionaceae. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, 1: 516-545.
- DE DOMENICO M., SCARFÌ S., LEONARDI M., RAFFA F., DE DOMENICO E. (2002) - Variazione temporale delle comunità microbiche in un sito pelagico al largo di Capo Passero (Mare Ionio meridionale). *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 994-997.
- DE DOMENICO M., DE LUCA M., GIULIANO L., GUADAGNO D., LO GIUDICE A., LEONARDI M., SCARFÌ S., DE DOMENICO E. (2005) - Ulteriori indagini sulla distribuzione di batteri luminosi in acque pelagiche del Mare Ionio (Mar Mediterraneo). *Biol. Mar. Medit.*, **12** (1): 625-630.
- GASPARINI G.P., ORTONA A., BUDILLON G., ASTRALDI M., SANSONE E. (2005) - The effect of the Eastern Mediterranean transient on the hydrographic characteristics in the Strait of Sicily and in the Tyrrhenian Sea. *Deep-Sea Research, Part I-Oceanographic Research Papers*, **52**: 915-935.
- GIULIANO L., DE DOMENICO E., DE DOMENICO M., HOFLE M.G., YAKIMOV M.M. (1999) - Identification of the most abundant oligotrophic bacteria within naturally occurring marine bacterioplankton communities of the Ligurian sea by 16S rRNA sequencing and probing. *Microb. Ecol.*, **37**: 77-85.
- MANCA B., URSELLA L., SCARAZZATO P. (2001) - New development of Eastern Mediterranean circulation based on hydrological observations and current measurements. *Marine Ecology (PSZN)*, **23** (Suppl.): 237-257.

Ricerca svolta con finanziamenti del programma MIUR-FIRB "Biodiversità ed organizzazione delle comunità in differenti contesti ambientali" (U.O. n°8: Comunità microbiche e masse d'acqua in Mar Mediterraneo) e parzialmente dell'Università di Messina (PRA 2003).

B. GUARDIANI, D. VIRGILIO, M. GASPARDO, D. FORNASARO, M. CABRINI

Dipartimento di Oceanografia Biologica,  
Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale.  
Via Auguste Piccard, 54 – 34010 Trieste, Italia.  
mcabrini@inogs.it

## PRIME STIME DI PRODUTTIVITÀ PRIMARIA DEL NANOPLANKTON NEL GOLFO DI TRIESTE

### *FIRST ESTIMATES OF NANOPLANKTON PRIMARY PRODUCTIVITY IN THE GULF OF TRIESTE*

**Abstract** - Since 1998 total primary productivity of the phytoplankton has been measured in the Gulf of Trieste. No account was given of the contribution to primary productivity of the single phytoplanktonic dimensional fractions yet. In this study, from January to June 2005 we measured fractionated primary productivity focusing on the productivity of the nanoplankton.

**Key-words:** nanoplankton, primary productivity, Gulf of Trieste.

**Introduzione** - La produttività primaria del fitoplancton è stata valutata nel Golfo di Trieste dal 1998 (Pecchiar *et al.*, 2003). I dati di abbondanza sono stati raccolti dal 1986 per il microfitoplancton (Cabrini *et al.*, 1989) e dal 1996 per il nanoplankton (Larato *et al.*, 2002). Mancano però informazioni sul contributo alla produttività totale delle singole frazioni dimensionali planctoniche. In questo lavoro è stata valutata, per la prima volta, la produttività del nanoplankton per definirne il contributo rispetto alla produttività totale. Per evidenziare se e come la produttività del nanoplankton sia correlata a fattori ambientali, sono state valutate le sue possibili relazioni con le abbondanze del nanofitoplancton ed i principali parametri fisico-chimici dell'acqua (temperatura, PAR, nutrienti).

**Materiali e metodi** - I campioni sono stati raccolti 2 volte al mese tra gennaio e giugno 2005, su 4 quote (0; 5; 10 e 15 metri), in una stazione entro la Riserva Marina di Miramare, nel Golfo di Trieste. Per il nanoplankton, aliquote di 30 ml (3 repliche) sono state filtrate su filtri black (0,8  $\mu\text{m}$ ) e colorate con DAPI (Porter e Feig, 1980; modificato); i filtri sono stati osservati al microscopio ad epifluorescenza a 1000 $\times$ . Per la produttività è stato impiegato il metodo Steemann-Nielsen (1952): 4 campioni di 75 ml (3 bottiglie chiare e 1 scura) sono stati inoculati con 6  $\mu\text{Ci}$  di  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  ed incubati in situ. In laboratorio, sono stati filtrati su 0,2  $\mu\text{m}$  per la produttività totale, oppure prefiltrati su 20  $\mu\text{m}$  e poi su 2  $\mu\text{m}$  per la produttività del nanoplankton; acidificati e letti allo scintillatore. I dati di temperatura e PAR sono stati raccolti con una sonda multiparametrica, i nutrienti sono stati analizzati con un autoanalyzer.

**Risultati** - Le abbondanze del nanofitoplancton sono scarse nei mesi di gennaio e febbraio (valore minimo: a 15 metri, il 31/01/05:  $0.91 \cdot 10^6$  cell  $\text{l}^{-1}$ ). Da aprile si osserva un aumento dell'abbondanza del nanofitoplancton che si protrae, con una certa variabilità, fino a fine giugno (valore massimo a 15 metri:  $10.1 \cdot 10^6$  cell  $\text{l}^{-1}$ ). La produttività primaria relativa al nanofitoplancton a inizio gennaio varia tra 0.00 (15 metri), 0.41 (10 metri), 0.65 (5 metri) e  $1.10 \mu\text{g C l}^{-1} \text{h}^{-1}$  (superficie). Tra fine gennaio e febbraio, i valori sono uguali o prossimi a  $0.00 \mu\text{g C l}^{-1} \text{h}^{-1}$  in tutta la colonna d'acqua. Da aprile si nota un aumento della produttività nanoplanctonica, in particolare in superficie, dove si ha il valore massimo registrato ( $3.73 \mu\text{g C l}^{-1} \text{h}^{-1}$ ), e a 5 metri di profondità ( $1.73 \mu\text{g C l}^{-1} \text{h}^{-1}$ ). Tra maggio e giugno i valori di produttività del nanoplankton si assestano

tra 1.33 e 1.74  $\mu\text{g C l}^{-1} \text{h}^{-1}$  in superficie, 0.00 e 1.13  $\mu\text{g C l}^{-1} \text{h}^{-1}$  a 5 metri, 1.00 e 1.78  $\mu\text{g C l}^{-1} \text{h}^{-1}$  a 10 metri e 1.23 e 1.67  $\mu\text{g C l}^{-1} \text{h}^{-1}$  a 15 metri. Per quanto riguarda il confronto tra produttività totale del fitoplancton e produttività del nanoplancton, ad inizio gennaio, in superficie e a 5 metri, quest'ultima varia tra 17% e 23% della produttività totale, a 10 metri di profondità raggiunge il 36% ed a 15 metri è nulla; nella seconda metà di gennaio in superficie la percentuale è del 16%, mentre è nulla alle altre quote; a febbraio la produttività del nanofitoplancton si limita alla superficie dove rappresenta l'8% del totale. Dal mese di aprile la produttività del nanoplancton in superficie rappresenta il 59%, e alle altre quote varia tra il 19% e il 25% della produttività totale. A maggio si registra una prevalenza della produttività del nanoplancton alle quote più profonde, essa costituisce infatti, al fondo l'84%, e a 10 metri il 63% della produttività totale, è nulla a 5 metri e raggiunge il 29% in superficie. In giugno, a tutte le quote, la percentuale di produttività a carico del nanoplancton è compresa tra il 22% e il 36% di quella totale. Si riscontra una correlazione significativa e positiva ( $p < 0.01$ ) tra la produttività primaria del nanoplancton e le abbondanze nanofitoplanctoniche ( $r = 0.57$ ;  $n = 24$ ). La produttività nanoplanctonica presenta inoltre correlazioni significative e positive con la PAR ( $p < 0.05$ ;  $r = 0.44$ ;  $n = 24$ ) e con la temperatura ( $p < 0.01$ ;  $r = 0.62$ ;  $n = 24$ ). Tra i nutrienti, la produttività della frazione nanoplanctonica mostra una correlazione significativa e positiva ( $p < 0.01$ ) solo con la concentrazione di nitrato inorganico ( $r = 0.56$ ;  $n = 24$ ), mentre nessuna correlazione significativa è emersa tra produttività nanoplanctonica e nitriti, ammonio e fosfati.

**Conclusioni** - I risultati relativi alla produttività primaria del nanoplancton, analizzata tra gennaio e giugno 2005, costituiscono le prime stime utili ad approfondire il contributo che questa frazione porta alla produttività totale del Golfo di Trieste. Questo apporto, che in inverno raramente supera il 20% ed è maggiore in superficie, aumenta in primavera a tutte le quote di profondità, raggiungendo al fondo l'84% della produttività totale. In conclusione risulta una buona corrispondenza tra produttività nanoplanctonica e abbondanza nanofitoplanctonica e inoltre l'aumento di luce e temperatura favoriscono le attività produttive del nanoplancton, così come l'aumento della concentrazione di nitrati nell'acqua dovuto agli apporti fluviali primaverili.

#### Bibliografia

- CABRINI M., MILANI L., HONSELL G., FONDA UMANI S. (1987-1988) - Il fitoplancton in una stazione del Golfo di Trieste da marzo 1986 a settembre 1988: dati. *Nova Thalassia*, **9**: 11-52.
- LARATO C., RORATO M., CREVATIN E., DEL NEGRO P., FONDA UMANI S. (2002) - Variazioni temporali dell'abbondanza nanoplanctonica nel Golfo di Trieste. *Biol. Mar. Medit.*, **9** (1): 423-426.
- PECCHIAR I., BUSSANI A., CABRINI M., CELIO M., COMISSO S., FALCONI C., TAMBERLICH F., FONDA UMANI S. (2003) - Variazione della produttività primaria e della biomassa autotrofa in relazione alle caratteristiche idrologiche delle masse d'acqua del Golfo di Trieste nel 2001. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 1026-1031.
- PORTER K.G., FEIG Y.S. (1980) - The use of DAPI for identifying and counting aquatic microflora. *Limnol. Oceanogr.*, **25** (5): 943-948.
- STEEMANN-NIELSEN E. (1952) - The use of radioactive  $^{14}\text{C}$  for measuring organic production in the sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, **18**: 117-140.

C. INGARAO, S. CAPELLACCI, N. KOVAC\*, N. PENNA, A. PENNA

Centro di Biologia Ambientale, Università di Urbino "Carlo Bo",  
Viale Trieste, 296 – 61100 Pesaro, Italia.  
a.penna@uniurb.it

\*Stazione Biologica Marina, Istituto Nazionale di Biologia, Fornace, 41 – 6330 Pirano, Slovenia.

STUDIO SULLA COMPOSIZIONE OLIGOSACCARIDICA  
E FITOPLANCTONICA DI ALCUNI  
CAMPIONI DI MUCILLAGINE RACCOLTI  
LUNGO LA COSTA PESARESE (NORD-OVEST MARE ADRIATICO)  
E LUNGO LA COSTA SLOVENA (NORD-EST MARE ADRIATICO)

*STUDY ON THE OLIGOSACCHARIDIC AND PHYTOPLANKTONIC  
COMPOSITION OF SOME MUCILAGINOUS SAMPLES  
COLLECTED ALONG THE COAST OF PESARO (NORTH-WESTERN  
ADRIATIC SEA) AND ALONG THE SLOVENIAN COAST  
(NORTH-EASTERN ADRIATIC SEA)*

**Abstract** - *Mucilaginous samples have been collected during the episodes of mucilage formation along NW-NE Adriatic Sea, at Pesaro and along the Slovenian coast at Pirano, respectively. Chemical characterization of oligosaccharides in water-soluble fraction of mucilage was effected by HPLC/RI techniques. Phytoplanktonic composition of the mucus was analysed by light microscope.*

**Key-words:** *mucilages, oligosaccharides, phytoplankton, Adriatic Sea.*

**Introduzione** - Le prime segnalazioni sulla presenza di materiale mucillaginoso in Adriatico risalgono al 1729 (Bianchi, 1746) e si sono susseguite in vari periodi dal XIX secolo fino ai giorni nostri. Questo studio si propone di fornire informazioni sulla composizione oligosaccaridica di alcuni campioni di mucillagine prelevati lungo le coste del Nord Adriatico ma anche di identificare la loro composizione fitoplanctonica. Le mucillagini sono costituite per circa il 95% di acqua; la parte organica è formata principalmente da galattosio, mannosio, glucosio e xilosio; sono inoltre presenti alcuni oligosaccaridi e polisaccaridi complessi. Le elevate temperature dell'acqua, l'assenza di venti, mare calmo e stabilità lungo la colonna d'acqua sono i principali fattori che possono influire nella formazione delle mucillagini (Penna *et al.*, 1993).

**Materiali e metodi** – L'area di ricerca era ubicata su due stazioni di campionamento: Pesaro (Italia) (43°55'50 N, 12°54'50 E) e Pirano (Slovenia) (45°37'40 N, 13°33' E). Il campionamento di masse mucillaginose è stato effettuato sia in superficie che lungo la colonna d'acqua ed anche ripreso da una telecamera subacquea (SORIAN EVX 10) durante le estati del 2003 e 2004. Le mucillagini, prima di essere analizzate in cromatografia, sono state sia dializzate che non dializzate e successivamente seccate a  $105 \pm 1$  °C. Il materiale mucillaginoso secco ottenuto è stato disciolto in acqua pura, agitato per 7-8 ore alla temperatura di  $22.2 \pm 1$  °C e alla velocità di 292 rpm e successivamente centrifugato a 4000 rpm per 20 min. La cromatografia applicata è stata quella di tecniche HPLC e rifrattometria utilizzando una colonna C18; fase mobile acqua pura o una soluzione di acqua bidistillata contenente 27 mM di acido fosforico; loop di iniezione 50 µL; il rivelatore adoperato è stato un rifrattometro, spesso applicato per le analisi sui carboidrati, mod. Star 9040/9042 VARIANT impostato alla temperatura di  $30 \pm 1$  °C. Per lo studio cromatografico qualitativo degli oligosaccaridi presenti nella mucillagine si è fatto riferimento ad una soluzione standard composta da 1 monosac-

caride e 6 oligosaccaridi quali glucosio, maltosio, malto-triosio, malto-tetraoso, malto-pentosio, malto-esoso e malto-eptosio in acqua bidistillata. A partire dall'identificazione dei tempi di ritenzione dei singoli standard alle differenti concentrazioni è stato quindi possibile individuare la presenza di questi specifici monosaccaridi e oligosaccaridi nei campioni. La conferma della presenza di un monosaccaride o oligosaccaride è stata effettuata aggiungendo lo standard al campione (Penna *et al.*, 2003). L'analisi fitoplanctonica della massa mucillaginosa, invece, è stata effettuata mediante osservazione microscopica utilizzando un microscopio ottico ZEISS Axiovert 40 CFL con ingrandimento 40× al fine di ottenere un'identificazione qualitativa delle specie fitoplanctoniche contenute all'interno del gel mucillaginoso.

**Risultati** – Lo scopo di questo lavoro è stato quello di studiare e conoscere la composizione oligosaccaridica e monosaccaridica di alcuni campioni di mucillagine prelevati lungo la costa pesarese e lungo la costa slovena durante le estati 2003 e 2004. La componente organica del materiale mucillaginoso è composta principalmente da carboidrati quali mono e polisaccaridi e, in piccole quantità da proteine, lipidi ed altre sostanze (Kovac *et al.*, 2004). Di questa, la frazione idrosolubile, corrispondente ai polisaccaridi, è stata analizzata con tecniche HPLC/RI. Comparando la frazione organica solubile in acqua ad una miscela standard, è stato possibile identificarne alcuni oligosaccaridi. Dal campione mucillaginoso raccolto a Pesaro, analizzato tal quale, ossia non dializzato, è stata individuata la presenza di 1 monosaccaride e 4 oligosaccaridi (glucosio, maltosio, malto-pentosio, malto-esoso e malto-eptosio). Dal campione mucillaginoso raccolto a Pirano, invece dializzato, è stata individuata la presenza del glucosio e del malto-pentosio. Per quanto riguarda l'identificazione qualitativa fitoplanctonica della massa mucillaginosa è stata individuata la presenza di specie appartenenti sia alla classe delle diatomee che dei dinoflagellati. Tra le diatomee la specie più abbondante è stata *Leptocylindrus danicus* mentre tra i dinoflagellati la più abbondante è stata *Gonyaulax fragilis*.

**Conclusioni** – La tecnica cromatografica ad alte prestazioni con rivelatore ad indice di rifrazione (HPLC/RI) ha permesso di individuare la presenza di alcuni oligosaccaridi nelle mucillagini. Dalle analisi effettuate sembra che il processo di non dializzazione permetta di identificare un maggior numero di oligosaccaridi. L'identificazione qualitativa fitoplanctonica della massa mucillaginosa rivela una notevole abbondanza di *G. fragilis* così come anche sostenuto da altri lavori recentemente pubblicati (Pompei *et al.*, 2003). Nell'estate 2005 non si sono verificati fenomeni mucillaginosi pertanto mancano dati relativi a questo periodo.

#### Bibliografia

- BIANCHI G. (1746) - Notizie sulla vasta fioritura algale del 1729. Raccolta d'opuscoli scientifici e filologici, **34**: 256-257.
- KOVAC N., FAGANELI J., BAJT O., SKET B., OREL B., PENNA N. (2004) – Chemical composition of macroaggregates in the northern Adriatic sea. *Organic Geochemistry*, **35**: 1095-1104.
- PENNA N., RINALDI A., MONTANARI G., DI PAOLO A., PENNA A. (1993) - Mucilaginous masses in the Adriatic Sea in the summer of 1989. *Water Research*, **27** (12): 1767-1771.
- PENNA N., CAPELLACCI S., RICCI F. (2003) - Characterization of carbohydrates in mucilage samples from the northern Adriatic Sea. *Analytical Bioanalytical Chemistry*, **376**: 436-439.
- POMPEI M., MAZZIOTTI C., GUERRINI F., CANGINI M., PIGOZZI S., BENZI M., PALAMIDESI S., BONI L., PISTOCCHI R. (2003) - Correlation between the presence of *Gonyaulax fragilis* (Dinophyceae) and the mucilage phenomena of the Emilia-Romagna coast (northern Adriatic Sea). *Harmful Algae*, **2**: 301-316.

P. BANDIERA, F. TROMBETTI, V. VENTRELLA, M. PIRINI, A.R. BORGATTI, A. PAGLIARANI

Dipartimento di Biochimica "G. Moruzzi", Sezione di Biochimica Veterinaria  
Alma Mater Studiorum, Università di Bologna,  
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emilia (BO), Italia.  
trombetti@vet.unibo.it

## EFFETTO DEL TBT SULLA Mg-ATPasi IN MITOCONDRI DI MANTELLO DI MITILO

### *TBT EFFECT ON MITOCHONDRIAL Mg-ATPase OF MUSSEL MANTLE*

**Abstract** - The *in vitro* effect of tributyltin (TBT) on the mitochondrial Mg-ATPase activity in the mantle of the bivalve *Mytilus galloprovincialis* was investigated. Results show that Mg-ATPase can be an organotin target, being inhibited by increasing TBT doses. A non-competitive inhibition of the enzyme activity was found, since the  $K_m$  for ATP does not change in presence of TBT, while a decrease of  $V_m$  was observed.

**Key-words:** mussel, pollutants, Mg-ATPase, inhibition.

**Introduzione** - I composti organostannici, largamente impiegati, specie in passato, come biocidi, costituiscono tuttora, nonostante le restrizioni normative, una possibile minaccia per la salubrità dei prodotti ittici: essendo infatti persistenti e soggetti a bioaccumulo, tramite la catena alimentare, sono trasmissibili a diversi livelli di consumatori, fino all'uomo (Boscolo *et al.*, 2004). La tossicità di tali composti sembra esplicitarsi a vari livelli, tramite meccanismi d'azione diversi e non ancora completamente chiariti. È stato pertanto condotto uno studio nel mitilo per valutare gli effetti *in vitro* dello stagno tributile (TBT) sul complesso enzimatico della Mg-ATPasi mitocondriale, riportata fra i possibili bersagli dei composti organostannici (Von Ballmoos *et al.*, 2004).

**Materiali e metodi** - Le preparazioni mitocondriali di mantello sono state ottenute come descritto in Trigari *et al.* (1992), utilizzando 5 pool di 50 animali ciascuno. L'attività dell'ATPasi, nella sua funzione di idrolisi dell'ATP, è stata valutata dosando il Pi liberato (Fiske e Subbarow, 1925) nel sistema di reazione (etanolamina 75 mM-HCl 50 mM, pH 9,3, ATP 4 mM, MgCl<sub>2</sub> 2 mM) in presenza e assenza di oligomicina 4 µg/mL ed è espressa in µmoli di Pi/mg proteina<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>. L'effetto del TBT è stato saggiato come descritto da Pagliarani *et al.* (2006). Il meccanismo di interazione del TBT con l'enzima è stato studiato valutando l'attività enzimatica a concentrazioni attivanti del substrato ATP in presenza e assenza del contaminante. È stata inoltre valutata la capacità dell'agente riducente 1,4-ditioeritritolo (DTE) di protezione dall'inibizione da TBT. I dati rappresentano la media di almeno tre determinazioni su preparazioni mitocondriali distinte e riferibili a pool di animali diversi. La significatività delle differenze fra i valori di attività enzimatica in presenza e assenza di TBT è stata valutata mediante ANOVA.

**Risultati** - L'attività ATPasica Mg-dipendente, oligomicina sensibile, è risultata progressivamente inibita dalle concentrazioni di TBT saggiate nell'intervallo 0-34 µM, mostrando la massima inibizione, pari a circa il 75%, alla concentrazione di contaminante di 0,6 µM. Lo studio dell'attivazione dell'enzima da parte del substrato ATP, nell'intervallo delle concentrazioni 0,2-4,0 mM, in presenza e in assenza della concentrazione di TBT 0,17 µM, che causa un'inibizione dell'enzima rilevante e prossima al 60%, ha consentito di evidenziare il meccanismo di inibizione del contaminante. L'elaborazione cinetica dei dati mostra infatti che il valore di  $K_m$  1,7 mM, ottenuto per

l'attivazione da parte dell'ATP in assenza di TBT, rimane pressoché invariato anche in presenza del contaminante ( $K_m=1,4$  mM). In presenza di TBT si osserva invece una diminuzione della velocità massima ottenibile, evidenziata dai valori di  $V_m$  di 31,1 e 16,7  $\mu\text{moli di Pi} \times \text{mg proteina}^{-1} \times \text{h}^{-1}$ , rispettivamente in assenza e in presenza di TBT. I risultati ottenuti indicano che l'inibitore e il substrato si legano in siti distinti dell'enzima, evidenziando quindi per il TBT un meccanismo di inibizione di tipo non competitivo. L'agente riducente DTE, riportato in grado di prevenire l'inibizione da parte di organostannici mantenendo in forma ridotta i gruppi -SH della proteina enzimatica (Ohno *et al.*, 2005), alle due concentrazioni saggiate di 10 e 50  $\mu\text{M}$ , non ha impedito l'inibizione esercitata dal TBT, sia quando immesso direttamente nel sistema di reazione, sia quando incubato preventivamente con i mitocondri. In entrambi i casi, infatti, il TBT alla concentrazione di 0,6  $\mu\text{M}$  esercita ancora la massima inibizione osservata.

**Conclusioni** - La Mg-ATPasi mitocondriale, è risultata un possibile bersaglio del TBT, essendo inibita da concentrazioni crescenti dello stesso. I parametri cinetici, in particolare, hanno evidenziato per il TBT un meccanismo di inibizione di tipo non competitivo. A differenza di quanto osservato precedentemente per la Na,K-ATPasi (dati non mostrati), il DTE non è in grado di proteggere l'enzima dall'azione del TBT, facendo quindi ipotizzare in questo caso un meccanismo di interazione diverso. I risultati ottenuti sono in accordo con quanto riportato in letteratura sia per quanto concerne l'entità dell'inibizione massima osservata (70-80%), sia per quanto riguarda il sito di interazione del TBT con l'enzima che, secondo alcuni autori, sarebbe localizzato nella subunità a di  $F_0$  e quindi distinto da quello dell'ATP (Von Ballmoos *et al.*, 2004; Ueno *et al.*, 2005).

#### Bibliografia

- BOSCOLO R., CACCIATORE F., BERTO D., NARIN M.G., GIANI M. (2004) - Contamination of natural and cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from the northern Adriatic Sea by tributyltin and dibutyltin compounds. *Applied Organometallic Chemistry*, **18**: 614-618.
- FISKE J.L., SUBBAROW Y. (1925) - The colorimetric determination of phosphorus. *JBC.*, **66**: 375-400.
- OHNO S., NAKAJIMA Y., NAKAJIN S. (2005) - Triphenyltin and Tributyltin inhibit pig testicular 17 $\beta$ -hydroxysteroid dehydrogenase activity and suppress testicular testosterone biosynthesis. *Steroids*, **70**: 645-651.
- PAGLIARANI A., BANDIERA P., VENTRELLA V., TROMBETTI F., PIRINI M., BORGATTI A.R. (2006) - Response to alkyltins of two Na<sup>+</sup>-dependent ATPase activities in *Tapes philippinarum* and *Mytilus galloprovincialis*. *Toxicology in vitro*: (in stampa).
- TRIGARI G., PIRINI M., VENTRELLA V., PAGLIARANI A., TROMBETTI F., BORGATTI A.R. (1992) - Lipid composition and mitochondrial respiration in warm- and cold-adapted sea bass. *Lipids*, **27**: 371-377.
- UENO H., SUZUKI T., KINOSITA K.Jr., YOSHIDA M. (2005) - ATP-driven stepwise rotation of  $F_0F_1$ -ATP synthase. *PNAS*, **102** (5): 1333-1338.
- VON BALLMOOS C., BRUNNER J., DIMROTH P. (2004) - The ion channel of F-ATP synthase is the target of toxic organotin compounds. *PNAS*, **101** (31): 11239-11244.

P.M. BISOL, F. BARBISAN, I. MARINO, L. ZANE

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via G. Colombo, 3 - 35121 Padova, Italia.  
paolo.bisol@unipd.it

APPLICAZIONE DI MICROSATELLITI  
PER LO STUDIO DEL DIFFERENZIAMENTO GENETICO  
NEL BIOINDICATORE *CARCINUS AESTUARII*

*APPLICATION OF MICROSATELLITES  
FOR THE STUDY OF GENETIC DIFFERENTIATION  
OF THE BIOINDICATOR CARCINUS AESTUARII*

**Abstract** - *Microsatellite molecular markers have been isolated from Carcinus aestuarii. Markers resulted to be highly variable, thus allowing the study of genetic differentiation of this indicator species. Preliminary results from Venice area indicates the existence of differentiation between samples collected inside and outside the lagoon. In addition evidence for reduction of genetic diversity at impacted sites has been found.*

**Key-words:** *indicator species, lagoons, genetic diversity, molecular markers.*

**Introduzione** - *Carcinus aestuarii* Nardo 1847 è un crostaceo decapode ampiamente diffuso nella laguna di Venezia. La condizione di organismo macrobentonico rappresenta una caratteristica utile per lo studio delle relazioni fra stato dei sedimenti e risposte biologiche (Fossi *et al.*, 1998, 2001). L'obiettivo dello studio è la messa a punto e l'applicazione di marcatori microsatellite allo studio del differenziamento a livello genetico della specie ed all'identificazione di effetti diretti a livello genetico delle condizioni ambientali (Bickham *et al.*, 2000). Lo studio si inserisce in un progetto interdisciplinare in cui, attraverso l'analisi del polimorfismo di proteine respiratorie, misure di instabilità nello sviluppo e la stima della diversità genetica, si mira ad ottenere un quadro delle variazioni ambientali a breve, medio e lungo termine.

**Materiali e metodi** - I loci microsatellite di *C. aestuarii* sono stati isolati da una libreria genomica parziale arricchita per il repeat AC, utilizzando il protocollo FIASCO (Zane *et al.*, 2002). Le condizioni di amplificazione sono state messe a punto per 8 loci che sono stati utilizzati per la genotipizzazione di 116 individui provenienti da tre siti di campionamento della laguna di Venezia. In particolare sono stati confrontati campioni di popolazione di due siti di riferimento, uno interno alla laguna ed uno esterno della bocca di porto del Lido, con un campione proveniente dall'area interna di Fusina, caratterizzata da un elevato stress termico dovuto alle acque di raffreddamento della vicina centrale termoelettrica. I dati genetici ottenuti sono stati analizzati con i programmi Genepop (Raymond e Rousset, 1995) e Genetix (Belkhir *et al.*, 2002).

**Risultati** - La procedura di arricchimento ha fornito un totale di 562 colonie positive, putativamente contenenti il repeat AC. Di queste 60 sono state sequenziate e circa il 50% è risultato effettivamente contenere il repeat di interesse. Sono stati disegnati primer specifici per 11 di queste sequenze in grado di amplificare i singoli loci da diversi individui.

Tutti i primer disegnati hanno dimostrato di amplificare il DNA genomico degli individui analizzati. 8 dei loci isolati sono risultati essere polimorfici, con un numero di alleli variabile da 6 a 41 nel campione complessivo e con un'eterozigosità attesa variabile da 0.081 a 0.96. Due degli 8 loci sono risultati non essere in equilibrio di Hardy-Weinberg ( $P < 0.05$ ) e caratterizzati da un deficit di eterozigoti rispetto all'atteso. Non è stata trovata alcuna evidenza di linkage disequilibrium.



L'analisi dei singoli campioni di popolazione ha evidenziato un valore di eterozigotità media più basso per il campione di Fusina, fortemente significativo per il locus Gr30. Tale risultato è importante se si considera che una riduzione della dimensione di popolazione, quale quella imposta da fenomeni di mortalità, è attesa ridurre la variabilità genetica presente a livello di popolazione.

I confronti tra i campioni di popolazioni hanno evidenziato un debole, ma significativo ( $P < 0.05$ ), differenziamento tra campioni. Tale differenziamento tuttavia non sembra legato ad un significativo differenziamento del campione di Fusina, ma a differenze tra siti interni alla laguna e siti esterni. Il risultato indica la possibilità per *C. aestuarii* di acquisire una significativa struttura di popolazione anche alla microscala geografica, ed è quindi importante per separare gli effetti di popolazione da quelli individuali nell'applicazione dell'organismo come specie indicatrice.

**Conclusioni** - I marcatori microsatellite isolati hanno evidenziato un elevato grado di polimorfismo che ha permesso di identificare differenze significative anche ad una scala spaziale molto limitata quale quella esaminata. Le analisi effettuate hanno infatti permesso di rilevare sia degli effetti di riduzione di variabilità genetica nei siti impattati che la presenza di un differenziamento tra campioni provenienti da meno di 10 km di distanza. Tale risultato è indicativo dell'esistenza di una significativa struttura genetica tra i campioni della laguna di Venezia. Si tratta di un risultato analogo a quelli riportati per altre specie lagunari (Maltagliati *et al.*, 2003; Planes *et al.*, 1998). I marcatori isolati risulteranno quindi di estremo interesse nello studio di *C. aestuarii* come bioindicatore a livello individuale e di popolazione.

#### Bibliografia

- BELKHIR K., BORSA P., CHIKHI L., RAUFASTE N., BONHOMME. (2002) - GENETICX 4.03. logiciel sous Windows TM pour la génétique des population. Laboratoire Génome, Populations, Interaction CNRS UMR 5000, Université de Montpellier, Montpellier II, France.
- BICKHAM J.W., SANDHU J.W., HEBERT P.D.N. *et al.* (2000) - Effects of chemical contaminants on genetic diversity in natural populations: implications for biomonitoring and ecotoxicology. *Mutation Research. Reviews in Mutation Research*, **463** (1): 33-51.
- FOSSI M.C., MINUTOLI R., GUGLIELMO L. (2001) - Preliminary results of biomarker responses in zooplankton of brackish environments. *Marine Pollution Bulletin*, **42** (9): 745-748.
- FOSSI M.C., SAVELLI C., CASINI S. (1998) - Mixed function oxidase induction in *Carcinus aestuarii*. Field and experimental studies for the evaluation of toxicological risk due to Mediterranean contaminants. *Comparative Biochemistry and Physiology C. Pharmacology & Endocrinology*, **121** (1-3): 321-331.
- MALTAGLIATI F., DOMENICI P., FOSCH C.F., COSSU P., CASU M., CASTELLI A. (2003) - Small-scale morphological and genetic differentiation in the Mediterranean killifish *Aphanius fasciatus* (Cyprinodontidae) from a coastal brackish-water pond and an adjacent pool in northern Sardinia. *Oceanological Acta*, **26**: 111-119.
- PLANES S., PARRONI M., CHAUVET C. (1998) - Evidence of limited gene flow in three species of coral reef fishes in the lagoon of New Caledonia. *Marine Biology*, **130**: 361-368.
- RAYMOND M., ROUSSET F. (1995) - Genepop version 1.2, a population genetics software for extrat tests and ecumenicism. *Journal of Heredity*, **86**: 248-249.
- ZANE L., BARGELLONI L., PATARNELLO T. (2002) - Strategies for microsatellite isolation: a review. *Molecular ecology*, **11**: 1-16.

Questo lavoro è stato finanziato dal CORILA (Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca inerenti il Sistema Lagunare di Venezia), che si ringrazia caldamente per il supporto.

S. BONACCI

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena,  
Via P.A. Mattioli, 4 – 53100 Siena, Italia.  
bonacci@unisi.it

## CHOLINESTERASE ACTIVITIES IN *PECTEN JACOBÆUS* AS BIOMONITORING TOOLS

### *ATTIVITÀ COLINESTERASICHE IN PECTEN JACOBÆUS QUALI POTENZIALI STRUMENTI DI BIOMONITORAGGIO*

**Abstract** – Cholinesterase activities (ChEs) were investigated in tissues of *Pecten jacobaeus* (Linnaeus, 1758) Class: Bivalvia, to gain preliminary knowledge of their suitability for monitoring marine pollution. The high sensitivity observed *in vitro* to organophosphorous pesticides and heavy metals suggest that ChE activities may be sensitive biomarker in marine pollution monitoring.

**Key-words:** cholinesterases, scallop, pesticides, heavy metals, biomarkers.

**Introduction** - Coastal marine environments are increasingly threatened by pollution especially in the Mediterranean Sea (Focardi *et al.*, 1998; Bertolotto *et al.*, 2003). Validation of ecotoxicological tools to assess the occurrence and effects of toxic pollutants is therefore a priority task. Inhibition of cholinesterase (ChE) enzyme activities is widely used as a biological marker (biomarker) in pollution monitoring studies (Corsi *et al.*, 2002; Bonacci *et al.*, 2004). *Pecten jacobaeus* (L. 1758), a Mediterranean scallop, seems a good candidate as bioindicator species. The main aim of the present study was to investigate the *in vitro* sensitivity of ChEs to organophosphorus (OP) pesticides and heavy metals in different tissues of the bivalve.

**Materials and methods** – Ten specimens of *P. jacobaeus* were collected in Autumn 2003 by SCUBA diving in the Northern Adriatic Sea off Chioggia. Gills, adductor muscle and digestive glands were quickly dissected, immediately frozen in liquid nitrogen and shipped to the laboratory where they were stored at  $-80^{\circ}\text{C}$  until analysis. ChE activities were determined by the method of Ellman *et al.* (1961). *In vitro* exposure experiments were performed incubating crude tissue homogenates from scallop with various concentrations of OP and heavy metals for 15 min, after which residual activities were determined.

**Results** - All tissues from scallop showed detectable ChE activities similar to or of the same order of those observed in other bivalve species. The highest ChE activities were measured in gills followed by adductor muscle or digestive gland. Acetylthiocholine iodide (ASCh) was highly hydrolyzed in adductor muscle while propionylthiocholine iodide (PrSCh) both in adductor muscle and digestive gland. ASCh-cleaving ChE activity resulted highly inhibited by the OP azamethiphos in all tissues and in a dose-dependent manner ( $\text{IC}_{50}$ :  $6.53 \times 10^{-6}$ ,  $1.76 \times 10^{-4}$  and  $8.54 \times 10^{-5}$  M in gills, adductor muscle and digestive gland, respectively). ChE versus ASCh activity had similar patterns of inhibition in gills and digestive gland exposed to zinc, while less sensitivity was observed in adductor muscle ( $\text{IC}_{50}$ :  $9.50 \times 10^{-4}$  and  $7.79 \times 10^{-4}$  in gills and digestive gland, respectively).

**Conclusions** – The high sensitivity observed *in vitro* to OP and heavy metals suggest that ChE activities of the Mediterranean scallop *P. jacobaeus* may be suitable biomarkers in marine pollution monitoring studies. The high variations in sensitivity

towards OP and heavy metals observed among tissues even in agreement with previous data on other bivalve species (Escartin and Porte, 1997; Valbonesi *et al.*, 2003) suggest the need of more cautions when choosing a tissue in this species.

**Acknowledgements** - The present study is part of S. Bonacci's Ph.D. thesis. We gratefully acknowledge Prof. Gabriella Marin of the University of Padova for kindly providing the Mediterranean scallops and Dr Helen Ampt for precious work in revising the English.

## References

- BERTOLOTTO R.M., GHIONI F., FRIGNANI M., ALVARADO-AGUILAR D., BELLUCCI L.G., CUNEO C., PICCA M.R., GOLLO E. (2003) - Polycyclic aromatic hydrocarbons in superficial coastal sediments of the Ligurian Sea. *Mar. Poll. Bull.*, **7** (46): 907-913.
- BONACCI S., BROWNE M.A., DISSANAYAKE A., HAGGER J.A., CORSI I., FOCARDI S., GALLOWAY T.S. (2004) - Esterase activities in the bivalve mollusc *Adamussium colbecki* as a biomarker for pollution monitoring in the Antarctic marine environment. *Mar. Poll. Bull.*, **49** (5-6): 445-455.
- CORSI I., MARIOTTINI M., MENCHI V., SENSINI C., BALOCHI C., FOCARDI S. (2002) - Monitoring a Marine Coastal Area: Use of *Mytilus galloprovincialis* and *Mullus barbatus* as bio-indicators. *P.S.Z.N. Mar. Ecol.*, **23** (1): 138-153.
- ELLMAN G.L., COURTNEY K.D., ANDRES JR. V., FEATHERSTONE R.M. (1961) - A new rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.*, **7**: 88-95.
- ESCARTIN E., PORTE C. (1997) - The use of cholinesterase and carboxylesterase activities from *Mytilus galloprovincialis* in pollution monitoring. *Environ. Toxicol. Chem.*, **16**: 2090-2095.
- FOCARDI S., FOSSI M.C., LEONZIO C., AURIGI S., CASINI S., CORSI I., CORSOLINI S., MONACI F., SANCHEZ-HERNANDEZ J.C. (1998) - Livelli di idrocarburi clorurati, idrocarburi policiclici aromatici, metalli pesanti e biomarkers biochimici nell'ittiofauna del Mare Adriatico. *Biol. Mar. Medit.*, **5** (1): 800-806.
- VALBONESI P., SARTOR G., FABBRI E. (2003) - Characterization of cholinesterase activity in three bivalves inhabiting the North Adriatic sea and their possible use as a sentinel organisms for biosurveillance programmes. *Sci. Total Environ.*, **312** (1-3): 79-88.

S. CASELLATO, C. BETTO

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via U. Bassi, 58/B - 35121 Padova, Italia.  
sandra.casellato@unipd.it

## LA COLLEZIONE MARINA DI GIOVANNI CANESTRINI PROVENIENTE DAL MAR DI SCIACCA

### *THE MARINE COLLECTION OF GIOVANNI CANESTRINI FROM THE SCIACCA SEA*

**Abstract** - *The marine collection of 1882 of Canestrini from the Sciacca Sea (Mediterranean Sea), preserved at the Zoological Museum of Padova University, was restored and studied. From a comparison of the available materials with the hystorical catalogue and the published report, many samples are missing. Another historical datum emerging from the published report of that sampling field, regarded a seismic event in the area of the Sciacca Sea responsible of the corals destruction.*

**Key-words:** *marine collection, zoobenthos, Mediterranean Sea, seismic events.*

**Introduzione** - Studiando la collezione in liquido degli invertebrati marini del Museo di Zoologia (Betto *et al.*, 2006) dell'Università di Padova abbiamo individuato numerosi preparati provenienti dal Mar di Sciacca, raccolti nel 1882 da Giovanni Canestrini (1835-1900) e dal fratello Riccardo, in una documentata campagna di ricerca (Canestrini, 1882), finanziata dal Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio di allora, con lo scopo di andare a verificare la consistenza dei banchi corallini da poco scoperti in quei paraggi. L'aver a disposizione la documentazione particolareggiata di quella campagna, l'elenco delle specie raccolte assieme al corallo, redatto dallo stesso Canestrini (Canestrini e Canestrini, 1883), nonché i cataloghi storici del Museo di Zoologia dell'Università di Padova, non solo ci ha permesso di documentare la provenienza e l'ecologia del materiale studiato, ma ci ha, altresì, riportato un avvenimento storico relativo a quel tratto di mare, tra la costa siciliana e l'isola di Pantelleria, dove si è verificato nel 1831 un vistoso fenomeno vulcanico responsabile oltre che della morte degli organismi della barriera corallina, anche dell'emersione di un'isola (Ferdinanda) risprofondata in quel tratto di mare nel giro di pochi mesi (Allotta, 2002).

**Materiali e metodi** - I contenitori originali della raccolta di Canestrini sono stati esattamente identificati dal cartellino nel quale erano presenti, oltre alla determinazione sistematica, anche la località di provenienza e la data di raccolta. Il materiale è stato esaminato attentamente al binoculare per la conferma della determinazione, con la verifica delle sinonimie e delle revisioni generiche e specifiche. Il vecchio fissativo è stato sostituito con alcool etilico 70% e le informazioni sono state riportate sul nuovo cartellino. Il confronto con i dati pubblicati in una relazione ufficiale per il Ministero, nonché l'esame dettagliato di tutti i cataloghi storici del Museo di Zoologia relativi a quel periodo, ci ha consentito di fare il punto della situazione attuale della collezione.

**Risultati** - Canestrini nel suo elenco delle specie raccolte nella campagna di Sciacca (Canestrini e Canestrini, 1883) riporta 4 specie di Poriferi, 2 Gorgonie, 12 specie di Corallari, 1 di Crinoidi, 5 di Asteroidi, 6 di Crinoidi, 11 specie di Anellidi, 23 di Crostacei Brachiuri, 5 di Crostacei Anomuri, 3 di Crostacei Macrouri, 4 Anfipodi, 2 Isopodi, 1 Cirripede, 4 Molluscoidi, 13 Lamellibranchi, 4 Gasteropodi e 2 specie di pesci. Dal controllo incrociato tra i cataloghi storici, l'elenco delle specie riportate nella relazione per il Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio e i materiali

ritrovati nella collezione attuale, possiamo riconoscere una piena corrispondenza solo per 3 esemplari di Anellidi, 8 di Crostacei e 7 di Poriferi. Delle due specie di pesci indicate solo una, *Scorpaena scrofa* Linn., è giunta fino ai giorni nostri, dell'altra specie, così come delle conchiglie conservate a secco si sono perse le tracce. Altri materiali provenienti da Sciacca, presenti nell'attuale collezione, soprattutto Crostacei datati 1883, potrebbero essere ugualmente riferibili alla campagna del 1882, in quanto lo stesso Canestrini annota nel Catalogo del Museo di Zoologia che le specie raccolte a Sciacca nel 1882 sono state inserite nella collezione il 22 giugno 1883 e che sono state studiate da A. Roncalli, il quale potrebbe aver determinato il materiale in un secondo momento. I dati riportati nei cataloghi del Museo redatti in quegli anni, però mostrano alcune discrepanze: mancano, infatti, 2 specie di Molluschi, e altre 10 specie di questo gruppo, che non figurano nell'elenco della campagna di Sciacca, vi sono inserite, assieme ad 1 Crostaceo e ad 1 Brachiopode.

**Conclusioni** – Purtroppo, ancora una volta, dobbiamo constatare che il prolungato periodo di incuria del materiale museologico ha comportato la perdita di parte dei preparati, oltre al deterioramento di molti altri, giunti a noi in pessime condizioni e pertanto con notevoli problemi di identificazione tassonomica. Comunque, il lavoro eseguito ha permesso di recuperare la collezione che ora risulta accessibile anche per ulteriori studi e ricerche specifiche. Ci sono, inoltre, altre considerazioni che si possono fare leggendo la relazione di Canestrini, che documenta la campagna di Sciacca. La motivazione di questa campagna era quella di conoscere la reale consistenza di quei banchi corallini, da poco scoperti dal 1875 al 1880, ai fini di un loro sfruttamento commerciale; ma il resoconto scientifico che Canestrini fece in conclusione alla sua ricerca non aveva lasciato troppe speranze. Erano periti i delicati polipi produttori del corallo, sia per effetto delle emanazioni gassose, specialmente solforose, sia per il fango proveniente dal rimaneggiamento del fondo marino, che venne a ricoprirli completamente in seguito a quegli avvenimenti, e a 50 anni dall'accadimento sismico del 1831 non si erano ancora riformati. Mezzo secolo non era, dunque, bastato alla ricostruzione dei banchi corallini di Sciacca. Ci viene da pensare a questo punto, alla recente dolorosissima vicenda dello *tsunami* del Sud-Est asiatico che, oltre al suo disastroso consuntivo di perdite umane, ha compromesso anche la sorte di chilometri e chilometri di barriera corallina. Le previsioni di 5-10 anni per il recupero di questi meravigliosi ecosistemi, indicati da autorevoli biologi marini (Pennisi, 2005) all'indomani del disastro, non sono del tutto credibili se si pensa ai coralli del Mar di Sciacca.

### Bibliografia

- ALLOTTA G. (2002) - L'isola effimera, Ferdinanda-Graham-Juliet. *Edizioni d'Arte T. Sarcuto*, Agrigento.
- BETTO C., NICOLOSI P., CASELLATO S. (2006) - La collezione storica di invertebrati marini del Museo di Zoologia dell'Università di Padova. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- CANESTRINI G. (1882) - Relazione del professore Giovanni Canestrini al Ministero di agricoltura, industria e commercio sulle ricerche fatte nel mare di Sciacca intorno ai banchi corallini. *Annali dell'Industria e del Commercio, Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio*. Eredi Botta, Roma: 1-15.
- CANESTRINI G., CANESTRINI R. (1883) - Il corallo. *Annali dell'Industria e del Commercio, Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio*. Tip. Eredi Botta, Roma: 1-9.
- PENNISI E. (2005) - Powerful Tsunami's Impact on Coral Reefs was hit and miss. *Science*, **307**: 657.

M. CUOLLO, G. GUERRIERO, R. FERRO, G. CIARCIA

Dip. di Scienze Biologiche, Università di Napoli "Federico II",  
Via Mezzocannone, 8 - 80134 Napoli, Italia.  
ciarcia@unina.it

## ANALISI QUANTITATIVA DI ANTIOSSIDANTI PLASMATICI IN PESCI ANTARTICI

### *QUANTITATIVE ANALYSIS OF PLASMATIC ANTIOXIDANTS IN ANTARCTIC FISH*

**Abstract** – Enzymatic activity of glutathione peroxidase and  $\alpha$ -tocopherol levels were measured in plasma of Antarctic fish belonging to the *Nototheniidae* and *Channichthyidae* families. Both antioxidant showed similar values among the species of the same family, with highest levels in the *Nototheniidae*, were detected.

**Key-words:** glutathione peroxidase,  $\alpha$ -tocopherol, Antarctic fish, plasma.

**Introduzione** - Nei sistemi biologici diversi enzimi e composti non enzimatici partecipano all'attività antiossidante, tra questi la selenioproteina glutatione perossidasi e l' $\alpha$ -tocoferolo (Guerrero e Ciarcia, 2006). In particolare, il glutatione perossidasi detossifica il perossido d'idrogeno e gli idroperossidi organici utilizzando glutatione ridotto come cofattore; l' $\alpha$ -tocoferolo contrasta, in sinergia con il glutatione, la perossidazione degli acidi grassi a livello cellulare, producendo radicali tocoferolo e tocoferossili che vengono successivamente neutralizzati. In questo lavoro, è stata valutata la difesa antiossidativa operata dal glutatione perossidasi e dall' $\alpha$ -tocoferolo nel plasma di esemplari di pesci antartici, modello di sistema biologico esposto a stress di tipo ossidativo legato ad elevate concentrazioni di ossigeno disciolto nell' $H_2O$  ed elevati livelli di lipidi polinsaturi nel plasma (Giese *et al.*, 2000).

**Materiali e metodi** - Il presente studio è stato condotto su plasma di pesci antartici della Baia di Terranova (campioni gentilmente forniti dalla Prof.ssa C.M. Motta, *Progetto Nazionale Ricerche in Antartide*, 14<sup>a</sup> campagna) ed appartenenti alla famiglia dei *Channichthyidae*: *Cryodraco antarcticus*, *Chionodraco hamatus*, vertebrati il cui sangue è privo di emoglobina, ed alla famiglia dei *Nototheniidae*: *Trematomus bernacchii*, *Trematomus newnesi* e *Trematomus hansonii* (n=3). Il saggio di attività enzimatica del glutatione perossidasi è stato effettuato seguendo procedure standard, validate nei pesci (Guerrero *et al.*, 2002). Per l'estrazione e l'analisi cromatografia dell' $\alpha$ -tocoferolo è stato utilizzato il metodo riportato da Giese *et al.* (2000).

**Risultati** - L'analisi condotta sui livelli plasmatici di glutatione perossidasi nei pesci antartici esaminati (Tab. 1) ha permesso di evidenziare livelli simili tra specie appartenenti alla stessa famiglia. I livelli di glutatione perossidasi appaiono più elevati nella famiglia dei *Nototheniidae* rispetto a quelli dei *Channichthyidae*. Ciò è in accordo con quanto riportato per i *Nototheniidae* che possiedono una elevata capacità di trasporto dell'ossigeno, superiore ai *Channichthyidae* (Holeton, 1970) ed una maggiore attività di superossido dismutasi rispetto a questi ultimi per far fronte allo stress ossidativo, dovuto alla formazione di anioni superossido (Ansaldo *et al.*, 2000). In particolare, la selenioproteina glutatione perossidasi è maggiormente utilizzata nella specie *Cryodraco antarcticus* dove di contro risulta più alto il contenuto di  $\alpha$ -tocoferolo (Tab. 1). E' ipotizzabile una cooperazione tra antiossidanti, maggiormente espressa in alcuni esemplari come peraltro risulta in diverse specie di pesci (Guerrero *et al.*, 2002). Il plasma di

ciascuna delle specie antartiche considerate ed appartenenti alla famiglia dei Channichthyidae e dei Nototheniidae è risultato, inoltre, contenere maggiori concentrazioni di  $\alpha$ -tocoferolo rispetto a specie di controllo di zone temperate.

Tab. 1 - Concentrazioni plasmatiche di glutazione perossidasi ed  $\alpha$ -tocoferolo in pesci antartici.  
*Plasma concentrations of glutathione peroxidase and  $\alpha$ -tocopherol in Antarctic fish.*

Famiglia	Specie	Glutazione Perossidasi ( $\mu\text{g}/\text{min mg prot.}$ ) $\times 10^{-3}$	$\alpha$ -tocoferolo ( $\mu\text{M}$ )
Channichthyidae	<i>Cryodraco antarcticus</i>	1.2 $\pm$ 0.2	392 $\pm$ 25.8
	<i>Chionodraco hamatus</i>	2.7 $\pm$ 0.1	106.8 $\pm$ 11.8
Nototheniidae	<i>Trematomus bernacchii</i>	5.5 $\pm$ 0.1	238.1 $\pm$ 9.8
	<i>Trematomus newnesi</i>	6.7 $\pm$ 1.8	260.3 $\pm$ 41.6
	<i>Trematomus hansonii</i>	6.4 $\pm$ 0.2	243.3 $\pm$ 11.1

I valori riportati rappresentano la media  $\pm$ D.S. di tre determinazioni in duplicato per ciascun campione.  
*Values are means  $\pm$ S.D. of three determinations in duplicate for each specimen.*

**Conclusioni** - L'analisi quantitativa di antiossidanti plasmatici condotta in pesci antartici appartenenti alla famiglia dei Channichthyidae e dei Nototheniidae ha evidenziato complessivamente concentrazioni simili in specie appartenenti alla stessa famiglia, con valori più elevati nella famiglia dei Nototheniidae. Ciò suggerisce che nei pesci antartici gli antiossidanti possano rappresentare una difesa al potenziale stress metabolico da ossidazione legato ad elevate concentrazioni di ossigeno nei loro habitat e ad alti livelli di lipidi polinsaturi nel loro plasma.

#### Bibliografia

- ANSALDO M., LUQUET C.M., EVELSON P.A., POLO J.M., LLESUY S. (2000) - Antioxidant levels from different Antarctic fish caught around South Georgia and Shag Rocks. *Polar. Biol.*, **23**: 160-165.
- GIESEG S.P., CUDDIHY S., JONATHAN V.H., DAVISON W. (2000) - A comparison of plasma vitamin C and E levels in two Antarctic and two temperate water fish species. *Comp. Biochem. Physiol.*, **B 125**: 371-378.
- GUERRIERO G., DI FINIZIO A., CIARCIA G. (2002) - Stress-induced changes of plasma antioxidants in aquacultured sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **A 132**: 205-211.
- GUERRIERO G., CIARCIA G. (2006) - Biomarkers of stress and reproduction in fish. In: Zaccone G., Manning M.J., Kapoor B.G. (eds), *Fish Defenses*. Science Publishers Inc. Enfield (NH), USA; Plymouth, U.K., **20**: 665-692.
- HOLETON G.F. (1970) - Oxygen uptake and circulation by hemoglobinless Antarctic fish (*Chaenocephalus aceratus* Lonnberg) compared with three red-blooded Antarctic fish. *Comp. Biochem. Physiol.*, **34**: 457-471.

A.M. DE BIASI, G. FABI<sup>1</sup>, L. PACCIARDI, O. SPINELLI, R. MICHELI,  
M. PULETTI<sup>2</sup>, S. DE RANIERI

Centro Interuniversitario di Biologia Marina ed Ecologia Applicata,  
V.le N. Sauro, 4 - 57128 Livorno, Italia.  
a.debiasi@cibm.it

<sup>1</sup>CNR-ISMAR Sede di Ancona, Largo Fiera della Pesca - 60125 Ancona, Italia.

<sup>2</sup>ENI S.p.A. Divisione AGIP, Via dell'Unione Europea, 3 - 20097 San Donato Milanese (MI), Italia.

## METALLI PESANTI E IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI IN PROSSIMITÀ DI UNA PIATTAFORMA DI ESTRAZIONE: 3 ANNI DI OSSERVAZIONI (MARE ADRIATICO)

### *HEAVY METALS AND POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS NEAR AN OFF-SHORE GAS PLATFORM: A THREE-YEAR STUDY (ADRIATIC SEA)*

**Abstract** - *A marine area near a gas-platform located about 35 km off Ancona (Northern Adriatic sea) was monitored over a 3-year period (2002-2005). Most of the anomalies detected at the end of the installation phase showed a decreasing temporal trend although signs of alterations were still evidenced during the last sampling in the surroundings of the structure.*

**Key-words:** *metals, polycyclic aromatic hydrocarbons, sediments, gas platform, Northern Adriatic Sea.*

**Introduzione** – Gli effetti indotti dalle piattaforme di estrazione sui sedimenti circostanti variano in relazione alla loro diversa struttura e dimensione, nonché alle caratteristiche dell'ambiente in cui si trovano. Questo rende necessario investigare un elevato numero di piattaforme per identificare comuni pattern di risposta (Montagna e Harper, 1996). Questo lavoro fornisce un contributo in tal senso per ciò che concerne le concentrazioni di alcuni metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici e sostanza organica nei sedimenti circostanti le strutture.

**Materiali e metodi** – L'area indagata si trova a circa 35 km al largo di Ancona (Adriatico settentrionale) a 75 m di profondità dove è situata la piattaforma Calipso (43°49'36",39 N, 13°51'49",02 E). Nel maggio 2002 sono stati installati il jacket ed il deck, tra giugno e ottobre 2002 realizzati i lavori di perforazione immediatamente seguiti dalla fase di produzione. Il primo campionamento è stato effettuato circa un mese dal termine di questa ultima. Le campagne successive sono state realizzate nei mesi di febbraio e settembre degli anni 2003, 2004, 2005. Il disegno di campionamento è stato pianificato secondo la logica 'gradient design' (Ellis e Schneider, 1997). Sono stati scelti due transetti aventi come punto di intersezione la piattaforma lungo i quali sono state campionate, mediante box-corer, 17 stazioni posizionate sotto la struttura e a 30, 60, 120, 250 m da essa. Ad 1 km di distanza sono stati scelti tre siti di controllo. In ciascun campione sono stati determinati Al, Cd, Cr, Ba, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, idrocarburi policiclici aromatici, sostanza organica e la tessitura del sedimento. L'analisi dei metalli pesanti e quella granulometrica sono state condotte come riportato in De Biasi *et al.*, in stampa. La sostanza organica è stata determinata con la tecnica Loi (Loss on ignition). L'analisi degli idrocarburi policiclici aromatici è stata effettuata mediante gas-cromatografia a colonna (HPLC).

La matrice stazioni × variabili è stata sottoposta ad Analisi delle Componenti Principali senza trasformazioni. Gli andamenti di ciascun contaminante sono stati investigati usando i grafici di Trellis che consentono di evidenziare la relazione tra due variabili (es. contaminante e tempo) condizionata da una variabile nominale (controllo/



trattamento). La significatività delle differenze osservate è stata valutata tramite il test non parametrico Kruskal-Wallis per la non omogeneità delle varianze.

**Risultati** - I sedimenti sono dominati dalla componente pelitica nell'arco dell'intero monitoraggio. I primi tre assi estratti dall'analisi delle componenti principali spiegano complessivamente il 58,2% (25%, 17,6%, 15,6% rispettivamente) della varianza totale. Nel piano di ordinamento del I e del II asse la maggior parte dei punti formano una nuvola intorno all'origine. Il I asse separa i campioni della prima campagna (per elevate concentrazioni di Cd, Cu, Hg, IPA) da quelli dell'ultima. Il II asse contrappone la stazione posta a 120 m (per elevate concentrazioni di Al, Cr, Ni), campionata nell'estate 2003 alle stazioni dell'ultimo campionamento poste a 60 e 250 m dalla struttura. Il III asse tende a separare alcune stazioni campionate nei periodi estivi del 2003 e 2004 a causa delle anomale concentrazioni di Cu, Pb, Ba. La maggior parte dei contaminati mostra, nel tempo, un decremento di concentrazione sia nelle stazioni appartenenti ai transetti, sia nei controlli. Tuttavia alcuni metalli come Cd, Hg e Ba presentano delle anomalie positive durante la prima campagna intorno alla piattaforma. Il bario, in particolare, raggiunge, sotto la struttura, una concentrazione (1968,1 mg/kg) pari a oltre otto volte le media dei controlli (222,5±13 mg/kg). Gli IPA mostrano concentrazioni maggiori lungo i transetti rispetto ai controlli (Kruskal-Wallis H=5,18 p=0,023) con un picco sotto la piattaforma (3,19 mg/kg) corrispondente a quasi sei volte la media dei controlli (0,5±0,18 mg/kg). Nell'estate 2003 e 2004 anomalie positive sono state riscontrate sotto la struttura e nelle sue vicinanze per Hg, Pb, Ba. Nell'ultimo campionamento solo Ba e Zn presentano anomalie. Il bario sotto la piattaforma raggiunge una concentrazione (1370,2 mg/kg) pari a 4,5 volte la media dei controlli (300,7±43,8 mg/kg). Lo zinco presenta significative anomalie positive nell'area posta a 30-60 m a Nord della struttura (Kruskal-Wallis: H=4,5 p=0,033).

**Conclusioni** - Le anomalie indotte dalla piattaforma sono maggiormente limitate al periodo immediatamente successivo al termine delle operazioni di perforazione (I campagna), sebbene segni di alterazione siano stati osservati durante l'intero monitoraggio. La persistenza di anomalie, in particolare a carico dello zinco, anche nell'ultima campagna risulta in accordo a quanto osservato per altre piattaforme del Mare Adriatico (Ferrari *et al.*, 2002; De Biasi *et al.*, in stampa) ed interessa quasi esclusivamente l'area strettamente limitrofa alla struttura.

#### Bibliografia

- DE BIASI A.M., FABI G., PACCIARDI L., GAI F., FERRARI S., PULETTI M., DE RANIERI S. (in stampa) - Monitoraggio di una piattaforma di estrazione nel Mar Adriatico settentrionale: metalli pesanti. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem. Serie B*.
- ELLIS J.I., SCHNEIDER D.C. (1997) - Evaluation of a gradient sampling design for environmental impact assessment. *Environ. Monit. Assess.*, **48**: 157-172.
- FERRARI S., DE BIASI A.M., FABI G., CEFFA L. (2002) - Metalli pesanti in sedimenti marini e organismi in prossimità di una piattaforma gas-metano posta nel Mar Adriatico Centrale. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem. Serie B*, **109**: 105-110.
- MONTAGNA P., HARPER D.E. JR. (1996) - Benthic infaunal long-term response to offshore production platforms in the Gulf of Mexico. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **53**: 2567-2588.

G. GALANTI, L. MERCATELLI\*, C. CASTELLINI\*, A. UGOLINI

Dipartimento di Biologia Animale e Genetica, Università di Firenze,  
Via Romana, 17 - 50125 Firenze, Italia.  
Ugolini\_alb@dbag.unifi.it

\*CNR - Istituto Nazionale di Ottica Applicata, Firenze, Italia.

## I FATTORI DI ORIENTAMENTO CELESTE NEL RECUPERO ZONALE DI *TALITRUS SALTATOR* (MONTAGU) (CRUSTACEA, AMPHIPODA)

### *CELESTIAL ORIENTING FACTORS IN THE ZONAL RECOVERY OF TALITRUS SALTATOR (MONTAGU) (CRUSTACEA, AMPHIPODA)*

**Abstract** – To acquire information about the use of light intensity pattern of the sky in the sea-land orientation of the sandhopper *Talitrus saltator* (Amphipoda, Talitridae) we carried out releases in a confined environment with sun at two different zenithal distance (39°, 5°), under clear sky and a Plexiglas dome. Results show that the light intensity pattern of the sky is one of the celestial orienting factors used by sandhoppers in their zonal recovery.

**Key-words:** Crustacea, *Talitrus saltator*, orientation, light intensity pattern.

**Introduzione** – L'anfipode sopralitorale *Talitrus saltator* (Montagu, 1808) compie periodiche migrazioni a scopo alimentare lungo l'asse mare-terra dei litorali sabbiosi sui quali vive (Ugolini, 2003). Per fare ritorno alla zona di elezione seguendo la via più breve i talitri utilizzano molti tipi di fattori orientanti, sia locali, sia generali (Pardi e Ercolini, 1986); fra questi ultimi i fattori orientanti astronomici (sole e luna) sono stati estesamente indagati (Ugolini *et al.*, 1999; Ugolini, 2003), mentre minore attenzione hanno ricevuto quelli celesti (ad es. pattern di polarizzazione, distribuzione dell'intensità luminosa). Nelle presente nota, abbiamo preso in considerazione il possibile uso di differenze nella radianza della calotta celeste da parte di *T. saltator* per assumere la corretta direzione di orientamento dell'asse mare-terra.

**Materiali e metodi** – Individui adulti di *T. saltator* catturati su di una spiaggia del litorale toscano (asse mare-terra=264°-84°) sono stati rilasciati in una ciotola di plexiglas, posta orizzontalmente e circondata da uno schermo (altezza=5 cm) che impediva la visione del paesaggio circostante agli individui in esperimento. I rilasci sono stati effettuati sia consentendo la completa visione del sole e del cielo, che interponendo una cupola di plexiglas bianco che non altera la distribuzione della radianza ma elimina il pattern della polarizzazione celeste. Gli esperimenti sono stati effettuati in Kenya, in due momenti diversi del giorno, con una distanza zenitale solare di 39° (rilevante differenza nella intensità luminosa fra emicalotte) e 5° (minima differenza nella radianza fra emicalotte). Le direzioni degli individui sono state rilevate direttamente, tramite un goniometro posto sotto la ciotola. L'analisi delle distribuzioni circolari è stata effettuata tramite le procedure proposte da Batschelet (1981).

**Risultati** – Gli individui ai quali era consentita piena visione del cielo e del sole (Fig. 1 a,b) risultano statisticamente ben concentrati attorno alla direzione di mare della spiaggia di origine, in modo largamente indipendente dalla distanza zenitale del sole. Con l'interposizione della cupola, l'orientamento si mantiene corretto nei saggi effettuati a 39° di distanza zenitale del sole (Fig. 1 c), mentre la distribuzione ottenuta nei saggi con distanza zenitale pari a 5° non risulta dissimile dall'uniformità (Fig. 1 d).

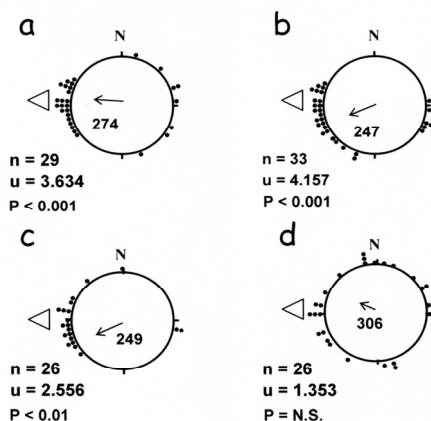


Fig. 1 - a, b, rilasci effettuati con visione del sole e del cielo. c, d, rilasci dopo l'interposizione della cupola di plexiglas bianco. a, c, distanza zenitale solare di 39°; b, d, distanza zenitale solare di 5°. Pallini neri, direzioni degli animali; N, Nord; n, numero di individui rilasciati; u, valore del V test con il livello di probabilità, P. Il triangolo esterno alle distribuzioni rappresenta la direzione attesa. In ogni distribuzione è inoltre rappresentato il vettore medio risultante con il valore dell'angolo medio.

a, b, releases with the vision of the sun and the sky. c, d, releases under the white plexiglas dome. a, c, solar zenithal distance=39°; b, d, solar zenith distance=5°. Black dots, sandhoppers directions, N, North, n, sample size, u, V test value with the probability level P. White triangle, seaward direction for solar orientation. In every distribution are also represented the mean vector and angle.

**Conclusioni** – Nonostante che i risultati conseguiti richiedano ulteriori conferme, appare chiaro che in presenza della visione del sole e del cielo i talitri sono in grado di assumere il corretto orientamento verso la direzione ecologicamente efficace (in questo caso il mare della spiaggia di origine) indipendentemente dalla distanza zenitale del sole, almeno nei limiti da noi saggiati. Il permanere della capacità ad assumere la corretta direzione di orientamento anche in presenza della cupola di plexiglas, quando il sole si trova a 39° di distanza zenitale, mostra che è sufficiente la disomogeneità di radianza fra emicalotte (solare e antisolare). Infatti, la presenza della cupola impedisce non solo la visione diretta del disco solare, ma elimina anche il pattern di polarizzazione celeste che più volte è stato ipotizzato essere un importante fattore di orientamento celeste per *T. saltator* (Pardi e Papi, 1953). Quanto affermato è supportato dalla incapacità degli animali ad assumere la direzione attesa se saggiati in presenza della cupola e con distanza zenitale solare pari a 5°. In questo caso, infatti, le differenze fra emicalotte sono ridotte al minimo.

#### Bibliografia

- BATSCHULET E. (1981) – *Circular statistics in biology*. Academic Press, London.
- PARDI L., ERCOLINI A. (1986) – Zonal recovery mechanisms in talitrid crustaceans. *Boll. Zool.*, **53**: 139-160.
- PARDI L., PAPI F. (1953) – Ricerche sull'orientamento di *Talitrus saltator* (Montagu) (Crustacea-Amphipoda). I. L'orientamento durante il giorno di una popolazione del litorale tirrenico. *Z. Vergl. Physiol.*, **35**: 459-489.
- UGOLINI A. (2003) – Activity rhythms and orientation in sandhoppers. *Front. Biosci.*, **8**: 722-733.
- UGOLINI A., MELIS C., INNOCENTI R. (1999) – Moon orientation in adult and young sandhoppers. *J. Comp. Physiol. A*, **184**: 9-12.

C. GUERRANTI, G. PERRA, I. BISOGNO, S. FOCARDI

Dip. di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena, Via Mattioli, 4 - 53100 Siena, Italia.  
guerrantici@unisi.it

## CONTAMINANTI EMERGENTI IN *XIPHIAS GLADIUS* DELL'AREA TIRRENICA

### *EMERGING CONTAMINANTS IN XIPHIAS GLADIUS FROM TYRRHENIAN SEA AREA*

**Abstract** - *Xenobiotic compounds, for their massive utilization, are widespread environmental contaminants, especially in the sea, where most of the anthropogenic polluting substances flow from terrestrial environment and the atmosphere. In this study, concentrations of two classes of emerging contaminants were determined in tissue samples of Xiphias gladius (Perciformes: Xiphidae) from Tyrrhenian Sea.*

**Key-words:** *Xiphias gladius, Tyrrhenian Sea, perfluorinated compounds, brominated flame retardants, endocrine disruptors.*

**Introduzione** - I POP (*Persistent Organic Pollutants*), per il loro vasto utilizzo e la loro persistenza, sono fra i contaminanti più diffusi nell'ambiente, in particolare in quello marino, che ne rappresenta il "serbatoio finale". PBDE (polibromodifenileteri) e PFC (composti perfluorurati), tra i quali PFOS e PFOA, contaminanti emergenti con proprietà di interferenti endocrini, mostrano notevoli capacità di penetrare nelle reti trofiche, rappresentando un fattore di rischio (Giesy e Kannan, 2001; Hakk e Letcher, 2003). In questo studio è stata valutata la contaminazione da PBDE e PFOS/OA di un predatore terminale, il pesce spada; questo organismo è stato scelto come bioindicatore della qualità ambientale, inoltre, è stata stimata l'assunzione dei sopra citati contaminanti con il suo consumo da parte dell'uomo.

**Materiali e metodi** - Le analisi sono state effettuate su campioni di fegato e muscolo di organismi provenienti dal Tirreno sud-orientale. Il fegato è stato scelto in quanto principale organo di accumulo di questi composti ed il muscolo al fine di stimare l'*intake* di contaminanti con il consumo di tale alimento. Sono stati analizzati 29 campioni, prelevati da 17 individui adulti, omogenei per taglia, catturati tra marzo ed aprile 2005. Per l'analisi dei PBDE è stato seguito il metodo descritto da Kannan *et al.* (2001a), mentre l'analisi dei PFC è stata effettuata seguendo le metodiche proposte da Hansen *et al.* (2001) e Kannan *et al.* (2001b).

**Risultati** - I valori di PFOS/OA, relativi ai campioni di muscolo e di fegato analizzati, sono risultati, nella totalità dei campioni, al di sotto dei limiti di rilevabilità (l.r.). I valori risultavano <l.r. anche in uno studio effettuato da Kannan *et al.* (2002) su campioni di fegato di pesce spada provenienti dallo Stretto di Messina; tuttavia, avendo migliorato la metodica analitica, i l.r. di questo studio sono risultati inferiori a quelli del lavoro sopra citato, permettendo di escludere la presenza nei campioni analizzati di concentrazioni ancora più basse di PFOS/OA. Concentrazioni di PBDE <l.r. sono state riscontrate in tutti i campioni di fegato analizzati; tra i campioni di muscolo, invece, 4 presentavano valori di PBDE <r.l. I valori di concentrazione della  $\Sigma$ PBDE risultano compresi tra <0,04 e 1882,00 pg/g p.f. per il muscolo e tra 189,23 e 11184,08 pg/g p.f. per il fegato. Congeneri prevalenti sono risultati il PBDE-47 ed il PBDE-100 con le seguenti percentuali rispetto alla  $\Sigma$ PBDE: nel muscolo PBDE-47 64%, PBDE-100 14%; nel fegato PBDE-47 49%, PBDE-100 20%. Tale prevalenza di congeneri trova conferma in molti studi, effettuati su tessuti di organismi marini, ripor-

tati nella letteratura scientifica e nel fatto che il congenere 47 è quello più abbondante nelle miscele commerciali. Sulla base dei dati ottenuti dalle analisi è possibile fornire una stima dell'*intake*, dei contaminanti analizzati, con il consumo di pesce spada. Considerando un consumo settimanale di 222 g (Turrini *et al.*, 2001) è possibile indicare il seguente intervallo di assunzione, calcolato sulla base dei risultati sulla contaminazione dei campioni di muscolo: 8,88 pg/settimana <  $\Sigma$ PBDE >417,80 ng/settimana, con un valore medio di 128,27 ng/settimana.

**Conclusioni** - Questo studio riporta i primi dati disponibili sulla contaminazione da PBDE in *Xiphias gladius* dell'area mediterranea e da PFOS/OA nel muscolo dello stesso animale. Per questo motivo non possono essere tratte conclusioni ma solo forniti dati che potranno servire come confronto per studi successivi e che contribuiscono a dimostrare la presenza ubiquitaria dei PBDE nelle matrici ambientali. I risultati relativi alle concentrazioni medie di  $\Sigma$ PBDE nel muscolo, possono comunque essere confrontati con quelli riportati da Luksemburg *et al.* (2004) per campioni di pescespada acquistati in supermercati nel nord della California (USA). Nello studio citato, nel quale viene, inoltre, confermato l'ordine di prevalenza dei congeneri da noi riscontrato, i valori riportati per la  $\Sigma$ PBDE, relativi a 2 campioni di pesce spada, risultano superiori a quelli del presente studio. PFOS/OA sono risultati <r.l. in ogni campione analizzato confermando la potenziale assenza di contaminazione riportata da Kannan *et al.* (2002) per *Xiphias gladius* provenienti dallo Stretto di Messina.

#### Bibliografia

- HANSEN K.J., CLEMEN L.A., ELLEFSON M.E., JOHNSON H.O. (2001) - Compound-specific, quantitative characterization of organic fluorochemicals in biological matrices. *Environ. Sci. Technol.*, **35**: 766-70.
- HAKK H., LETCHER R.J. (2003) - Metabolism in the toxicokinetics and fate of brominated flame retardants - a review. *Environment International*, **29** (6): 801-828.
- GIESY J.P., KANNAN K. (2001) - Global distribution of perfluorooctane sulfonate in wildlife. *Environ. Sci. Technol.*, **35**: 1339-1342.
- KANNAN K., HILSCHEROVA K., YAMASHITA N., WILLIAMS L.L., GIESY J.P. (2001 a) - Polychlorinated naphthalenes, -biphenyls, -dibenzo-p-dioxins, and dibenzofurans in double-crested cormorans and herring gulls from Michigan waters of Great Lakes. *Environ. Sci. Technol.*, **35**: 441-447.
- KANNAN K., KOISTINEN J., BECKMEN K., EVANS T., GORZELANY J.F., HANSEN K.J., JONES P.D., HELLE E., NYMAN M., GIESY J.P. (2001 b) - Accumulation of perfluorooctane sulfonate in marine mammals. *Environ. Sci. Technol.*, **35**: 1593-1598.
- KANNAN K., CORSOLINI S., FALANDYSZ J., OEHME G., FOCARDI S., GIESY J.P. (2002) - Perfluorooctanesulfonate and related fluorinated hydrocarbons in marine mammals, fishes and birds from coasts of the Baltic and Mediterranean Seas. *Environ. Sci. Technol.*, **36**: 3210.
- LUKSEMBURG W., WENNING R., MAIER M., PATTERSON A., BRAITHWAITE S. (2004) - Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) and polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD/F) and biphenyls (PCB) in fish, beef, and fowl purchased in food markets in northern California USA. *Organohalogen Compounds*, **66**: 3987-3982.
- TURRINI A., SABA A., PERRONE D., CIALFA E., D'AMICIS A. (2001) - Food Consumption patterns in Italy: the INN-CA Study 1994-1996. *European Journal of Clinical Nutrition*, **55**: 571-588.

A. IACocca, S. FOCARDI

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università degli Studi di Siena,  
Via P. A. Mattioli, 4 – 53100 Siena, Italia.  
iacocca@unisi.it

ATTIVITÀ ENZIMATICHE CYP450-DIPENDENTI  
IN ESEMPLARI DI *PATELLA CAERULEA* ESPOSTI  
A 2,3,7,8-TETRACLORODIBENZO-PARA-DIOSSINA  
E BENZO(A)PIRENE

*CYTOCHROME P450 ENZYMATIC ACTIVITIES  
IN LIMPET PATELLA CAERULEA EXPOSED  
TO 2,3,7,8-TETRACHLORODIBENZO-PARA-DIOXIN  
AND BENZO(A)PYRENE*

**Abstract** – In the present research cytochrome P450 catalytic enzymes were investigated in the Mediterranean limpet *Patella caerulea* (Linneo, 1758) by laboratory exposure to 2,3,7,8-TCDD and B(a)P in order to validate their application as suitable biomarker of exposure. A significant increase in all P450 enzymatic activities was observed in both TCDD and B(a)P exposed samples respect to controls.

**Key-words:** cytochrome P450, biomarker, 2,3,7,8 TCDD, Benzo(a)pyrene, *Patella caerulea*.

**Introduzione** – Il sistema citocromo P450 (CYP450) è un complesso multi-enzimatico coinvolto in numerosi processi metabolici dell'organismo tra cui quelli di detossificazione da sostanze xenobiotiche. La sintesi di alcuni enzimi del CYP450 è indotta nei vertebrati dall'esposizione a contaminanti quali IPA, PCB e PCDD e rappresenta pertanto un biomarker specifico per tali sostanze (Livingstone, 1993). Il funzionamento di questo sistema negli invertebrati è poco conosciuto e la validità del suo utilizzo è confermata solo per un numero limitato di specie. Nella presente ricerca esemplari del mollusco gasteropode *Patella caerulea* (Linneo, 1758) sono stati esposti sperimentalmente a due noti induttori del CYP450: il 2,3,7,8 TCDD e il benzo(a)pirene allo scopo di verificare l'applicabilità di questo sistema enzimatico negli studi di biomonitoraggio dell'ecosistema marino. Numerose attività catalitiche P450 ed un'indagine molecolare su frammenti dei geni delle famiglie CYP1 e CYP4 sono state valutate negli esemplari esposti.

**Materiali e metodi** – Esemplari di *P. caerulea* sono stati esposti per 24 h a 5 ppb di 2,3,7,8 TCDD e per 24 h a quattro concentrazioni diverse di B(a)P (0.1, 1, 5 e 10 ppm), utilizzando 0.01% DMSO come carrier. Nella frazione microsomiale della ghiandola digestiva sono stati determinati il contenuto di CYP450 totale (Rutten *et al.*, 1987) e le attività NADH fer red, NAD(P)H cit red (Livingstone e Farrar, 1984). L'RNA totale è stato estratto secondo Chomczynski e Sacchi (1987); varie coppie di primers sono state disegnate per amplificare frammenti altamente conservati dei geni CYP1 e CYP4, mentre una regione conservata della  $\beta$ -actina è stata usata come controllo positivo.

**Risultati** - Un incremento significativo ( $p < 0,05$ ) è stato osservato per tutte le attività CYP450-dipendenti negli esemplari di patella esposti a 5 ppb di 2,3,7,8 TCDD. L'incremento più consistente si è riscontrato per l'attività NADPH cit red (24 h) con un incremento del 100% rispetto ai controlli. E' inoltre osservata una correlazione positiva tra le tre attività reduttasi ed in particolare tra NADH cit red ed NADH fer red ( $r=0,99$ ) e tra NADH fer red e NADPH cit red ( $r=0,96$ ). Anche l'esposizione *in*

*vivo* a concentrazioni crescenti di B(a)P ha evidenziato delle variazioni significative ( $p < 0,05$ ) nelle attività CYP450-dipendenti. In particolare, un incremento dose-dipendente fino alla concentrazione di esposizione di 5 ppm è osservato nell'attività NADH fer red e fino alla concentrazione di 1 ppm in quella NADH cit red. L'andamento riscontrato per l'attività NADPH cit red risulta invece meno chiaro, indicando infatti un significativo aumento solo alla concentrazione di 5 ppm. Per quanto riguarda le indagini molecolari, l'utilizzo di primers specifici per una regione altamente conservata del gene CYP1 dei vertebrati non ha permesso di evidenziare alcuna banda, confermando le difficoltà già osservate da altri autori in esemplari della stessa specie ed in altri invertebrati acquatici nel valutare la presenza di questo gene (Yawetz *et al.*, 1992; Chaty *et al.*, 2004). L'utilizzo di primers specifici per una regione del CYP4 ha invece amplificato un frammento genico di 450 pb, analogamente a quanto ottenuto da altri autori in invertebrati marini appartenenti a *phyla* diversi (Rewitz *et al.*, 2003). Secondo recenti indagini, le proteine codificate dal CYP4 svolgono infatti una funzione analoga a quella del CYP1 nei vertebrati e sono pertanto fondamentali nei processi di metabolizzazione e detossificazione dell'organismo da sostanze xenobiotiche (Rewitz *et al.*, 2003).

**Conclusioni** – Gli studi di esposizione *in vivo* di esemplari di *P. caerulea* ai contaminanti ambientali 2,3,7,8 TCDD e B(a)P hanno evidenziato che anche in questo organismo le attività catalitiche CYP450-dipendenti siano modulate dall'esposizione a tali composti, confermando la loro potenziale applicabilità come valido biomarker di esposizione negli studi di monitoraggio dell'ambiente marino costiero. La presenza del gene CYP4 pone le basi per future ricerche relative al ruolo di questa famiglia genica nei processi di metabolizzazione da sostanze xenobiotiche.

#### Bibliografia

- CHATY S., RODIUS F., VASSEUR P. (2004) – A comparative study of the expression of CYP1A and CYP4 genes in aquatic invertebrate (freshwater mussel, *Unio tumidus*) and vertebrate (rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*). *Aquat. Toxicol.*, **69**: 81-93.
- CHOMCZYNSKI P., SACCHI N. (1987) – Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction. *Anal. Biochem.*, **162**: 156-159.
- LIVINGSTONE D.R. (1993) – Biotechnology and pollution monitoring: use of molecular biomarkers in the aquatic environment. *J. Chem. Technol. Biochem.*, **57**: 195-211.
- LIVINGSTONE D.R., FARRAR S.V. (1984) – Tissue and subcellular distribution of enzyme activities of mixed-function oxygenase and benzo(a)pyrene metabolism in the common mussel *Mytilus edulis*. *Sci. Tot. Environ.*, **39**: 209-235.
- REWITZ K., STYRISHAVE B., ANDERSEN O. (2003) – CYP330A1 and CYP4C39 enzymes in the shore crab *Carcinus maenas*: sequence and expression regulation by ecdysteroids and xenobiotics. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **310**: 252-260.
- RUTTEN A.A.J.J.L., FALKE H.E., CATSBURG J.F., TOPP R., BLAUBOER B.J., HOLSTEIJEN I., DOORN L., LEEUWEN F.X.R. (1987) – Interlaboratory comparison of total cytochrome P450 and protein determinations in rat liver microsomes. *Arch. Toxicol.*, **61**: 27-33.
- YAWETZ A., MANELIS R., FISHELSON L. (1992) – The effects of Aroclor 1254 and petrochemical pollutants on cytochrome P450 from the digestive gland microsomes of four species of Mediterranean molluscs. *Comp. Biochem. Physiol.*, **103**: 607-614.

M.P. MANUZZI, V. VENTRELLA, A. PAGLIARANI, F. TROMBETTI, A.R. BORGATTI, M. PIRINI

Dipartimento di Biochimica "G. Moruzzi", Sezione di Biochimica Veterinaria  
Alma Mater Studiorum, Università di Bologna,  
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emilia (BO), Italia.  
mpirini@vet.unibo.it

## COMPOSIZIONE DEGLI ACIDI GRASSI DELLE CLASSI FOSFOLIPIDICHE DI MITOCONDRI DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

### *FATTY ACID COMPOSITION OF PHOSPHOLIPID CLASSES IN MITOCHONDRIA OF MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

**Abstract** – *Gill phospholipid classes of the bivalve Mytilus galloprovincialis were studied. The prevalence of 22:6n-3 in cardiolipin provides evidence of a specific cardiolipin mainly constituted with four 22:6n-3 acyl chains. The selective incorporation of non-methylene-interrupted fatty acids in phosphatidylserine and phosphatidyletanolamine confirms their involvement in mollusc membrane functions.*

**Key-words:** *fatty acids, phospholipid classes, mitochondria, Mytilus galloprovincialis.*

**Introduzione** - Il presente studio costituisce uno dei primi approcci allo studio della distribuzione degli acidi grassi nelle differenti classi fosfolipidiche delle membrane mitocondriali di *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, per valutare se, come riportato per altri bivalvi (Kraffe *et al.*, 2005), anche in questa specie siano presenti caratteristiche specifiche legate a modificazioni strutturali e funzionali delle membrane mitocondriali. I fosfolipidi assolvono a numerose e diverse funzioni cellulari con diversi ruoli prevalentemente strutturali: precursori di prostaglandine, regolatori di funzioni intracellulari, modulatori degli enzimi di membrana e dei sistemi di trasporto, regolatori dell'integrità delle membrane cellulari e di alcune loro funzioni nei processi di riconoscimento cellulare e di trasduzione del segnale. Pertanto il loro livello e la composizione delle diverse specie molecolari vengono mantenuti virtualmente costanti.

**Materiali e metodi** - 250 animali suddivisi in 5 pool di 50 animali ciascuno sono stati utilizzati per la preparazione della frazione mitocondriale di branchie ottenuta come riportato da Trigari *et al.* (1992). I lipidi totali sono stati estratti col metodo di Folch *et al.* (1957). Le classi fosfolipidiche sono state frazionate mediante TLC secondo il metodo di Leray e Pelletier (1987). I metilesteri degli acidi grassi (FAME) di ciascuna classe fosfolipidica, ottenuti per transmetilazione diretta con BF<sub>3</sub> al 14% in metanolo, sono stati analizzati con GC Varian 3380 con colonna capillare DB-23 JRW Scientific. La posizione dei doppi legami è stata determinata con GC-MS analizzando i derivati 2-alchenil-4,4-dimetiloxazolinici dei FAME. Le valutazioni statistiche sono state effettuate mediante ANOVA.

**Risultati** – Nella frazione mitocondriale di branchie di mitilo sono state identificate le seguenti classi di fosfolipidi (PL): lisofosfatidilcolina (LPC), fosfatidilcolina (PC), fosfatidilserina (PS), fosfatidilinositolo (PI), fosfatidiletanolamina (PE) e cardiolipina (CL). Le classi presenti in maggior quantità risultano nell'ordine PC>PE>CL. Ciascuna classe fosfolipidica tende a selezionare specifici acidi grassi le cui caratteristiche molecolari sono legate alle funzioni che i diversi fosfolipidi sono chiamati ad assolvere. In particolare, LPC accumula preferenzialmente 16:0 (30,3%), 18:0 (20,3%), 20:1n-9 (8,4%), 20:1n-7 (5,4%); PC seleziona oltre a 16:0 (16,9%), soprattutto 20:5n-3 (22,7%) e 22:6n-3 (27,5%); PS seleziona acidi grassi C22 e quindi l'acido grasso Non-Methylene-



Interrupted (NMI) 22:2 $\Delta$ 7,15 il cui livello risulta superiore al 50% degli acidi grassi totali di PS (51,8%) e 22:6n-3 (7,8%); PI seleziona preferenzialmente acidi grassi C20 e quindi 20:1n-9 (22,8%), 20:4n-6 (23,9%), 20:5n-3 (8,7%) oltre a 22:6n-3 (14,6%); PE accumula, come PS, notevoli quantità di acidi grassi NMID come 20:2 $\Delta$ 5,11 (15,7%), 20:2 $\Delta$ 5,13 (9,0%), 22:2 $\Delta$ 7,11 (23,3%) insieme con 20:5n-3 (16,9%) e 22:6 n-3 (8,0 %); CL infine si caratterizza per l'elevato livello di 22:6n-3 che costituisce da solo il 70,9% degli acidi grassi di CL. Pertanto mentre PS e PE risultano le classi più ricche di acidi grassi NMI (60,6% e 55,1% rispettivamente), CL e PE sono invece quelle con più alto indice di insaturazione (89,2% e 69,2% rispettivamente). PC e CL risultano le classi col più alto livello di acidi grassi n-3 (54,7% e 77,6% rispettivamente), mentre LPC mostra invece il livello più basso (7,8%) risultando la classe più ricca di saturi e monoinsaturi (58,2% e 23,9 % rispettivamente). Infine PI risulta la classe più ricca di acidi grassi n-6 (25%) per la selettiva e quasi esclusiva incorporazione di acido arachidonico.

**Conclusioni** – Gli aspetti che caratterizzano in modo specifico i fosfolipidi dei mitocondri di mitilo sono l'elevato livello di NMI di PS e PE e quello in 22:6n-3 di CL. Gli acidi grassi NMI, unici PUFA a lunga catena che i molluschi sono in grado di sintetizzare, sono stati dimostrati rivestire un ruolo importante nella definizione delle proprietà di membrana legate alla temperatura di transizione di fase di questi peclitomi (Rabinovich e Ripatti, 1992). L'alto livello di 22:6n-3 della CL, marcatore della membrana mitocondriale interna, sembra indicare che anche in *M. galloprovincialis*, come in altri bivalvi (Kraffe *et al.*, 2005), la forma prevalente sia quella con 4 molecole di 22:6n-3, probabile riflesso di un adattamento specifico dei bivalvi teso a favorire meccanismi strutturali e funzionali delle membrane in risposta a variazioni delle condizioni ambientali quali temperatura, salinità, emersioni.

#### Bibliografia

- 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.
- KRAFFE E., SOUDANT P., MARTY Y., KERVAREC N., JEHAN P. (2002) – Evidence of a tetra-docosahexaenoic Cardiolipin in some marine bivalves. *Lipids*, **37**: 507-514.
- KRAFFE E., SOUDANT P., MARTY Y., KERVAREC N. (2005) – Docosahexaenoic Acid- and eicosapentaenoic acid-enriched cardiolipin in the Manila clam *Ruditapes philippinarum*. *Lipids*, **40**: 619-625.
- LERAY C., PELLETIER X. (1987) – Thin-layer chromatography of human platelet phospholipids with fatty acid analysis. *J. Chromatogr.*, **420**: 411-416.
- RABINOVICH A.L., RIPATTI P.O. (1991) – The flexibility of natural hydrocarbon chains with non-methylene-interrupted double bonds. *Chem. Phys. Lipids*, **58**: 185-192.
- TRIGARI G., PIRINI M., VENTRELLA V., PAGLIARANI A., TROMBETTI F., BORGATTI A.R. (1992) - Lipid composition and mitochondrial respiration in warm- and cold-adapted sea bass. *Lipids*, **27**: 371-377.

V. MATOZZO, M. MONARI\*, J. FOSCHI\*, O. CATTANI\*, M.G. MARIN

Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via U. Bassi, 58/B - 35131 Padova, Italia.  
mgmar@civ.bio.unipd.it

\*Dip. di Biochimica "G. Moruzzi", Univ. di Bologna,  
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emilia (BO), Italia.

## EFFETTI DELLA SALINITÀ SU RISPOSTE IMMUNITARIE DELLA VONGOLA *CHAMELEA GALLINA* (L. 1758)

### *EFFECTS OF SALINITY ON THE IMMUNE RESPONSES IN THE CLAM CHAMELEA GALLINA (L. 1758)*

**Abstract** - In the present study, the effects of differing salinities on immune responses of the clam, *Chamelea gallina* (L., 1758), were investigated. The animals were kept for 7 days at 28, 34 (control) and 40‰, and total haemocyte count (THC), phagocytic and lysozyme activities were measured. Results show that salinity values far from 34‰ affects significantly functional responses of *C. gallina* haemocytes.

**Key-words:** marine molluscs, immunity, salinity effects.

**Introduzione** - La pesca della vongola *Chamelea gallina* rappresenta, ormai da tempo, un'importante attività commerciale lungo la costa del nord Adriatico. In quest'area, negli ultimi decenni sono stati periodicamente registrate consistenti morie di vongole, soprattutto nel periodo fine estate/inizio autunno. In alcuni studi è stato suggerito che l'immunodepressione indotta da variazioni dei principali parametri ambientali (temperatura, salinità e ossigeno) può essere considerata tra le cause più importanti dei fenomeni di mortalità di molluschi bivalvi (Shumway, 1996; Ford e Tripp, 1996). Nel presente studio, gli effetti della salinità sono stati valutati su importanti risposte immunitarie di *C. gallina*.

**Materiali e metodi** - Esemplari di *C. gallina* sono stati raccolti in prossimità di Chioggia e mantenute per 5 giorni in laboratorio ( $17 \pm 0.5$  °C,  $34 \pm 1$ ‰). Le vongole sono state quindi acclimatate gradualmente alle salinità sperimentali di 28‰, 34‰ e 40‰, alle quali sono state poi mantenute per 7 giorni. Al termine di questo periodo, l'emolinfa (3 pool, ciascuno ottenuto da 10 animali, per ogni condizione sperimentale) è stata prelevata dal muscolo adduttore: su un'aliquota si è subito misurato il numero di emociti circolanti (THC), mentre la rimanente parte è stata usata sia per allestire colture cellulari a breve termine per il saggio di fagocitosi, sia per la determinazione dell'attività del lisozima (nel lisato di emociti e nell'emolinfa). L'analisi statistica dei risultati è stata effettuata mediante test ANOVA, seguito dal test *post hoc* di Duncan.

**Risultati** - Le vongole mantenute a 28‰ hanno fatto registrare un aumento statisticamente significativo ( $p < 0.05$ ) del THC ( $11.7 \times 10^6$  emociti/ml), rispetto a quello degli animali acclimatati a 34‰ ( $5.8 \times 10^6$  emociti/ml) e 40‰ ( $4.9 \times 10^6$  emociti/ml), mentre non è stata rilevata alcuna differenza significativa tra queste due ultime condizioni. È noto che situazioni di stress generalmente inducono gli animali a "richiamare" emociti dai tessuti periferici verso l'emolinfa per meglio fronteggiare eventuali presenze di patogeni. È probabile, quindi, che bassi livelli di salinità manifestino effetti stressogeni influenzando in particolare il numero di emociti circolanti. Un significativo ( $p < 0.01$ ) aumento dell'indice di fagocitosi è stato osservato nelle colture di emociti delle vongole mantenute a 34‰ (20.67%), rispetto a quello delle vongole a 28‰ (12.83%) e 40‰ (12%). Sorprendentemente, all'aumento del THC delle vongole esposte a 28‰ non è seguito un incremento dell'indice di fagocitosi: seppur numerosi, gli emociti appa-

rivano caratterizzati da una riduzione della loro attività. A tale proposito, Oliver e Fisher (1999) hanno suggerito che uno stress osmotico può ridurre drasticamente la motilità degli emociti, influenzando negativamente la loro capacità di fagocitare. Nel lisato cellulare, l'attività più alta ( $p < 0.05$ ) del lisozima è risultata quella delle vongole acclimatate a 28‰, rispetto a quella degli animali mantenuti a 40‰, mentre nell'emolinfa è risultata significativamente ( $p < 0.01$ ) più alta l'attività enzimatica delle vongole a 34‰ rispetto a quella degli animali mantenuti a 40‰. Il lisozima è un importante agente batteriolitico prodotto negli emociti e secreto durante la fagocitosi del materiale estraneo. Dal momento che nell'emolinfa l'attività enzimatica più alta è stata registrata nelle vongole a 34‰, dove è stato osservato anche il più alto indice di fagocitosi, si può ipotizzare una relazione tra attività fagocitica e secrezione del lisozima da parte degli emociti. Il valore più alto di salinità ha ridotto marcatamente questa importante risposta enzimatica, sia nel lisato cellulare che nell'emolinfa.

**Conclusioni** - Questo studio ha dimostrato che livelli di salinità lontani dal 34‰ possono indurre alterazioni delle risposte immunitarie in *C. gallina*. I risultati ottenuti suggeriscono che condizioni ipoaline e iperaline, come quelle che possono verificarsi rispettivamente dopo prolungati periodi di pioggia (soprattutto in prossimità della foce dei fiumi) o durante estati particolarmente calde, sono in grado di influenzare negativamente lo stato di immunosorveglianza delle vongole, determinando una maggiore suscettibilità all'attacco di agenti patogeni. I risultati di questo studio e quelli ottenuti in precedenza (Matozzo *et al.*, 2005; Matozzo *et al.*, 2006) indicano chiaramente che fattori ambientali stressogeni, come anossia, alte temperature e variazioni dei livelli di salinità, possono essere considerati tra i principali responsabili di fenomeni di immunodepressione, con macroscopiche ripercussioni sullo stato di benessere e sulla sopravvivenza della popolazione.

#### Bibliografia

- FORD S.E., TRIPP M.R. (1996) - Diseases and defense mechanisms. In: Kennedy V.S., Newell R.I.E., Eble A.F. (eds), *The Eastern Oyster Crassostrea virginica*. Maryland Sea Grant, College Park, MD, USA: 581-660.
- MATOZZO V., MONARI M., FOSCHI J., PAPI T., CATTANI O., MARIN M.G. (2005) - Exposure to anoxia of the clam *Chamelea gallina*. I: effects on immune responses. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **325**: 163-174.
- MATOZZO V., MONARI M., MASIERO L., FOSCHI J., CATTANI O., MARIN M.G. (2006) - Risposte cellulari nella vongola *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) dopo esposizione ad alte temperature. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): (in stampa).
- OLIVER L.M., FISHER W.S. (1999) - Appraisal of prospective bivalve immunomarkers. *Biomarkers*, **4**: 510-530.
- SHUMWAY S.E. (1996) - Natural environmental factors. In: Kennedy V.S., Newell R.I.E., Eble A.F. (eds), *The Eastern Oyster Crassostrea virginica*. Maryland Sea Grant, College Park, MD, USA: 467-513.

La ricerca è stata finanziata dal MiPAF (Contr. n° 6C66).

M. MONARI, G.P. SERRAZANETTI, J. FOSCHI, G. VITALI,  
V. MATOZZO\*, M.G. MARIN\*, O. CATTANI

Dipartimento di Biochimica, Università di Bologna,  
Via Tolara di Sopra, 50 - 40064 Ozzano Emilia (BO), Italia.  
mmonari@vet.unibo.it

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

## EFFETTI DELLA SALINITÀ SULL'ENZIMA ANTIOSSIDANTE SUPEROSSIDO DISMUTASI IN *CHAMELEA GALLINA* (L. 1758)

### *EFFECTS OF SALINITY ON THE ANTIOXIDANT ENZYME SUPEROXIDE DISMUTASE IN CHAMELEA GALLINA (L. 1758)*

**Abstract** - In this work the effects of different salinities on the activity and expression of superoxide dismutase in haemocytes were evaluated. The clams were kept for 7 days at 28, 34 and 40‰. The results showed a significant change of Mn SOD and CuZn SOD in animals maintained at 40‰ proving a general state of sufferance of the antioxidant defence system in *C. gallina*.

**Key-word:** *Chamelea gallina*, haemocytes, oxidative stress, salinity, superoxide dismutase.

**Introduzione** - I molluschi sono caratterizzati da un sistema di difesa interno costituito da fattori cellulari e umorali (Galloway e Depledge, 2001). Un ruolo centrale nel sistema immunitario è giocato dagli emociti presenti nell'emolinfa e nei tessuti degli invertebrati (Anderson, 1994). Oltre a presentare un'intensa attività fagocitaria nei confronti di cellule e molecole estranee, gli emociti sono responsabili, in seguito a stimolazione, di un intenso consumo di ossigeno con produzione di specie radicaliche dell'ossigeno (ROS). Un eccesso di ROS può risultare pericoloso sia nei confronti di elementi estranei sia verso la cellula ospite (Thannical e Fanburg, 2000). Tra i sistemi antiossidanti presenti nella cellula per difendersi dai danni causati dai ROS (Halliwell e Gutteridge, 1999), il principale è rappresentato dalla superossido dismutasi (SOD) (caratterizzata da tre isoforme: EC SOD, CuZn SOD e Mn SOD), capace di dismutare l'anione superossido in perossido d'idrogeno e ossigeno molecolare. Nel presente lavoro sono state studiate le variazioni di attività ed espressione delle principali isoforme della SOD in emociti di *Chamelea gallina*, dopo esposizione a differenti salinità, al fine di valutarne l'influenza sul sistema di difesa dell'organismo, dal momento che la modulazione della risposta antiossidante rappresenta un valido biomarker dello stato di salute dell'animale.

**Materiali e metodi** - Esemplari di *C. gallina*, prelevati lungo la costa occidentale dell'Adriatico settentrionale, sono stati acclimatati gradualmente alle salinità di 28, 34 e 40‰ (temperatura costante di  $17 \pm 0.5$  °C) e mantenuti in queste condizioni per 7 giorni. L'acqua di mare è stata rinnovata ogni 48 ore. Gli emociti sono stati ottenuti dopo opportuno trattamento dell'emolinfa, prelevata dal muscolo adduttore anteriore (3 pool per condizione, ciascuno ottenuto da 20 animali). Negli emociti è stata valutata l'attività (dosaggio spettrofotometrico) e l'espressione (western blotting) della SOD. L'analisi statistica è stata eseguita mediante *t-Test* Student.

**Risultati** - Non si sono rilevate differenze significative nell'attività della Mn SOD tra gli esemplari mantenuti a 34‰ (corrispondente al controllo) e 40‰ rispetto a 28‰, mentre si è registrato un decremento significativo tra 34‰ e 40‰. L'attività della CuZn SOD mostra valori significativamente ( $p < 0.01$ ) più bassi a 40‰ rispetto a quelli registrati a 34‰. Dopo Immunoblotting, i valori densitometrici ottenuti per l'espressione della Mn SOD (banda di 26 kDa) negli animali mantenuti a 34‰ erano

significativamente maggiori rispetto a quelli a 40‰. Per la CuZn SOD, si sono evidenziate due bande immunoreattive con peso molecolare apparente di 15-16 kDa per la prima e di 29-30 kDa per la seconda. Le analisi densitometriche per la prima banda rivelano un'espressione significativamente minore negli animali mantenuti a 34‰ rispetto a quelli mantenuti a 28‰ e 40‰. Relativamente alla seconda banda, i valori sono simili in tutte le condizioni sperimentali e, dal momento che il peso è di circa 29 kDa, si presume che si tratti del monomero della EC SOD, debolmente espressa in quanto prevalentemente extracellulare, con alta omologia nei confronti della CuZn SOD. Le variazioni di salinità possono condizionare i meccanismi di difesa dell'ospite aumentandone la vulnerabilità a malattie. Gli emociti circolanti, infatti, possono essere influenzati da fattori estrinseci come la temperatura, il pH, la salinità e l'ossigeno disciolto in diverse specie di crostacei decapodi (Wang e Chen, 2005). In studi eseguiti su plasma di *Acipenser naccarii*, è stato evidenziato un aumento iniziale dell'attività della SOD a valori crescenti di salinità, seguito da un calo nel breve periodo e da un aumento nel lungo periodo (Martinez-Alvarez *et al.*, 2002). Numerosi studi hanno dimostrato che tessuti diversi rispondono a differenti fattori induttori di stress ossidativi. In *Dicentrarchus labrax*, Roche e Boge (1996) hanno evidenziato cambiamenti di SOD, catalasi e perossidasi durante il trasferimento degli animali da acqua di mare ad acqua dolce a causa dello shock iposmotico.

**Conclusioni** - I risultati ottenuti hanno evidenziato che i livelli di salinità ai limiti dell'intervallo considerato possono indurre una riduzione della capacità di difesa in *C. gallina*. Nelle aree costiere ed estuarine l'apporto di acque dolci può determinare rapidi mutamenti delle condizioni chimico-fisiche ambientali influenzando negativamente l'attività e l'espressione della SOD. Tali parametri mostrano inoltre valori significativamente più bassi negli animali esposti a salinità del 40‰, indicando accresciuti livelli di stress per valori alti di salinità, come quelli che possono essere raggiunti nei mesi estivi, con conseguente aumento di fenomeni di mortalità.

#### Bibliografia

- ANDERSON R.S. (1994) - Hemocyte-derived reactive oxygen intermediate production in four bivalve mollusks. *Dev. Comp. Immunol.*, **18** (2): 89-96.
- GALLOWAY T.S., DEPLEDGE M.H. (2001) - Immunotoxicity in invertebrates: measurement and ecotoxicological relevance. *Ecotoxicology*, **10** (1): 5-23.
- HALLIWELL B., GUTTERIDGE J.M.C. (1999) - Free Radicals in Biology and Medicine, *Oxford University Press inc. (Ed.)*, NY.
- MARTINEZ-ALVAREZ R.M., HIDALGO M.C., DOMEZAIN A., MORALES A.E. GARCIA-GALLEGO M., SANZ A. (2002) - Physiological changes of sturgeon *Acipenser naccarii* caused by increasing environmental salinity. *J. Exp. Bio.*, **205**: 3699-3706.
- ROCHE E., BOGE G. (1996) - Fish blood parameters as a potential toll for identification of stress caused by environmental factors and chemical intoxication. *Mar. Environ. Res.*, **41**: 27-43.
- THANNICKAL V.J., FANBURG B.L. (2000) - Reactive oxygen species in cell signalling. *Am. J. Physiol-Lung C.*, **279**: L1005-L1028.
- WANG L.U., CHEN J.C. (2005) - The immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus* at different salinity levels. *Fish & Shellfish Immunology*, **18**: 269-278.

N. NESTO, S. ROMANO<sup>1,2</sup>, L. DA ROS, M. MARCHESELLI<sup>1</sup>, M. MAURI<sup>1</sup>

Istituto di Scienze Marine, ISMAR-CNR, Castello, 1364/A - 30122 Venezia, Italia.

<sup>1</sup>Dipartimento di Biologia Animale, Università di Modena e Reggio Emilia - 41100 Modena, Italia.  
mauri.marina@unimore.it

<sup>2</sup>ISMAR-CNR - 40129 Bologna, Italia.

BIOACCUMULO DI METALLI E CONTENUTO  
DI METALLOTIONEINE E MALONDIALDEIDE  
IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*  
E *PERINEREIS CULTRIFERA* DELLA LAGUNA DI VENEZIA

*METAL BIOACCUMULATION, METALLOTHIONEINS  
AND MALONDIALDEHYDE CONTENTS  
IN MYTILUS GALLOPROVINCIALIS  
AND PERINEREIS CULTRIFERA FROM VENICE LAGOON*

**Abstract** – Metals were determined in whole soft parts of mussels and polychaetes sampled both in April and July from two differently contaminated sites of the Venice Lagoon. The same populations were also approached from an ecotoxicological point of view, evaluating MT and MDA contents. Patterns of bioaccumulation-biomarkers relationships in the two sites and seasons are discussed.

**Key-words:** metals, biomarkers, *Mytilus galloprovincialis*, *Perinereis cultrifera*, Venice Lagoon.

**Introduzione** - L'approccio ecotossicologico risulta di grande interesse per lo studio dei potenziali effetti sulla salute di sostanze inquinanti presenti nelle diverse matrici ambientali. Inoltre, specie animali localmente adattate sembrano preferibili a bioindicatori-modello quando si considerano gli effetti dello stress antropico in ecosistemi già soggetti a stress chimico-fisico naturale quale le lagune e gli ambienti salmastri costieri (Volpi Ghirardini *et al.*, 1997). In questo lavoro sono discusse le risposte di bioaccumulo di Cu, Cd, Cr, Fe, Mn, Pb e Zn e di induzione di biomarkers (metallotioneine MT e malondialdeide MDA) in bioindicatori quali i mitili, *Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819, per la colonna d'acqua, e i policheti, *Perinereis cultrifera* (Grube 1840), per i sedimenti.

**Materiali e metodi** - Mitili e policheti sono stati prelevati in aprile e luglio 2005 da due aree della Laguna di Venezia, San Giuliano (SG) caratterizzata da fonti di contaminazione industriale, e Sacca Sessola (SS), considerata zona di riferimento. I metalli sono stati determinati (AAS a fiamma e con fornetto di grafite) dopo digestione con HNO<sub>3</sub>. Contestualmente è stato determinato il contenuto di metalli nel sedimento. Il contenuto di MT è stato determinato secondo la procedura di Viarengo *et al.*, 1997, e la MDA secondo Gérard-Monnier *et al.*, 1998.

**Risultati** – I mitili presentano in aprile concentrazioni di metallo generalmente doppie o triple rispetto a quelle di luglio, con bioaccumulo superiore in SG rispetto a SS per quanto riguarda Cd, Cu, Pb e differenze non significative per Zn e Fe. Uniche eccezioni sono costituite da Cr e Mn che presentano la maggior biodisponibilità a SS in luglio. Anche MT e MDA presentano valori più elevati in aprile in entrambi i siti, con differenze significative tra SG e SS solo in aprile per MT.

Il livello di bioaccumulo in *P. cultrifera* risente sia dell'effetto delle variabili stagionali sulla disponibilità di metalli nei sedimenti sia della capacità fisiologica di regolazione di alcuni metalli. A questo proposito, il Fattore di Bioaccumulo Biota-Sedimento, BSAF può risultare un ottimo strumento di valutazione di questa capacità di compensazione dello stress da esposizione ad inquinanti (Tab. 1).

Tab. 1 - BSAF per *Perinereis cultrifera* di San Giuliano (SG) e Sacca Sessola (SS) nella Laguna di Venezia.

*BSAFs for Perinereis cultrifera of the polluted site San Giuliano (SG) and the reference site Sacca Sessola (SS) in Venice lagoon.*

BSAF		Pb	Cd	Cr	Cu	Mn	Zn	Fe
SS	aprile	0,17	6,87	0,04	5,46	0,07	4,27	0,0022
	luglio	0,02	0,001	0,03	0,70	0,05	2,24	0,0002
SG	Aprile	0,05	6934	0,02	2,15	0,08	4,22	0,0219
	Luglio	0,02	0,001	0,01	0,46	0,02	1,20	0,0001

I sedimenti, omogenei nei due siti in termini di % di sostanza organica, appaiono sempre caratterizzati da un maggior contenuto di metalli in SG. L'analisi del trend del bioaccumulo evidenzia invece che, quando le concentrazioni ambientali di Cu, Mn, Zn raggiungono livelli elevati, gli organismi attivano meccanismi di regolazione fisiologica che determinano valori di BSAF più bassi (o non dissimili) di quelli mostrati da organismi che vivono nel sito a minor inquinamento. Il valore anomalo di BSAF per Cd in SG-aprile riflette probabilmente un evento localizzato di eccezionale risospensione, che non ha consentito un altrettanto rapido adeguamento dei meccanismi compensatori degli organismi. I livelli di MT e MDA sono risultati simili nelle due stagioni, e indicano in generale una maggior induzione per entrambi i biomarker nel sito di SG.

**Conclusioni** – La biodisponibilità ambientale di metalli evidenziata attraverso il bioaccumulo in *M. galloprovincialis* non è risultata particolarmente elevata ed è paragonabile a quella già determinata in altri siti lagunari (Mauri e Baraldi, 2003). In *P. cultrifera* i livelli di Cd e Zn sono risultati simili a quelli rilevati da Volpi Ghirardini *et al.* (1997). Anche se, in base ai valori di ERL ed ERM successivamente elaborati (Long e Morgan, 1990) entrambi i siti sono risultati attribuibili a categorie di bassa priorità di rischio, la maggior induzione di MT e MDA registrata generalmente in entrambe le specie provenienti da SG, suggerisce comunque la presenza di condizioni di stress ambientali maggiori in questo sito.

#### Bibliografia

- GÉRARD-MONNIER D., ERDELMEIER I., RÉGNARD K., MOZE-HENRY N., YADAN J.C., CHAUDIÈRE J. (1998) – Reactions of 1-methyl-2-phenylindole with malondialdehyde and 4-Hydroxyalkenals. Analytical applications to a colorimetric assay of lipid peroxidation. *Chem. Res. Toxicol.*, **11**: 1176-1183.
- LONG E.R., MORGAN L.G. (1990) – The potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the National Status and Trends Program. NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52. *National Oceanic and Atmospheric Administration. Seattle, Washington.*
- MAURI M., BARALDI E. (2003) – Heavy metal bioaccumulation in *Mytilus galloprovincialis*: a Trasplantation experiment in Venice Lagoon. *Chem. And Ecol.*, **19** (2-3): 79-90.
- VIARENGO A., PONZANO E., PONDERO F., FABBRI R. (1997) – A simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: an application to Mediterranean and Antarctic molluscs. *Mar. Environ. Res.*, **44**: 69-84.
- VOLPI GHIRARDINI A., DELANEY E., CAVALLINI L., BETTIOL C., TAGLIAPIETRA D., GHETTI P.F. (1997) – *H. diversicolor*, *N. succinea* and *P. cultrifera* as bioaccumulators of heavy metals from sediments: preliminary survey in the venetian lagoon. *S.It.E Atti*, **18**: 519-522.

L. PANE, E. GIACCO, G.L. MARIOTTINI

Dipartimento di Biologia, Università di Genova, Viale Benedetto XV, 5 – 16132 Genova, Italia.  
pane@unige.it

UTILIZZO DI *TIGRIOPUS FULVUS*  
(COPEPODA: HARPACTICOIDA) IN ECOTOSSICOLOGIA.  
SAGGI CON DISPUDENTI E TENSOATTIVI

UTILIZATION OF *TIGRIOPUS FULVUS*  
(COPEPODA: HARPACTICOIDA) IN ECOTOXICOLOGY.  
TESTS WITH DISPERSANTS AND SURFACTANTS

**Abstract** – *Tigriopus fulvus* (Copepoda, Harpacticoida) nauplii and adults have been utilized in ecotoxicological acute and chronic tests. *T. fulvus* showed higher sensitivity to surfactants than to dispersants. This study has confirmed *T. fulvus* is a useful species in ecotoxicology owing to its sensitivity to substances of environmental concern.

**Key-words:** ecotoxicology, *Tigriopus fulvus*, dispersants, surfactants.

**Introduzione** - La disponibilità di specie-test facilmente reperibili ed allevabili e sensibili all'esposizione ai diversi xenobiotici è un aspetto importante in ecotossicologia. Da questo punto di vista i crostacei sono importanti indicatori per la loro posizione-chiave nelle catene trofiche acquatiche. *Tigriopus fulvus* (Fischer, 1860), specie il cui ciclo vitale (Carli *et al.*, 1989), l'ecologia (Pane *et al.*, 1996) e il contenuto energetico (Pane *et al.*, 2003) sono noti da tempo, è attualmente oggetto di interesse in diversi studi di tossicità (Todaro *et al.*, 2001; Giacco *et al.*, 2005; Pane *et al.*, 2005). Al fine di contribuire alla recente proposta di utilizzo di *Tigriopus fulvus* a fini normativi, in questa nota si riportano i dati relativi allo studio degli effetti di disperdenti e tensioattivi su questo organismo.

**Materiali e metodi** - I copepodi utilizzati sono stati raccolti lungo la costa ligure, acclimatati in laboratorio in acqua di mare filtrata (salinità 37 PSU, temperatura  $20 \pm 0,5$  °C) ed alimentati *ad libitum* con alghe fitoplanctoniche (*Tetraselmis suecica*) e lievito commerciale (*Saccharomyces cerevisiae*). Sono state saggiate la tossicità acuta (mortalità dopo 24, 48, 96 ore) e cronica (mortalità e produzione di nauplii dopo 7 giorni) indotte dai disperdenti Antipetrol AP2 (AP), Safety Sea Cleaner 2 (SSC), Finasol OSR2 (FS) e da un tensioattivo (F-500) utilizzato come prodotto antincendio; come sostanza tossica di riferimento è stato utilizzato Sodio Dodecil Solfato (SDS). Nella sperimentazione sono stati utilizzati adulti e nauplii omogenei per età e indotti alla schiusa con procedimento di distacco del sacco ovigero (Pane *et al.*, 2005). I risultati sono stati espressi come LC<sub>50</sub> (TSK Test) e come NOEC (Dunnnett-ANOVA).

**Risultati** - *Tigriopus fulvus* è risultato più sensibile all'effetto dei tensioattivi rispetto a quello dei disperdenti (Tab. 1), con valori di LC<sub>50</sub> che indicano, per i nauplii e per gli adulti, una tossicità da leggera a moderata per tutte le sostanze esaminate (GESAMP, 2002). Tra i disperdenti AP e SSC hanno mostrato la tossicità maggiore, mentre FS ha indotto una mortalità molto bassa. Gli adulti di *T. fulvus* hanno mostrato, per tutti i composti, una sopravvivenza maggiore rispetto alle forme larvali a tutte le concentrazioni saggiate. Per quanto riguarda la tossicità cronica dei disperdenti, i valori di NOEC sono risultati compresi tra <3,12 mg/l (SSC) e 6,25 mg/l (AP); concentrazioni di 25 mg/l hanno ridotto sensibilmente la produzione di nauplii. L'effetto cronico del tossico di riferimento (SDS) sulla produzione di nauplii è invece risultato significativo a partire da 1 mg/l.



Tab. 1 - Valori medi ( $\pm$ ds) di  $LC_{50}$  (mg/l), saggio acuto; n.d.: non determinato.*LC<sub>50</sub> (mg/l) mean values ( $\pm$ SD), acute test; n.d.: not determined.*

Prodotto	Stadio	24 ore	48 ore	96 ore
SDS	nauplii	9,3 $\pm$ 0,8	8,3 $\pm$ 0,6	n.d.
	adulti	22,2 $\pm$ 3,6	19,3 $\pm$ 4,7	17,0 $\pm$ 1,0
AP	nauplii	24,7 $\pm$ 3,0	22,0 $\pm$ 0,4	n.d.
	adulti	162,6 $\pm$ 25,1	108,0 $\pm$ 23,8	66,5 $\pm$ 10,7
SSC	nauplii	12,6 $\pm$ 1,9	7,0 $\pm$ 0,1	n.d.
	adulti	156,8 $\pm$ 36,1	59,3 $\pm$ 8,1	43,4 $\pm$ 1,7
FS	nauplii	57,5 $\pm$ 29,7	31,3 $\pm$ 6,3	n.d.
	adulti	n.d.	n.d.	n.d.
F-500	nauplii	3,2 $\pm$ 0,3	1,5 $\pm$ 0,1	n.d.
	adulti	14,0 $\pm$ 1,7	12,7 $\pm$ 2,9	5,6 $\pm$ 1,0

**Conclusioni** - Dai risultati di questo studio si può rilevare una buona sensibilità di *Tigriopus fulvus* nei confronti di questi prodotti, sia nella fase larvale sia allo stadio adulto; inoltre viene confermata la possibilità di impiegare questa specie come organismo-target in diversi ambiti del monitoraggio ambientale (Faraponova *et al.*, 2005; Giacco *et al.*, 2005; Pane *et al.*, 2005). Inoltre, è da rilevare che *Tigriopus fulvus* risulta idoneo anche per la sua costante reperibilità nell'ambiente naturale (Pane *et al.*, 1996), per la sua facilità di allevamento, l'alta fertilità (Carli *et al.*, 1989) e i bassi costi di gestione dei saggi. Un aspetto fondamentale risulta inoltre la possibilità di ottenere coorti sufficientemente numerose ed omogenee di individui attraverso metodi di stimolazione della schiusa delle uova mature (Pane *et al.*, 2005) riconoscibili come tali per la colorazione e per l'evidenza dell'occhio naupliare dell'embrione.

#### Bibliografia

- CARLI A., MARIOTTINI G.L., PANE L. (1989) - Reproduction of the rockpools Harpacticoid copepod *Tigriopus fulvus*, suitable for aquaculture. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, spec. **5**: 295-300.
- FARAPONOVA O., DE PASCALE D., ONORATI F., FINOIA M.G. (2005) - *Tigriopus fulvus* (Copepoda, Harpacticoida) as a target species in biological assays. *Meiofauna Marina*, **14**: 91-95.
- GESAMP (2002) - The revised GESAMP Hazard Evaluation Procedure for Chemical Substances carried by Ships. GESAMP Reports and Studies. No 64. IMO London.
- GIACCO E., GRECO G., CORRÀ C., MARIOTTINI G.L., FAIMALI M., PANE L. (2005) - Toxic response of two Mediterranean crustacean species to oil dispersants. 13<sup>th</sup> Symposium PRIMO 13. "Pollutant responses in marine organisms". Alessandria, June, 19-22 2005: 157.
- PANE L., FELETTI M., CARLI A.M. (1996) - Fattori ambientali e fluttuazioni della popolazione del copepode *Tigriopus fulvus* delle pozze di scogliera di Genova-Nervi. *S.It.E. Atti*, **17**: 317-320.
- PANE L., DE NUCCIO L., FRANCESCHI E. (2003) - Contenuto energetico del copepode *Tigriopus fulvus* (Fischer 1860): applicazione della DSC. *Biol. Mar. Medit.*, **10** (2): 593-596.
- PANE L., GIACCO E., MARIOTTINI G.L. (2005) - Acute and chronic heavy metal bioassay on *Tigriopus fulvus* Fischer (Copepoda:Harpacticoida). 13<sup>th</sup> Symp.PRIMO 13, Alessandria, June 19-22.
- TODARO M. A., FARAPONOVA O., ONORATI F., PELLEGRINI D., TONGIORGI P. (2001) - *Tigriopus fulvus* (Copepoda,Harpacticoida) una possibile specie-target nella valutazione della tossicità dei fanghi portuali: ciclo vitale e prove tossicologiche preliminari. *Biol. Mar. Medit.*, **8**: 869-872.

E. PRATO, F. BIANDOLINO, C. SCARDICCHIO

Istituto Ambiente Marino Costiero - CNR, Via Roma, 3 - 74100 Taranto, Italia.  
linda.prato@iamc.cnr.it

## EFFETTI SUB-LETALI DEL RAME SULLE LARVE DI *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

### *SUBLETHAL EFFECTS OF COPPER ON MYTILUS GALLOPROVINCIALIS LARVAE*

**Abstract** – The effects of Cu concentrations ranging from 0 (control) to 25 µg/l on growth and mortality of *Mytilus galloprovincialis* mussel larvae were investigated over a period of 28 days. The most relevant effect detected in this study was the stimulation of growth at all treatments. Larvae exposed to copper showed a higher mortality than control during the first days of the experiments. Attention is called to the fact that these response observed may be a useful reference point in ecotoxicity testing.

**Key-words:** *Mytilus galloprovincialis*, copper, growth.

**Introduzione** - Il rame costituisce una parte essenziale dell'emocianina, il pigmento respiratorio dei molluschi e dei crostacei. Tuttavia risulta letale ad elevate concentrazioni (Lee, 1980; Prato *et al.*, 2006). In molti organismi, in presenza di sostanze tossiche a basse concentrazioni, si può evidenziare un effetto di magnificazione metabolica, che può essere la prima risposta che viene espressa se sottoposti a stress da sostanze chimiche.

Gli effetti di biostimolazione, sono piuttosto comuni durante la conduzione di un test di tossicità e rappresentano una delle maggiori difficoltà nell'interpretazione dei risultati durante la valutazione di una matrice complessa come quella dei sedimenti.

I mitili oltre a rappresentare una risorsa economica di primario valore, assumono il ruolo di ottimi indicatori della qualità chimica e biologica dell'ambiente marino. L'utilizzo di embrioni o larve, chiaramente più sensibili alle sostanze tossiche rispetto agli adulti, favorisce la diffusione di questi saggi con questi organismi.

Scopo del presente lavoro è quello di valutare gli effetti letali e sub-letali del rame nelle larve di *Mytilus galloprovincialis* durante 28 giorni di test.

**Materiali e metodi** - Adulti di *Mytilus galloprovincialis*, provenienti da impianti di allevamento siti nel Mar Grande di Taranto, sono stati indotti all'emissione dei gameti tramite stimolazione con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (5 mM).

La fecondazione è stata fatta avvenire utilizzando 2-3 ml di soluzione contenente sperma, per fecondare 4-5 milioni di uova. Dopo circa trenta minuti, è stata calcolata, la densità delle uova fecondate, su 4 sub-campioni di 0.1 ml.

L'acqua di mare utilizzata, è stata filtrata a 0.2 µm e 37‰ di salinità. Le larve sono state sottoposte a concentrazioni crescenti di CuCl<sub>2</sub>: 0-6.25-12.5-25 µg/l e sono state effettuate 4 repliche per ogni trattamento, con una densità di 30 larve/ml. Durante i 28 giorni di esperimento le larve sono state mantenute alla temperatura di 18±2 °C e alimentate quotidianamente con una miscela di *Thalassiosira pseudonana* e *Isochrysis galbana* (30 cellule/µl). L'acqua è stata costantemente sottoposta a una leggera aerazione e rinnovata giornalmente. La lunghezza media e la mortalità sono state stimate ogni 3 giorni, in 3 subcampioni (0.1 ml) per ogni trattamento.

**Risultati** - La Fig. 1 mostra che l'andamento della crescita larvale è stato continuo per tutta la durata dell'esperimento. Si è evidenziata una crescita differente delle larve del controllo rispetto a quelle trattate con il rame. La migliore crescita si è avuta con

le concentrazioni più alte di rame. La mortalità invece, è risultata molto alta nei primi giorni di esperimento, per le larve esposte al metallo, con un tasso di mortalità massimo di 55% alla concentrazione di 0.00625 mg/L Cu. Dal 7° giorno di esperimento la mortalità delle larve del controllo non ha mostrato nessuna differenza significativa rispetto a quella delle larve trattate con il rame (ANOVA  $p < 0.05$ ) (Fig. 2).

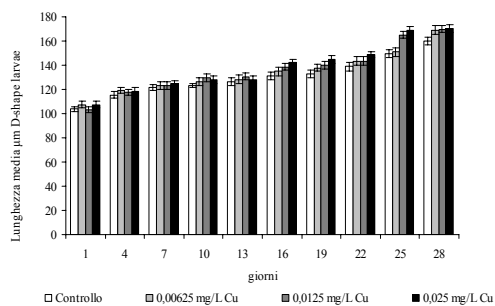


Fig. 1 - Lunghezza media ( $\mu\text{m}$ ) delle larve sottoposte alle differenti concentrazioni di rame.

*Average length ( $\mu\text{m}$ ) of larvae exposed to different copper concentrations.*

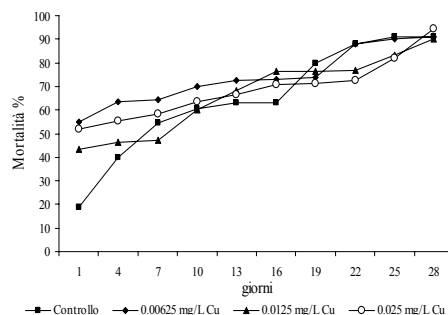


Fig. 2 - Mortalità percentuale delle larve nel corso dell'esperimento.

*Mortality percentage of larvae during the whole experiment.*

**Conclusioni** - Il tasso di crescita è frequentemente usato come “endpoint” subletale negli studi di tossicità cronica. Sono noti gli effetti acuti del rame sulle larve di *M. galloprovincialis* ma non esistono informazioni sugli effetti cronici. Studi precedenti, hanno dimostrato che basse dosi di sostanze tossiche possono indurre una serie di risposte stimolatorie (Calabrese e Baldwin, 1999). In questo studio, l'esposizione di larve-D di *M. galloprovincialis*, a basse concentrazioni di rame in sequenza scalare, può aver determinato una stimolazione della crescita. Alcune ipotesi possono essere avanzate per spiegare i risultati ottenuti in questo esperimento:

1 - Ormesi (sensu Stebbing, 1981) che ha determinato una stimolazione della crescita maggiore rispetto a quella del controllo.

2 - Effetti indiretti del metallo non identificati che in qualche modo interferiscono con il microcosmo inquinato: ad esempio induzione della crescita delle microalghe o flora batterica, migliorando la qualità del cibo.

## Bibliografia

- CALABRESE E.J., BALDWIN L.A. (1999) - Evidence that hormesis represents an “Overcompensation” response to a disruption in homeostasis. *Ecotox. Environ. Saf.*, **42**: 135-137.
- LEE D.R. (1980) - Reference toxicants in quality control of aquatic bioassays. In: Buikema A.L., Cairns J. (eds), *Aquatic Invertebrate Bioassays*, ASTM STP 715. *America Society for Testing and Materials*. Philadelphia: 188-199.
- PRATO E., BIANCOLINO F., SCARDICCHIO C. (2006) - Test for acute toxicity of copper, cadmium and mercury to five species of marine organisms. *Turkish Journal of Zoology*, (in press).
- STEBBING A.R.D. (1981) - Hormesis stimulation of colony growth in *Campanularia flexuosa* (hydrozoa) by copper, cadmium and other toxicants. *Aquatic Toxicol.*, **1**: 227-238.

G. RELINI, S. LA POSTA\*

Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse, Dip.Te.Ris., Università di Genova,  
Corso Europa, 26 – 16132 Genova, Italia.  
biolmar@unige.it

\*Direzione Generale Protezione della Natura, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio,  
Roma, Italia.

## REVISIONE DELLA CHECKLIST DELLA FAUNA MARINA ITALIANA

### UPDATING OF ITALIAN CHECKLIST OF MARINE FAUNA

**Abstract** – A revision of the list, of the scientific nomenclature and geographical distribution of the marine fauna in the Italian seas were carried out by the Italian Society of Marine Biology with the support of the Ministry of Environment. In the previous checklist, made in 1993-95, 9.309 species were listed, at present (2005) 10.313 are recorded in nine main marine biogeographical areas. Endemic and allochthonous species are recorded too.

**Key-words:** biodiversity, aquatic animals, Italian seas.

**Introduzione** – Tra il 1993 ed il 1995 per interessamento del Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente, della CEE e del Comitato Scientifico per la Fauna d'Italia, è stata pubblicata la checklist delle specie della fauna italiana (Minelli *et al.*, 1993-1995). Sono state elencate 57.000 specie riunite in 110 fascicoli di cui 32 riguardano totalmente o in parte le 9.309 specie marine che rappresentano quindi il 16% circa della fauna italiana. Essendo ormai passati più di 10 anni dalla pubblicazione dei summenzionati fascicoli, era urgente un aggiornamento, in particolare della fauna marina.

Quella terrestre e d'acqua dolce è stata oggetto di un approfondito studio. Infatti, dopo l'informatizzazione della checklist e la sua messa in rete (<http://checklistfaunaitalia.it>) è stato realizzato il progetto CKmap (checklist mapping) (Stoch, 2004). I dati di distribuzione di oltre 10.000 specie terrestri e d'acqua dolce sono state georeferenziate; è stato realizzato un software interattivo per l'esplorazione dei dati e delle cartine di distribuzione (<http://ckmap.faunaitalia.it>) e pubblicato un volume (Ruffo e Stoch eds., 2005).

In attesa di poter fare qualcosa di simile per i più importanti taxa marini, la Direzione Generale per la Protezione della Natura del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio ha incaricato la Società Italiana di Biologia Marina (S.I.B.M.) di aggiornare la nomenclatura e la presenza delle specie marine fornendo qualche ulteriore informazione sulla distribuzione nei mari italiani.

**Materiali e metodi** – La lista di partenza è quella pubblicata da Calderini (Minelli *et al.*, 1993-1995) e disponibile sul sito del Ministero. Le novità maggiori sono l'eliminazione del codice numerico e l'ampliamento delle aree marine, dalle tre previste dalla FAO per le statistiche della pesca, alle nove proposte da C.N. Bianchi (2004). Sono introdotte indicazioni per le specie minacciate, alloctone ed endemiche ed i principali sinonimi soprattutto in riferimento alla precedente checklist. Sono stati coinvolti direttamente 76 autori e consultati un centinaio di esperti italiani e stranieri.

**Risultati** – Dopo un faticoso lavoro di quasi due anni, dovuto anche alla mancanza di specialisti italiani, tutti i taxa sono stati rivisti anche se alcuni richiederanno un ulteriore controllo a causa della mancanza di esperti mediterranei e/o dell'attuale incertezza nella sistematica.

Dalle 9.309 specie del 1993-95 si è passati alle 10.313 di cui 1.073 protozoi (Tab. 1). Per ogni taxon sono stati preparati, oltre alla tabella delle specie, una breve descrizione del gruppo sistematico corredata dalla bibliografia essenziale. Il tutto sarà disponibile sul sito del Ministero e su quello della SIBM.

Tab. 1 - Numero di specie per taxa censite nel 1995 e nel 2005.

*Number of species per taxa listed in 1995 and 2005.*

Fascicoli	TAXA	1995	2005
1	PROTOZOI	1.047	1.073
2	PORIFERI	472	495
3	CTENOFORI e CNIDARI	489	528
4	NEMERTINI ed altri	436	635
5-6	DIGENEI e CESTODI	344	362
7	GASTROTRICHI	138	153
8	ROTIFERI	7	40
9-11	NEMATODI	377	595
12	KINORHYNCHI ed altri	46	73
13-18	MOLLUSCHI	1.518	1.613
19	ECHIURI e SIPUNCULIDI	23	30
19-20	ANNELIDI	839	911
24-25	ACARI e PYCNOGONIDI	102	106
26-31	CROSTACEI	2.262	2.384
107-108	TARDIGRADI e LOPHOPHORATI	376	435
109	DEUTEROSTOMI (escl. Vertebrata)	307	341
110	VERTEBRATI	526	539
	<b>TOTALE</b>	<b>9.309</b>	<b>10.313</b>

**Conclusioni** – L’aggiornamento della lista delle specie animali dei mari italiani assume un ruolo importante anche in relazione agli impegni del nostro paese nell’ambito delle convenzioni internazionali riguardanti la biodiversità ed in particolare la Convenzione di Rio del 1992 e di Barcellona del 1995 (protocollo SPA/BIO). L’indicazione della presenza delle specie nelle nove zone consente di avere un’idea, sia pur di massima, della loro distribuzione e di sapere quali aree necessitano una maggiore conoscenza.

#### Bibliografia

- BIANCHI C.N. (2004) - Proposta di suddivisione dei mari italiani in settori biogeografici. *Notiziario SIBM*, **46**: 57-59.
- MINELLI A., RUFFO S., LA POSTA S. (eds) (1993-1995) - *Checklist delle specie della fauna italiana*. Calderoni, Bologna: fascicoli 1-110.
- RUFFO S., STOCH F. (eds) (2005) - *Checklist e distribuzione della fauna italiana*. Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, 2 serie, Sezione Scienze della Vita 16.
- STOCH F. (2004) - Banche dati e distribuzione della fauna italiana: gli invertebrati. Atti Convegno “La conoscenza botanica e zoologica in Italia: dagli inventari al monitoraggio”, Università di Roma “La Sapienza”, 14 dicembre 2001. *Quaderni di Conservazione della Natura*, **18**: 21-36.

B. TACCHI, C. CORRÀ, G. GRECO, F. TRIELLI\*, A. AMAROLI, F. GARAVENTA\*,  
M. FAIMALI, M.U. DELMONTE CORRADO\*

ISMAR-CNR Sezione di Genova, Via de Marini, 6 - 16149 Genova, Italia.  
brunotacchi@libero.it

\*Dip.Te.Ris., Università di Genova, Italia.

## ALTERAZIONE DELLE PRIME FASI DI SVILUPPO DEL BIOFILM COME NUOVO BIOSAGGIO PER INDAGINI ECOTOSSICOLOGICHE DI LABORATORIO

### *ALTERATIONS IN EARLY BIOFILM DEVELOPMENT AS A NEW LABORATORY ECOTOXICOLOGICAL BIOASSAY*

**Abstract** - *In this work a new ecotoxicological bioassay is presented; early stage biofilm development could represent an interesting tool to evaluate the toxicity of xenobiotic compounds. The methodology is based on the counts of some microorganism belonging to marine biofilm community and it proved to be cheap, rapid, effective and repeatable.*

**Key-words:** *bacteria, biofilms, bioassays, ecotoxicology.*

**Introduzione** - L'utilizzo di una comunità eterogenea di organismi (biofilm) in saggi ecotossicologici per studiare l'effetto di sostanze xenobiotiche immesse dall'attività antropica nell'ambiente marino può rappresentare un valido strumento di indagine in grado di evidenziare alterazioni ad un livello di organizzazione funzionale maggiormente complessa (microecosistema) rispetto al classico utilizzo delle singole specie modello. In questo contesto è stato rielaborato un protocollo, precedentemente proposto per la valutazione dell'inquinamento organico (Tacchi e Paganelli, 2000), per nuove finalità applicative nel settore della tossicologia ambientale. La valutazione della tossicità di una sostanza avviene attraverso l'esame di alcune popolazioni di organismi che caratterizzano il biofilm marino nelle prime fasi di sviluppo: batteri, che si possono presentare in forma dispersa, flocculata o filamentosa (Costerton e Irvin, 1981) e protozoi flagellati e ciliati. Gli scopi di questo lavoro sono stati quindi l'ottimizzazione del protocollo operativo di esecuzione del test di laboratorio e la verifica sperimentale della ripetibilità del biosaggio mediante l'utilizzo di una sostanza di riferimento ( $\text{CdCl}_2$ ; CAS 10108-64-2) e di un residuo (2,3 eposs-2 metil-1,4 naftochinone; EMN) della sintesi industriale della vitamina K utilizzata come additivo per alimenti del settore zootecnico fornito dalla Vanetta s.p.a. (CE).

**Materiali e metodi** - Campioni di acqua marina naturale non filtrata sono stati trasferiti in laboratorio e mantenuti in condizioni controllate. Aliquote di questi campioni sono state utilizzate per preparare le soluzioni, in beaker da 300 ml, di  $\text{CdCl}_2$  e EMN in scala logaritmica.

Vetrini coprioggetto, opportunamente montati su supporti galleggianti, sono stati inseriti in doppio nei diversi beaker come superficie di analisi del processo di sviluppo del biofilm. I microorganismi insediati sui vetrini dopo 24 ore di contatto con le diverse soluzioni sono stati quantificati al microscopio ottico utilizzando un indice di sviluppo del biofilm (EBDI, Early Biofilm Development Index) che considera i microorganismi rilevati (Tacchi e Paganelli, 2000). Il test è stato ripetuto tre volte utilizzando campioni di acqua prelevati dallo stesso sito ogni due settimane. I dati ottenuti sono stati trattati mediante ANOVA e SNK test per verificare la ripetibilità del test e per il calcolo della LOEC (minor concentrazione efficace osservabile). I valori delle concentrazioni mediane di efficacia ( $\text{EC}_{50}$ ) sono stati calcolati utilizzando il trimmed Spearman-Kärber Method.

**Risultati** – Dai risultati delle tre ripetizioni del biosaggio, effettuate per ognuna delle due sostanze utilizzate ( $\text{CdCl}_2$  e EMN), si è osservata una inibizione significativa dello sviluppo degli organismi modello del biofilm marino (batteri e protozoi) direttamente correlata all'aumento delle concentrazioni delle sostanze testate. L'effetto tossico è stato evidenziato mediante la percentualizzazione dell'indice EBDI del biofilm trattato rispetto ai valori dell'indice rilevati nel controllo .

Le ripetizioni del test, per entrambe le molecole, mostrano un andamento della % di EBDI quasi sovrapponibile (ANOVA:  $\text{CdCl}_2$   $F=2,89$   $p=0,08$ ; EMN  $F=0,9$   $p=0,42$ ). Si osserva inoltre una completa inibizione dello sviluppo del biofilm a partire da  $10 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ , per quanto riguarda il tossico di riferimento  $\text{CdCl}_2$  e da  $1 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  per l'EMN. I valori di  $\text{EC}_{50}$  e LOEC calcolati come media dei valori delle tre ripetizioni (Tab. 1) evidenziano una tossicità dell' EMN di un ordine di magnitudo superiore al tossico di riferimento.

Tab. 1 - Sintesi dei risultati ottenuti.

*Summarized results.*

	$\text{EC}_{50}$ (M $\pm$ DS)	LOEC
$\text{CdCl}_2$	$0,10 \pm 0,031 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$	$0,05 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$
EMN	$0,03 \pm 0,006 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$	$0,01 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$

**Conclusioni** – Il biosaggio di laboratorio proposto si è dimostrato veloce, semplice ed estremamente sensibile nell'evidenziare effetti significativi di inibizione della crescita di un biofilm marino multispecifico in risposta a stress di origine chimica e antropica. Confrontando il valore mediano di efficacia alle 24 h, ottenuto in questa sperimentazione con la sostanza di riferimento  $\text{CdCl}_2$  ( $0,10 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ), con l' $\text{EC}_{50}$  riscontrato per la stessa sostanza mediante il test Microtox® da Fulladosa *et al.*, 2005 ( $60 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ), emerge una significativa differenza di sensibilità del microecosistema utilizzato per il calcolo dell'EBDI rispetto a saggi che utilizzano singoli microorganismi. La presente metodologia può quindi essere proposta come base per ulteriori indagini specificatamente disegnate per verificare l'affidabilità del biosaggio nei confronti di un ampio range di sostanze tossiche e di matrici ambientali notoriamente più complesse (sedimenti marini).

#### Bibliografia

- COSTERTON J.W., IRVIN T.R. (1981) – The Bacterial Glicolax in Nature and Disease. *Ann. Re. Microbiol.*, **32**: 299.
- FULLADOSA E., MURAT J.C.B, VILLAESCUSA I. (2005) – Effect of cadmium(II), chromium(VI), and arsenic(V) on long-term viability- and growth-inhibition assays using *Vibrio fischeri* marine bacteria. *Arch. Environ. Con. Tox.*, **49** (3): 299-306.
- TACCHI B., PAGANELLI L. (2000) – Test biologico di laboratorio per la valutazione del grado di inquinamento organico delle acque (V.I.O.), esprimibile mediante indici numerici.. *Biol. Mar. Medit.*, **7** (1): 929-932.

A. TIMPANARO\*, S. ORECCHIO, L. CULOTTA, M.R. MANNINO, A. GIANGUZZA, G. SARÀ\*

Dipartimento di Chimica Analitica, Università di Palermo, Via delle Scienze – 90100 Palermo, Italia.  
orecchio@unipa.it

\*Dipartimento di Biologia Animale, Università di Palermo, Via Archirafi, 18 – 90123 Palermo, Italia.

## VARIAZIONE DEI LIVELLI DI CONCENTRAZIONE DI IPA IN *PATELLA COERULEA* NELLE ACQUE COSTIERE SICILIANE

### *PAHS CONCENTRATION CHANGES IN PATELLA COERULEA IN SICILIAN WATERS*

**Abstract** – PAHs concentrations were measured in the mollusc *Patella coerulea* flesh collected in Spring 2004 from Sicilian clean and polluted sites. PAHs varied significantly among the controls and impacts, particularly as regards the most representative compounds such as phenanthrene, pyrene, benzo(a)pyrene and di-benzo(a)anthracene.

**Key-words:** aromatic hydrocarbons, marine molluscs, tissue concentration, pollution, Mediterranean Sea.

**Introduzione** – I molluschi sono da decenni utilizzati nel monitoraggio ambientale della contaminazione chimica degli ambienti costieri (Pena-Mendez *et al.*, 1999). Essi infatti possono raccogliere le informazioni della variabilità ambientale collegata agli *input* antropogenici ed in particolare possono essere considerati organismi sentinella poiché concentrano, nei loro tessuti, differenti contaminanti come per esempio gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare la variazione della concentrazione degli IPA in *Patella coerulea* (Linnaeus, 1758) raccolte da alcuni siti delle coste siciliane.

**Materiali e metodi** – Il campionamento di *P. coerulea* è stato effettuato nella primavera del 2004 in 6 aree delle coste siciliane: Augusta (SR), Siracusa, Catania, Palermo, Cefalù (PA) e Marsala (TP). In ogni sito, sono stati raccolti 25 esemplari di dimensioni omogenee (asse maggiore=2.1±0.4 cm) di *P. coerulea*. I campioni sono stati analizzati per 19 IPA in triplice replica (µg DW kg<sup>-1</sup>). I dati ottenuti sono stati elaborati con l'Analisi della Varianza (ANOVA).

**Risultati** – I valori di IPA variavano tra 101.3±51.2 µg DW kg<sup>-1</sup> in quei siti non influenzati da attività antropiche (detti controlli) e 451.8±191.8 µg DW kg<sup>-1</sup> nei siti maggiormente impattati da esse (detti impatti) (ANOVA, p<0.05). La percentuale dei singoli IPA nei tessuti di *P. coerulea* è risultata differente tra i due trattamenti (Fig. 1) in quanto il fenantrene rappresentava il ~37% del totale nei controlli, mentre il ~18% negli impatti. Il dibenzo (a,h.)anthracene rappresentava il 3% nei controlli e il 14% negli impatti, mentre il pirene rimaneva costante in entrambi i trattamenti (13.5%). Il benzo(a)pirene negli impatti era oltre 6 volte superiore rispetto ai controlli (16.7± µg DW kg<sup>-1</sup> vs 2.5± µg DW kg<sup>-1</sup>), ma in termini percentuali era simile (2.4% vs il 4.2% rispettivamente nei controlli e negli impatti). Tutti gli altri 15 composti erano più o meno differentemente rappresentati in funzione del trattamento, ma non contribuivano mai più del ~3%.

**Conclusioni** – I livelli di concentrazione in *P. coerulea* delle acque costiere siciliane sono risultati maggiori rispetto alla media delle concentrazioni rilevate in altre aree mediterranee (Baumard *et al.*, 1998). Il fenantrene in particolare è risultato il composto più rappresentato, mentre il pirene rimaneva costante nei tessuti dei molluschi a prescindere dal livello di contaminazione ambientale. Il benzo(a)pirene, uno tra i composti



più studiati in letteratura (Pickering, 2000), era in concentrazione abbastanza limitata sia nei controlli che negli impatti anche se nei siti impatto la sua concentrazione era doppia rispetto a quella rilevata nei controlli. I risultati del presente lavoro mostrano l'utilità dei molluschi, in particolare quelli del genere *Patella*, come organismi sentinella nello studio della contaminazione ambientale (Pena-Mendez *et al.*, 1998).

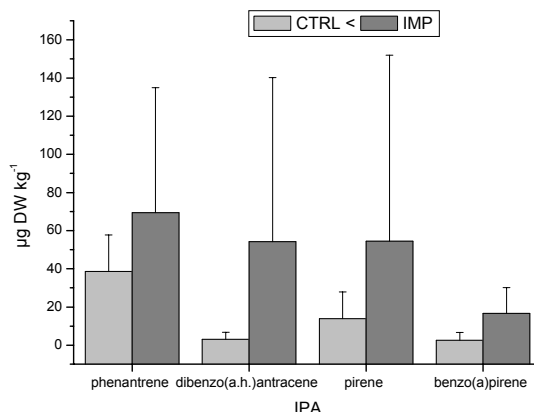


Fig. 1 - Concentrazioni negli IPA più rappresentativi nel confronto tra siti controllo e siti impatto.  
Concentrations of the most represented PAHs comparing controls and impacts.

### Bibliografia

- BAUMARD P., BUDZINSKI H., MICHON Q., GARRIGUES P., BURGEOT T., BELLOCQ J. (1998) - Origin and bioavailability of PAHs in the Mediterranean Sea from mussel and sediment records. *Est. Coast. Shelf Sci.*, **47**: 77-90.
- PENA-MENDEZ E.M., GARCIA-MONTELONGO F. (1998) - Hydrocarbon contamination in the Canary Islands. II. Intertidal limpet *Patella ulyssiponensis aspera*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **61**: 72-79.
- PICKERING R.W.J. (2000) - Toxicity of polyaromatic hydrocarbons other than benzo[a]pyrene: a review. *Toxicol. Cutaneous Ocul. Toxicol.*, **1**: 55- 67.

V. TOZZINI, A. STURM\*, I. CORSI

Dipartimento di Scienze Ambientali "G. Sarfatti", Università di Siena,  
Via Mattioli, 4 - 53100 Siena, Italia.  
tozzini3@unisi.it

\*Nutritional Sciences Resrarch Division, King's College London,  
150 Stamford Street London SE1 9NH, UK.

## HIGH NEUROTOXIC RISK TO CHES IN BLUEFIN TUNA (*THUNNUS THYNNUS THYNNUS*) REVEALED BY HIGH *IN VITRO* SENSITIVITY TO ORGANOPHOSPHATES

### *ELEVATO RISCHIO NEUROTOSSICO DELLE CHES NEL TONNO ROSSO (THUNNUS THYNNUS THYNNUS) SULLA BASE DELLA ALTA SENSIBILITÀ IN VITRO AGLI ORGANOFOSFORICI*

**Abstract** – The aim of this study was to characterize ChE activities in brain and muscle of bluefin tuna (*Thunnus thynnus thynnus*) and to investigate tissue-specific sensitivity of this activity to OP insecticides *in vitro*. A single ChE enzyme showing high sensitivity to OPs was found in both tissues, suggesting that OPs pose a neurotoxic threat to the species.

**Key-words:** ChE, organophosphate insecticides, bluefin tuna, brain, muscle.

**Introduction** – Cholinesterases (ChE) are a class of serine-hydrolase; in vertebrates they are found in two forms, acetylcholinesterase (AChE) and butyrylcholinesterase (BChE), coded by different genes. AChE, mainly found in the CNS and muscle, hydrolyses acetylcholine (ACh), whereas BChE is mainly found in plasma and its function is unclear. Organophosphate (OP) insecticides and carbamates inhibit ChE activity, making ChE a valid biomarker of exposure and effect for biomonitoring these compounds in the aquatic environment (Massoulié, 2002).

The aim of the present study was to characterise ChE activity in white muscle and brain of bluefin tuna (*Thunnus thynnus thynnus*) and to investigate its *in vitro* sensitivity to OPs used in agriculture and aquaculture.

**Materials and methods** – Fifty adult specimens of *T. thynnus thynnus* (150±25 cm) were fished off Sicily in August 2004. ChE activities were determined by the method of Ellman *et al.* (1961) in fragments of white muscle and brain homogenised in low salt Triton buffer (Romani *et al.*, 2003). Acetylthiocholine (ASCh), butyrylthiocholine (BSCh) and propionylthiocholine (PrSCh) were used as substrates (1 mM). The carbamate Eserine was tested at 1 mM, whereas Iso-OMPA and BW284c51, specific inhibitors of BChE and AChE were tested in the range 10<sup>-12</sup>-10<sup>-3</sup> M, as was the OP DFP (10<sup>-13</sup>-10<sup>-8</sup> M). The other two OP, Fenitrothion and Azamethiphos were tested in the range 10<sup>-9</sup>-10<sup>-3</sup> M. Total protein content was measured by the method of Bradford (1976). The results were analysed using the programme Statistica 6.0 (StatSoft Inc. 2001, USA).

**Results** – ASCh and PrSCh were found to be the preferred substrates in both tissues, eliciting significantly higher activities than BSCh (p>0.05) (brain: ASCh 240.61±12.63, BSCh 149.29±5.60, PrSCh 256.04±10.48 nmol/min/mg prot; muscle: ASCh 67.22±1.63; BSCh 43.03±1.72; PrSCh 54.84±1.98 nmol/min/mg prot). Brain had much higher ChE activities than white muscle (p<0.05) with all substrates. No ASCh substrate inhibition, a distinctive character of the enzyme AChE, was observed in either tissue. Eserine caused more than 90% inhibition in both tissues, confirming that the enzyme activity

measured was that of a cholinesterase. Iso-OMPA and BW248c51 caused similar inhibition in brain and muscle with all substrates ( $IC_{50}$   $10^{-6}$  M and  $10^{-5}$  M respectively) suggesting similar ChE activities in both tissues as well as evidence of the presence of one ChE with characteristics intermediate between those typically observed for AChE and BChE. ChE vs ASCh activity was very sensitive to the OP DFP in both tissues ( $IC_{50}$   $10^{-9}$  M and  $10^{-8}$  M, respectively in brain and muscle) as well as azamethiphos ( $IC_{50}$   $10^{-8}$  M in both tissues) and fenitrothion ( $IC_{50}$   $10^{-7}$  M in both tissues).

**Conclusions** – The low substrate specificity and high sensitivity of selective inhibitors indicated the presence of a single ChE with characteristics intermediate between AChE and BChE, as described in muscle of other teleosts (Rodríguez-Fuentes and Gold-Bouchot, 2004; Sturm, 1998; Stieger *et al.*, 1989). The high sensitivity of the activity to OPs in both tissues suggests that these insecticides would have neurotoxic effects that could compromise the reproductive success and survival of the species (Sandahl *et al.*, 2005). The fact that tuna brain and muscle had the same sensitivity means that non-destructive methods such as muscle biopsy can be used to monitor exposure to OPs and to predict the neurotoxic risk to which the species is exposed. This aspect is important in relation to the increasing practice of mariculture close to the coasts where the fish may be particularly exposed to OP insecticides.

#### References

- ELLMAN G.L., COURTNEY K.D., ANDRES JR V., FEATHERSTONE R.M. (1961) - A new rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochem. Pharmacol.*, **7**: 88-95.
- MASSOULIÉ J. (2002) - The origin of the molecular diversity and functional anchoring of cholinesterase. *Neuro. Signals*, **11**: 130-143.
- RODRÍGUEZ-FUENTES G., GOLD-BOUCHOT G. (2004) - Characterization of cholinesterase activity from different tissues of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Mar. Environ. Res.*, **58**: 505-509.
- ROMANI R., ANTOGNELLI C., BALBRACCHINI F., DE SANTIS A., ISANI G., GIOVANNINI E., ROSI G. (2003) - Increased acetylcholinesterase activities in specimens of *Sparus aurata* exposed to sublethal copper concentrations. *Chemico-Biological Interactions*, **145**: 321-329.
- SANDAHAL J.F., BALDWIN D.H., JENKINS J.J., SCHOLZ N.L. (2005) - Comparative threshold for acetylcholinesterase inhibition and behavioral responses in coho salmon exposed to chlorpyrifos. *Environ. Toxicol. Chem.*, **24** (1): 136-145.
- STIEGER S., GENTINETTA R., BRODBECK U. (1989) - Cholinesterase from flounder muscle. *Eur. J. Biochem.*, **181**: 633-642.
- STURM A., DA SILVA DE ASSIS H.C., HANSEN P.D. (1999) - Cholinesterase of marine teleost fish: enzymological characterization and potential use in the monitoring of neurotoxic contamination. *Mar. Environ. Res.*, **47**: 389-398.