

# Toksični fitoplankton

---

Sušek, Marta

Undergraduate thesis / Završni rad

2009

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:235400>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-22**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**SVEU LIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO - MATEMATI KI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK**

**TOKSI NI FITOPLANKTON**

**TOXIC PHYTOPLANKTON**

**SEMINARSKI RAD**

Marta Sušek  
Preddiplomski studij biologije  
(Undergraduate Study of Biology)  
Mentor: Prof. dr. sc. An elka Plenkovi -Moraj

Zagreb, 2009.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	2
2. TOKSI NI DINOFLAGELATI.....	3
2.1. PSP.....	4
2.2. DSP.....	5
2.3. NSP.....	6
2.4. CFP.....	7
2.5. VSP.....	8
2.6. AZP.....	9
3. TOKSI NE DIJATOMEJE.....	10
4. TOKSI NE CIJANOBAKTERIJE.....	11
5. LITERATURA.....	14
6. SAŽETAK.....	15
7. SUMMARY.....	15

## 1.UVOD

Fitoplankton ini autotrofnu komponentu planktona mora i kopnenih voda. S obzirom da su fotosintetski organizmi u tim ekosustavima primarni proizvođači, pa stoga i osnovu vešine hranidbenih lanaca. Fitoplankton ini raznolika skupina organizama: dio autotrofnih i miksotrofnih protista (alge), te fotosintetski prokarioti- cijanobakterije. Broj vrstano su najzastupljenije skupine fitoplanktona dinoflagelati, diatomeje i cijanobakterije. Poznato je oko 5000 vrsta morskog fitoplanktona. Od toga oko 300 vrsta se može ponekad masovno razmnožiti što se naziva cvjetanjem (Hallegraeff *et al.*, 1995). Takva cvjetanja uzrokuju površinsku obojanost vode, a u mnogim slučajevima imaju i poguban utjecaj na druge vodene organizme kao što su ribe i beskralješnjaci. Na pojavu cvjetanja utjecaj imaju varijacije u cijelom nizu čimbenika: koncentraciji hranidbenih tvari, temperaturi, salinitetu, površinskoj osvjetljenosti, upwellingu uz obalna područja, vjetru ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Za razvoj cvjetanja algi posebno su pogodni zatvoreni dijelovi mora, kao što su zaljevi i kanali, gdje je slabija cirkulacija vode i razvija se viša temperatura. Velik utjecaj na učestalost cvjetanja ima i zagađivanje okoliša. Utok otpadnih voda u kopnene vode i mora osigurava visoku koncentraciju hranidbenih tvari, osobito fosfata, koja pogoduje cvjetanjama fitoplanktona.

Cvjetanja fitoplanktona mogu imati različite štetne učinke na ekosustav. Jake cvjetnje dovode do anoksije u vodi zbog velike bakterijske razgradnje pri čemu ugibaju ribe i beskralješnjaci. Također cvjetnje mogu fizički oštetiti životinje, primjerice gusta masa fitoplanktona može zaepiti škrge ribama pa one umiru. Ipak, najopasnija su cvjetanja toksičnih vrsta fitoplanktona.

Postoji oko 75 vrsta fitoplanktona koje prirodno proizvode toksine. Oni su sekundarni metaboliti organizma, nemaju ulogu u metabolizmu već se smatra da imaju ulogu u kompeticiji za prostor te obrani od predatora ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Do proizvodnje toksina dolazi uglavnom samo onda kada je gustoća populacije velika, tj. prilikom cvjetanja, iako neke vrste toksine proizvode već pri malim koncentracijama od nekoliko stotina stanica po litri. Produkciju toksina stimuliraju stresni uvjeti koji se javljaju prilikom cvjetanja, primjerice manjak nutrijenata i svjetlosti.

Fitoplanktonom se hrane sve filtrirajuće životinje a to su u prvom redu školjkaši, zatim ličinke rakova i riba, te neke odrasle ribe, npr. inćuni. Za životinje koje se hrane fitoplanktonom, fikotoksini uglavnom nisu toksični, već se u njihovom organizmu koncentriraju i prenose dalje hranidbenim lancem. Fikotoksini toksično djelovanje imaju za

sisavce i ptice koji konzumiraju toksi ne ribe i školjkaše. Tada može do i do masovnog trovanja i pomora tih životinja. Tako er do trovanja može do i i kod ljudi naj eš e konzumacijom kontaminiranih školjkaša, a simptomi trovanja fiktotoksinima variraju u rasponu od mu nine do respiratorne paralize i smrti.

Toksi ne vrste fitoplanktona rasprostranjene su širom Zemlje, od subpolarnih do tropskih širina. Rasprostranjenost nekih vrsta je ograni ena samo na neka podru ja, dok su neke vrste kozmopoliti (Hallegraeff *et al.*, 1995).

U morima i oceanima najviše štete izazivaju cvatnje toksi nih dijatomeja i dinoflagelata, dok su u kopnenim vodama za toksi nost naj eš e vezane cvatnje cijanobakterija.

## **2. TOKSI NI DINOFLAGELATI**

Najve im dijelom su za produkciju toksina vezani dinoflagelati. Razlikuju se od dijatomeja po tome što su njihove stanice pokretne, pa u slu ajevima manjka hranjivih tvari u površinskom sloju, njihove stanice mogu migrirati u dublje slojeve bogatije hranjivim tvarima. Stoga se cvjetanja dinoflagelata mogu javljati u razdobljima kad u površinskom sloju nema hranjivih tvari. Tako er dinoflagelati imaju sposobnost stvaranja cisti odnosno hipnozigota. U razdobljima kad uvijeti za život postanu nepovoljni, dinoflagelati razvijaju hinozigote koje padaju na dno te tamo ekaju povratak povoljnijih uvjeta kad se iz njih ponovno razvijaju vegetativne stanice. Smatra se da takve spore mogu biti do 10 puta toksi nije od vegetativnih stanica. Stvaranje spora dinoflagelatima omogu ava preživljavaje nepovoljnih uvjeta ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Tako er, sposobnost stvaranja spora omogu ava širenje toksi nih vrsta u druga podru ja, primjerice balastnim vodama s brodova, što otežava pra enje i kontrolu njihovog širenja.

Dinoflagelati proizvode toksine koji su grupirani u skupine na temelju simptoma koje izazivaju kod ljudi. To su PSP (paraliti ko trovanje školjkašima), NSP (neurotoksi no trovanje školjkašima), DSP (dijareti ko trovanje školjkašima), CFP (trovanje ciguaterom), VSP (venerupin trovanje školjkašima) i AZA (azaspiracid trovanje školjkašima).

## 2.1. PSP (eng. Paralytic Shellfish Poisoning)

Ovaj tip trovanja izazivaju toksini koje proizvodi nekoliko rodova dinoflagelata. To je u najvećem dijelu rod *Alexandrium*, te rodovi *Pyrodinium* i *Gymnodium*.

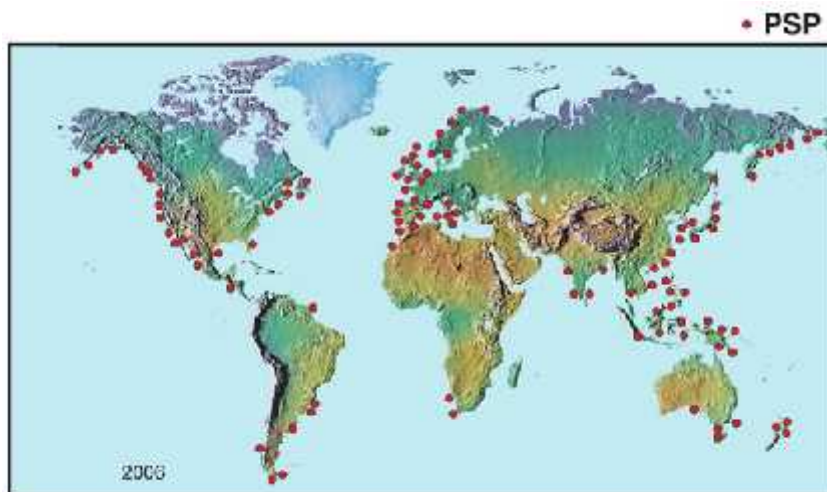
Postoji cijeli niz toksina koji uzrokuju PSP. Od svih najotrovniji je saksitoksin (STX), nazvan po školjkašu *Saxidomus giganteus* iz kojeg je prvi put izoliran. Ostali toksini su goniatoksini (GTX), nazvan po starom imenu za rod *Alexandrium*, *Gonyaux*, te neosaksitoksin (neoSTX).

PSP toksini djeluju kao jaki neurotoksini. Blokiraju neurotransmisiju u sinapsama i neuromuskularnim vezama. Kod ljudi djeluje u prvom redu na neuromuskularnu vezu uzrokujući i, u teškim slučajevima trovanja, paralizu mišića.

Toksini u ljudski organizam dopijaju konzumacijom otrovnih školjakaša. Najčešće kontaminirane vrste su *Saxidomus giganteus* (aljaški školjkaš) te *Mytilus edulis* (plava dagnja) (hr.wikipedia.org). Ti školjkaši mogu se kontaminirati putem vegetativnih stanica dinoflagelata ili njihovih spora, filtriranjem vode u kojima su prisutni. Kod čovjeka ili životinja konzumacija kontaminiranih školjakaša izaziva, u blažim slučajevima, osjećaj utrnulosti dijelova tijela te gubitak ravnoteže, a u težim slučajevima dolazi do paralize dišnih mišića što dovodi do smrti. Saksitoksin, najotrovniji od PSP- toksina, može se toliko koncentrirati u školjkašima da konzumacija samo jednog školjakaša može uzrokovati smrt.

Najstariji poznati zabilježen slučaj trovanja kontaminiranim školjkašima star je više od 200 godina. U svojim zapisima sa ekspedicije po obali Kanade 1798. g. kapetan George Vancouver opisao je simptome koji su se javili kod nekoliko članova njegove posade uslijed konzumacije kontaminiranih školjakaša.

Rod *Alexandrium* rasprostranjen je u vodama umjerenog pojasa diljem svijeta. Od uzročnika toksičnosti u taj rod spadaju slijedeće vrste: *A. tamarense*, *A. catenella*, *A. acatenella*, *A. monilata*, *A. minutum*, *A. fraterculus*, te *A. fundyense* (www.fao.org). Toksične vrste najčešće su zabilježene uz obale Sj. Amerike, Kanade i SAD-a. U tropskim vodama PSP je najčešće vezan za vrstu *Pyrodinium bahamense*, te *Gymnodium catenatum* (Slika 1.)

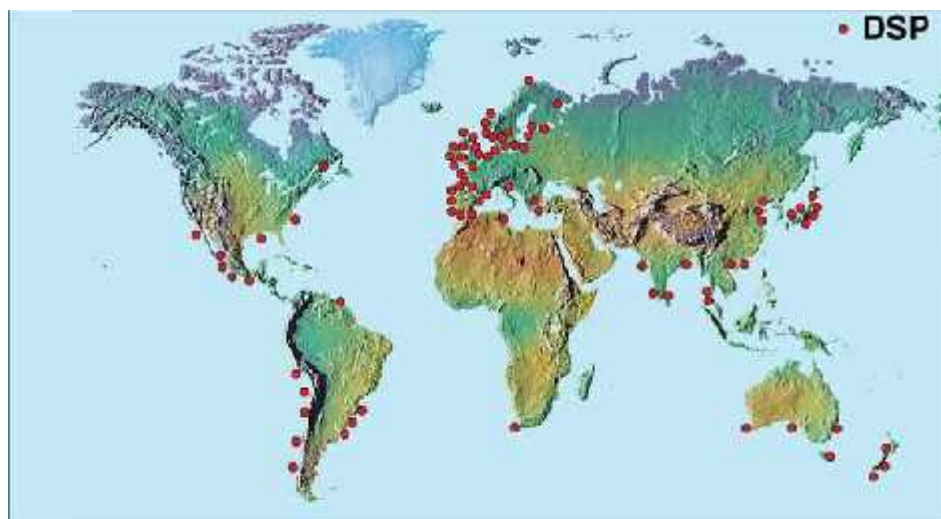


**Slika 1.** Područja pojavljivanja PSP-toksina  
(www.whoi.edu)

## 2.2. DSP (eng. Diarrhoeic Shellfish Poisoning)

Ovaj tip trovanja najčešće im dijelom uzrokuju vrste dinoflagelata roda *Dinophysis*, te roda *Prorocentrum*. Uzročnici su najčešće *Dinophysis* f. *acuminata*, *D. acuta* i *D. scandinavica* u Europi, *D. fortii* u Japanu, te bentički dinoflagelati *Prorocentrum lima* i *P. concavum* (www.fao.org). Uzročnici DSP-a rasprostranjeni su u umjerenom pojasu šrom svijeta, te nešto manje u tropskom (**Slika 2.**). DSP-toksini dijele se u 3 grupe: dinofiziotoksini (DTX), pektenotoksini (PTX), te yesotoksini (YTX) (www.fao.org). Najpoznatiji toksin uzročnik je okadaicna kiselina. Iako trovanje dinofiziotoksinima uzrokuje samo blaže probavne probleme, poznato je da oni imaju jako kancerogeno djelovanje (Fujiki et al.,1990.)

Kod ljudi ovi toksini uzrokuju blaže simptome kao što su mučnina, povraćanje i proljev. Nakon nekog vremena simptomi prolaze sami od sebe, stoga trovanje ovim toksinima ne predstavlja neku veću opasnost za uvijek. Često se simptomi DSP-a znaju zamjeniti za neki drugi uzrok, pa se smatra da je ovaj oblik trovanja puno češći nego što podaci govore, zbog velikog broja neprijavljenih slučajeva.



**Slika 2.** Podru je pojavljivanja DSP-toksina  
([www.whoi.edu](http://www.whoi.edu))

### 2.3. NSP (eng. Neurotoxic Shellfish Poisoning)

NSP je blaži oblik neurotoksi nog trovanja. Naj eš e ga izazivaju školjkaši koji žive uz obale Meksi kog zaljeva, Floride i Sjeverne Karoline. Pojava NSP toksinosti vezana je uz cvjetanje dinoflagelata *Karenia brevis* koja je ujedno najpoznatija vrsta koja uzrokuje masovan pomor morskih organizama na Floridi. *K. brevis* organizam je umjerenih i tropskih podru ja, no najpoznatija i najja a cvjetanja doga aju se uz obale Meksi kog zaljeva, te Novog Zelanda (**Slika 3.**).

Na podru ju Japana za proizvodnju NSP- toksina odgovorna je vrsta *Karenia mikimotoi*, a njezina prisutnost je kasnije zabilježena i u Atlantskom oceanu gdje se vjerojatno proširila balastnim vodama s brodova ([www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)).

Vegetativne stanice *K. brevis* i *K. mikimotoi* proizvode nekoliko neurotoksina koji se zajedni ki zovu brevetoksini. *K. brevis* u manjim koli inama proizvodi i hemoliti ke toksine, no za visoku smrtnost životinja za vrijeme cvatnji uz obale Floride, odgovorno je ve inom neurotoksi no djelovanje brevetoksina ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

Toksini, a i sami organizmi za vrijeme jakih cvjetanja, mogu se uz pomo valova i vjetra, proširiti zrakom do kopna, uzrokuju i kod ljudi i probleme dišnih puteva.



Simptomi NSP trovanja kod ljudi su osje aj utrnu a usana, jezika, gubitak okusa, usporen puls, promjenjiv osje aj topline i hladno e, proširene zjenice, dijareja, a oporavak slijedi nakon dva dana.



**Slika 3.** Podru je pojavljivanja NSP-toksina  
([www.whoi.edu](http://www.whoi.edu))

#### **2.4. CFP (eng. Ciguatera Fish Poisoning)**

“Ciguatera ” trovanje uzrokuju termostabilni toksini, o ituje se kroz gastrointestinalne i neurološke simptome. Uzrokuju ga ciguatoksini, neurotoksini koji djeluju na periferni živ ani susav. Simptomi ovog trovanja su povra enje, utrnu e ekstremiteta, naizmjeni an osje aj toplog i hladnog i dr. U ekstremnim slu ajevima otrovani mogu umrijeti zbog poreme aja rada dišnog sustava.

Ovo trovanje karakteristi no je za tropska podru ja (**Slika 4.**), osobito u vodama Pacifika i Kariba. Javlja kao posljedica konzumacije ribe koja je putem hranidbenog lanca akumulirala odre enu koli inu ciguatoksina. Ciguatoksin lu e bentoski dinoflagelati od kojih je najpoznatiji *Gambierdiscus toxicus*, epifit na bentoskim makroalgama i koraljima u podru ju tropskih koraljnih grebena. *G. toxicus* proizvodi još jednu skupinu toksina, maitotoksine (MTX), no njihova uloga u ciguatera trovanju ribom nije dokazana ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

Ciguatoksin se akumulira kroz hranidbeni lanac, pa se najveće koncentracije toksina mogu naći i u karnivornim ribama.

Uglavnom sve ribe koraljnih grebena mogu biti vektori. Primjerice, ribe papagaji, jedu alge sa koralja uključujući i toksičnu vrstu *G. toxicus*, te tako nakupljaju toksin u masnom tkivu. Predatori takvih vrsta hrane i se njima, toksin još jače koncentriraju. Primjerice, barakuda u Karibskom moru, te murina u Pacifiku, smatraju se rizničnim vektorima u trovanju ljudi ciguatoksinom (Halstead, 1978.).



**Slika 4.** Područja pojavljivanja CFP-toksina  
([www.whoi.edu](http://www.whoi.edu))

## 2.5. VSP (eng. Venerupin Shellfish Poisoning)

Venerupin je ne-paralitički biotoksin različit od DSP toksina. Povezan je s cvatnjom vrste *Prorocentrum minimum* u obalnim vodama umjerenih širina (**Slika 5.**), najčešće u Japanu, Norveške, Portugala itd. Primijećeno je da cvjetanje *Prorocentrum minimum* vrlo često uslijedi nakon velikih kiša, te nakon povećanja količine fosfora, nitrata i amonijaka u morskoj vodi. Kemijski sastav venerupina još nije poznat ([hr.wikipedia.org](http://hr.wikipedia.org))

Prvo trovanje venerupinom bilo je zabilježeno 1889. u Japanu vezano za konzumaciju školjkaša vrste *Crassostrea gigas* (*golema kamenica*). Ova vrsta trovanja registrirana je ponovo 1941. godine, a uzrok je bila konzumacija školjkaša *Tapes japonica* (*japanska sranka*).

Simptomi trovanja su mučnina, povraćanje, bol u želucu, zatvorenost, glavobolja, slabost, gubitak apetita itd. Ovim simptomima mogu prethoditi nervoza, te krvarenje iz nosa, usta i desni. U ozbiljnim slučajevima može se javiti žutica, te modrice po prsima, vratu i rukama. Često se javlja i anemija. U slučaju ozbiljnog trovanja javlja se žuta atrofija jetre, ekstremno uzbuđenje i delirij, te nastupa koma. Za ovu vrstu trovanja vezuje se izuzetno velika smrtnost.



**Slika 5.** Rasprostranjenost vrste *Prorocentrum minimum*  
([species-identification.org](http://species-identification.org))

## 2.6 . AZP (eng. Azaspiracid Shellfish Poisoning)

Ovaj oblik trovanja uzrokuje toksin azaspiracid koji proizvodi dinoflagelat *Protoceratium crassipes*. Konzumacija školjkaša otrovanih azaspiracidom kod ljudi uzrokuje mučninu, proljev, povraćanje ali i polaganu paralizu. Do sada su poznati samo slučajevi trovanja školjkašima koji su sakupljeni uz obale zapadne Europe pa je to vjerojatno područje rasprostranjenja ovog organizma (**Slika 6.**)



**Slika 6.** Područja pojavljivanja AZP-toksina  
(www.who.edu)

### 3. TOKSINE DIJATOMEJE

Cvjetanje dijatomeja kod ljudi uzrokuje trovanje domoi nom kiselinom ili ASP (amnesic shellfish poisoning).

Uzrokuju ga visoke koncentracije domoi ne kiseline u školjkašima koje uvijek konzumira. Domoi nu kiselinu proizvodi nekoliko vrsta dijatomeja iz roda *Pseudonitzschia*. Prilikom cvjetanja tih algi stvaraju se velike količine domoi ne kiseline koje se akumuliraju u životinjama filtratorima koje ih jedu. To su većinom školjkaši, te ribe-filtratori, npr. srdele i inunini (en.wikipedia.org). Konzumacijom visokih koncentracija domoi ne kiseline uzrokuje niz simptoma kao što su mučnina i glavobolja, a u težim slučajevima može doći do oštećenja mozga i smrti. Naime, domoi na kiselina kod ljudi djeluje kao neurotoksin. Djeluje na područja u mozgu odgovorna za pamćenje i u enjete uzrokuje degeneraciju tih neurona. U nekim slučajevima kao simptom je zabilježen gubitak pamćenja, pa je trovanje domoi nom kiselinom kod ljudi dobilo naziv amnezičko trovanje školjkašima.

Prvi slučaj trovanja domoi nom kiselinom kod ljudi zabilježen je 1987. g. u Kanadi kada se konzumacijom školjkaša *Mytilus edulis* otrovalo više od 100 ljudi, od kojih je 3 umrlo. Otkriveno je da je uzročnik bila dijatomeja *Pseudoanitzschia pungens*.

Kod životinja trovanje domoi nom kiselinom uzrokuje gubitak orijentacije i smrt. 1991. g. zabilježen je slučaj pomora morskih ptica uz obalu Kalifornije. Otkriveno je da su se ptice hranile inuninama u kojima je pronađena visoka koncentracija domoi ne kiseline.

Vrste roda *Pseudonitzschia* rasprostranjene su u umjerenim područjima sj. i j. hemisfere. Samo neke od tih vrsta povezane sa trovanjima životinja i ljudi domoi nom kiselinom. Neke od toksi nih vrsta su *P. multiseriata*, *P. australis*, *P. pseudodelicatissima*, *P. seriata* te *P. pungens* (Bates, 2000.).

Cvjetanja toksi nih dijatomeja i trovanja domoi nom kiselinom zabilježeni su u područjima uz obalu Sj. Amerike, Europe, Isole, te Australije i Novog Zelanda (**Slika 7.**)



**Slika 7.** Područja pojavljivanja domoi ne kiseline  
(www.who.edu)

#### 4. TOKSI NE CIJANOBAKTERIJE

Cijanobakterije su najčešći i uzročnici trovanja u kopnenim vodama. Trovanje se javlja nakon pojave cvjetanja što na površini stvara gustu pjenu. Pojavu potiče toplo, sunano vrijeme i eutrofizirana ili čak hipereutrofizirana voda. Na eutrofikaciju kopnenih voda najviše utjecaja ima zagađenje antropogenog porijekla. Cvjetanja cijanobakterija česta su u ljetnim mjesecima kada su temperatura vode i svjetlost optimalni. Posebno odgovaraju vode u kojima je slaba cirkulacija kao što su lokve.

Toksini cijanobakterija mogu štetno djelovati kako na životinje tako i na čovjeka. Kod životinja simptomi trovanja se javljaju nakon što su u organizam unesene toksi ne stanice, najčešće preko vode koju životinje piju. Značajan je utjecaj vjetra koji pomiče modrozeleno alge u npr. područja gdje se napaja stoka. Simptomi su različiti i ovise o vrsti i veličini

organizma, a naj eš e uklju uju pove anje jetre, slabost, unutrašnje krvarenje i dr. Diljem svijeta cvjetanja toksi nih cijanobakterija uzrokuju pomor životinja te oboljenja kod ljudi. Primjerice, kod ovjeka cijanotoksini vrste *Trichodesmium erythraeum* mogu dovesti do plu nih problema.

Toksini morske cijanobakterije *Lyngbya majuscula* smatraju se uzro nikom dermatitisa kod ljudi. Ova vrsta stvara cvjetanja na dnu mora. Pod utjecajem metaboli kih plinova ta se masa potom uzdiže na površinu (**slika 8.**) . Vjetar i morske struje izbacuju te mase na obale te imaju utjecaja na širenje toksina zrakom. Cijanotoksini ove vrste su debromoaplizijatoxin, aplizijatoxin and lingbijatoxin, te op enito uzrokuju iritaciju kože, o iju te dišnih puteva ([www.whoi.edu](http://www.whoi.edu)). *Lyngbya* i njezina cvjetanja prisutna su u tropskim i subtropskim širinama, te na podru ju Australije i Floride.



**Slika 8.** Cvjetanje cijanobakterije *Lyngbya majuscula*  
([www.virtualviz.com](http://www.virtualviz.com))

*Anabaena* je rod nitastih cijanobakterija koja nastanjuje slatke vode sjevernih širna. Postoji nekoliko vrsta ovog roda koje mogu proizvoditi snažne toksine. *Anabaena circinalis* (**slika 9.**) je poznata po proizvodnji saksitoksina. *A. flos-aquae* proizvodi anatoksin i mikrocistin. Anatoksin i saksitoksin djelju kao neurotoksini, uzrokuju ošte enja živ anog sustava, te mogu dovesti do smrti. Mikrocistin je nazvan po još jednom toksi nom rodu cijanobakterije *Mycrocystis* iz kojeg je prvi put izoliran. Djeluje kao hepatotoksin te uzrokuje

ošte enje jetre ([www-cyanosite.bio.purdue.edu](http://www-cyanosite.bio.purdue.edu)). U životinjski organizam toksini naj eš e dospiju pijenjem vode u kojoj je prisutno cvjetanje toksi nih vrsta.

Postoji još nekoliko rodova cijanobakterija koji proizvode cijanotoksine. To su npr. *Aphanizomenon* (proizvodi saksitoksin te clindrospermopsin), *Nodularia* (proizvodi nodularin), *Nostoc* (mikrocistin) i dr. Uglavnom su sve organizmi slatkovodnih i braki nih voda.



**Slika 9.** *Anabaena circinalis*

## 5. LITERATURA

Bates, S.S. (2000). Domoic-acid-producing diatoms: another genus added!. *Journal of Phycology* 36: 978-983.

Fujiki, Hirota, Masami Suganuma, and Horoko Suguri, et al. "New Tumor Promoters from Marine Natural Products." In *Marine Toxins: Origin, Structure, and Molecular Pharmacology*, edited by Sherwood Hall and Gary Strichartz, pp. 232–240. Washington, D.C.: American Chemical Society, 1990.

Halstead, Bruce W. *Poisonous and Venomous Marine Animals of the World*. Revised edition. Princeton, N.J.: Darwin Press, 1978.

Scholin, C.A., Hallegraeff, G.M. & Anderson, D.M. (1995). Molecular evolution of the *Alexandrium tamarense* 'species complex' (Dinophyceae): dispersal in the North American and West Pacific regions.

[en.wikipedia.org/wiki/Harmful\\_algal\\_blooms](http://en.wikipedia.org/wiki/Harmful_algal_blooms)

[hr.wikipedia.org/wiki/Cvjetanje\\_mora](http://hr.wikipedia.org/wiki/Cvjetanje_mora)

[www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)

[www.answers.com/topic/toxic-algae](http://www.answers.com/topic/toxic-algae)

[www.bigelow.org/hab/](http://www.bigelow.org/hab/)

[www.biology.missouristate.edu/phyecology/toxic-algae.htm](http://www.biology.missouristate.edu/phyecology/toxic-algae.htm)

[www.botany.uwc.ac.za/Envfacts/redtides/](http://www.botany.uwc.ac.za/Envfacts/redtides/)

[www.fao.org/docrep/007/y5486e/y5486e05.htm#bm05](http://www.fao.org/docrep/007/y5486e/y5486e05.htm#bm05)

[www.liv.ac.uk/hab/intro.htm](http://www.liv.ac.uk/hab/intro.htm)

[www.nwfsc.noaa.gov/hab/habs\\_toxins/marine\\_biotoxins/index.html](http://www.nwfsc.noaa.gov/hab/habs_toxins/marine_biotoxins/index.html)

[www.whoi.edu/redtide/page.do?pid=12777](http://www.whoi.edu/redtide/page.do?pid=12777)



## 6. SAŽETAK

Od oko 5000 poznatih vrsta fitoplanktona, oko 75 ima sposobnost proizvodnje toksina za obranu od predatora ili smanjivanje kompeticije s drugim vrstama. Proizvodnja fikotoksina je najizraženija u razdobljima cvjetanja, kada je velika gustoća populacije. Na cvjetanje fitoplanktona utjecaj imaju razni imbenici, poput temperature vode, morskih struja i koncentracije hranidbenih tvari. Životinje koje se hrane filtriranjem, poput školjkaša i nekih riba, fikotoksine koncentriraju u svojim tkivima. Konzumacija kontaminiranih školjkaša i riba ima toksični učinak na morske sisavce, ptice i ovjeka. Kod ovjeka konzumacija toksina može uzrokovati različite simptome, uključujući i smrt. Toksične vrste fitoplanktona rasprostranjene su u morima i kopnenim vodama subpolarnih, umjerenih i tropskih širina. U morima i oceanima najčešći su uzročnici toksičnosti dinoflagelati i dijatomeje, a u kopnenim vodama toksine proizvode većinom cijanobakterije.

## 7. SUMMARY

Of about 5000 known species of phytoplankton, about 75 have the ability to produce toxins in defense against predators or reducing competition with other species.

Ficotoxins production is mostly pronounced in periods of bloom, when the population density is high. Number of factors, such as water temperature, ocean currents and concentrations of nutrients have an impact on phytoplankton blooms. Filter-feeding animals, like shellfish and some species of fish concentrate ficotoxins in their tissues. Consumption of contaminated shellfish or fish have a toxic effect to marine mammals, birds and humans. Human consumption of ficotoxins can cause a variety of symptoms, including death. Toxic phytoplankton species are widespread in oceans and freshwaters of subpolar, temperate and tropical latitudes. In the oceans, the most common cause of toxicity are dinoflagellates and diatoms. In freshwaters, toxins are produced mainly by cyanobacteria.