

ECOLOGIA E TOSSICITÀ DELLE SPECIE ALGALI DANNOSE E LORO IMPATTO SULLA MARICOLTURA

Carmela Caroppo

Istituto di Ricerca sulle Acque “A. Cerruti”, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Taranto

Ecologia delle fioriture algali dannose: generalità

Le attività umane, in particolare i fenomeni di eutrofizzazione, possono determinare una alterazione della composizione e dinamica delle comunità fitoplanctoniche e provocare lo sviluppo di fioriture dominate da una singola specie o da un gruppo di specie. Quando queste fioriture sono responsabili di effetti indesiderabili per l'uomo e l'ambiente, sono definite “fioriture algali dannose” (*Harmful Algal Blooms*, HAB) (Glibert *et al.*, 2010). Le specie fitoplanctoniche dannose sono quelle potenziali produttrici sia di tossine, che possono influire negativamente sulla salute umana, sia di molecole efficaci contro l'attacco dei predatori (zooplancton) (Ianora *et al.*, 2010). Tuttavia, gli effetti negativi delle HAB non sono solo legati alla produzione di biomolecole nocive, ma anche alla formazione di cospicua biomassa algale che provoca la perdita della buona qualità ambientale (fenomeni di ipossia e anossia, alterazione della catena alimentare e morte di specie selvatiche e allevate) (Cloern, 2001). Quando elevate concentrazioni di fitoplancton causano scolorimento del mare (di qualsiasi colore), viene usato il termine “maree rosse” (Davidson *et al.*, 2012).

Delle circa 5000 specie marine conosciute, circa 140 sono considerate dannose (Moestrup *et al.*, 2009). Negli ultimi anni, la frequenza e intensità delle HAB sono aumentate in tutto il mondo (Wells *et al.*, 2015) e le possibili cause di tale espansione potrebbero essere:

- Incremento dei nutrienti.
- Aumento delle attività di acquacoltura.
- Trasporto e dispersione delle specie nocive mediante le acque di stiva delle navi.
- Miglioramento delle metodologie scientifiche e delle attività di monitoraggio nella detenzione delle HAB.
- Cambiamenti climatici.

Considerando che in futuro l'incidenza di questi fenomeni tenderà a espandersi ulteriormente, una conoscenza più approfondita dei processi responsabili delle HAB è diventata urgente (Hallegraeff, 2010; Caroppo *et al.*, 2016).

Principali gruppi di tossine marine

La principale via di esposizione delle tossine algali è rappresentata dal sistema gastro-intestinale, attraverso il consumo di prodotti ittici crudi, cotti o lavorati. Le tossine prodotte dalle alghe tossiche sono accumulate dai molluschi filtratori e da altri predatori e raggiungono l'uomo e gli animali dei livelli trofici più elevati attraverso la rete alimentare.

Le tossine, caratterizzate da struttura chimica molto varia e complessa, generalmente non variano né si riducono significativamente in seguito alla cottura degli alimenti e non alterano il gusto degli stessi. Inoltre, la possibilità di rilevamento delle tossine è pressoché impossibile per gli operatori e i consumatori, poiché esse non condizionano la vitalità e integrità dei prodotti ittici.

Per questi motivi è importante stabilire adeguati programmi di sorveglianza e di controllo della qualità dei prodotti eduli marini.

Viene di seguito descritta la sintomatologia provocata dalle principali tossine assunte dall'uomo attraverso la via gastrointestinale (Tabella 1).

Tabella 1. Impatto sulla salute umana delle principali tossine algali

Sindrome umana molecola responsabile	Sintomatologia lieve	Sintomatologia grave
<i>Amnesic Shellfish Poisoning</i> Tossine ASP: Acido domoico (DA) e alcuni isomeri	Nausea, vomito, diarrea, crampi addominali (dopo 3-5 ore)	Diminuzione della reazione a dolore profondo, vertigini, allucinazioni, confusione, perdita di memoria breve; Sintomi neurologici più gravi
<i>Diarrhetic Shellfish Poisoning</i> Tossine DSP: Acido okadaico e dinofisitossine	Diarrea, vomito, dolori addominali (dopo circa 30 minuti, ma anche fino a 12 ore)	L'esposizione cronica può favorire l'insorgenza di tumori a livello dell'apparato digerente
<i>Paralytic Shellfish Poisoning</i> Tossine PSP: Saxitossina (STX); Neosaxitossina (neo STX); Goniautossine (GTXs)	Formicolio o torpore a labbra, lingua, faccia e naso, dolore alla punta delle dita delle mani e dei piedi, mal di cuore, vertigine, nausea, vomito e diarrea	Profonda astenia muscolare, impossibilità a mantenere la stazione eretta, andatura atassica, perdita dell'equilibrio, paralisi muscolare, difficoltà respiratoria e spesso morte per arresto respiratorio entro 2-24 ore dall'ingestione

ASP: Amnesic Shellfish Poisoning; **DSP:** Diarrhetic Shellfish Poisoning; **PSP:** Paralytic Shellfish Poisoning.

Le tossine ASP sono prodotte da diatomee appartenenti al genere *Pseudo-nitzschia* e *Nitzschia*, e da *Halamphora coffaeiformis*. La prevenzione della sindrome ASP è complicata dall'ampia distribuzione di *Pseudo-nitzschia* nei mari di tutto il mondo e dalla difficoltà di riconoscimento al microscopio ottico delle specie tossiche.

La sindrome diarroica (DSP) è provocata da diverse dinoflagellate (es. *Dinophysis* spp., *Phalacroma* spp., *Prorocentrum* spp.). I molluschi hanno un'elevata capacità di concentrazione di *Dinophysis* spp., pertanto la tossicità di tali specie si può manifestare anche con concentrazioni in mare ridotte (200 cellule/L).

Le dinoflagellate produttrici di PSP sono *Pyrodinium bahamense*, *Gymnodinium catenatum* e varie specie appartenenti al genere *Alexandrium* (*A. catenella*, *A. acatenella*, *A. tamarense*, *A. minutum*). La prevenzione della sindrome paralitica è ostacolata da vari fattori: i) tossicità anche a basse concentrazioni delle microalghe tossiche; ii) coesistenza di ceppi tossici con ceppi non tossici morfologicamente uguali; iii) la causa dell'intossicazione dei bivalvi non è limitata alle forme mobili delle dinoflagellate, ma anche alle cisti bentoniche.

Un altro gruppo di tossine algali è rappresentato dalle palitossina-simili, che possono impattare la salute umana non solo attraverso la via gastrointestinale, ma anche attraverso il sistema respiratorio (aerosol marino, spray in attività di ricreazione) e cutaneo (attività di ricreazione, balneazione). Nell'ambito di queste tossine segnaliamo le ovatossine e la palitossina isobarica, prodotte dalla dinoflagellata *Ostreopsis ovata*.

La sintomatologia associata alla esposizione inalatoria determina affezioni respiratorie quali dispnea, tosse, rinorrea, congiuntiviti e febbre. Il contatto diretto con la specie tossica durante la balneazione è responsabile di dermatiti, congiuntiviti e febbre. Infine, l'ingestione di prodotti ittici

contaminati o di acqua durante la balneazione potrebbe provocare danni alla salute con modalità al momento ignote.

Maricoltura e gestione delle HAB

Le HAB provocano notevoli danni economici determinati dai costi della Sanità Pubblica, dalla chiusura commerciale della pesca e dell'acquacoltura, dalla perdita di specie ittiche eduli, dai costi assicurativi, dal possibile declino a medio e lungo termine delle attività ricreative e turistiche e dai costi di monitoraggio, gestione e mitigazione di tali fenomeni (Davidson *et al.*, 2012). Ad esempio, nel 2000 il danno economico causato dalle HAB negli Stati Uniti è stato stimato pari a 49 milioni di dollari. La ripartizione proporzionale di tali perdite è stata la seguente: 45% per i costi della Sanità Pubblica, 37% per i costi di chiusura e perdite subite dalla pesca commerciale, 13% per l'impatto sulle opportunità di svago e turismo persi e 4% per il monitoraggio e costi di gestione (Anderson *et al.*, 2000).

Le HAB rappresentano una sfida importante per la gestione delle zone marine costiere, finalizzata a proteggere la pesca, a ridurre al minimo le perdite economiche e a proteggere la salute pubblica e ambientale. La gestione delle HAB implica strategie di mitigazione, prevenzione e controllo (Anderson, 2009).

La *mitigazione* è rappresentata dal rapido rilevamento delle specie tossiche nelle acque (es. telerilevamento) e delle tossine nei prodotti eduli (es. sonde molecolari); inoltre, essa prevede, in caso di HAB, lo spostamento dei molluschi in aree non contaminate.

La *prevenzione* implica lo studio di tutti gli aspetti connessi alle HAB, quali la loro diversità, ecologia e fisiologia. Il monitoraggio è utile per comprendere la fisica, la biologia e la chimica dell'ambiente. Sono necessarie, inoltre, informazioni sulla fisiologia delle specie dannose, le loro interazioni trofiche nonché lo studio dei cicli vitali. Tutti questi dati sono indispensabili per sviluppare modelli previsionali delle HAB.

Il *controllo* delle HAB prevede metodi meccanici, biologici, chimici, genetici e ambientali per la riduzione delle fioriture dannose. Tra i vari metodi, quelli biologici sembrano i più promettenti, in particolare la biorimediazione. Ad esempio, alcuni studi condotti in laboratorio hanno dimostrato l'elevata capacità del polichete *Sabella spallanzanii* di rimuovere dalla colonna d'acqua *Amphidinium carterae*, dinoflagellata che provoca elevata mortalità di pesci allevati a causa della presenza di emolisine (Caroppo *et al.*, 2012). Ulteriori studi saranno condotti per comprendere se le microalghe accumulate sono digerite all'interno del polichete considerato o se questi fungono da semplice "serbatoio" delle stesse.

In conclusione, gli sforzi futuri dovrebbero essere finalizzati allo studio più approfondito di tali fenomeni, allo sviluppo di strumenti di allarme rapidi e alla produzione di modelli previsionali utili alle autorità responsabili della salvaguardia della salute pubblica, della protezione ambientale e dello sviluppo economico dei siti costieri dedicati all'acquacoltura.

Bibliografia

- Anderson DM. Approaches to monitoring, control and management of harmful algal blooms (HABs). *Ocean Coast Manage* 2009;52(7):342-7.
- Anderson DM, Hoagland P, Kaoru Y, White AW. *Estimated annual economic Impacts from Harmful Algal Blooms (HABs) in the United States*. Woods Hole, MA: Woods Hole Oceanographic Institute; 2000. (Technical report WHOI-2000-11).

- Caroppo C, Licciano M, Giangrande A, Stabili L. Filtrazione della microalga *Amphidinium carterae* (Hulburt, 1957) da parte del Sabellide Polichete *Sabella spallanzanii* (Gmelin, 1791). *Biol Mar Medit* 2012; 19(1):232-3.
- Caroppo C, Cerino F, Auriemma R, Cibic T. Phytoplankton dynamics with a special emphasis on harmful algal blooms in the Mar Piccolo of Taranto (Ionian Sea, Italy). *Environ Sci Pollut Res* 2016;23:12691-706.
- Cloern JE. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Mar Ecol Prog Ser* 2001; 210:223-53.
- Davidson K, Gowen RJ, Tett P, Bresnan E, Harrison PJ, McKinney A, Milligan S, Mills DK, Silke J, Crooks AM. Harmful algal blooms: How strong is the evidence that nutrient ratios and forms influence their occurrence? *Estuar Coast Shelf Sci* 2012; 115:399-413.
- Glibert PM, Allen JI, Bouwman AF, Brown CW, Flynn KJ, Lewitus AJ, Madden CJ Modeling of HABs and eutrophication: Status, advances, challenges. *J Marine Syst* 2010; 83:262-75.
- Hallegraeff GM. Ocean climate change, phytoplankton community responses, and harmful algal blooms: a formidable predictive challenge. *J Phycol* 2010; 46:220-35.
- Ianora A, Miralto A. Toxicogenic effects of diatoms on grazers, phytoplankton and other microbes: a review. *Ecotoxicology* 2010;19:493-511.
- Moestrup Ø, Akselmann-Cardella R, Churro C, Fraga S, Hoppenrath M, Iwataki M, Larsen J, Lundholm N, Zingone A. (Eds) (2009 onwards). IOC-UNESCO *Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae*. Disponibile all'indirizzo <http://www.marinespecies.org/hab> ultima consultazione 7/10/2019.
- Wells ML, Trainer VL, Smayda TJ, Karlson BS, Trick CG, Kudela RM, Ishikawa A, Bernard S, Wulff A, Anderson DM, Cochlan WP. Harmful algal blooms and climate change: Learning from the past and present to forecast the future. *Harmful Algae* 2015; 49:68-93.