UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Microalghe marine tossiche e fioriture nocive nel Mar Mediterraneo

Toxic marine microalgae and noxious blooms in the Mediterranean Sea

Tesi di laurea di :
Valerio Marinucci

Docente Referente
Chiar.mo Prof.
Stefano Accoroni

Sessione Autunnale
Anno accademico 2023/2024

Fioriture di microalghe nel Mar Mediterraneo

Il Mar Mediterraneo è un bacino semichiuso generalmente oligotrofico al largo, meno lungo molte coste dovuta alla folta presenza di fiumi, ed aree densamente popolate. Sulle coste di alcuni paesi del Mediterraneo, sono registrati sempre con sempre maggior frequenza casi relativi alle **Fioriture nocive di microalghe (HAB)**.

Favorite da:

- Fattori abiotici variabili : temperatura dell'acqua, salinità e correnti.
- Eutrofizzazione delle coste: aumento del carico di P e N nelle acque.
- Introduzione da parte dell'uomo di specie non indigene (**NIS**): hanno rapida diffusione e proliferazione.

Aumento biomassa del fitoplancton : da 1 milione di cellule/L fino ai 60**!**



da Zingone et al., 2021

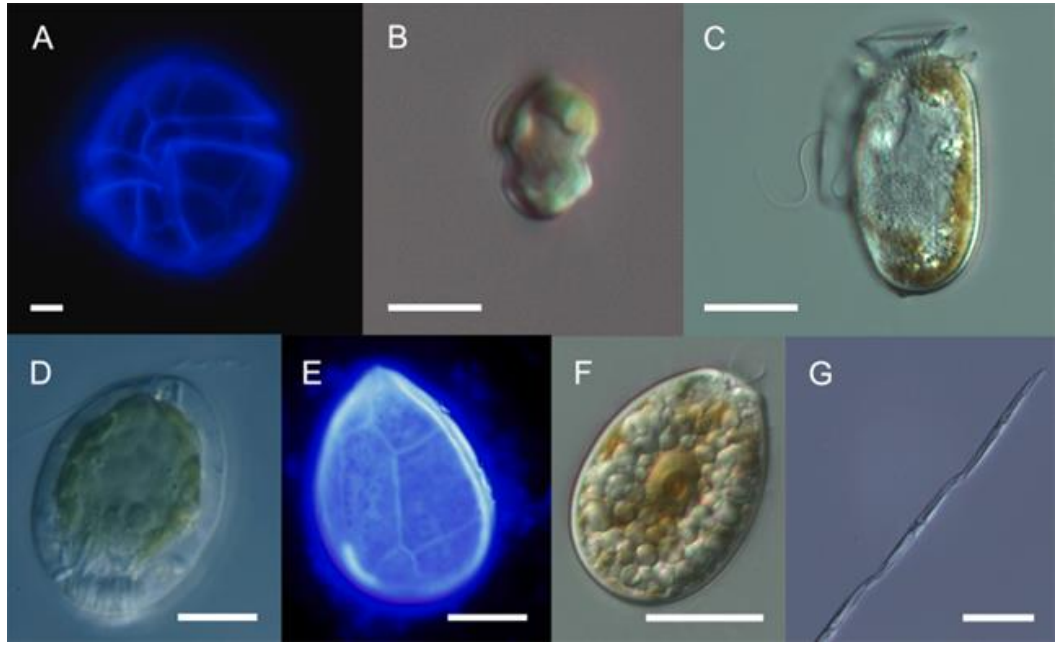
HAB tossici

Delle circa 5000 specie di microalghe, 140 sono state dichiarate **potenzialmente tossiche**, di cui 84 specie rinvenute nei paesi che si affacciano nel Mediterraneo, indicate come **tossiche**, perché accertate di produrre tossine.

- Fioriture diffuse negli ultimi anni di : Dinoflagellate, diatomee, cianobatteri, Raphidofite.

- Distinzione tra taxa capaci di produrre tossine, e taxa non tossici, ma simili morfologicamente; viene effettuata una distinzione, tramite approcci molecolari

- Fioriture di microalghe tossiche, possono risultare dannose per l'uomo, per l'ambiente, e per la **fauna marina.**



da Zingone et al., 2021

↓

Pesci e molluschi

(mitili, accumulano tossine nei tessuti)

→ **Durante un bloom, possono verificarsi diversi eventi di tossicità nell'uomo, ad esempio, per ingestione di molluschi avvelenati!!!**

DSP : Diarroic Shellfish Poisoning

Fioriture di diverse dinoflagellate del genere ***Dynophysis*** e 2 appartenenti al genere ***Phalacroma*** .

- Correlate solitamente ad un'elevata T e bassa salinità delle acque superficiali .
- Sono frequenti le chiusure di allevamenti di molluschi in Adriatico nord-orientale.

Dinophysis sacculus



da Zingone et al., 2021

A.Zingone et al. — Alghe nocive 102 (2021) 101

Eventi tossici DSP registrati nel Mediterraneo



da Zingone et al., 2021

- L'ingestione di molluschi (mitili) raccolti in queste acque possono indurre eventi diarroici, poiché essi accumulano <u>diversi tipi di tossine</u> :

Dinofisistossina (DTXs)

Acido okadaico (OAs)

Pectenotossine (PTXs)

PSP: Paralytic Shellfish Poisoning

Fioriture di dinoflagellate del genere *Alexandrium* o *Gymnodinium*, possono raggiungere densità elevate fino a 10^7cellule/L.

- Causano colorazione anomala dell'acqua di mare (Spagna, Italia)
- Morie di pesci (Egitto)
- Divieto di pesca e raccolta di molluschi.

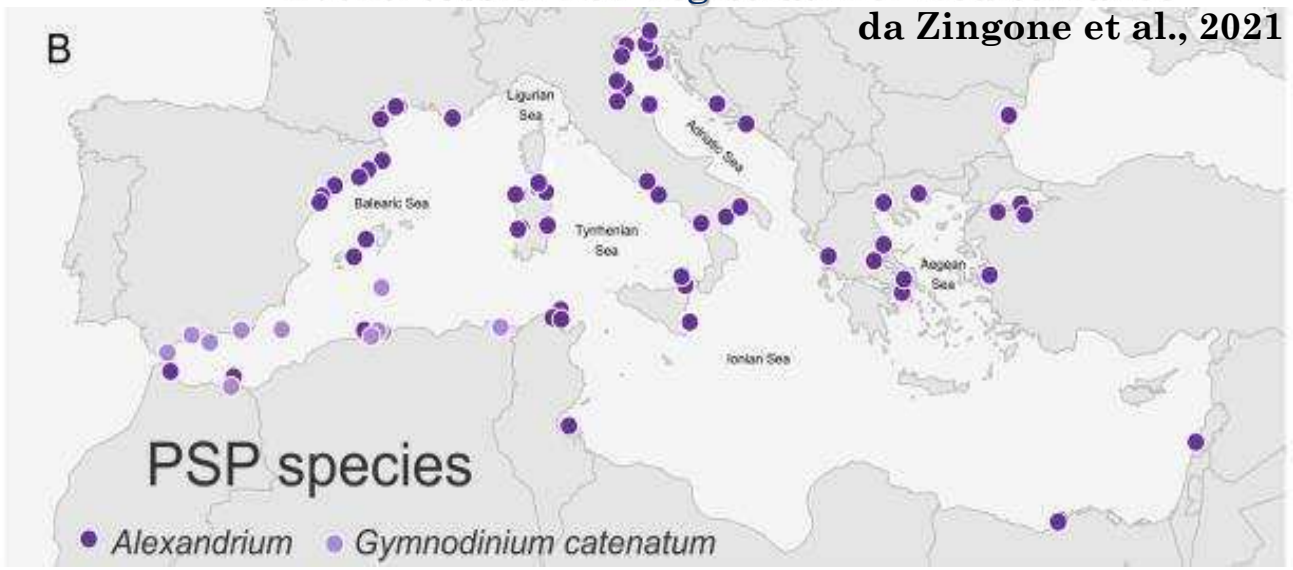
Alexandrium minutum



da Zingone et al., 2021

Eventi tossici PSP registrati nel Mediterraneo

da Zingone et al., 2021



- Producono una <u>neurotossina</u> accumulata nei molluschi:

Saxitossina (ed altri analoghi)

Agendo sui canali Na+/K bloccano la trasmissione dell'impulso nervoso nei nervi periferici e muscoli scheletrici (paralisi respiratoria).

- Arrivano anche a livelli più alti della catena alimentare, come nei pesci, il cui consumo di carne cruda può risultare tossico.

ASP: Amnesic Shellfish Poisoning

Fioriture di diatomee del genere *Nitzschia* e *Pseudo-nitzschia*, talvolta anche tossiche, raggiungono elevate densità fino a diversi milioni di cellule/L.

- Associate ad elevati livelli di nutrienti, di luce, e di alta temperatura dell'acqua.
- Rari casi di chiusura di allevamenti di acquacoltura (Francia, Spagna, Trieste).
- Le tossine possono colpire anche pesci (acciughe).



Eventi tossici ASP registrati nel Mediterraneo



Specie tossiche producono la <u>tossina</u>:

ACIDO DOMOICO (DA)

Antagonista dell'acido glutammico, agisce sui suoi recettori, a livello delle sinapsi, ma anche a livello gastrointestinale, portando a problemi gastrici, e talvolta a perdita della memoria.

Ostreopsis



Genere ad elevata variabilità genetica, il più comune tra le 3 specie presenti in Mediterraneo è ***Ostreopsis* cf. *ovata*** :

- Dinoflagellata bentonica, epifita su macroalghe o epibionte su fondali rocciosi (può produrre **biofilm filamentoso**).
- Picchi delle fioriture tipicamente in estate e autunno
- L'<u>avvelenamento</u> può avvenire sia tramite l'ingestione di molluschi, sia tramite inalazione durante un bloom. (Dermatite, occhi rossi, febbre, vomito).

Producono principalmente **OVATOSSINE** ,(analoghe delle **PALITOSSINE**)

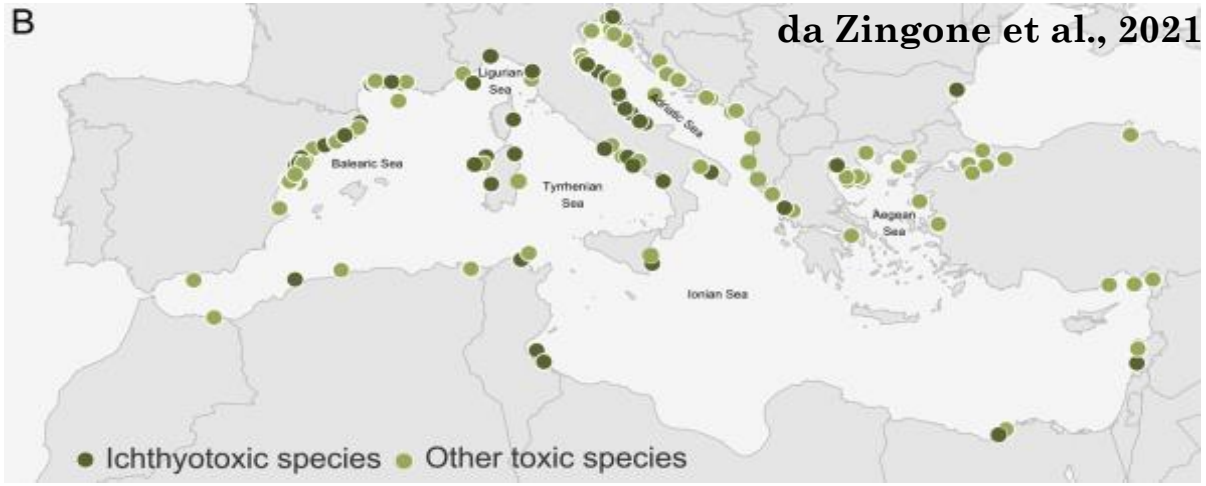
- Agiscono sulle pompe Na+/K aumentando la permeabilità di membrana.
- Nei mitili → danni strutturali , portano a risposta immunologica e ossidativa
- Nei ricci → influenzano la riproduzione e la salute della prole





Microalghe ittiotossiche

Circa la metà delle specie potenzialmente tossiche del Mediterraneo, producono tossine diverse da quelle appena descritte. 29 di queste specie producono sostanze tossiche per **pesci** e **molluschi** (dette **ittiotossiche**), ma non per l'uomo . Tra queste abbiamo : dinoflagellate (nude o tecate) , Primnesiofite e Rafidofite. Ad esempio : *Chattonella subsalsa*



- Mortalità nei pesci che può essere indotta da fioriture di alcune microalghe anche grazie ad **eventi non tossici** : (microalghe incapaci di produrre sostanze tossiche):

1. **Anossia in acque profonde** : ossigeno carente nei fondali, può causare morie di pesci.
2. **Danni meccanici** : Inflitti da alcune diatomee, alle branchie di invertebrati marini.
3. **Colorazione anomala delle acque**
4. **Mucillagine**

Altri eventi non tossici

3 . Colorazione anomala delle acque:

- Intense fioriture di diversi tipi di microalghe (dinoflagellate tossiche o non tossiche, nude o tecate, diatomee), portano a cambiamenti del colore dell'acqua.
- Correlate solitamente a condizioni di anossia
- Spesso causate da ingenti apporti di acqua dolce riversate dai fiumi.



Fioritura di *Noctiluca scintillans* , Salonicco

da Zingone et al.,2021

4. Mucillagine :

- Aggregazione di polisaccaridi refrattari rilasciati dal fitoplancton.
- Si trovano batteri in simbiosi:
  - ❖ possono fungere da substrato, usando N,C e P organici per fornire nutrienti inorganici alle microalghe.
  - ❖ hanno un ruolo nell'infezione.
- Avviene anche in ambiente bentonico : Biofilm mucillaginoso a forma di rete.
- Formazione che può essere favorita dall'elevato idrodinamismo e sospensione della colonna d'acqua.



Mucillagine pelagica, Golfo di Napoli

da Zingone t et al., 2021

Conclusioni

È importante conoscere la distribuzione spazio/temporale delle fioriture di specie nocive, e non, per garantire un utilizzo corretto delle risorse marine e della gestione della zona costiera. Infatti, oltre la tossine registrate durante le fioriture di alcune microalghe, eventi come anossie, mucillagine e colorazione del mare, mirano all'economia di diversi stati del Mediterraneo, rappresentando un grave danno economico (turismo, acquacoltura, pesca).

- **Variabilità temporale imprevedibile** : irregolarità ed intensità degli eventi metereologici degli ultimi decenni; alternanza siccità/deflusso idrico continentale per lunghi periodi (oligotrofia). → Fioriture in ogni periodo dell'anno.

- **Antropizzazione** :

  - Pesca intensiva : riduce in maniera consistente il numero di pesci predatori in cima alla catena alimentare → abbondanza dello zooplancton diminuisce → prolifera la componente fitoplanctonica.

  - Eutrofizzazione : Aumento del carico di nutrienti (N, P) riversati in mare tramite → le acque reflue urbane (Mucillagine)

- I governi di alcuni paesi che si affacciano nel Mediterraneo, attuano diversi piani destinati a ridurre gli scarichi di P nelle acque: ad esempio, riducendo il contenuto di P nei detergenti, o migliorando gli impianti di trattamento delle acque reflue urbane. Si ridurrà così, il carico di P riversato sulle coste altamente eutrofizzate del Mar Mediterraneo.

Bibliografia

- Zingone A., Escalera L., Aligizaki K., Fernandez-Tejedor M., Ismael A., Montresor M., Mozetic P., Tas S., Totti C., 2021. Toxic marine microalgae and noxious blooms in the Mediterranean Sea: a contribution to the Global HAB Status Report. Harmful Algae 102: 101843.

- Ade P., Funari E., Poletti R., 2003. Il rischio sanitario associato alle tossine di alghe marine. Ann Ist Super Sanità 39(1):53-68.

- Berdalet E., Tester P.A., Chinain M., Fraga S., Lemée R., Litaker W., Penna A., Usup G., Vila M., Zingone A., 2017. Harmful Algal Blooms in benthic systems: recent progress and future research. Oceanography, 30, 36–45.

Riassunto

Viene esaminata negli ultimi anni la distribuzione spaziale delle specie di microalghe marine tossiche (specialmente dinoflagellate, diatomee, rafidofite ecc.) e le relative fioriture algali nocive (**HAB**) nel Mar Mediterraneo. I bloom fitoplanctonici, monitorati negli ultimi anni, risultano più frequenti sia a causa di fenomeni abiotici (condizioni metereologiche, variazioni climatiche), che biotici, soprattutto legati all'antropizzazione (pesca, introduzione di specie non indigene tramite acque di zavorra provenienti da altri mari, ecc.); tuttavia vengono registrati in maniera relativamente rara, fenomeni legati alla tossicità, gran parte dei quali riguardano quelli che hanno un impatto sugli impianti di acquacoltura, o casi di avvelenamento da molluschi infetti. Negli eventi di avvelenamento nell'uomo, sono stati registrati casi di diversa natura (**ASP,DSP,PSP**), la maggior parte delle volte, causati dall'ingestione di molluschi raccolti in concomitanza di HAB di alcune specie di dinoflagellate; talvolta eventi tossici possono avvenire anche a causa dell'inalazione di tossine nell'aerosol prodotte da determinati generi (*Ostreopsis*). Sono molto frequenti casi di avvelenamento in pesci e molluschi, infatti, le ittiotossine possono provocare la chiusura degli impianti di acquacoltura, o causare morie di pesci. Inoltre, l'elevata concentrazione del fitoplancton può rappresentare un pericolo anche per quanto riguarda le fioriture di specie incapaci di produrre tossine, infatti la flora/fauna marina può essere danneggiata da eventi come: colorazione anomala delle acque, correlata solitamente ad anossia nei fondali, o formazione di mucillagine. Per contrastare tali eventi dannosi per gli organismi marini, per l'uomo, e per l'economia dei paesi coinvolti che si affacciano sul Mediterraneo, i vari governi attuano diversi piani con lo scopo di contrastare efficacemente questi fenomeni.