

Fioriture algali di *Ostreopsis ovata* (Gonyaulacales: Dinophyceae): un problema emergente

Giuseppe Sansoni^{1*}, Bruno Borghini¹, Gino Camici¹,
Monica Casotti¹, Paolo Righini², Chiara Rustighi³

¹ ARPAT, Dipartimento Provinciale di Massa Carrara, Via del Patriota, 2 – 54100 Massa.

² ARPAT, Dipartimento Provinciale di Livorno, Via Marradi, 114 – 57126 Livorno

³ Centro Sub Alto Tirreno, Massa (MS)

* Autore referente per la corrispondenza (Fax: 0585 47000; e-mail: g.sansoni@arpat.toscana.it)

Pervenuto il 5.11.2001; accettato il 16.4.2002

Riassunto

Vengono presentati i risultati delle osservazioni su fioriture algali di *Ostreopsis ovata*, accompagnate da estese morie di organismi appartenenti a diverse cenosi bentoniche animali e vegetali, verificatesi nelle stagioni estive degli anni 1998, 2000 e 2001 nel mare costiero apuano (Toscana nord-occidentale). L'intensità massima del fenomeno si è manifestata in un tratto di litorale nel quale opere di difesa dall'erosione circoscrivono uno specchio marino a debole ricambio idrico, soggetto quindi a maggior riscaldamento delle acque. In concomitanza con la fioritura algale, numerose persone che avevano soggiornato in tali zone e verosimilmente inalato aerosol marino hanno accusato malesseri di diversa intensità alle prime vie respiratorie.

PAROLE CHIAVE: fioriture algali; tossine algali; *Ostreopsis ovata*; morie d'invertebrati marini.

Abstract

Algal blooms of *Ostreopsis ovata* (Gonyaulacales: Dinophyceae): an emerging problem

The observations of summer blooms of *Ostreopsis ovata* in the Apuan benthic seawaters (Tuscany, Italy) from 1998 to 2001 are presented. Heavy consequences for benthic communities.

This phenomenon has taken place in a sheltered marine area which has a slow water circulation and heating of the waters. The inhalation of marine aerosols has also caused human malaises.

KEY WORDS: algal blooms; algal toxins; *Ostreopsis ovata*; marine invertebrate mortality.

INTRODUZIONE

Le fioriture algali marine, soprattutto quelle attribuibili ai dinoflagellati, sono ritenute responsabili della produzione di tossine che possono causare morie di organismi marini (ANDERSON, 1989, VOLTERRA, 1989).

Alcuni dinoflagellati epibentici, principalmente *Gambierdiscus toxicus*, ma anche diverse specie di *Ostreopsis* (*O. siamensis*, *O. ovata*, *O. lenticularis*), o altre appartenenti ai generi *Prorocentrum* e *Coolia*, producono tossine del gruppo della ciguatera. Anche l'uomo

può ingerire le tossine consumando pesci o altri organismi marini che le hanno preventivamente bioaccumulate mediante la catena alimentare (ANDERSON e LOBEL, 1987; HALLEGRAEFF, 1993; BOMBER *et al.*, 1989; BRUSLÉ, 1997; GLAZIOU e LEGRAND, 1994; RUSSEL e EGEN, 1991).

Ostreopsis ovata, la peridinea più piccola del genere (dimensioni 47-55µm x 27-35µm) (FUKUYO, 1981), sebbene produca tossine del gruppo della ciguatera è

ritenuta tossica solo per gli animali marini; in letteratura non sono segnalati casi d'intossicazione alimentare umana attribuibili chiaramente ad essa. Scopo del presente lavoro è segnalare le conseguenze sulle biocenosi bentoniche e casi di malesseri umani concomitanti con evidenti fioriture di *O. ovata*, verificatisi presso il litorale apuano negli anni 1998, 2000 e 2001.

MATERIALI E METODI

L'area indagata, compresa nel tratto di mare più prossimo alla riva, è larga circa 100 m e si estende per circa 13 km sul litorale della provincia di Massa-Carrara (Fig. 1); informazioni addizionali su eventi analoghi sono state raccolte anche su altri litorali italiani.

Il tratto centrale del litorale apuano, a levante del porto di Marina di Carrara, è soggetto a fenomeni erosivi ed è stato perciò difeso da scogliere parallele e perpendicolari alla riva. Questi interventi hanno provocato una compartimentazione in specchi d'acqua, con un conseguente debole ricambio idrico che sembra giocare un ruolo rilevante per la comparsa e l'intensità della fioritura algale nel periodo tardo-estivo.

Lo spunto per l'avvio dell'indagine che ha condotto all'accertamento della fioritura di *O. ovata* è stato tratto dalla segnalazione, pervenuta all'inizio dell'agosto 1998, di malesseri sofferti da diverse decine di turisti mentre soggiornavano in un breve tratto di spiaggia. Accertata preventivamente l'assenza di trattamenti fitosanitari e di altre attività che avessero potuto influire sul fenomeno segnalato, l'indagine si è concentrata sulla qualità delle acque marine in questi particolari tratti di mare (che in pratica sono racchiusi tra barriere perpendicolari e parallele alla costa, costituite da scogliere in massi ciclopici), privilegiando l'osservazione microscopica di campioni d'acqua e, soprattutto, eseguendo, mediante immersione in apnea, un'accurata ispezione visiva delle acque e delle biocenosi bentoniche.

Durante tali sopralluoghi è stata constatata la presenza di una pellicola gelatinosa perfitica brunastra che ricopriva monotonamente i substrati sommersi; tale pellicola è stata sottoposta ad esame microscopico. Per gran parte degli aspetti indagati (schiume superficiali, opalescenza delle acque, segni d'anaerobiosi sui fondali, stato di sofferenza delle cenosi bentoniche, materiali di consistenza gelatinosa in sospensione) i risultati sono stati espressi in una scala arbitraria d'intensità del fenomeno, da assente ad elevata.

Nel 1998, considerata l'intensa opalescenza biancastra delle acque, si è proceduto, dopo blanda centrifugazione dei campioni raccolti (10 minuti a 500 rpm), al conteggio in camera di Burkner degli aggregati di particelle sospese con dimensioni comprese tra 5 e 50 μm .

Anche l'osservazione delle alghe nelle acque è stata condotta in microscopia a luce trasmessa e in contrasto di fase, a 400 x, su campioni sottoposti a blanda centrifugazione.

RISULTATI E DISCUSSIONE

In quasi tutte le aree indagate, le acque, viste dalla superficie, si presentavano da leggermente opalescenti a torbide, riflettendo la luce in modo tale da produrre un "effetto nebbia" che riduceva la trasparenza fino a soli circa 15 cm. Sporadicamente erano presenti anche "fiocchi" di materiale sospeso di ridotte dimensioni (alcuni cm) che, in controluce, mostravano una leggerissima trama ialina con una punteggiatura finissima rossastra (dovuta a milioni di cellule di *O. ovata*, come rivelato dall'esame microscopico).

In alcuni campioni d'acqua si è proceduto al conteggio in camera di Burkner degli aggregati sospesi di dimensioni da 5 a 50 μm , riscontrandone concentrazioni tali da giustificare la torbidità rilevabile ad occhio nudo (fino a 8 milioni di aggregati/litro). Gli aggregati erano costituiti prevalentemente da particelle minori di 1 μm , tenute assieme da materiale gelatinoso trasparente.

Sulla superficie degli specchi marini protetti dalle scogliere erano inoltre riscontrabili chiazze galleggianti biancastre, d'aspetto gelatinoso, costituite da migliaia d'esoscheletri di cirripedi balanidi a conferma di una moria che aveva colpito tale popolazione. In altri casi sono stati riscontrati, in sospensione, aggregati sparsi di materiali molli, grumosi, sfrangiati, di color bruno costituiti da frammenti della pellicola perfitica distaccatasi dagli scogli (Fig. 2).

È opportuno tra l'altro sottolineare che nel tratto di mare in cui la fioritura si era manifestata con la massima intensità, la temperatura media delle acque da giugno ad agosto 1998 raggiunse un massimo di circa 25°C (fig. 3).

Nel 1998 l'esame microscopico dei campioni d'acqua di mare aveva rilevato costantemente la presenza di *O. ovata* in concentrazioni variabili da circa 3.000 a circa 50.000 cellule/litro (Fig. 4); non sono state riscontrate altre specie di alghe tossiche. Sebbene tali concentrazioni non fossero molto elevate, la diffusione della peridinea in un tratto di litorale molto ampio era indice di una intensa fioritura algale. Tale risultato è stato confermato dall'esame microscopico della pellicola gelatinosa brunastra che rivestiva il substrato, nella quale sono state riscontrate concentrazioni elevatissime di *O. ovata*, variabili da 250 milioni a 3 miliardi di cellule per litro di materiale.

Nel corso degli anni 2000 e 2001 l'indagine sulle acque si è limitata ad escludere la presenza di altre microalghe tossiche mediante analisi microscopica.

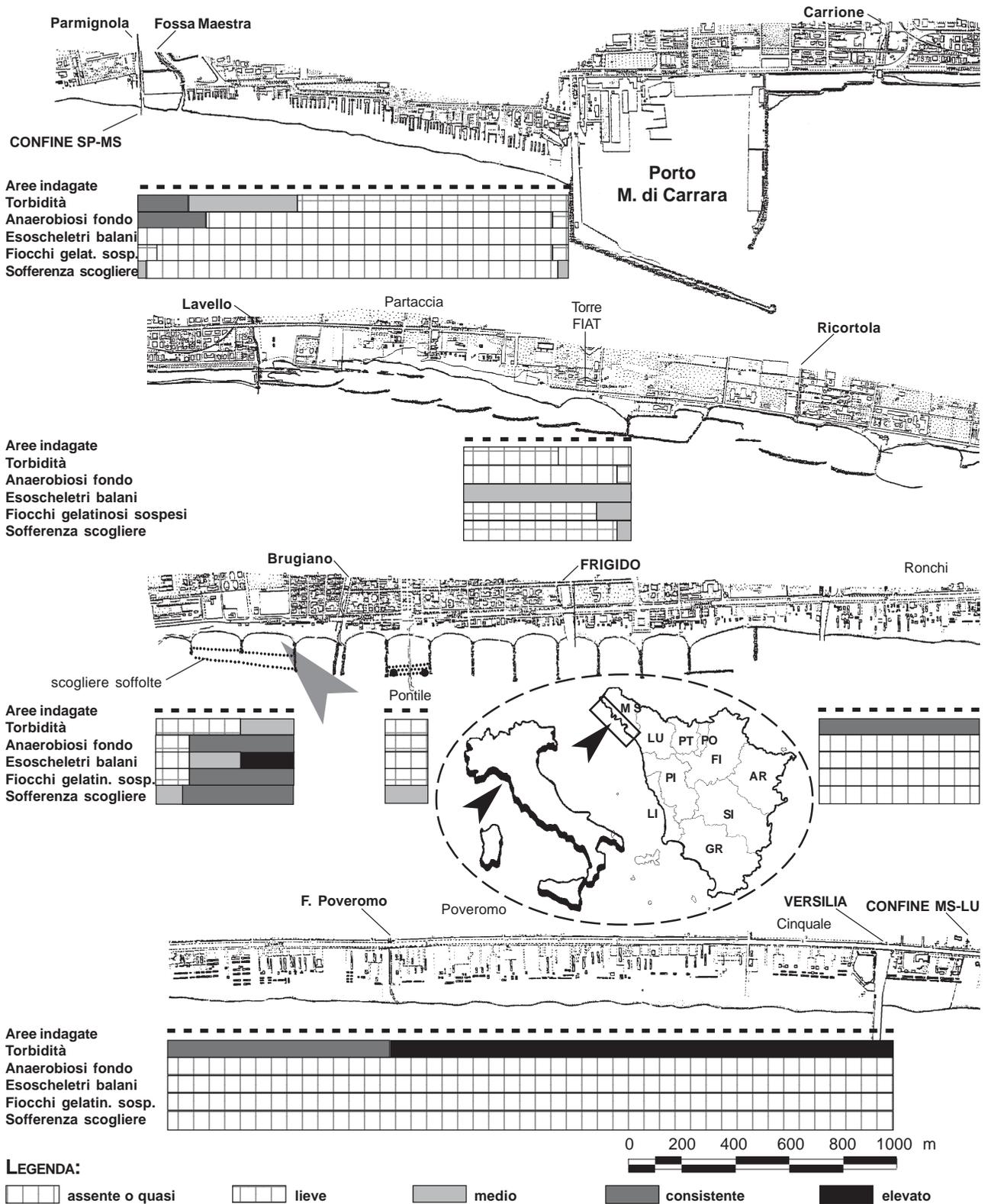


Fig. 1. Quadro d'insieme dei risultati dell'indagine ambientale. L'area d'indagine (nell'ovale tratteggiato) è la fascia d'acque marine prossima alla riva, lungo tutto il litorale della provincia di Massa-Carrara. Ogni aspetto è sinteticamente espresso in una scala arbitraria d'intensità. La freccia grigia indica lo specchio marino ove si è verificata la massima intensità della fioritura algale.

L'opalescenza delle acque è apparsa invece modesta nel 2000 e ancora molto contenuta nel 2001, mentre ha continuato a riscontrarsi la presenza di esoscheletri di balanidi, sia pure in quantità modeste.

L'osservazione delle più comuni biocenosi, eseguita nell'estate del 1998 nel tratto di mare interessato dal fenomeno della fioritura, ha evidenziato una situazione decisamente alterata riguardo a presenza (o assenza) e consistenza delle varie specie rinvenibili comunemente nei diversi piani.

Nel Piano Sopralitorale, non si notavano alterazioni delle popolazioni di gasteropodi (*Littorina neritoides*) e di cirripedi (*Chthamalus stellatus*), come del resto nei

numerosi esemplari osservati del granchio corridore (*Pachygrapsus marmoratus*), evidentemente non soggetti agli effetti diretti o indiretti della intensa fioritura della peridinea. Sui substrati duri del Piano Mesolitorale si osservava un gran numero d'impronte di patella (*Patella caerulea*) le cui conchiglie, ormai vuote, si rinvenivano in gran numero sul fondo, ai piedi delle scogliere. La situazione di "stress ambientale" è stata confermata dalla scarsa presenza di gasteropodi tipici di questo piano, quali *Monodonta turbinata*. Nell'orizzonte inferiore dello stesso piano risultavano inoltre praticamente assenti alcune specie caratteristiche, tra le quali il comune pomodoro di mare (*Actinia equina*).

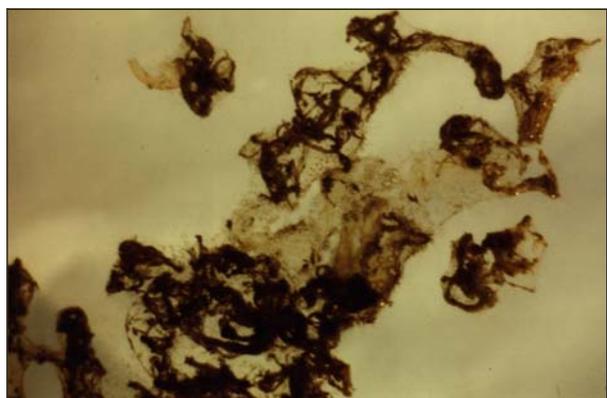


Fig. 2. I frammenti flottanti della pellicola di *O. ovata*, distaccatisi dal substrato, sono talora confusi con escrementi dispersi, a causa del colore e dell'aspetto (4 x).



Fig. 4. Individui d'*Ostreopsis ovata* (50 x 30 µm).

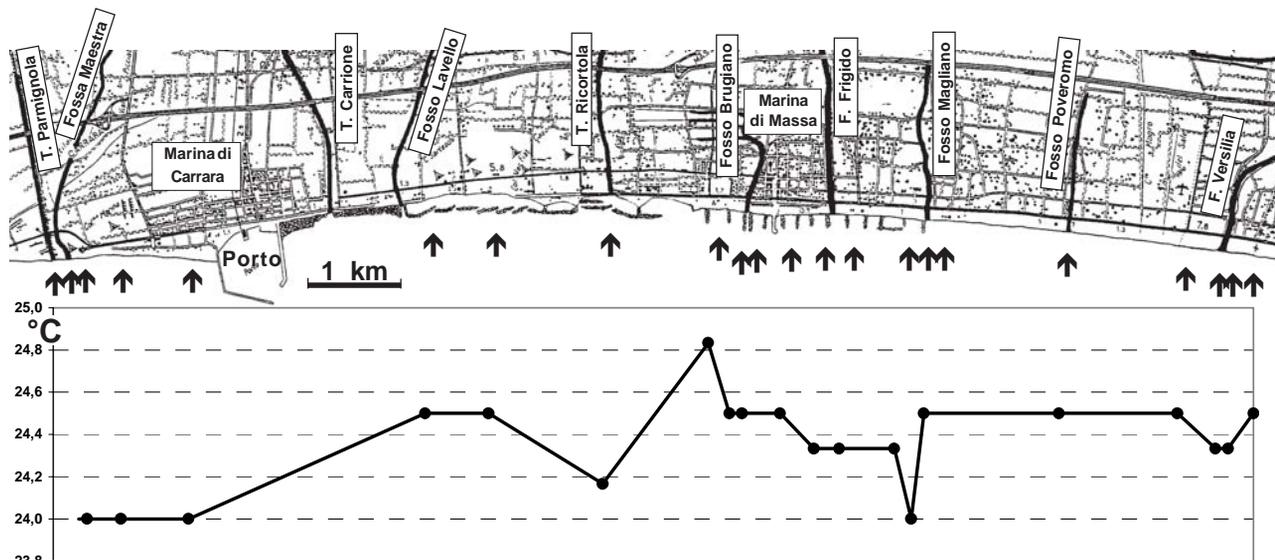


Fig. 3. Andamento della temperatura delle acque (media dei mesi giugno-agosto 1998; misure bimensili) lungo il litorale apuano. La massima intensità della fioritura algale e della compromissione delle biocenosi bentoniche si è manifestata nello specchio acqueo con la temperatura più elevata. Le frecce indicano la localizzazione dei punti di misura della temperatura.

Di particolare rilievo è stato il comportamento anomalo riscontrato nei banchi naturali di mitili (*Mytilus galloprovincialis*), localizzati preferenzialmente sulle scogliere semisommerse parallele alla linea di riva. Questi, infatti, anziché aderire tenacemente al substrato, mostravano un evidente allentamento dei filamenti del bisso, così che i bivalvi oscillavano, in modo innaturale, con il moto ondoso. Nei banchi di mitili, inoltre, si manifestava la mortalità di una frazione elevata della popolazione; sul fondo erano infatti presenti numerose valve vuote.

Nel Piano Infralitorale, l'impatto della fioritura era rappresentato dalla perdita degli aculei, in percentuale variabile fino alla loro totale scomparsa, rilevata in numerosi esemplari di riccio di mare (*Paracentrotus lividus*) (Fig. 5). Inoltre, numerosi dermascheletri depositati sul fondo testimoniavano l'elevata mortalità che aveva colpito questa specie (caratterizzata, come altre interessate al fenomeno, da una ridotta vagilità). La risposta allo stress ambientale fornita dalla popolazione del comune asteroide *Coscinasterias tenuispina* si manifestava invece nell'anomala postura delle braccia, riflesse verso il dorso. Sempre nello stesso piano sono risultati inoltre assenti anche le spugne e le ascidie (es. *Halocynthia papillosa*), solitamente frequenti e comuni nel piano infralitorale.

Nelle aree sottoposte a tale fenomeno colpiva l'aspetto uniforme degli scogli sommersi, in gran parte spogli dall'abituale copertura di fitobenthos e zoobenthos e ricoperti invece da una pellicola marrone di consistenza gelatinosa, i cui lembi flaccidi assecondavano il moto ondoso. Frammenti della pellicola, residui di una precedente copertura più estesa, aderivano anche alle valve dei mitili e agli aculei dei ricci.

All'esame microscopico la pellicola risultava costituita da una trama gelatinosa che ricopriva i residui di un corto tallo algale e inglobava particelle minerali polverulente, microalghe di diverse specie e organismi animali microscopici (ciliati, gastrotrichi, nematodi, larve di crostacei, ecc.). La sua superficie esterna appariva, invece, letteralmente brulicante della peridinea *O. ovata* (Fig. 6), il cui fitto rivestimento microalgale conferiva il colore marrone-rossastro alla pellicola.

Nel 1998, nei fondali a prevalente substrato mobile, soprattutto in prossimità delle scogliere e all'interno degli specchi d'acqua a minor ricambio, si rilevavano tracce più o meno marcate d'anaerobiosi. Tali tracce, consistenti in chiazze nerastre dovute all'azione di batteri solfito-riduttori, si rendevano particolarmente evidenti sollevando i massi (diametro 30-70 cm) ed osservandone la superficie precedentemente infossata nel substrato sabbioso. La frequenza, l'estensione e l'intensità contenuta del colore nerastro riscontrate deponavano per un fenomeno pregresso molto esteso

di anaerobiosi dei fondali e ormai superato o in fase di superamento, ad eccezione di siti localizzati. Tracce evidenti d'anaerobiosi sono state riscontrate con frequenza anche nei primi 20 cm di sedimenti sabbiosi, nei tratti di mare più chiusi, mentre la superficie del fondale appariva in condizioni normali. L'anaerobiosi dei sedimenti sabbiosi è, invece, risultata assente nei tratti di mare non racchiusi da scogliere.

Nei substrati mobili (sabbiosi) più prossimi alla riva sono stati inoltre rinvenuti dermascheletri di Spatangidi (echinidi irregolari), la cui morte recente era testimoniata dalla persistenza in situ dei sottili aculei, a testimonianza che anche tali aree erano state soggette direttamente o indirettamente alle conseguenze del fenomeno di fioritura algale precedentemente menzionato.

Nell'agosto 2000 è stato rilevato, nella stessa zona, un quadro analogo, ma di minor intensità: la popolazio-



Fig. 5. Sopra: esemplari sopravvissuti di *Paracentrotus lividus* in differenti stadi di perdita degli aculei. Sotto: esemplari sopravvissuti di *Coscinasterias tenuispina* con numero ridotto di braccia.

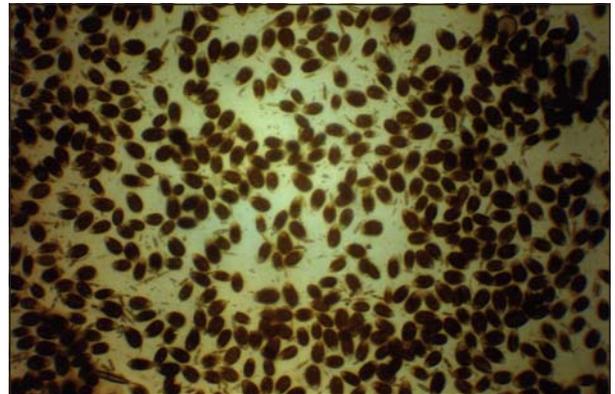


Fig. 6. Il biofilm bentonico che tappezza gli scogli sommersi è brulicante di *O. ovata*.

ne di alghe macroscopiche del Piano Mesolitorale di substrato duro, infatti, non mostrava sofferenza, mentre il tappeto algale subiva una certa rarefazione a maggiori profondità. In ogni caso, sia i popolamenti algali sia i fondali anche sabbiosi oltre i due metri di profondità erano ricoperti dalla pellicola di *O. ovata*, sotto forma di una trama reticolare di colore marrone-rossastro. Le tracce d'anaerobiosi risultavano molto contenute.

Nell'estate 2001, a parte la rarefazione dei popolamenti di macroalghe alle maggiori profondità (ridotte alla sola parte basale del tallo), l'intensità del fenomeno appariva ancora minore: i popolamenti di echinidi non evidenziavano una mortalità di rilievo, ma alcuni esemplari presentavano soltanto la perdita parziale o totale degli aculei (in circa il 30% della popolazione) mentre una apprezzabile mortalità si evidenziava nei banchi naturali di mitili. Sui fondali non si rilevavano tracce evidenti di anaerobiosi.

Nell'agosto 1998, in concomitanza con il rilevamento della fioritura algale, un centinaio di persone che aveva soggiornato sul litorale antistante il tratto marino maggiormente interessato dalla fioritura algale manifestò malesseri (irritazioni congiuntivali e delle prime vie aeree, dolori muscolari e articolari, tosse, febbre). La sintomatologia insorgeva dopo 2-3 ore d'esposizione all'aerosol marino e regrediva nel giro di 12 ore, ricomparendo a seguito di una nuova esposizione. I casi di persone colpite dagli stessi sintomi si sono ridotti a poche decine nell'agosto 2000 e a poche unità nel 2001.

CONCLUSIONI

I dati raccolti e le osservazioni effettuate nelle stagioni estive del 1998, 2000 e 2001 consentono di affermare che nelle acque costiere apuane la fioritura della microalga bentonica *O. ovata* si manifesta con una certa frequenza. La fioritura sembra avere provocato, direttamente o indirettamente, morie dei popolamenti animali e macroalgali sommersi. L'intensità del fenomeno è risultata massima in aree marine che, essendo chiuse da "pennelli" perpendicolari alla riva e

da una doppia barriera soffolta, parallela ad essa, sono sicuramente soggette ad un ridotto ricambio idrico e ad un eccessivo riscaldamento delle acque in condizioni meteorologiche particolari. Ciò considerato si può ragionevolmente ritenere che la caduta degli aculei degli echinidi, uno degli aspetti più appariscenti del fenomeno, non dipenda esclusivamente dalla produzione di tossine ma possa essere attribuita anche a condizioni ambientali avverse quali il riscaldamento delle acque e la conseguente diminuzione del tenore di ossigeno (NICHOLS, 1966).

Altre informazioni, raccolte nel 1998 da colleghi e subacquei (ABATE M., PALMIERI F., comunicazioni personali), consentono d'affermare che la fioritura di *O. ovata* e le morie di organismi marini hanno interessato anche le acque costiere della Liguria di levante e dell'arcipelago toscano, indicando che si è trattato di un fenomeno molto esteso.

Una sintomatologia umana del tutto analoga a quella osservata nel litorale apuano è stata segnalata nell'estate 2001 in quello barese, dove è stata attribuita dai ricercatori del locale istituto di biologia marina alla balneazione in acque con fioritura di *O. ovata* (BARIWEB.NET, 2001). Nel litorale apuano, gran parte delle persone colpite non si era immersa nelle acque per cui si può ritenere che i disturbi possano essere stati causati dall'inalazione di sostanze irritanti veicolate dagli aerosol marini, un fenomeno finora segnalato in letteratura solo per *Gymnodinium breve* (HEMMERT, 1975; PIERCE *et al.*, 1989, 1990; WATANABE *et al.*, 1988).

Non si dispone di elementi per stabilire se responsabile dei malesseri sia una tossina prodotta dalla microalga, oppure sostanze derivanti dalla decomposizione degli animali e vegetali marini morti. La mancata manifestazione di un'analoga sintomatologia in altri casi di morie di animali marini depone per la prima ipotesi.

Più motivi suggeriscono quindi la necessità d'ulteriori indagini volte a chiarire ed approfondire le cause della fioritura algale, l'estensione geografica, la ricorrenza e le conseguenze del fenomeno.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, D. M., P. S. LOBEL, 1987. The continuing enigma of ciguatera. *Biol. Bull.*, **172**: 89-107.
- ANDERSON, D. M. 1989. Toxic algal blooms and red tides: a global perspective. In T. Okaichi, D. M. Anderson and T. Nemoto (eds.), *Red Tides: Biology Environmental Science and Toxicology*, Elsevier, New York: 11-16.
- BARIWEB.NET, 2001. Attualità. Mare barese, tra squali e alghe killer. Pagina web del 20.10.2001.
- BOMBER J. W., RUBIO M. G. and NORRIS D. R., 1989. Epiphytism of dinoflagellates associated with the disease ciguatera: substrate specificity and nutrition. *Phycologia*, **28**: 360-368.
- BRUSLÉ J., 1997. *Ciguatera fish poisoning - a review. Sanitary and economic aspects*. INSERM, Paris, 147 pp.
- FUKUYO Y., 1981. Taxonomical study of benthic dinoflagellates,

- collected in coral reefs. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **47** (8): 967-978.
- GLAZIOU P. and LEGRAND A. M., 1994. The epidemiology of ciguatera fish poisoning. *Toxicon*, **31**: 1151-1154.
- HALLEGRAEFF, G. M., 1993. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycologia*, **32**: 79-99.
- HEMMERT W.H., 1975. The public health implications of *Gymnodinium breve* red tides, a review of the literature and recent events. Proceedings of the *First International Conference on Toxic Dinoflagellate Blooms*. Boston, MIT: 489-497.
- NICHOLS D. , 1966. Echinoderms. Hutchinson & Co., London
- PIERCE, R., M. HENRY, S. BOGESS and A. RULE, 1989. Marine toxins in bubble-generated aerosol. In: E. Monahan and P. van Patton (eds.), *The Climate and Health Implications of Bubble-Mediated Sea-Air Exchange*, Connecticut Sea Grant Publications: 27-42.
- PIERCE R.H., M.S. HENRY, L.S. PROFFITT and P.A. HASBROUCK, 1990. Red tide toxin (brevetoxin) enrichment in marine aerosol. In: E. Graneli, S. Sundström, L. Elder and D.M. Anderson (eds.), *Toxic Marine Phytoplankton*: 397-402.
- RUSSEL F. E, and EGEN N.B., 1991. Ciguatera fishes, ciguatoxin (CTX) and ciguatera poisoning. *J. Toxicol. - toxin review*, **10** (1): 37-62.
- VOLTERRA L., 1989. Alghe produttrici di biotossine. *Biologia Ambientale*, **III** (5): 5-17.
- WATANABE T., LOCKEY R.F., KRZANOWSKI J.J., 1988. Airway smooth muscle contraction induced by *Ptychodiscus brevis* (red tide) toxin as related to a trigger mechanism of bronchial asthma. *Immuno Allergy Pract.*, **10** (5):185-192.