



**LO STATO DELLE CONOSCENZE DI ALCUNE
BIOTOSSINE MARINE PRODOTTE DA MICROALGHE
BENTONICHE LUNGO LE COSTE ITALIANE**

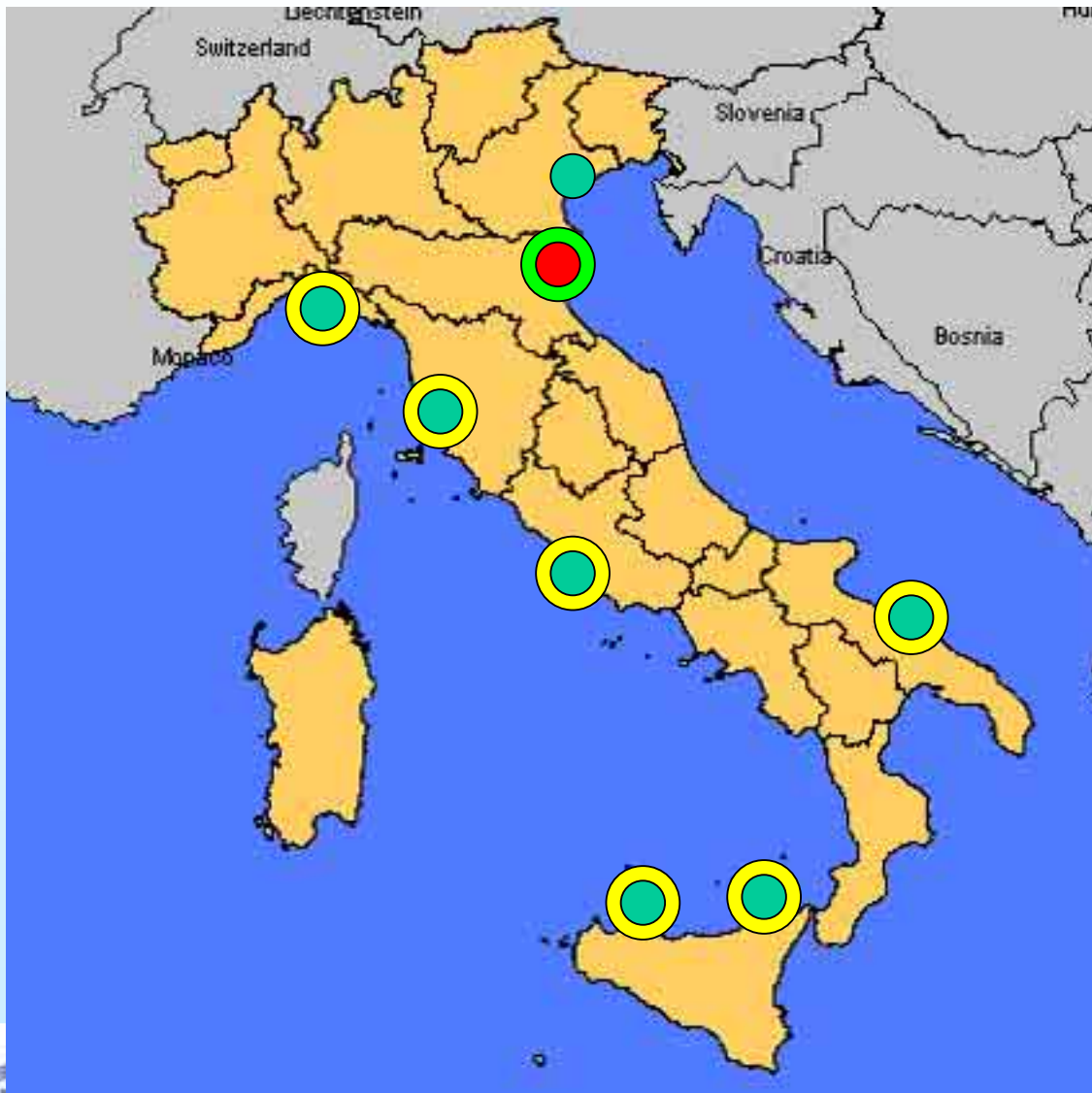
Cesenatico 15-17 maggio 2007





Roberto Poletti



**Laboratorio Nazionale di Riferimento
per il Monitoraggio delle Biotossine Marine - CESENATICO**

Nuove Tossine



-  *Ostreopsis ovata*
-  *Coolia monotis*
-  *Prorocentrum lima*
-  *Alexandrium ostenfeldii*

1. Gimnodimine

Le Gimnodimine sono fortemente tossiche al topo per iniezione intraperitoneale i quanto bloccano la trasmissione neuromuscolare. Sono molto meno tossiche per somministrazione orale. Tramite alimentazione mediante sondino gastrica LD_{50} è stato calcolato 755 $\mu\text{g}/\text{kg}$ peso corporeo. Le gimnodimine hanno una reazione tossica molto rapida (fast-acting).

L'alimentazione mediante sondino gastrico può dare una valutazione artificialmente alta della tossicità acuta.

Alimentazione per via orale di gimnodimine attraverso il cibo non ha registrato nessun effetto tossico alla concentrazione di 7500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ p.c..

Dose Acuta di Riferimento (ARfD)

Usando i dati di alimentazione per os ed applicando un fattore di sicurezza di 100, il ARfD è di 75 µg/kg p.c.

Limiti Guida in Relazione alla Parte Edibile Assunta

g. Parte Edibile	Limite Guida mg/kg p.e.	Limite mg/kg p.e. (Reg.853 CE)
100	45	
250	18	
380	12	

2. Spirolidi

Le tossicità orali acute dello spirolide C, dello spirolide C desmethyl e di 20-methyl spirolide G sono state determinate per os: con sondino gastrico e attraverso una normale alimentazione. Queste sostanze sono 10-15 volte più tossiche al topo delle gimnodimine. Il NOAEL è stato calcolato in 500 µg/kg p.c..

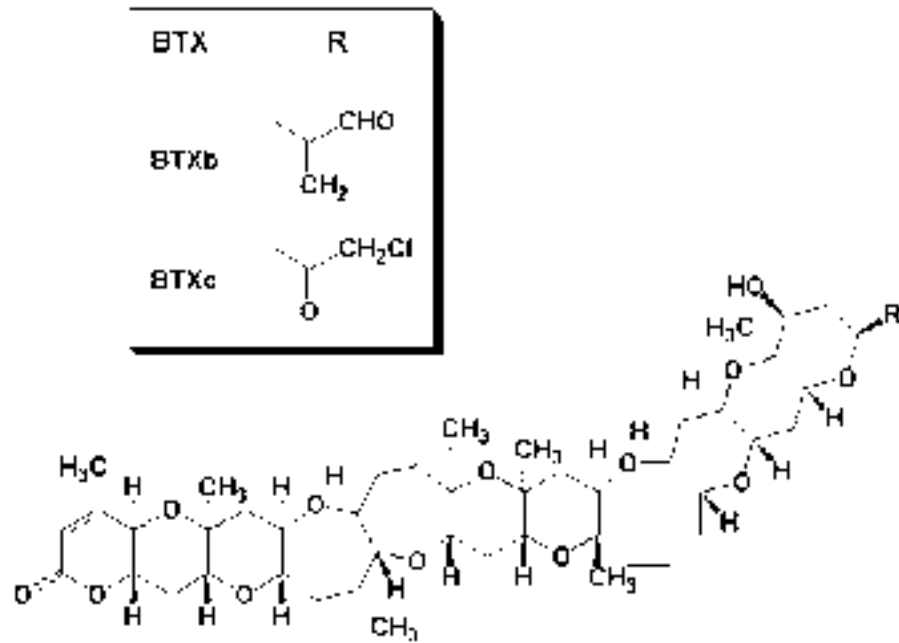
Dose Acuta di Riferimento (ARfD)

A causa dell' alta tossicità di queste sostanze, è stato utilizzato un fattore di sicurezza di 300 per la valutazione di rischio. L'ARfD è quindi di 1,67 µg/kg p.c.,

Limiti Guida in Relazione alla Parte Edibile Assunta

g. Parte Edibile	Limite Guida µg/kg p.e.	Limite mg/kg p.e. (Reg.853 CE)
100	1000	
250	400	
380	260	

NSP (Brevetossine BTXs)



Distribuzione

TOSSINA trovata in microalghe e molluschi bivalvi in: Australia, Nuova Zelanda ed U.S.A..

**Assorbimento
Distribuzione
Metabolismo
Escrezione**

Rapido assorbimento e distribuzione in tutto il corpo, incluso il SNC. Sono metabolizzate nel fegato. Nel plasma hanno un tempo di dimezzamento meno di un minuto, ma in tutto il corpo la scomparsa avviene in circa 6 giorni. Sono eliminate a livello di feci e bile.

Meccanismo d'azione	Le BTXs si legano ai canali del Na ⁺ (α subunità - sito 5) aumentando l'entrata dello ione Na depolarizzando la membrana neuronale.
Tossicità in animali (topo)	Per i.p.: PbTx1 LD ₅₀ 100 µg/kg p.c.; PbTx2 LD ₅₀ 200 µg/kg p.c.. Per os: LD ₅₀ varia da 500 µg/kg p.c. (PbTx3) a 6600 µg/kg p.c. (PbTx2). BTX sono tossiche per pesci e mammiferi marini.
Tossicità umana	Si conosce un solo un episodio di NSP ad una concentrazione di 1,2-4,7 mg equi.di PbTx3/kg p.c..
Dose Acuta di Riferimento (ARfD)	2- 3 µg equi. di PbTx 3/Kg p.c. sulla base dell'unico episodio (1,2 mg equi.di PbTx3/kg p.c.).

Karenia brevis una dinoflagellata pelagica è considerata la principale responsabile della produzione di brevetossine. Nelle zone interessate dalle fioriture di *K. brevis* (Golfo del Messico – Florida) le persone soffrono di disturbi, più o meno gravi, alle vie respiratorie. Gli studi hanno dimostrato nell'aerosol marino la presenza di brevetossine (Cheng e coll., 2005).

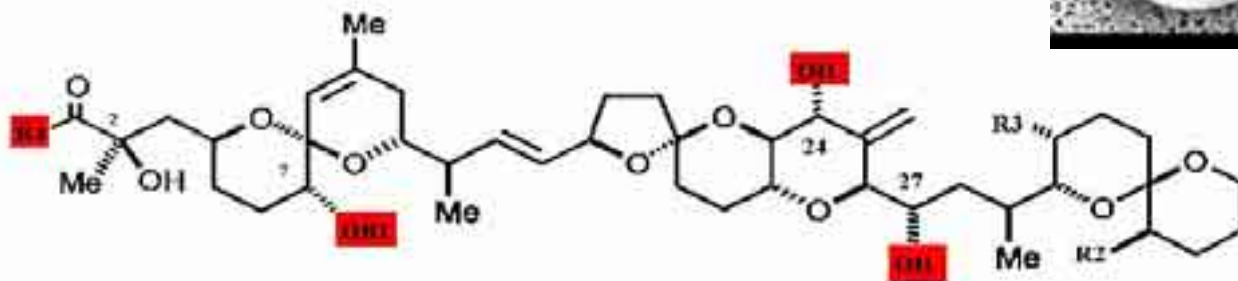
Questa sintomatologia è del tutto simile a quella che avviene in alcune zone costiere italiane attribuite a *Ostreopsis ovata*.

CONSIDERAZIONI SU ALCUNE MICROALGHE TOSSICHE BENTONICHE

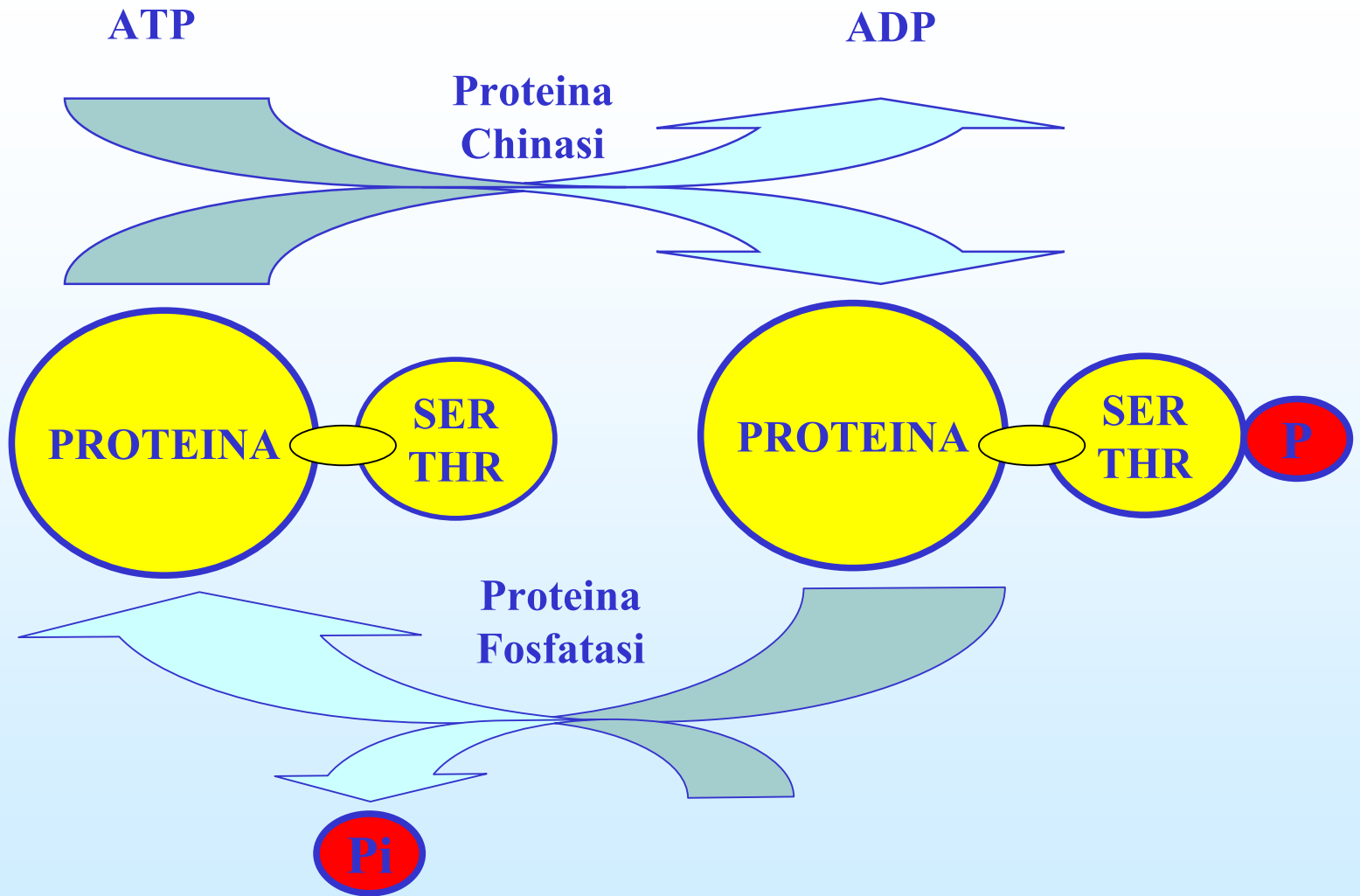
Il *Prorocentrum lima* è una microalga epifita bentonica produttrice di tossine DSP, acido okadaico e derivati.

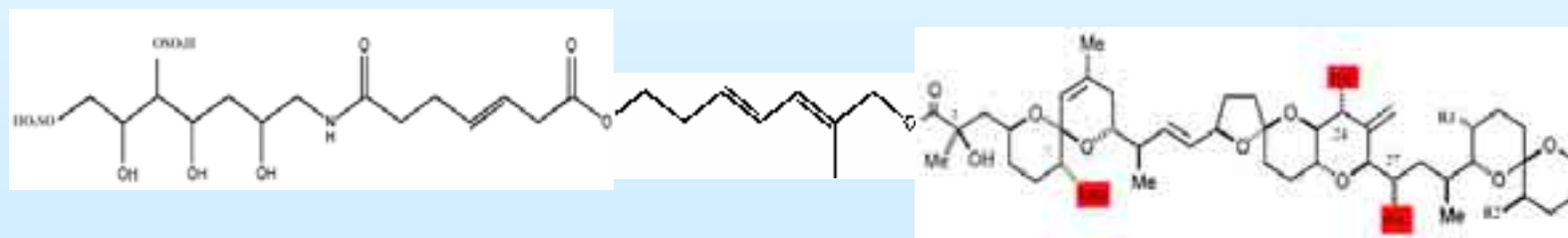
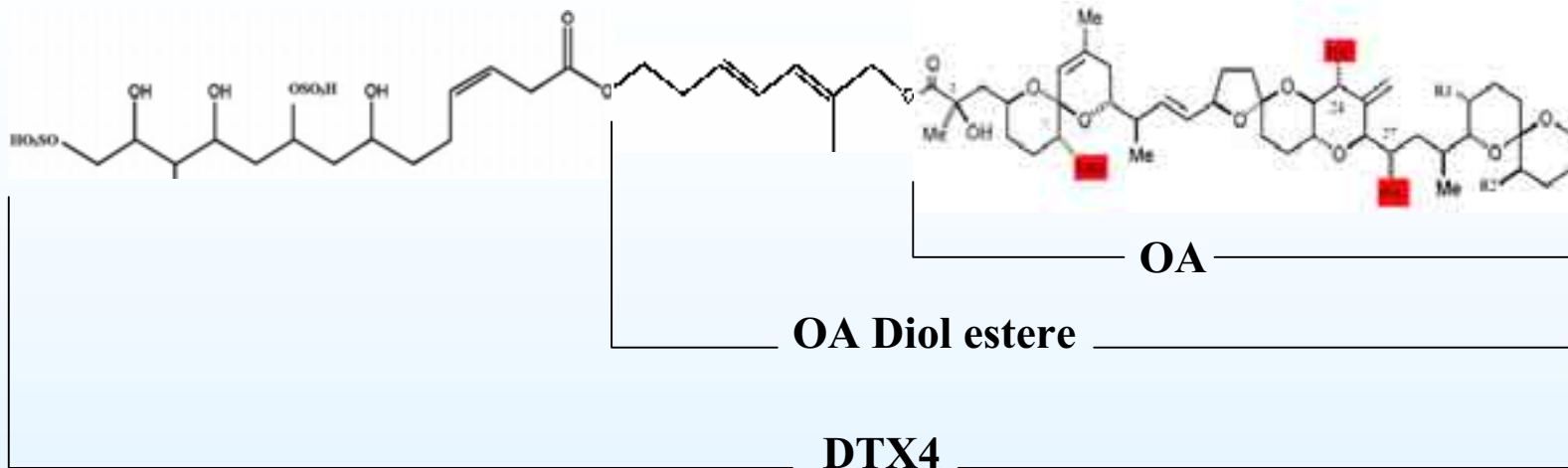


Acido Okadaico e derivati



		R1	R2	R3	R4	R5	PM
Acido okadaico	(AO)	H	CH ₃	H	OH	-	804,46
Dinophysitossina 1	(DTX1)	H	CH ₃	CH ₃	OH	-	818,48
Dinophysitossina 2	(DTX2)	H	H	CH ₃	OH	-	804,46
Dinophysitossina 3	(DTX3)	Acile	CH ₃	CH ₃	OH	-	
7-0-acil-acido okadaico	(Acil AO)	Acile	CH ₃	H	OH	-	
7-0-acil-dinophysitossina 1	(AcilDTX1)	Acile	H	CH ₃	OH	-	
Dinophysitossina 4	(DTX4)	H	CH ₃	H	X	Y	
Dinophysitossina 5	(DTX5)	H	CH ₃	H	X	Z	
Diol Estere	(DiolOA)	H	CH ₃	H	X	OH	





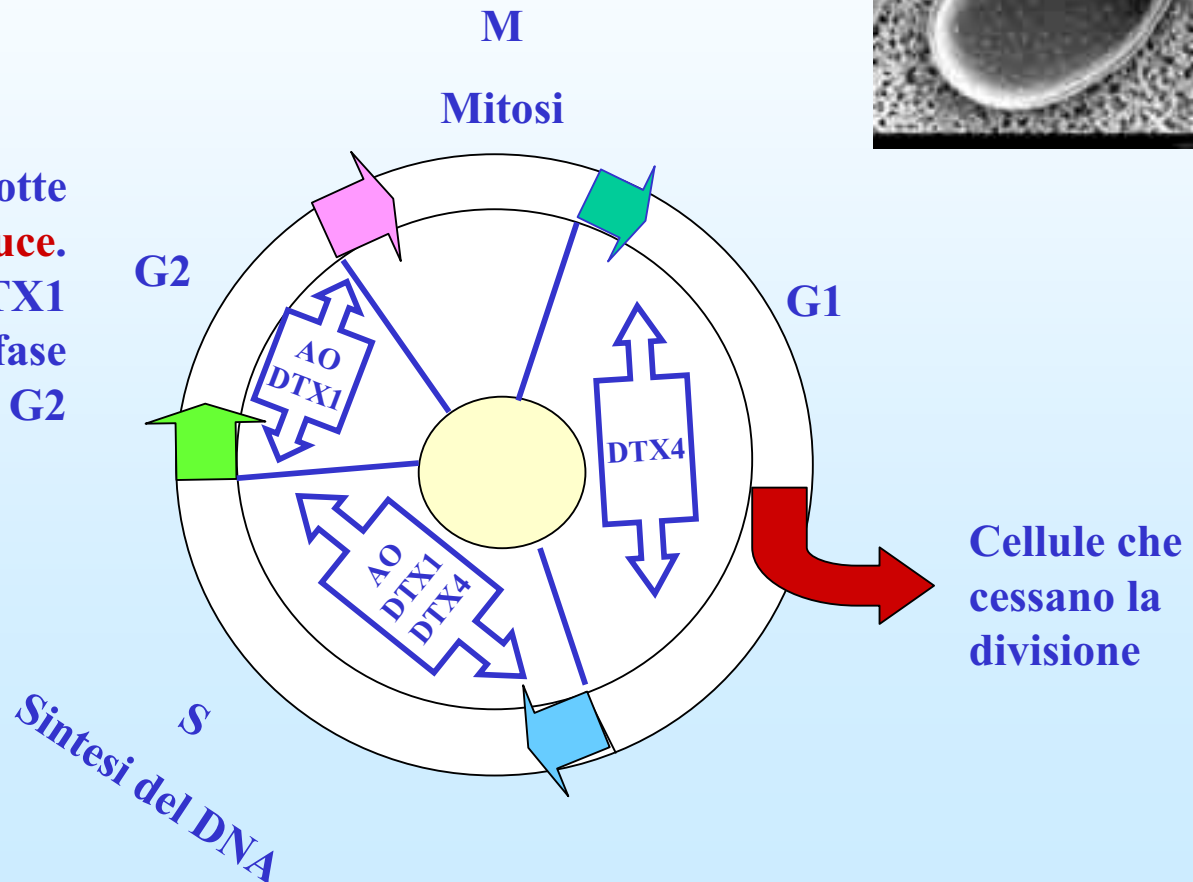
DTX5

Ciclo cellulare di *Prorocentrum lima* e Cinetica di produzione di Acido okadaico e derivati

Ciclo Cellulare

14 ore di luce e
10 ore di buio

Le tossine sono prodotte durante le **ore di luce**.
Le tossine AO e DTX1 sono prodotte nella fase avanzata di S e nella G2 fase.



Prorocentrum Lima possiede sia l'attività di PP-2A che di PP-1 che è sensibile all' inibizione dell' acido okadaico. Questo ci pone una domanda di come questo organismo unicellulare eviti gli effetti dannosi d'acido okadaico che lui stesso produce.

Alcuni esperimenti di immunolocalizzazione *Prorocentrum Lima* hanno dimostrato che l'acido okadaico è localizzato nei cloroplasti periferici e lisosomi autodigestivi e può essere associato alle membrane lipidiche. L'ipotesi è quindi che l'acido okadaic è sequestrato all'interno della cellula in specifici compartimenti.

Il ruolo fisiologico svolto dall'AOs nei dinoflagellati è poco chiaro, ma è possibile che la tossina abbia una funzione allelopatica e di deterrente per i consumatori di microalghe.

Ciguatera o CFP (Ciguatera Food Poisoning)

La ciguatera è una forma di intossicazione umana causata dal consumo di pesci delle aree tropicali e subtropicali che hanno accumulato la tossina o le tossine (Ciguatossine) attraverso la loro dieta. Circa 400 specie di pesci sono implicati in questo tipo di avvelenamento.

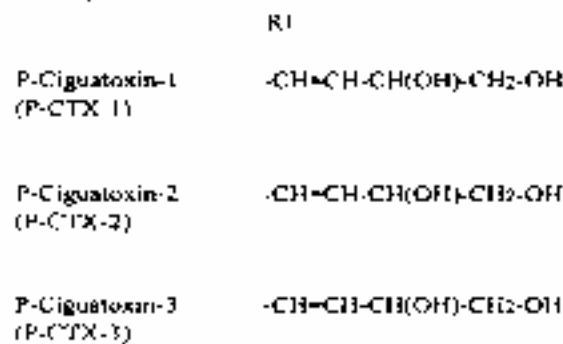
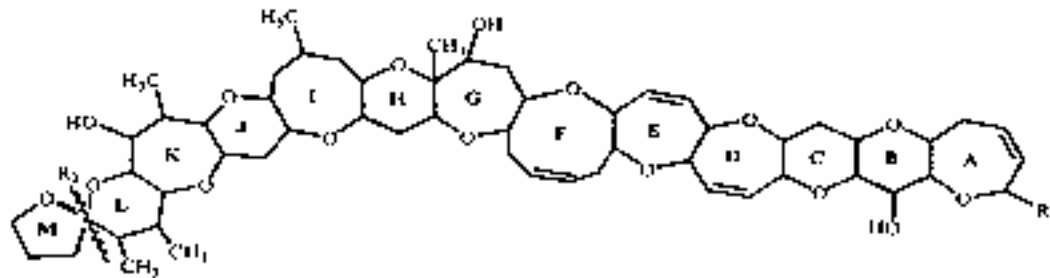
E' stata trovata ciguatossina anche in salmoni alimentati con farine di pesce proveniente dalle aree tropicali.



Turbo pica = "cigua"

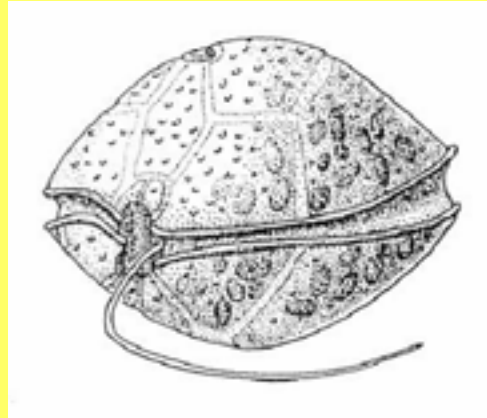
Ciguatera o CFP (Ciguatera Food Poisoning)

Le Ciguatossine sono dei poliesteri ciclici derivate da dinoflagellati marini.



Tossina	ip. LD50 Topo 20g µg/kg p.c.	UT	Tempo di morte
CTX1	0,25	5	37'- 24h
CTX2	2,30	9	53' - 100h
CTX3	0,90	18	60'- 26h
GTX-4B	4,00	80	-
MTX-1	0,05	1	72'- 72h

Adachi e Fukyo nel 1979 individuano nella Dinoflagellata *Gambierduscus toxicus* l'origine delle tossine.

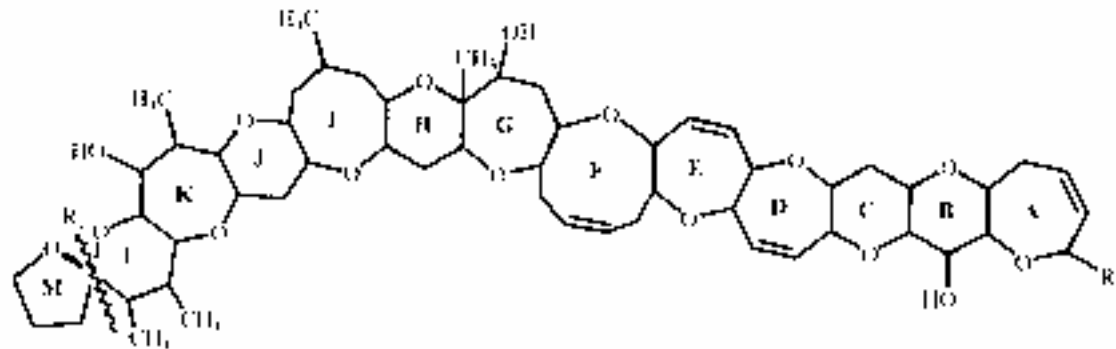


Altre dinoflagellate sono state associate alla ciguatossine:

<i>Gambierduscus toxicus</i>	maitotossina-ciguatossina (a)	neurotossina
<i>Coolia monotis</i>	??????	emolitica
<i>Ostreopsis lenticularis</i>	ostreotossina	neurotossina
<i>Ostreopsis ovata</i>	non conosciuta (b)	emolitica
<i>Ostreopsis siamensis</i>	non conosciuta	emolitica
<i>Ostreopsis mascarenensis</i>	maitotossina	neurotossina

a) Gambiertoxins b) Palitossina

Struttura Gambiertoxins 4A e 4B



R₁

Gambiertoxin-4A
(GTN-4A)

-CH=CH-CH-CH₂

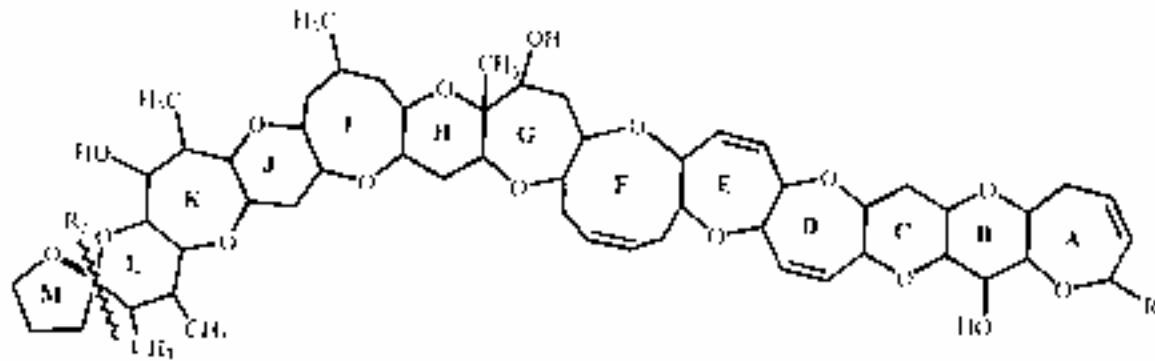
Gambiertoxin-4B
(GTN-4B)

-CH-CH-CH-CH₂

R₂

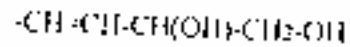


Strutta Ciguatossina del Pacifico

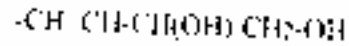


P-Ciguatoxin-1
(P-CITX-1)

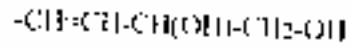
R1



P-Ciguatoxin-2
(P-CITX-2)



P-Ciguatoxin-3
(P-CITX-3)



R2

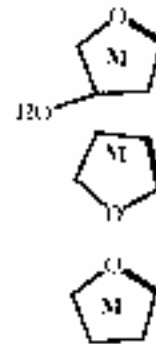


Table 1. Characteristics of structurally defined ciguatoxins from Pacific (P-CTX), Caribbean (C-CTX) and Indian (I-CTX) regions.

Ciguatoxin	Alternative Name	Source ^a	Mass (Da)	^b LD ₅₀ (mg/kg, i.p.)	Reference
P-CTX-1	CTX, CTX-1B	Carnivore	1110	0.25	[3,4]
P-CTX-2	52-epi P-CTX-3	Carnivore	1094	2.3	[15]
P-CTX-3		Carnivore	1091	0.9	[5]
P-CTX-3C		<i>G. toxicus</i>	1044	ND	[13]
2,3-dihydroxyP-CTX-3C	CTX-2A1	Carnivore	1056	1.8	[16]
51-hydroxyP-CTX-3C		Carnivore	1038	0.27	[16]
CTX-4A ^c	52-epi GT-4B	<i>G. toxicus</i> , herbivore	1060	2	[14]
CTX-4B ^c	GT-4B	<i>G. toxicus</i> , herbivore	1060	4	[4]
C-CTX-1		Carnivore	1140	3.6	[3,11]
C-CTX-2	56-epi C-CTX-1	Carnivore	1140	1	[3,11]
I-CTX-1		Carnivore	1140	-0.5	[8]
I-CTX-2		Carnivore	1140	-0.5	[8]

^a Origin of ciguatoxin, either carnivorous or herbivorous fish species and/or dinoflagellate.

^b Median lethal dose (potency) in mice

^c formerly known as gambiertoxins (GTX-4A and GTX-4B)

Modified from Lewis et al. [45] and Lewis [7]

Catena trofica

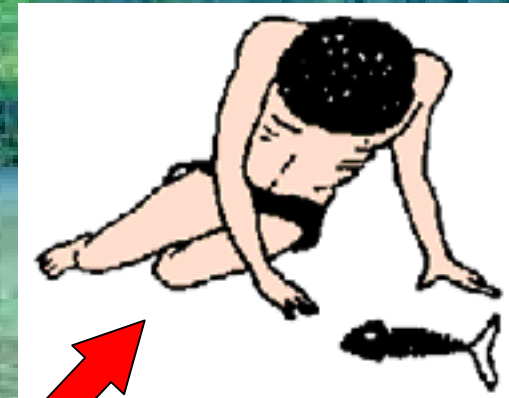
Coralli e macroalghe



Pesci erbivori



?



Gambierduscus toxicus



Pesci carnivori



Coolia monotis

Coolia monotis è una Dinoflagellata bentonica produttrice di una tossina la Cooliatossina, probabilmente un polietere mono-solfato (pm = 1.062; i.p. LD₅₀ = 1 mg/kg p.c.) che provoca ipotermia e danni respiratori al topo. I sintomi accusati dai topi trattati con cooliatossina sono molto simili a quelli della yessotossina. Il peso molecolare di cooliatossina corrisponde a quello della yessotossina mono-solfato e questo ci suggerisce che cooliatossina possa essere un analogo della yessotossina.



PALITOSSINA

Colonie di Palythoa & Zooantus

Gruppo della Palitossina

Le Palitossine sono prodotte da invertebrati marini (*Palythoa* sp.) e da microalghe delle zone tropicali e subtropicali. Queste tossine possono essere accumulate in crostacei e in pesci. Le Dinoflagellate *Ostreopsis* sp. sono implicate nella produzione di palitossine. La diffusione di queste microalghe aumentante nel mondo ogni anno e questo rappresenta una potenziale minaccia per la salute umana. Le fioriture di *Ostreopsis ovata* sono registrate regolarmente in alcune zone del Mediterraneo, Italia compresa. In queste aree, per ora, non si registrano casi di intossicazione umana per consumo di prodotti ittici. In Italia la comparsa di *Ostropsis* sp in fioritura è stata accompagnata da fenomeni di disturbi alla respirazione in turisti che soggiornano nelle spiagge.

2001

Laboratorio di Biologia Marina di Bari

Mola di Bari  **Aerosol marino tossico**

**Presenza di *Ostreopsis ovata*
(acque colorate con pellicola mucillaginosa)**

- **villeggianti e abitanti della zona presentavano sindromi parainfluenzali associati a febbre**
- **danni agli organismi bentonici**

1998-2000-2001

**ARPAT, Dipartimento di
Massa Carrara e di Livorno**

Costa apuana



Aerosol marino tossico

**Presenza di *Ostreopsis ovata*
(acque opalescenti con pellicola gelatinosa)**

- **Persone che stazionavano a riva presentavano
sindrome di tipo influenzale, talvolta associati a
febbre**

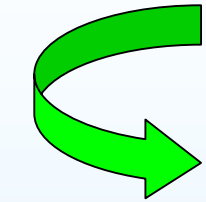
1998 - 100 persone
2000 - poche decine
2001 - poche unità

- **danni agli organismi bentonici**

2000-2001

**ARPAL, Dipartimento di
La Spezia**

Provincia di La Spezia



Presenza di *Ostreopsis ovata*

(macchie più o meno larghe di pellicola gelatinosa)

- **alcune persone che stazionavano a riva presentavano malesseri di carattere respiratorio e in alcuni casi febbre**
- **danni agli organismi bentonici**

Mola di Bari - Massa Carrara - La Spezia

in concomitanza alla presenza di
Ostreopsis ovata

malesseri umani - danni alle biocenosi bentoniche

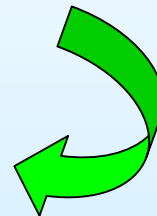
CENTRO RICERCHE MARINE

Gennaio 2002

**Incontro in cui si concorda la necessità di
informare**

le Autorità competenti

**Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio
Ministero della Salute
Istituto Superiore di Sanità**



1999

ARPA LAZIO
Sezione Provinciale di Latina

Provincia di Latina



- **segnalazioni di malesseri di carattere respiratorio**
- **moria di organismi bentonici**

in concomitanza alla presenza di
***Ostreopsis ovata* nell'acqua**

2005

**ARPAL, Dipartimento di
Genova e La Spezia**

Provincia di GENOVA



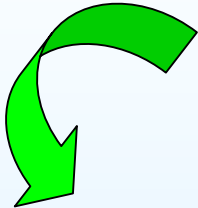
**numerose persone che stazionavano a riva
ricorrono a cure mediche per malesseri di
carattere respiratorio e casi di febbre**

**in concomitanza alla presenza di
Ostreopsis ovata nell'acqua**

2005

AUSL 6 - PALERMO

Comune di Bagheria



alcune persone segnalano malesseri di carattere respiratorio e in alcuni casi febbre

in concomitanza alla presenza di *Ostreopsis ovata* nell'acqua

Atti Parlamentari — 2668 — Camera dei Deputati
XV LEGISLATURA — ALLEGATO B AI RESOCONTI — SEDUTA
DEL 4 DICEMBRE 2006

AMBIENTE E TUTELA
DEL TERRITORIO E DEL MARE

2006

Interrogazione a risposta in Commissione:

le coste dei comuni di Bagheria e Circoscrizione di Aspra, Ficarazzi, Santa Flavia Capaci, Isola delle Femmine, Terrasini, Trappeto, Balestrate ed Erice, (Regione Sicilia) sono stati interessati dai superamenti dei limiti di guardia del fenomeno della microalga *Ostreopsis Ovata*, che ha causato ripetute e preoccupanti intossicazioni e malesseri ai bagnanti, con conseguente danno economico alle attività turistiche e produttive;

Caso di Genova 2005 Aspetti epidemiologici

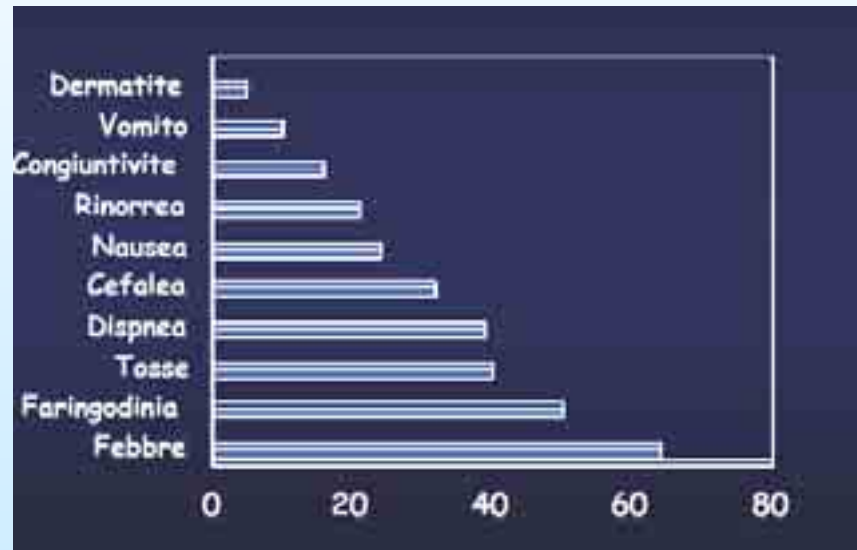
G. Icardi

Azienda Ospedaliera Universitaria "San Martino"

DiSSal Università degli Studi di Genova

a)	Febbre	64 %
b)	Faringodinia	50 %
c)	Tosse	40 %
d)	Dispnea	39 %
e)	Cefalea	32 %
f)	Nausea	24 %
g)	Rinorrea	21 %
h)	Congiuntivite	16 %
i)	Vomito	10 %
j)	Dermatite	5 %

Pazienti considerati 225



Frequenza dei quadri clinici

(G. Icardi)

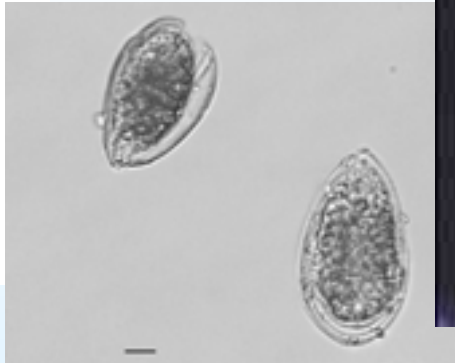
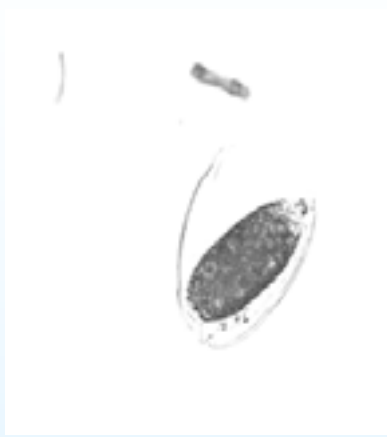
109 Casi con 3 sintomi

- Febbre con tosse e faringodinia 36 %
- Febbre con tosse e dispnea 34 %
- Tosse con faringodinia e dispnea 28 %
- Altro

69 Casi con 4 sintomi

- a) Febbre con tosse, faringodinia e dispnea 36 %
- a) Febbre con tosse, faringodinia e rinorrea 25 %
- a) Febbre con tosse dispnea e rinorrea 23 %

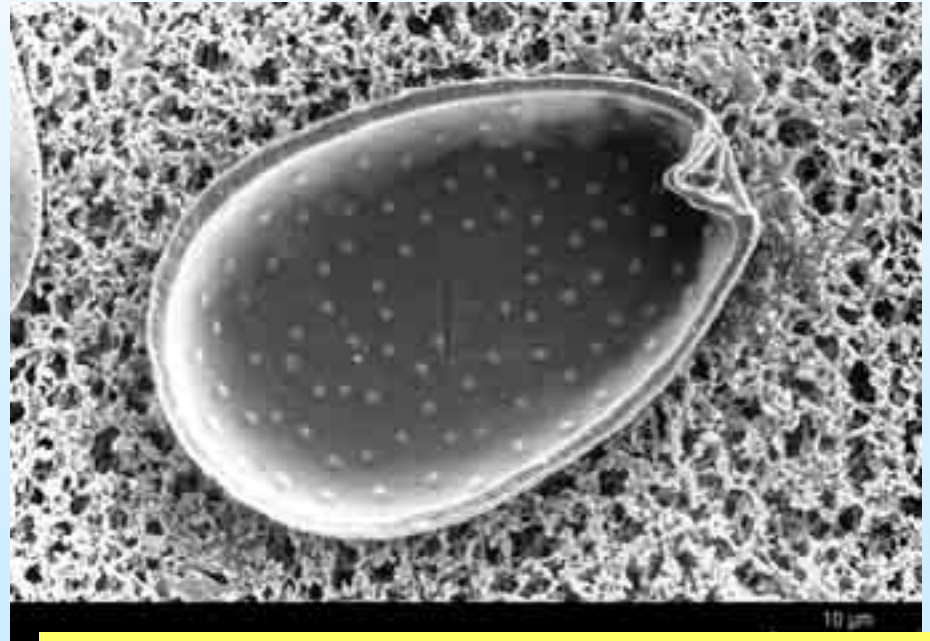
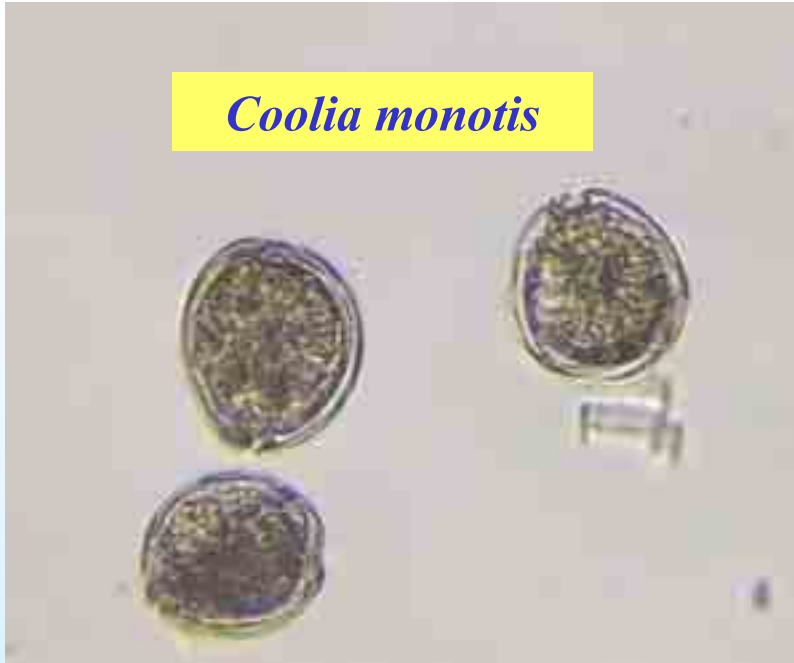
Ostreopsis ovata Fukuyo 1981



Lunghezza 47-55 μm
Larghezza 27-35 μm

Specie epifita, bentonica, ticoplanctonica

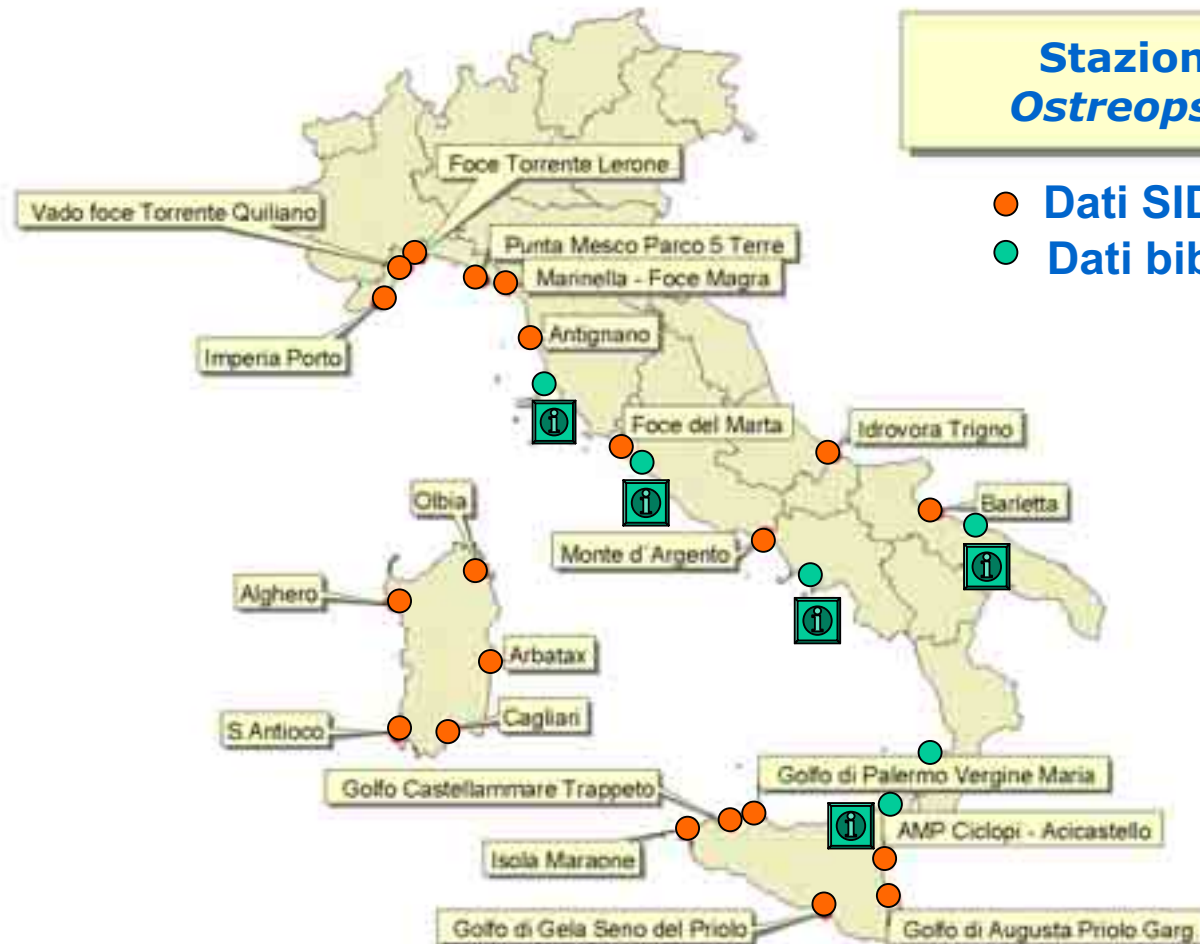
Coolia monotis



Prorocentrum lima (Ehrenberg) Dodge

Stazioni con *Ostreopsis* spp

- Dati SIDIMAR
- Dati bibliografici



- **Dati del Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio – Programma di Monitoraggio per il controllo degli ambienti marino costieri - SIDIMAR**

Ostreopsis ovata



Fig. 1- Regioni in cui è stata segnalata *Ostreopsis* spp.:

2005: Liguria – Toscana - Lazio – Campania - Calabria – Puglia – Molise – Sicilia – Sardegna;

2006: Abruzzo - Marche – Friuli Venezia Giulia



Regioni in cui sono stati segnalati disturbi respiratori nelle persone.

F
i
g
.
2
-

ECOTOSSICOLOGIA

***Ostreopsis ovata* durante una fioritura può produrre biotossine**

I segnali ambientali, che testimoniano una fioritura algale sono:

- presenza di schiume di colore marrone in superficie;
- materiali gelatinosi in sospensione;
- pellicola membranacea dello stesso colore, avvolgente gran parte del substrato e dispersa in colonna d'acqua;
- segni di sofferenza in numerosi organismi appartenenti a diverse cenosi animali, sia sessili (bivalvi, gasteropodi) che mobili (echinodermi cefalopodi, piccoli pesci): perdita di aculei nei ricci (*Paracentrotus lividus*) e di braccia in stelle marine (*Coscinasterias tenuispina*).

Cosa può favorire lo sviluppo di *Ostreopsis ovata* ?

- 1) Le alte temperature**
- 2) La presenza di macroalghe**
- 3) La presenza di frangiflutti**
- 4) Lo scarso dinamismo dell'acqua**
- 5) I nutrienti**

Cosa può favorire lo sviluppo di fenomeni tossici all'uomo?

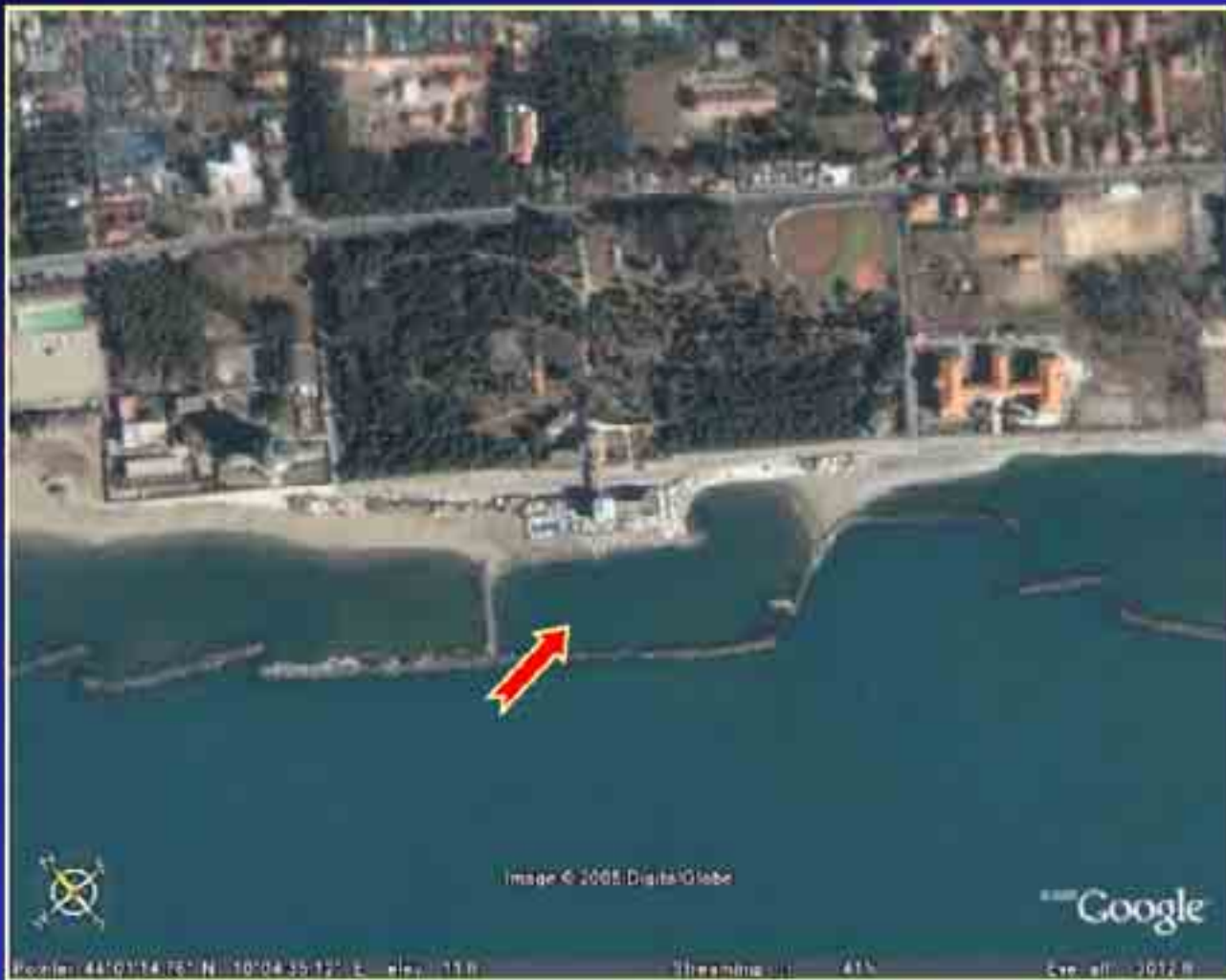
- 1) Particolari condizioni atmosferiche**
 - a) Direzione del vento;**
 - b) Temperatura dell'aria;**
 - c) Pressione atmosferica.**
- 2) Passeggiare in riva al mare**
- 3) La manca rimozione di materiale (macroalghe) spiaggiato**

Spesso non c'è correlazione fra numero di cellule e tossicità in quanto la produzione di tossine può dipendere da vari fattori quali:

- **salinità e temperatura**
- **rapporto azoto/fosforo**
- **fase di crescita delle microalghe**
- **abbondanza di altro fitoplancton**

ARPA Toscana

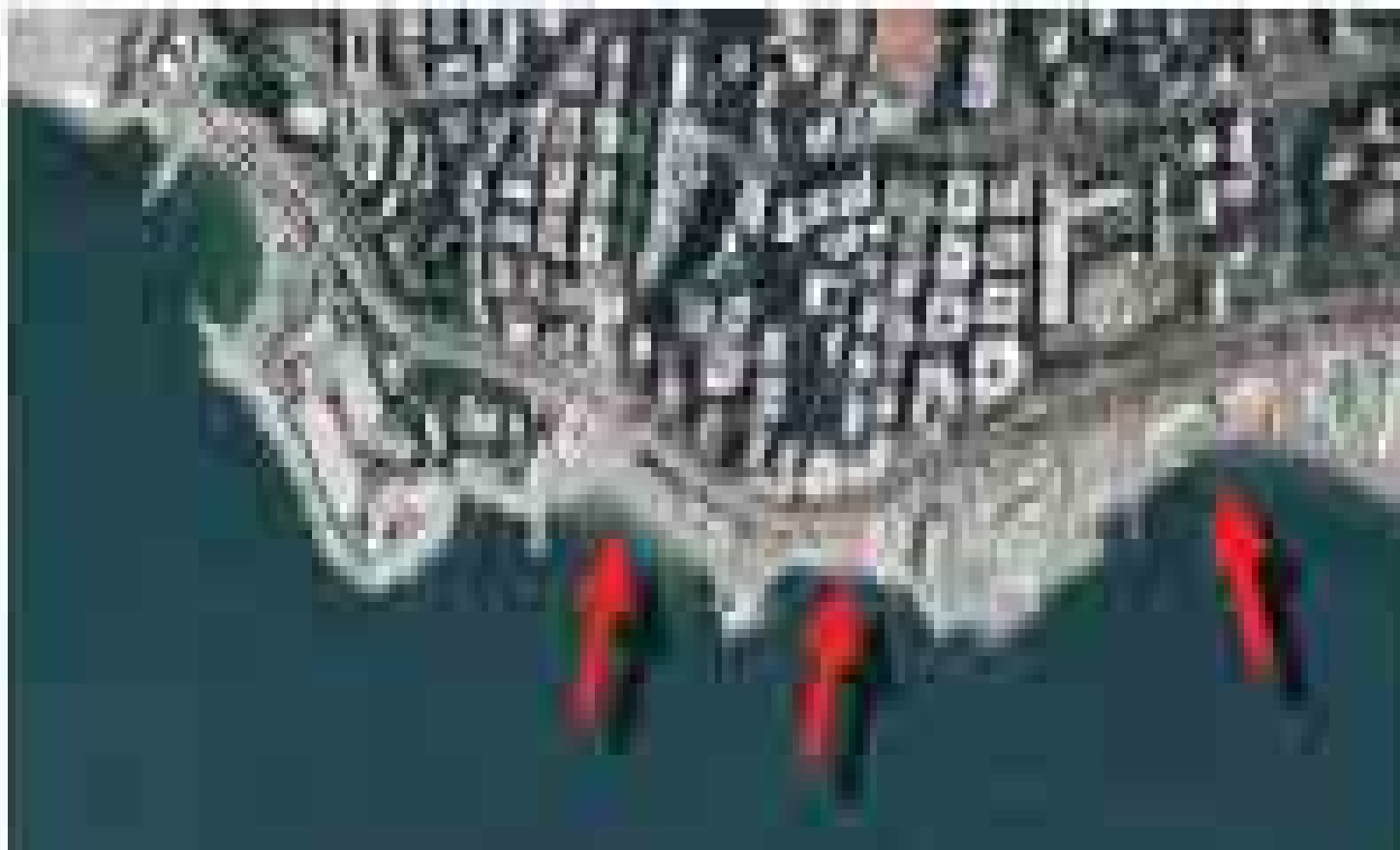
(zona interessata dalla fioritura nel 2005)



Mola di Bari



ARPA LIGURIA



Bagheria - Sicilia



La Fosca (Costa Brava –Spagna)



Grecia



Tossicità

E' stato dimostrato che *Ostreopsis ovata* può:

- **produrre tossine (palitossine);**
- **creare problemi alla salute umana attraverso la catena alimentare;**

Non è stata ancora dimostrata la presenza di queste tossine



nell' AEROSOL MARINO

Le Palitossine sono state ritrovate in invertebrati marini (*Palythoa* sp.) e prodotte da microalghe (batteri ?) delle zone tropicali e subtropicali. Queste tossine possono essere accumulate in crostacei e in pesci. Le Dinoflagellate *Ostreopsis* sp. sono implicate nella produzione di palitossine. La diffusione di queste microalghe aumentante nel mondo ogni anno e questo rappresenta una potenziale minaccia per la salute umana.

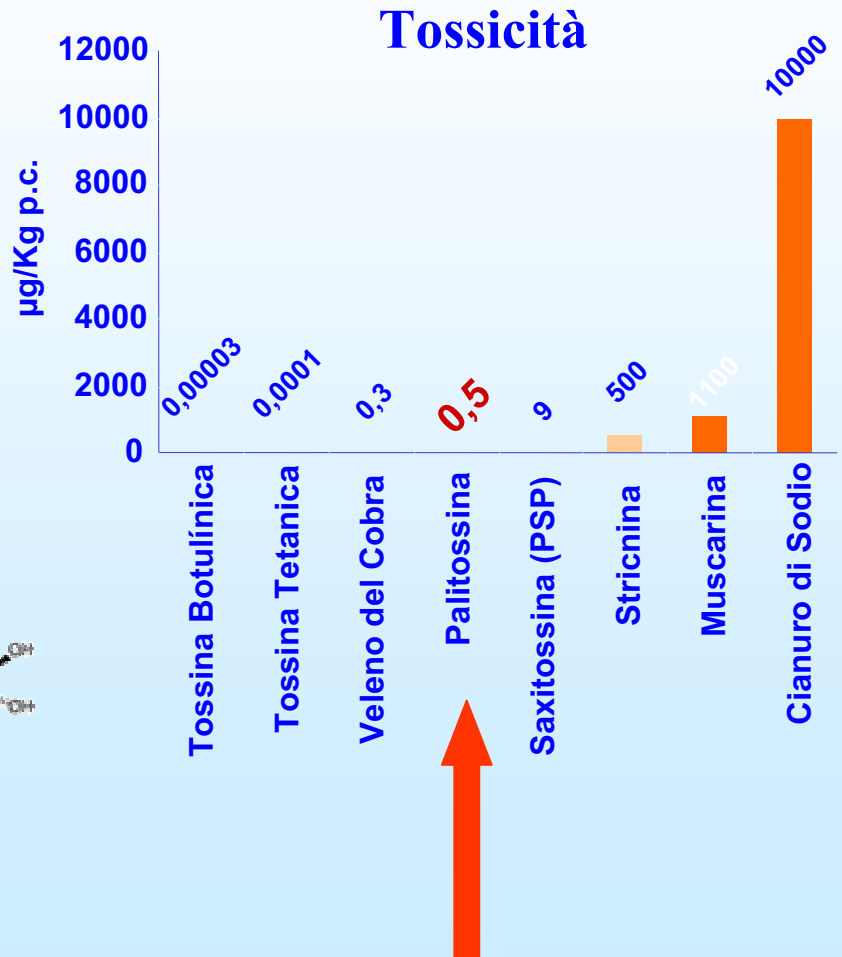
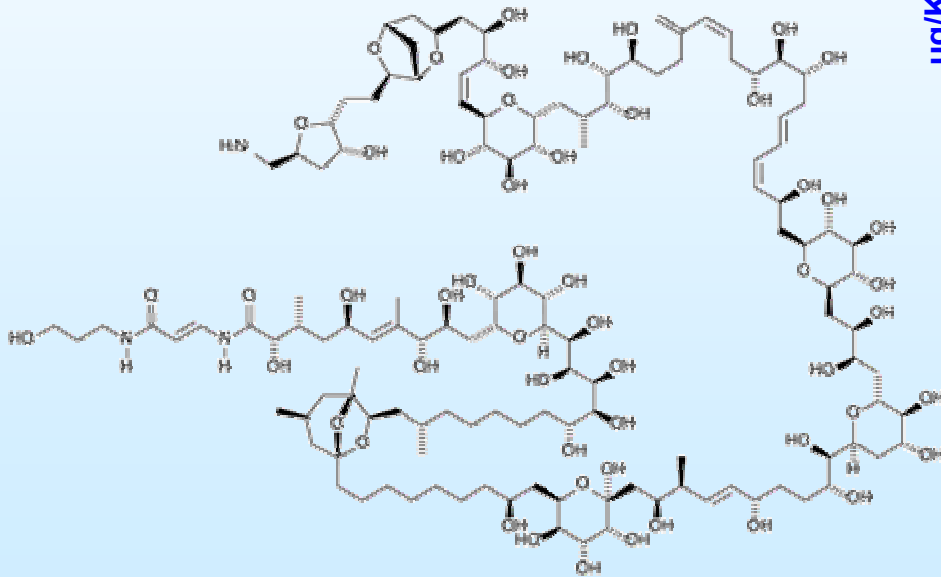
Le fioriture di *Ostreopsis ovata* sono registrate regolarmente in alcune zone del Mediterraneo, Italia compresa.

In queste aree, per ora, non si registrano casi di intossicazione umana per consumo di prodotti ittici.

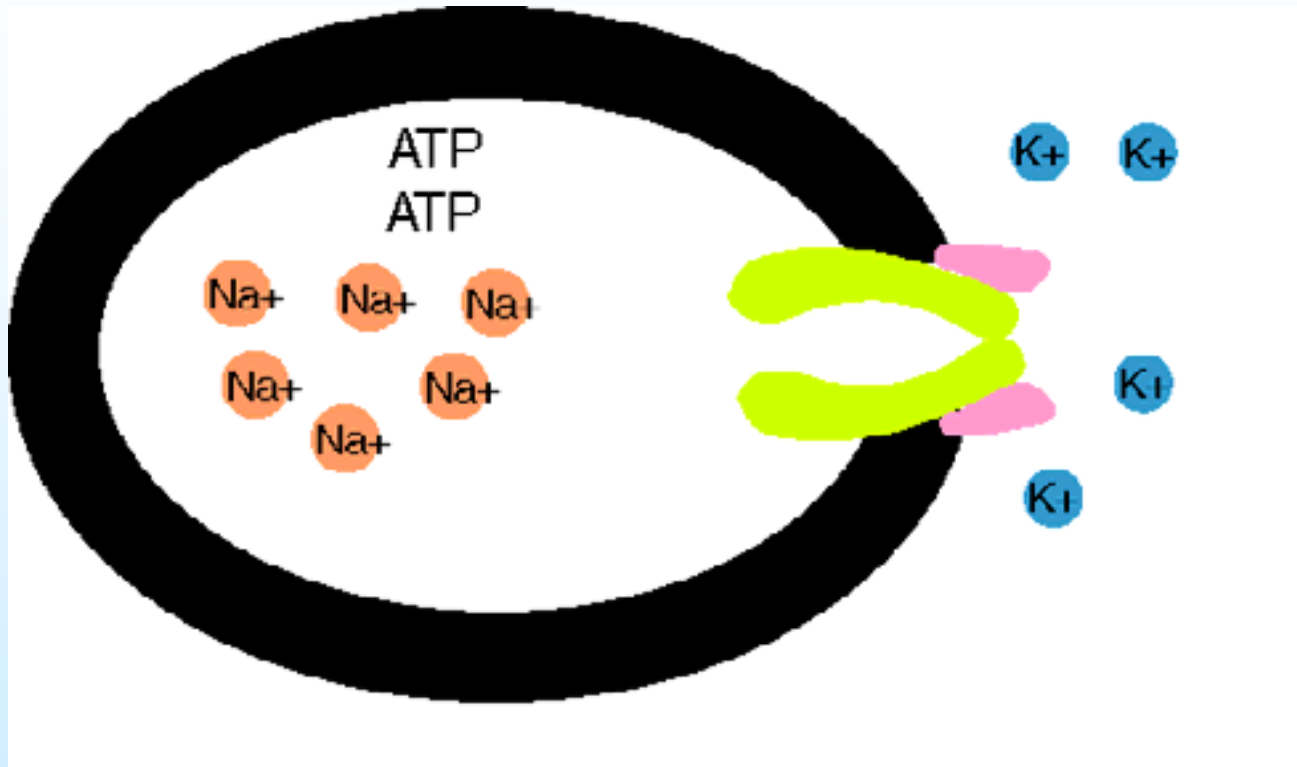
PALITOSSINA



I diversi analoghi hanno mostrato un peso molecolare compreso tra 2659 e 2680 Da



Pompa Na^+/K^+ ATP



Distribuzione

TOSSINE trovata in microalghe, molluschi bivalvi, crostacei e pesci. Le aree di massima diffusione sono quelle tropicali e sub tropicali.

Meccanismo d'azione

Agisce sui canali della pompa Na^+/K^+ ATPase.

Tossicità in animale (topo)

Per iniezione intraperitoneale la palitossina è eccezionalmente tossica. LD50 di palitossina pura, in topo, è di 0,72 $\mu\text{g}/\text{kg}$ p.c.. La palitossina è meno tossica se somministrata per via orale LD₅₀ di 510 $\mu\text{g}/\text{kg}$ p.c..

Tossicità umana

Gli effetti tossici prodotti sono una potente vasocostrizione, depressione della funzione cardiaca, ischemia e danno al miocardio, fibrillazione ventricolare e blocco cardiaco.

Sintomi: sapore metallico o amaro, nausea, ipersalivazione, vomito, dolori addominali, diarrea, paralisi degli arti inferiore, spasmi muscolari e difficoltà respiratoria. Casi mortali sono stati attribuiti a palitossine di persone che avevano mangiato pesci e crostacei.

Dose Acuta di Riferimento (ARfD)

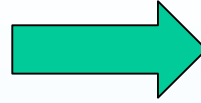
Il NOAEL per os è calcolato in 320 µg/kg p.c.. A causa dell' alta tossicità di queste sostanze, per la valutazione di rischio, è stato utilizzato un fattore di sicurezza di 300. L'ARfD è quindi di 1,07 µg/kg p.c.,

Limiti Guida in Relazione alla Parte Edibile Assunta

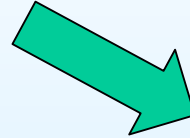
g. Parte Edibile	Limite Guida µg/kg p.e.	Limite mg/kg p.e. (D. 91/492/CEE)
100	642	
250	256	
380	169	



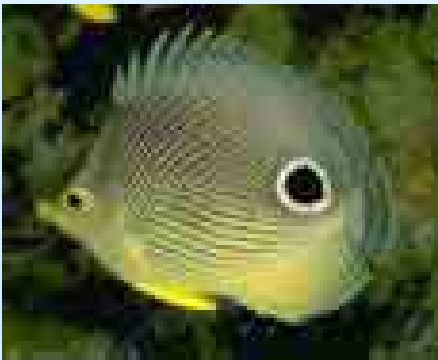
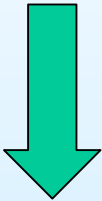
Zooanthids



Platypodiella



Hermodice



Chaetodon



Acanthaster



Decapterus macrosoma

Debolezza

Sudazione

Spasmi addominali

Nausea

Vomito

Diarrea

Parestesia circumorale

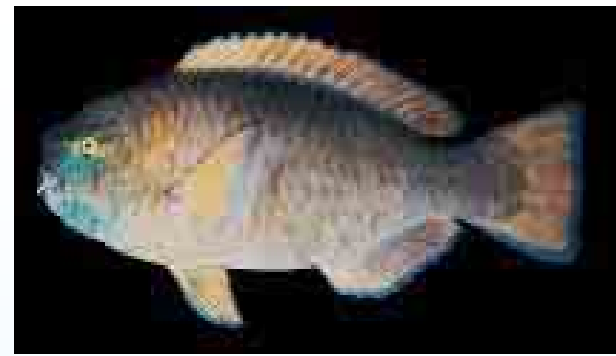
(faccia, labbra)

Parestesia delle estremità

Disestesia

Spasmi muscolari

Tremori.



Scarus ovifrons

Forti dolori muscolari

Paralisi

Dispnea

Cianosi e intorpidimento

Nausea e vomito molto rari.

**La morte avviene fra le 10 ore
o entro i 5 giorni**



Tetraodon sp.

Nausea

Vomito

**Difficoltà
respiratorie**

Dolori muscolari



*Herklotsichthys
quadrimaculatus*

**Generale malessere,
Vomito incontrollato
Diarrea durante le prime 2 ore
Formicolio delle estremità
Delirio**



Lophozozymus pictor
Dolori addominali
Vertigini
Vomito.
Cianosi
Respirazione veloce
Ipotensione
Morte in 30-60 minuti
dopo l'ingestione



Demanis reynaudii
Vertigini,
Nausea
Vomito
Diarrea
Formicolio mani e piedi
Crampi muscolari
Respirazione veloce e poco profonda
Irregolare frequenza cardiaca
Cianosi
Anuria
Ipersalivazione
Convulsioni e arresto respiratorio
Morte dopo circa 7-20 ore

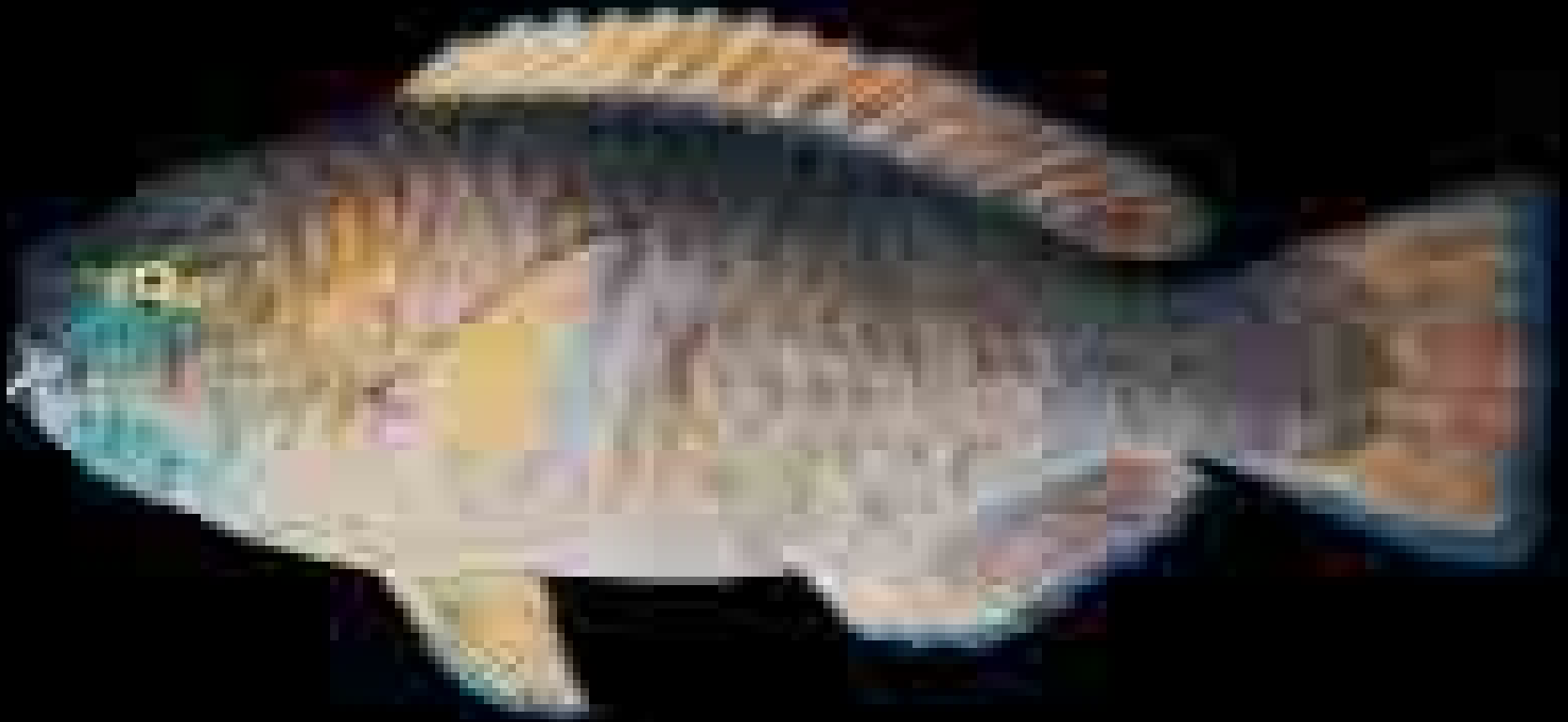


Clupeotossina

Madagascar, 1 morte

INTOSSICAZIONE UMANA IN GIAPPONE PER CONSUMO DI *Scarus ovifrons*

Dal Maggio 1953 all'Aprile del 1999 sono stati registrati circa 20 casi di avvelenamento per un totale di 75 pazienti con 6 morti



La prima segnalazione della Palitossina in Europa si è registrata in SPAGNA

- **Ostreopsis (Ceppo Tossico) ritrovato in Catalogna, 2002**
- **Molluschi bivalvi (Mitili) di Almería(2003).**
- **OA + Palitossina**

Seguono:

Grecia 2005 in Mitili

Italia 2005-2006 in Mitili



L'IMPATTO NEGATIVO DA BIOTOSSINE MARINE SI ATTENUA:

1-Pianificando un sistema di monitoraggio sul fitoplancton per raggiungere i seguenti obiettivi:

- a) individuazione delle specie tossiche o potenzialmente tossiche;
- b) determinazione della loro presenza spaziale e temporale;
- c) determinazione dei principali fattori chimico-fisici e idrodinamici che determinano la loro distribuzione;
- d) la natura delle tossine prodotte.

2- Pianificando un sistema di monitoraggio sulle risorse ittiche, con particolare riferimento ai molluschi bivalvi, per verificare:

- a) l'impatto delle tossine sulla catena trofica;
- b) la natura delle biotossine.

Carenze conoscitive che possono essere colmate con un piano di ricerca nazionale:

- una migliore caratterizzazione chimica delle tossine prodotte da *O. ovata* e/o altri agenti causali presenti in diversi matrici ambientali e biologiche (biomassa algale, acqua, aerosol, organismi acquatici);
- caratterizzazione della tossicocinetica e del bioaccumulo delle tossine identificate in organismi acquatici eduli che vivono nelle aree interessate da fioriture di *O. ovata*;

- caratterizzazione del profilo tossicologico delle tossine prodotte da *O. ovata* e/o altri possibili organismi causali attraverso studi *in vitro* e di tipo meccanicistico;
- individuazione dei diversi fattori ambientali che regolano la crescita di *O. ovata* e la produzione di palitossine e/o eventuali altre tossine;
- ruolo giocato dalle macroalghe e da eventuali batteri simbiotici nella formazione di aerosol tossico;
- ruolo della morfologia costiera e di eventuali sorgenti di nutrienti indispensabili per la crescita algale.



**NATIONAL REFERENCE LABORATORY ON MARINE BIOTOXINS
(G.U.C.E. L 120/37 DEL 8/05/99)**

V.le A. Vespucci, 2 - 47042 - CESENATICO (FC) ITALY

Tel +39 0547 80278 Fax + 39 0547 75094

e – mail cerimarine@tin.it

<http://www.regione.emilia-romagna.it/crm>

Grazie per l'attenzione