

Vongola (*Chamelea gallina*): valutazione degli effetti dei solidi sospesi in acqua marina nel mollusco bivalve

Salvatora Angela Angioni, Carla Giansante & Nicola Ferri

Riassunto

Lo studio è finalizzato alla valutazione degli effetti dei solidi sospesi in acqua marina nella vongola (*Chamelea gallina*). L'obiettivo è quello di verificare la possibile correlazione tra le morie di vongole, registrate negli ultimi 5 anni, nelle acque costiere del Mare Adriatico centro-settentrionale e l'aumento della concentrazione dei solidi sospesi. La ricerca è stata effettuata mediante l'implementazione di prove sperimentali a 96 h su esemplari di vongola, stabulati in acquari contenenti acqua marina filtrata. Le prove sono state precedute da una fase di adattamento dei molluschi bivalvi della durata di 7 giorni. In questo periodo le vongole sono state alimentate con alga unicellulare marina (*Dunaliella tertiolecta*). I molluschi sono stati esposti a particelle di solidi sospesi costituite da pool di granuli, di varie dimensioni, di silica gel (SiO₂) simili a quelli costituenti il limo, la cui presenza e sospensione in mare aumentano notevolmente in seguito ad abbondanti piogge e forti mareggiate. Lo studio ha verificato come le concentrazioni utilizzate dei solidi sospesi in acqua marina, impiegata nelle prove, abbia provocato un numero di esemplari morti, statisticamente, non significativo.

Parole chiave

Chamelea gallina, Limo, Mare Adriatico, Molluschi bivalvi, Italia, Solidi sospesi, Vongola.

Introduzione

Nelle acque costiere del Mare Adriatico centro-settentrionale, negli ultimi 5 anni, sono stati segnalati diversi casi di morie estese di *Chamelea gallina* (Figura 1). Il fenomeno è stato registrato, prevalentemente, durante il periodo autunnale, quando le piogge sono, generalmente, più frequenti. Sono state ipotizzate diverse cause:

- diminuzione della salinità dell'acqua alla foce dei fiumi per il maggior apporto di acque dolci, evenienza che può aver alterato l'equilibrio osmotico dei molluschi stessi;
- scarichi di sostanze tossiche da industrie e opifici (ad esempio: frantoi);
- dilavamento dei terreni agricoli con il conseguente apporto di fitofarmaci nei corpi idrici;
- forti mareggiate (6);
- interventi antropici di forte impatto ambientale che possano aver determinato perturbazioni dei fondali marini modificandone anche solo la granulometria dei sedimenti;
- mancanza (anossia) (6) o bassa concentrazione di ossigeno (ipossia);
- variazioni di temperatura che possono influenzare la sopravvivenza degli organismi acquatici;
- aumento della torbidità dell'acqua dovuta all'incremento della concentrazione dei solidi in sospensione (SS), fenomeno conseguente alla presenza di limo, materiale

Centro di Biologia delle Acque, Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise 'G. Caporale' (IZS A&M), Campo della Fiera, 64021 Giulianova (TE), Italia
a.angioni@izs.it

di origine pedologica il cui trasporto in mare, attraverso i corsi d'acqua, aumenta in maniera notevole in seguito alle abbondanti piogge;

- aumento della torbidità dell'acqua a causa della risospensione dei sedimenti dovuta al moto ondoso (5).

Il nesso causa-effetto fra aumento dei solidi sospesi e mortalità di *Chamelea gallina* è stato ipotizzato nella relazione del Programma di monitoraggio dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV), in seguito a un caso di moria estesa di molluschi bivalvi. Il fenomeno ha interessato, particolarmente, la vongola ed è stato registrato nel novembre 2004, in Veneto, nel tratto di costa che si estende dal fiume Tagliamento al Sile. Dalla relazione si è potuto evincere come i molluschi prelevati, in seguito alla moria, avessero nel loro interno abbondante quantità di sedimento a granulometria fine e, come le analisi chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche, effettuate sui campioni di acqua, non avessero evidenziato alterazioni anomale (1).

Sulla scorta di questi risultati è stato ipotizzato che l'evento non fosse legato alla presenza di sostanze tossiche bensì alla sospensione di abbondante materiale terrigeno responsabile dell'alterazione della capacità respiratoria (1) dei molluschi, stressati da variazioni repentine di salinità e temperatura.



Figura 1
Chamelea gallina

Pertanto, si ritiene che l'aumento della torbidità dell'acqua, dovuta all'incremento dei solidi sospesi, possa avere conseguenze sia sui molluschi bivalvi in allevamento che su quelli

presenti in banchi naturali (5). In merito, il D.Lgs 152/2006 (Allegato 2, Tab. 1/C, Parte Terza) prevede che i solidi sospesi siano uno dei parametri da sottoporre a monitoraggio continuo per le acque dedicate alla molluschicoltura (2).

I molluschi bivalvi, quali *Chamelea gallina*, si nutrono per microfagia, catturando l'alimento in sospensione nell'acqua tramite il loro apparato filtrante (8). Questa modalità di alimentazione li rende particolarmente sensibili alla qualità dell'acqua del loro ecosistema e all'azione del materiale in sospensione. In relazione a quest'ultimo aspetto è possibile prevedere i seguenti effetti dannosi (8):

- abrasione meccanica delle branchie;
- stress e aumento della suscettibilità alle malattie;
- decremento della crescita per modifica della normale alimentazione.

Studi effettuati sul campo e sperimentazioni in laboratorio hanno dimostrato che forti concentrazioni di solidi sospesi nei corpi idrici causano, negli animali filtratori, alterazioni fisiologiche e ridotta capacità di nutrirsi (5).

I molluschi bivalvi, durante la fase di alimentazione, possono adottare diverse strategie finalizzate alla selezione delle particelle presenti in sospensione nell'acqua.

I molluschi bivalvi, quali *Mytilus edulis*, *Ruditapes philippinarum* e *Tapes decussatus* hanno sistemi di filtrazione e ingestione altamente specializzati che prevedono il rifiuto di particelle con diametro > 22,5 µm espellendole come pseudofeci (3).

Le strutture branchiali, oltre a presiedere alla funzione respiratoria, agiscono da filtro, captando le particelle alimentari disciolte nell'acqua. Con l'ausilio del muco, effettuano la selezione delle particelle in funzione della loro dimensione fisica, irregolarità della superficie e composizione chimica.

Le particelle accettate vengono, in seguito, trasportate in bocca, a differenza di quelle respinte che, convogliate verso il sifone esalante, vengono espulse come pseudofeci mediante contrazioni delle valve (7).

Nel presente lavoro sono state utilizzate particelle di solidi sospesi costituite da granuli di silica gel di diametro compreso tra 2 e 25 μm . La granulometria è stata prescelta in relazione alla similitudine con i granuli costituenti il:

- limo (2-62,4 μm) (4) che, come già esposto, in forte concentrazione nell'ambiente acquatico sembra determinare problemi ai molluschi bivalvi;
- materiale in sospensione nell'ambiente acquatico che sembra possa essere ingerito dagli stessi molluschi bivalvi.

È possibile che questa tipologia di particelle possa causare alle vongole danni di maggiore entità rispetto a quelli procurati da particelle aventi un diametro tale da determinarne la loro espulsione come pseudofeci.

In relazione alle suddette considerazioni, il presente studio ha avuto come obiettivo la valutazione degli effetti dei solidi sospesi nella vongola *Chamelea gallina* per verificare l'eventuale correlazione tra morie di vongole in Mare Adriatico e l'aumento della concentrazione del particolato in sospensione nelle acque marine.

Materiali e metodi

Per le prove sono stati utilizzati 270 esemplari di *Chamelea gallina* (Famiglia: Veneridae, Ordine: Veneroida, Classe: Bivalvia, Phylum: Mollusca, Regno: Animalia, Super Regno: Eukaryota). Le vongole sono state prelevate ad una distanza di circa 800 m dalla costa abruzzese durante la realizzazione del progetto di ricerca *Gestione e tutela dei banchi naturali di vongole* effettuato dall'Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale" (IZS A&M). I punti di campionamento sono stati i seguenti:

- al traverso della Torre di Cerrano, nel comune di Pineto (TE), latitudine 42°35,800'N, longitudine 14° 05,573'E, profondità 5,7 m;
- in prossimità di San Vito Chetino (CH), latitudine 42°18,106'N, longitudine 14°28,531'E, profondità 7,5 m.

Gli esemplari sono stati posizionati sul fondo di acquari (40 × 20 × 24 cm) contenenti 8 litri di

acqua marina prelevata con i molluschi al momento del campionamento. L'acqua è stata filtrata in laboratorio, impiegando un dispositivo con filtro in nitrocellulosa di 0,45 μm di porosità, per eliminare i solidi sospesi presenti e altre impurità.

Le vongole al momento del trasferimento nelle vasche sono risultate vive e vitali.

Gli acquari sono stati collocati in camera termostata e mantenuti alla temperatura ambiente di 20 \pm 1°C, con fotoperiodo di 18 ore di luce e 8 di buio.

I solidi sospesi impiegati, costituiti da una miscela di granuli di silica gel (Sigma®-Aldrich, St. Louis - USA), aventi un diametro tra 2 e 25 μm , sono stati mantenuti in sospensione mediante l'utilizzo di pompe a immersione per acquari.

I molluschi sono stati alimentati con *Dunaliella tertiolecta*, alga marina unicellulare (Figura 2), coltivata in laboratorio utilizzando il ceppo di inoculo fornito dall'Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica applicata al Mare (ICRAM), mediante l'utilizzo del terreno di coltura concentrato (20 ml × 1 L di acqua di mare) Guillard's (F/2) Marine Water Enrichment Solution (Sigma®-Aldrich).

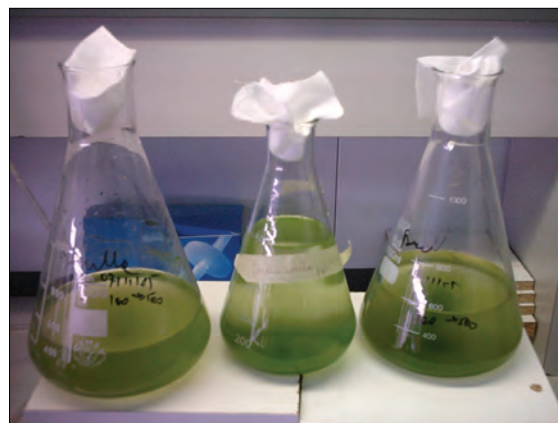


Figura 2
Coltura di *Dunaliella tertiolecta*

Prima di essere impiegate per l'alimentazione dei molluschi, le cellule algali sono state recuperate dal mezzo di coltura mediante centrifugazione (400 RCF × 10' a 4°C) (RCF: *relative centrifugal force*), risospese in acqua di mare filtrata e contate, mediante camera di

Fuchs-Rosenthal, al microscopio ottico (10-40×) per verificare la concentrazione d'impiego ($5-15 \times 10^3$ cellule/ml) (3).

Durante le fasi della sperimentazione non è stato effettuato il cambio idrico negli acquari, i valori dei parametri considerati si sono attestati nei seguenti range di valori:

- temperatura dell'acqua : 19-21°C;
- salinità: 35-38/ g/L;
- pH: 6,8-7,9;
- ossigeno disciolto: 7,2-8,8 mg/L;
- ammoniaca (NH₃): < 0,25 mg/L.

Tutti gli acquari sono stati mantenuti alle stesse condizioni di fotoperiodo. L'indagine è stata suddivisa nella fase I (adattamento) e fase II (prova con solidi sospesi). La fase II è stata suddivisa in 3 prove, impiegando per ognuna coppie di concentrazioni crescenti di solidi sospesi. Ogni prova della fase II è stata preceduta dalla fase I di adattamento. Quotidianamente è stato rilevato il numero di molluschi morti, misurati i parametri chimico-fisici dell'acqua (temperatura, salinità, pH, ossigeno disciolto) e ammoniaca.

L'indagine è stata effettuata nei laboratori dell'IZS A&M presso il Centro di Biologia delle Acque di Giulianova (TE).

Fase I: adattamento

La fase preliminare della sperimentazione ha previsto la valutazione della capacità di adattamento dei molluschi in acquario. A tale scopo le vongole sono state introdotte negli acquari contenenti l'acqua di mare filtrata (Figura 3) e tenute per 7 giorni alle stesse condizioni previste per la fase II.

Durante il periodo di adattamento (07-14/09/05 per la prova I, 27/10/05-03/11/05 per la prova II, 10-17/11/05 per la prova III) gli organismi sono stati alimentati con *Dunaliella tertiolecta* esclusivamente il primo e il quarto giorno (8). Durante questa fase i molluschi hanno mostrato la capacità di alimentarsi normalmente con la sospensione algale.

Fase II: Prove con i solidi sospesi

Terminata la fase di adattamento, durante i periodi 14-18/09/2005, 03-07/11/2005, 17-21/11/2005, sono state allestite 3 prove, a 96 h,

impiegando come solidi sospesi granuli di silica gel.



Figura 3
Fase di adattamento di *Chamelea gallina*

Ogni prova è stata effettuata con 2 diverse concentrazioni di solidi, realizzando per ciascuna, 3 repliche contenenti, ognuna, 10 molluschi (Figura 4) (8). Per tutte è stata prevista la prova di controllo senza l'aggiunta dei granuli.



Figura 4
Prova con i solidi sospesi

La scelta delle concentrazioni dei solidi sospesi e dei tempi di esposizione dei molluschi relativa alle prove I e II è stata effettuata secondo i criteri di Shin *et al.* (8). In relazione ai risultati, in corso di sperimentazione, è stata aggiunta la prova III adottando 2 concentrazioni superiori alle precedenti.

Di conseguenza, le concentrazioni adottate sono state:

- prova I: 1.250-1.500 mg SS/L;
- prova II: 1.750-2.000 mg SS/L;
- prova III: 2.250-2.500 mg SS/L.

Il valore massimo di concentrazione impiegato è stato di 2.500 mg SS/L. Oltre tale valore le pompe a immersione per acquario non avrebbero potuto assicurare la buona dispersione dei solidi favorendo il loro elevato deposito sul fondo.

Durante la fase II i molluschi non sono stati alimentati.

Risultati

L'osservazione dei molluschi ha messo in evidenza un esemplare morto (mortalità = 3,3%) alla concentrazione di solidi in sospensione pari a 2000 mg e 2 esemplari morti (mortalità = 6,7%) alla concentrazione di 2250 mg (Tabella I). Non sono stati rilevati molluschi morti in corrispondenza delle altre concentrazioni utilizzate.

Valutazione statistica

L'analisi dei dati è stata effettuata utilizzando i seguenti metodi statistici:

- metodo ANOVA univariata;
- stima della mortalità attesa con intervallo di confidenza al 95%.

Attraverso l'applicazione del metodo ANOVA univariata (confronto generale della mortalità

effettuato per tutte le concentrazioni) è stato possibile verificare come non esista una differenza statisticamente significativa della mortalità alle diverse concentrazioni ($F = 1,478$; $p = 0,1871$) (Tabella II).

Le morti registrate per le concentrazioni a 2.000 e 2.250 mg SS/L, di conseguenza, non indicano una maggiore tossicità rispetto alle concentrazioni nelle quali non sono stati rilevati soggetti morti.

Solo per la concentrazione a 2.250 mg/L la mortalità stimata è stata differente dal valore 0 (zero), con un livello di confidenza del 95% ($t = 2,023$; $p = 0,045$), variando da 0,2% a 13,2%. Per la concentrazione a 2.000 mg/L, invece, la mortalità stimata non è stata significativamente diversa da 0 (zero), con un livello di confidenza del 95%, variando da 0,0%-9,8%. Anche per le altre concentrazioni in corrispondenza delle quali la mortalità osservata è stata pari a 0 (zero), con un livello di confidenza del 95%, non è stata significativamente diversa da quella attesa posta uguale a 0 (zero), variando da 0,0%-6,5%. Nonostante la stima della mortalità alla concentrazione di 2.250 mg SS/L sia stata significativamente diversa da 0 (zero), il suo intervallo di confidenza intersecando, con probabilità del 95%, quello delle concentrazioni con mortalità pari a 0 (zero), ha reso il risultato non significativamente differente dagli altri (Tabella III).

Tabella I

Numero dei molluschi bivalvi morti per concentrazione di solidi sospesi (SS) impiegate nelle prove e nei gruppo di controllo

Acquari	Gruppo di controllo mg SS/L	N. molluschi morti					
		Prova I mg SS/L		Prova II mg SS/L		Prova III mg SS/L	
		0	1.250	1.500	1.750	2.000	2.250
Acquario 1	0	0	0	0	0	0	0
Acquario 2	0	0	0	0	0	1	0
Acquario 3	0	0	0	0	1	1	0

SS solidi sospesi

Tabella II
Risultati ottenuti utilizzando il metodo ANOVA univariata

Fonte	Somma dei quadrati	Gradi di libertà	Media dei quadrati	F di Fisher	Significatività
Concentrazione	0,124	6	0,0206	1,478	0,1871
Errore	2.833	203	0,014		
Totale	3	210			

Tabella III
Stima della mortalità attesa nei molluschi bivalvi impiegati nella sperimentazione

Concentrazione (SS mg/L)	Mortalità osservata	T di Student	Significatività >t	Intervalli di confidenza al (95%)	
				Limite inferiore	Limite superiore
1.250	0,00%	0	1	-6,50%	6,50%
1.500	0,00%	0	1	-6,50%	6,50%
1.750	0,00%	0	1	-6,50%	6,50%
2.000	3,30%	1,012	0,313	-3,20%	9,80%
2.250	6,70%	2,023	0,045	0,20%	13,20%
2.500	0,00%	0	1	-6,50%	6,50%

SS solidi sospesi

Conclusioni

I risultati ottenuti non permettono di evidenziare una relazione tra mortalità riscontrata nei molluschi e presenza dei solidi sospesi nell'acqua marina impiegata nella sperimentazione. Lo studio ha dimostrato come la concentrazione, se pur abbondante, dei solidi sospesi non abbia provocato effetti letali nelle vongole e che la mortalità riscontrata non sia risultata significativamente differente ai diversi valori di concentrazione. L'elevata presenza dei solidi sospesi, in assenza di altri fattori stressanti, quali ad esempio variazioni di salinità e temperatura, presenza di sostanze tossiche nell'ecosistema acquatico sembra non sufficiente a creare

problemi di sopravvivenza ai molluschi bivalvi. Non è possibile, comunque, escludere che la presenza dei solidi sospesi nell'acqua marina possa essere una delle cause concomitanti all'origine delle morie di *Chamelea gallina*.

Ringraziamenti

Si ringraziano: il prof. Luigi Viganò (IRSA-CNR) per la gentile collaborazione, il dott. Andrea Tornambè (ICRAM) per la fornitura del ceppo di *Dunaliella tertiolecta* e la dott.ssa Maria Luisa Battistini (IZS A&M) per l'elaborazione statistica dei dati.

Bibliografia

1. Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) 2005. Relazione Programma di monitoraggio-Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto. ARPAV, Padova, 60-61.
2. Anon. 2006. Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152. Norme in materia ambientale. *Gazz Uff*, **88** del 14/04/2006, S.O. n. 96 (www.ambientediritto.it/Legislazione/VARIE/2006/dlgs_2006_n.152.htm ultimo accesso il 31 Gennaio 2010).
3. Defossez J.M. & Hawkins A.J.S. 1997. Selective feeding in shellfish: size-dependent rejection of large particles within pseudofaeces from *Mytilus edulis*, *Ruditapes philippinarum* and *Tapes decussatus*. *Mar Biol*, **129**, 139-147.

4. Giansante C., Angelini L., Angioni S.A., Biase P., Di Giacomandrea A., Gatti G. & Di Antonio E. 2006. Gestione e tutela dei banchi naturali di *Chamelea gallina* (vongola adriatica) nel Compartimento Marittimo di Pescara. Relazione finale, 47 pp.
5. Grant J. & Thorpe B. 1991. Effects of suspended sediment on growth, respiration, and excretion of the soft-shell clam (*Mya arenaria*). *Can J Fish Aquat Sci*, **48**, 1285-1292.
6. Lucchetti A. 2003. La vongola. Biologia, pesca e consumo delle più importanti specie commerciali. La vongola *Chamelea gallina* (Linneo, 1758). *Il Pesce*, **6**, 135 (www.pubblicitaitalia.com/ilpesce/2003/6/4963.html ultimo accesso il 31 Gennaio 2010).
7. Mengoli A. 1998. Aspetti morfo-funzionali dei mitili. *Laguna*, **4**, 13-19.
8. Shin P.K.S., Yau F.N, Chow S.H., Tai K.K. & Cheung S.G. 2002. Responses of the green-lipped mussel *Perna viridis* (L.) to suspended solids. *Mar Pollut Bull*, **45**, 157-162.