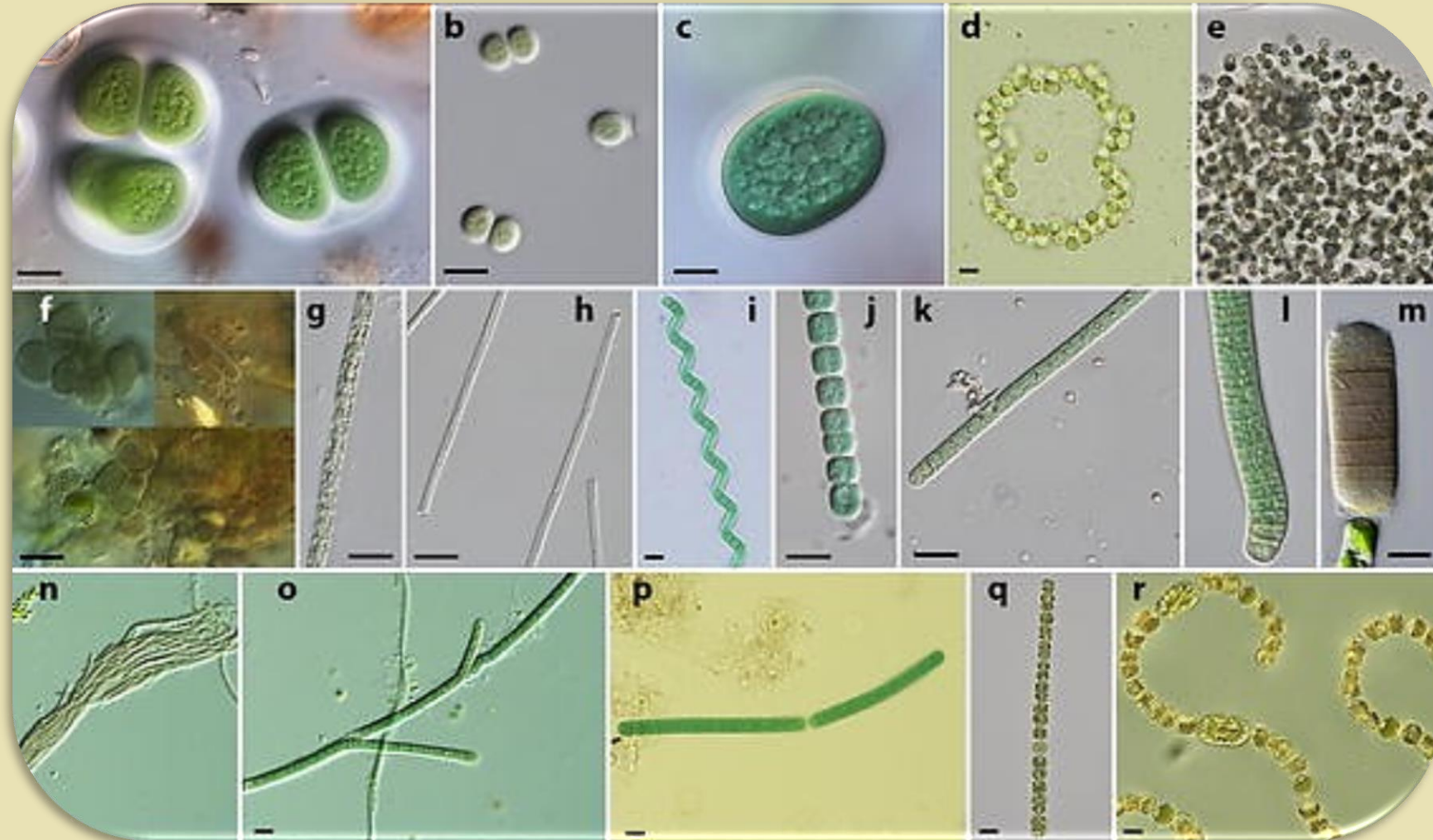
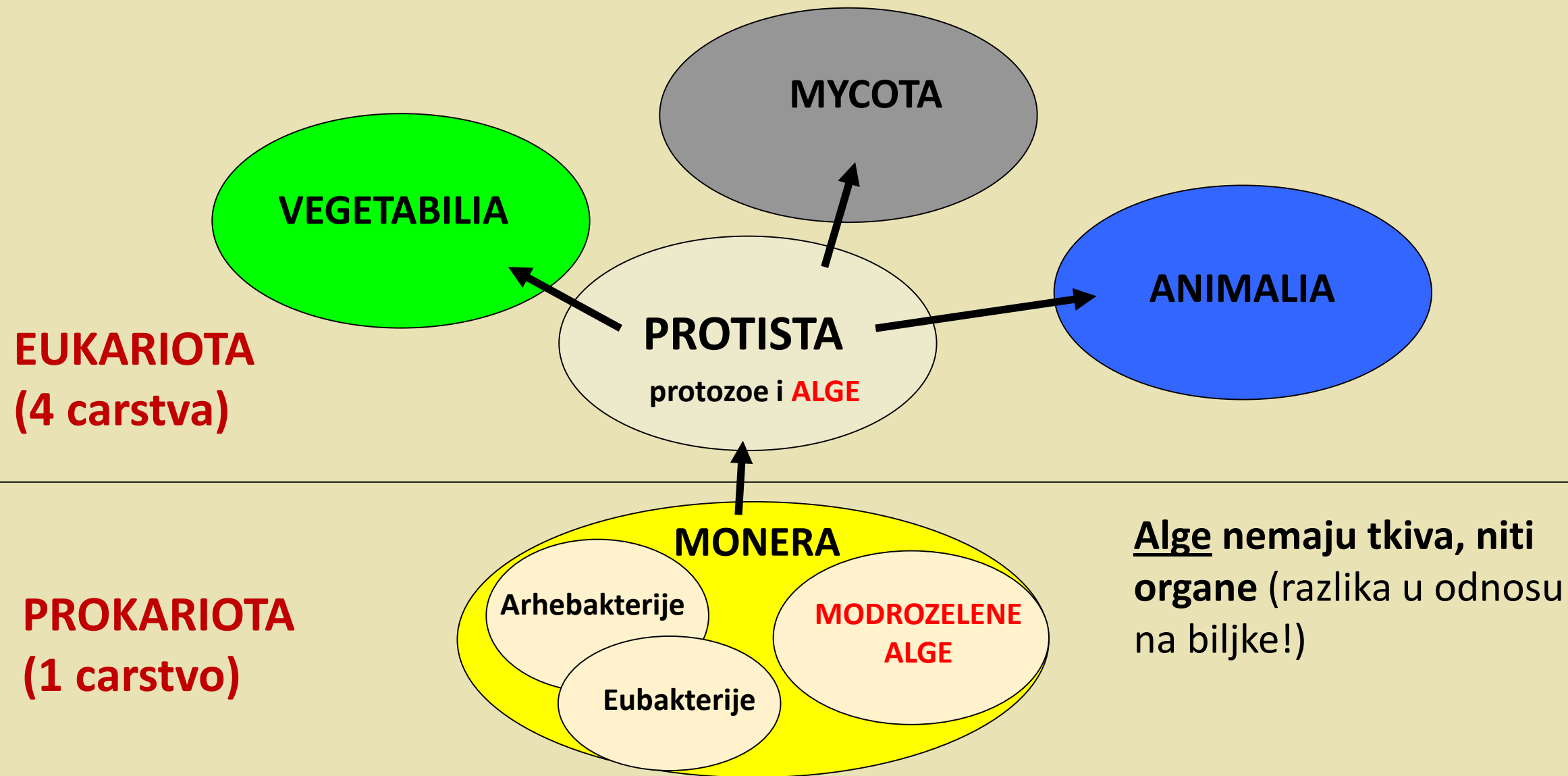


# Razdio: CYANOPHYTA



Sav živi svijet dijeli se na dva nadcarstva: **PROKARIOTA** i **EUKARIOTA**



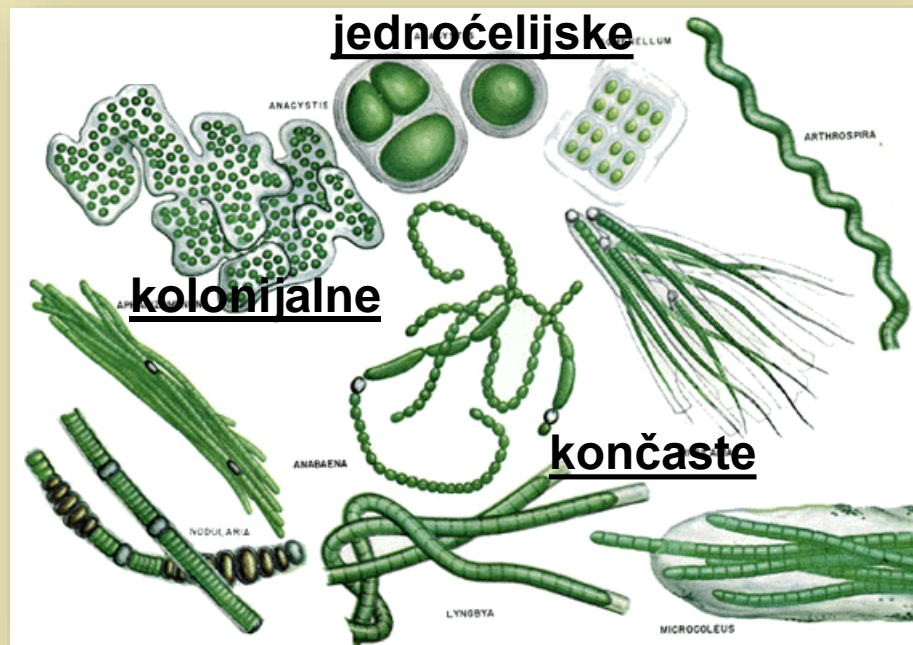
# Klasifikacija algi

Po Blaženčić (2000) alge se dijele na deset razdjela:

- **Cyanophyta** – modrozelene alge (jedini **prokarioti** među algama)
- **Rhodophyta** – crvene alge
- **Euglenophyta** – euglenoidne alge
- **Chlorophyta** – zelene alge
- **Charophyta** - pršljenčice
- **Xanthophyta** – žutozelene alge
- **Phaeophyta** – mrke alge
- **Bacillariophyta** – silikatne alge
- **Chrysophyta** – zlatne alge
- **Pyrrophyta** – vatrene alge

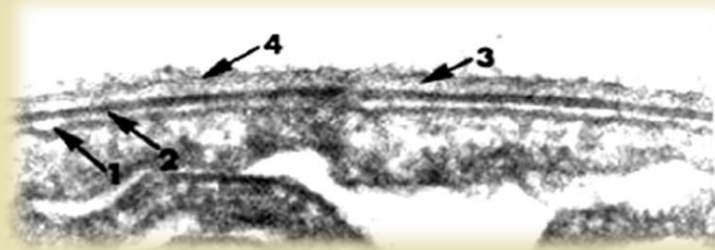
# RAZDIO: CYANOPHYTA

- Najstarija grupa fotoautotrofnih organizama (3,5 milijardi godina)
- Jedini prokarioti među algama
- Obuhvataju vrste na jednoćelijskom, kolonijalnom i trihalnom nivou morfološke organizacije



# CYANOPHYTA - građa ćelije

- **Višeslojni ćelijski zid** ( $L_1 - L_4$ ) koji sadrži supstancu murein (peptidoglikan) - čvrstina



- Većina ćelija sadrži i **sluzavi/galertni omotač**

## Funkcija:

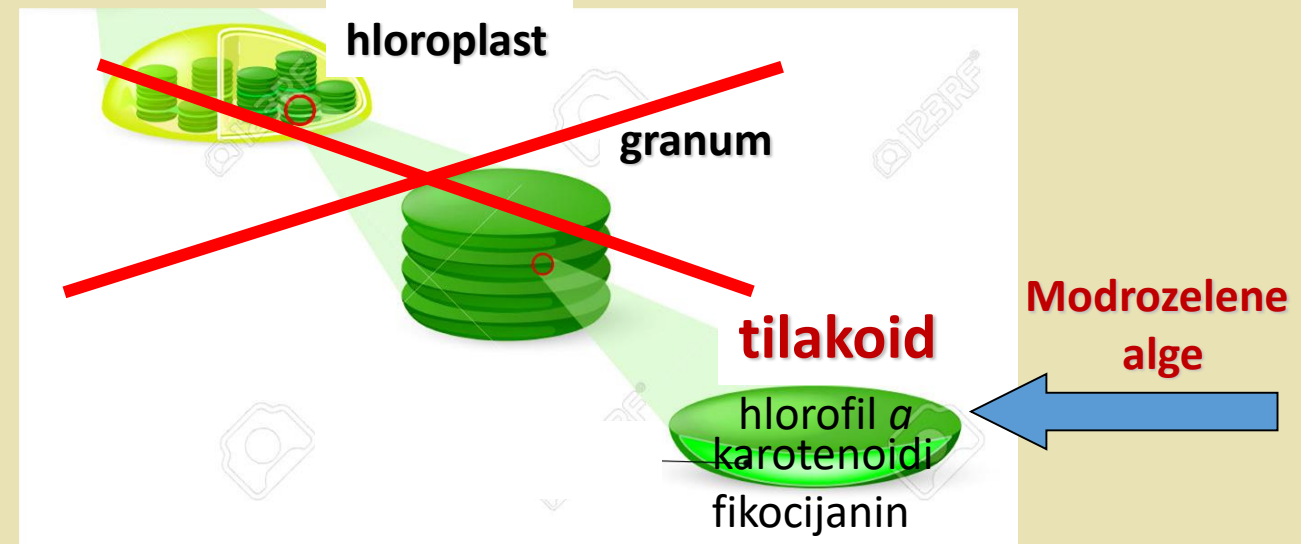
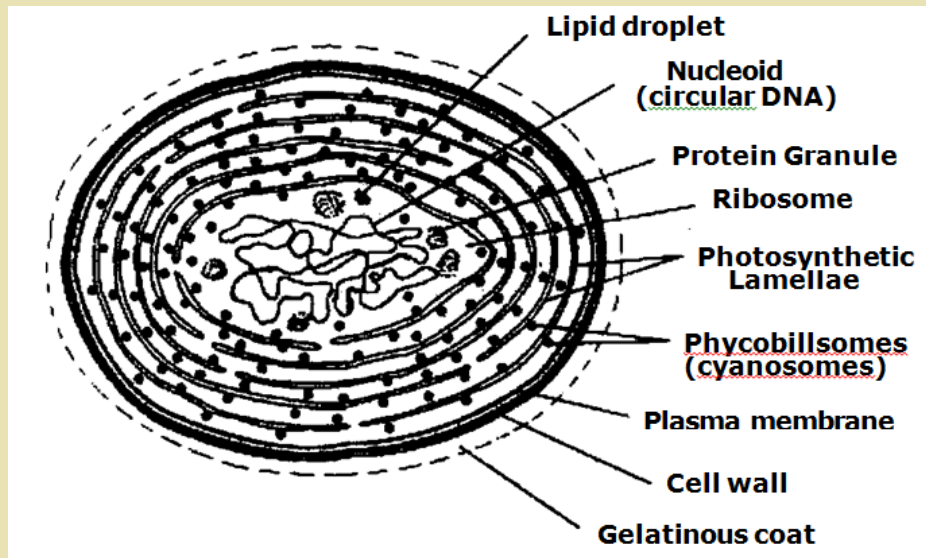
- zaštita od isušivanja
- zaštita od parazita
- zaštita od herbivora
- zaštita od UV zračenja
- kretanje puzanjem



# CYANOPHYTA - građa ćelije

Protoplasma – razlikuje se:

- periferni dio sa pigmentima - hromatoplazma
- centralni, bezbojni dio – nukleoplazma (=centroplazma)
- Kao prokarioti, nemaju hloroplaste, već **pojedinačne tilakoide** u vidu lamela u hromatoplazmi



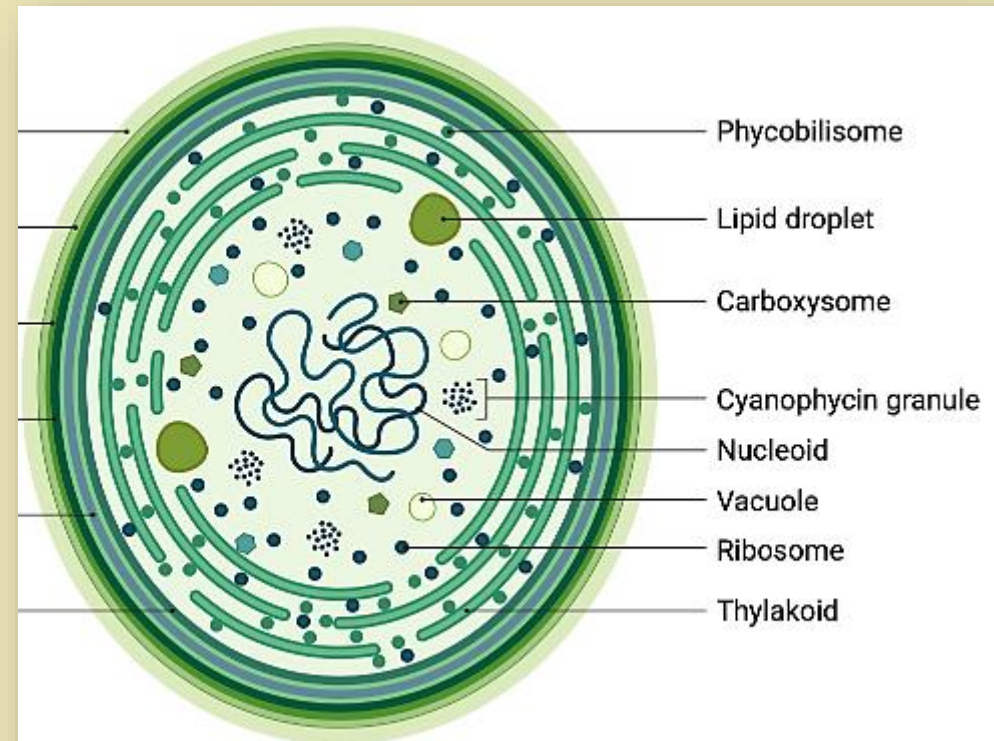
# CYANOPHYTA - građa ćelije

U hromatoplazmi se nalaze:

- **Tilakoidi** - u vidu membrana sa pigmentima – hlorofil *a*, fikocijanin i karotenoidi
- **Fikobilizomi** – loptaste strukture s pigmentima (fikocijanin naročito)
- **Rezervne supstance**: glikoproteid (sličan glikogenu), lipoproteidi (u vidu cijanoficinskih granula) i polifosfati (u vidu volutinskih zrnaca)
- **Ribozomi** - organele za sintezu proteina
- **Gasne vakuole** - prisutne samo kod planktonskih vrsta, ispunjene azotom

U nukleoplazmi:

- difuzno raspoređena **DNK (=nukleoid)**



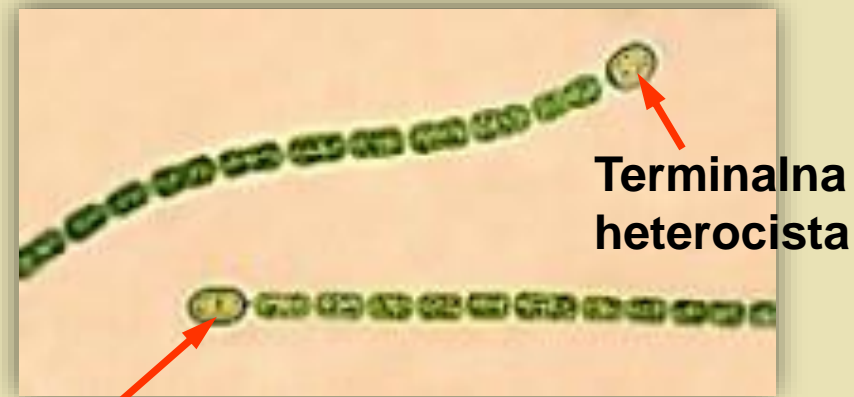
# CYANOPHYTA - građa ćelije

Končaste vrste: pored uobičajenih **vegetativnih** ćelija neke končaste vrste sadrže **heterociste** – krupnije ćelije, sa debelim ćelijskim zidom, bez rezervnih hranjivih materija

- Sadrže enzim nitrogenazu
- Uloga heterocisti: fiksacija molekuskog azota ( $N_2 \rightarrow NO_3$ ) - opstanak u sredini siromašnoj azotnim solima
- Po položaju: bazalne, terminalne, interkalarne heterociste



Interkalarana heterocista



Bazalna heterocista

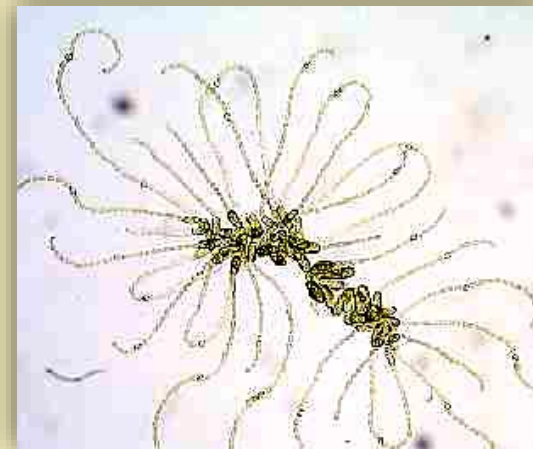
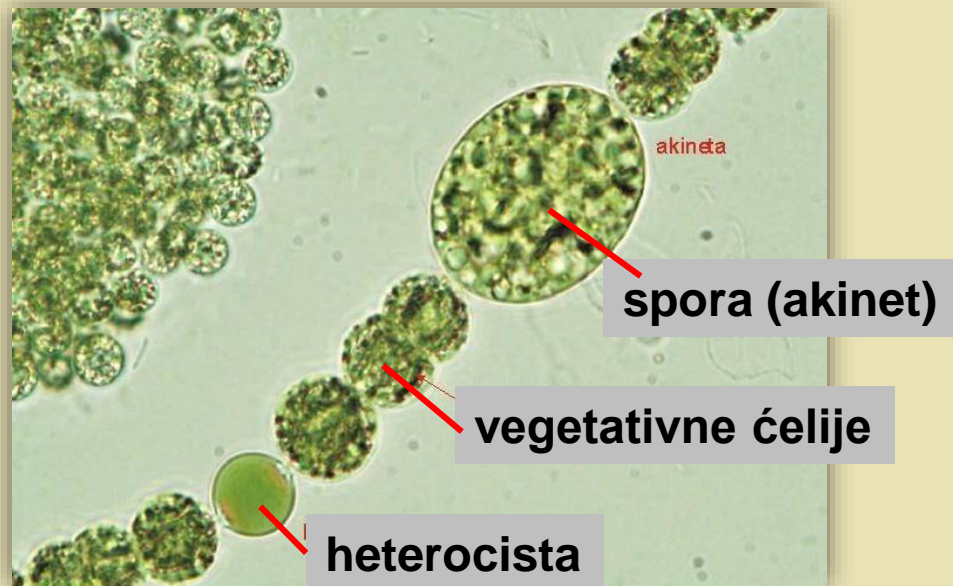


# CYANOPHYTA - građa ćelije

Končaste vrste: pored uobičajenih **vegetativnih** ćelija neke vrste sadrže i

**spore (=akineti)** - krupnije od heterocisti i vegetativnih ćelija, imaju zadebljao ćelijski zid, bogate su rezervnim supstancama

- Uloga spora: preživljavanje nepovoljnih uslova (i do 70 godina suše)



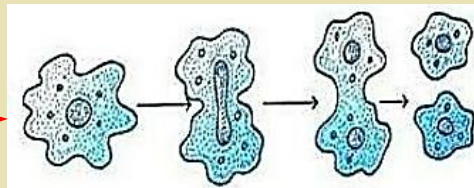
Klijanje spora - nastanak novih konaca iz njih

# CYANOPHYTA - razmnožavanje

- Nemaju polni proces razmnožavanja – tipična osobina svih prokariota

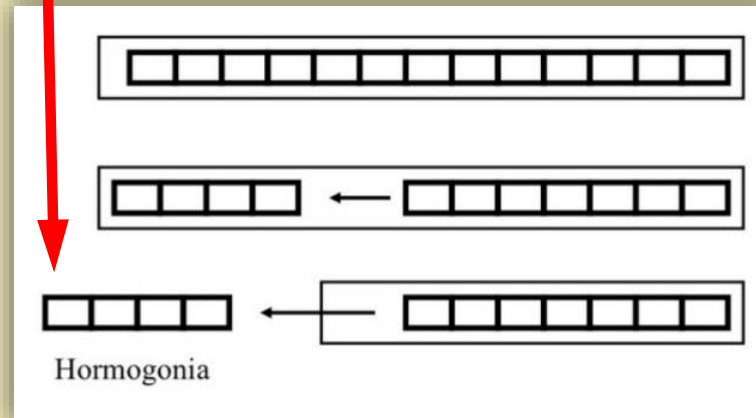
Razmnožavanje je **vegetativno**:

- Jednoćelijske – diobom ćelije →



- Kolonijalne – diobom, ali se nakon diobe ćelije ne rastavljaju već ostaju zajedno u vidu grupacija

- Končaste (trihalne) – fragmentacijom tj. **hormogonijama** – razdjeljivanjem konca na fragmente



# CYANOPHYTA – ekologija

- Jako otporne na ekstremne temperature: od  $-190^{\circ}\text{C}$  pa do  $+75^{\circ}\text{C}$
- Kosmopoliti su: naseljavaju i slatke vode i mora i zemljište, kao i staništa sa ekstremnim uslovima (vrući izvori - gejziri, polarni snijeg i led, pećine – heterotrofna ishrana, velike nadmorske visine – sluz štiti od UV zraka)
- Prvi kolonizatori nenastanjenih staništa (pionirski organizmi, prvi stadijum sukcesije)

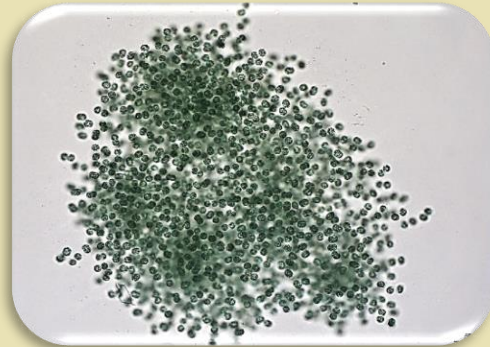


# CYANOPHYTA – ekologija

Kad se pod povoljnim uslovima prenamnože – „cvjetanje vode“ – uginula masa algi truli, troši se kiseonik, voda je zagađena, a često i toksična – pomor vodenih organizama



**Anabaena flos-aquae**



**Microcystis flos-aquae**



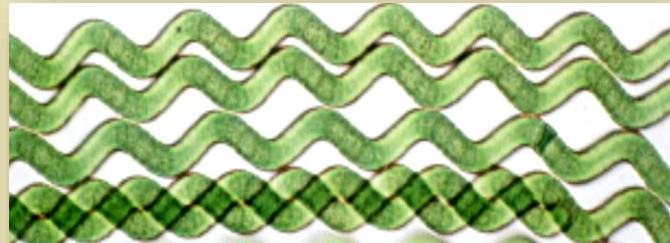
**Notice**  
An algae bloom has made this area potentially unsafe for water contact. Avoid direct contact with visible surface scum.



# CYANOPHYTA – značaj i uloga

- **Prvi fotosintetski organizmi** na planeti – produkcija kiseonika i pojava aerobnih organizama
- Ulaze u sastav nekih lišajeva – kao fikobionti
- U biotehnologiji – kao kvalitetna hrana, u farmaciji, kozmetici....

- *Spirulina* -

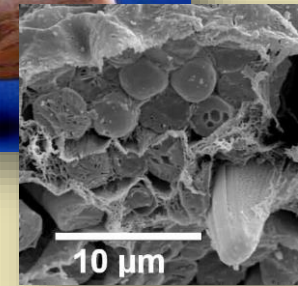


- Azotofiksacija – vezuju slobodni azot iz vazduha ( $N_2$ ) i obogaćuju vodu i zemljište nitratima ( $NO_3$ ) – prirodni fertilizatori
- U tekućoj vodi učestvuju u formiranju sedre – organogene krečnjačke stijene – usled raspadanja Ca-bikarbonata i taloženja Ca-karbonata



# CYANOPHYTA - značaj

- U morima formiraju stromatolite – nastaju od kolonija algi koje se u vidu slojeva razvijaju jedni iznad drugih, a potom vremenom uginu i okamenjavaju. Fosili najstarijih organizama.



Konci *Microcoleus*-a

# CYANOPHYTA - značaj

- *Troprsti lenjivac* – u spoljašnjem mrtvom dijelu kože i pukotinama dlaka žive neke vrste modrozelenih i zelenih algi – kamuflaža u krošnjama tropskih kišnih šuma



# Klasifikacija modrozelenih algi

Klasifikacija razdjela CYANOPHYTA se zasniva na morfološkoj građi i načinu razmnožavanja – 3 klase:

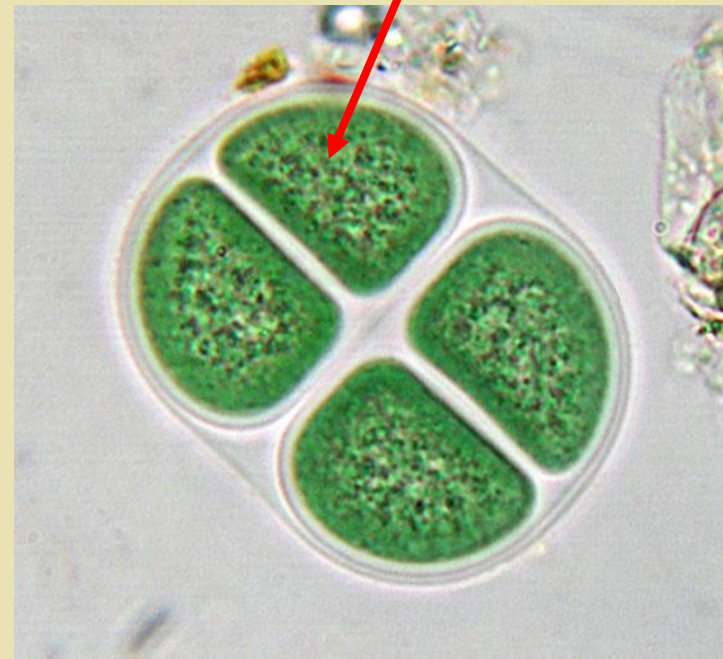
- 1) **Chroococrophyceae** - jednoćelijske i kolonijalne
- 2) **Chamaesiphonophyceae** - polarizovane
- 3) **Hormogoniophyceae** - višećelijske (končaste)



# 1. Klasa: Chroococophyceae

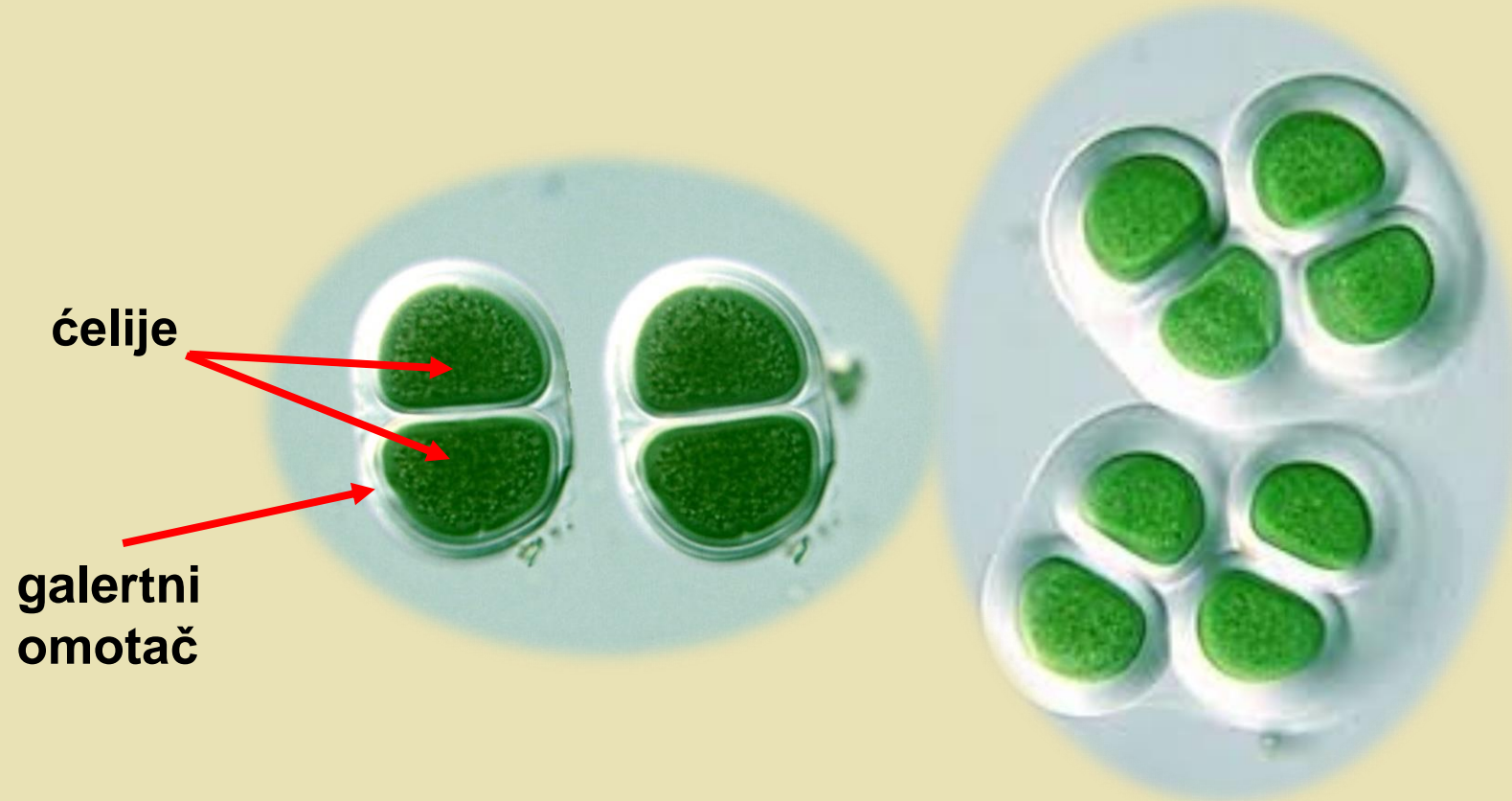
- Obuhvata **jednoćelijske** i **kolonijalne** predstavnike na **kokoidnom stupnju** morfološke organizacije (slobodnoplivajuće ili naseljavaju neku podlogu)
- Rijetko žive kao samostalne jedinice. Najčešće se dešava da nakon ćelijske deobe ćelije ostaju zajedno – kolonije

**kokoidna građa**



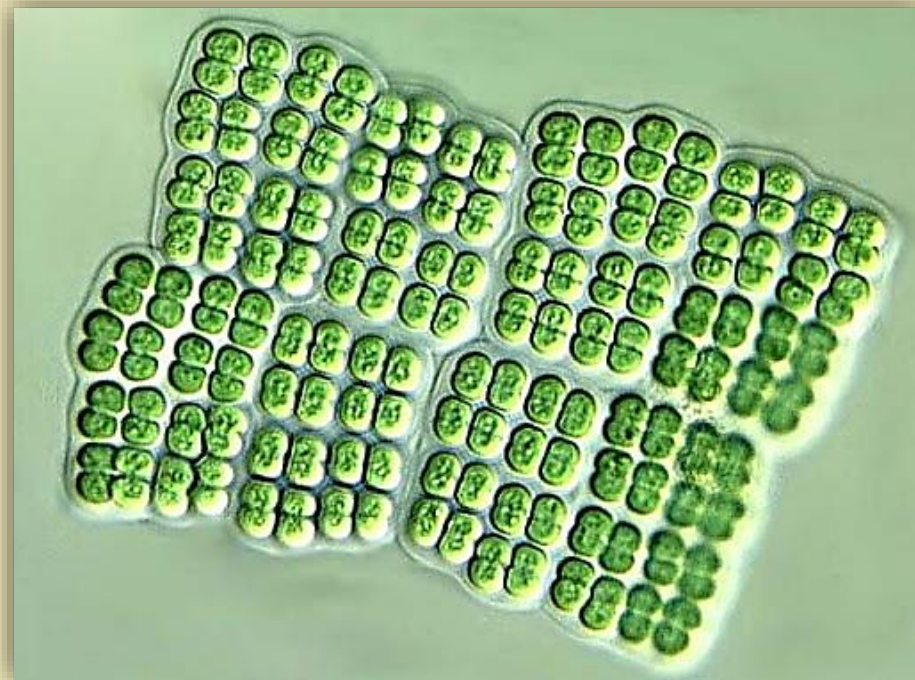
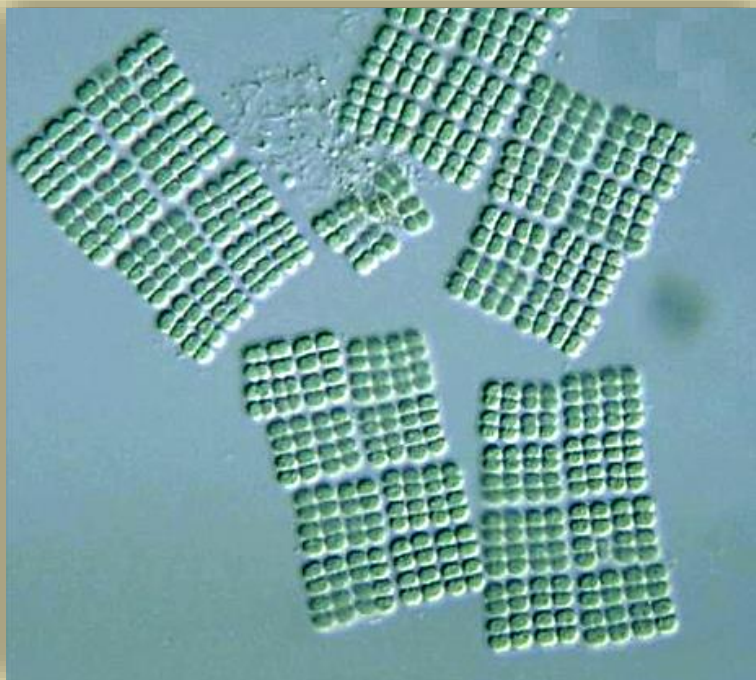
# 1. Klasa: Chroococophyceae

*Chroococcus sp.* – jednoćelijske alge sa krupnim loptastim ćelijama i galertnim omotačem. Ćelije se često udružuju i formiraju grupacije od po 2-8 jedinki. Slatkovodne vrste.



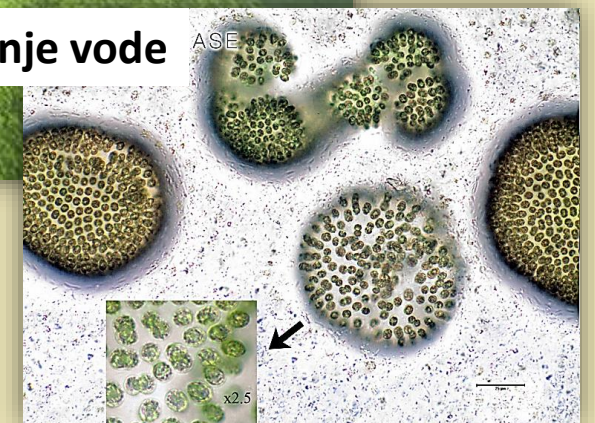
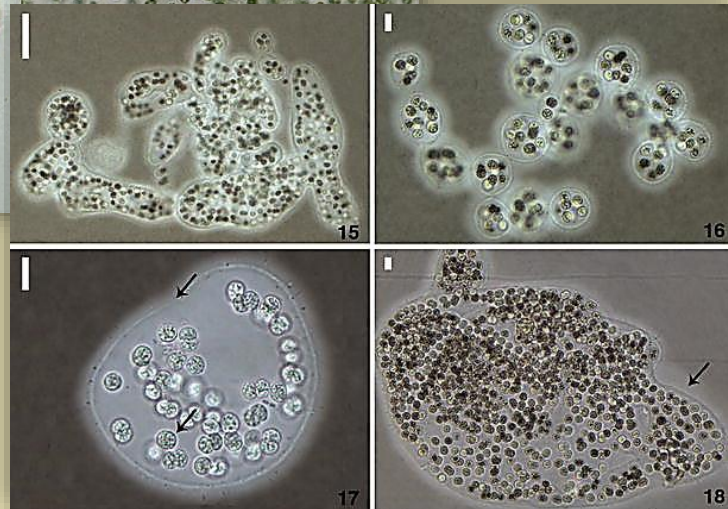
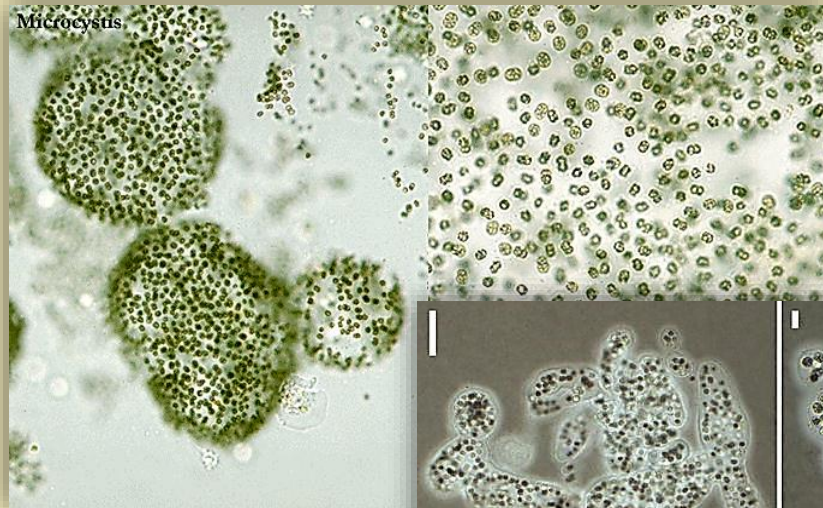
# 1. Klasa: Chroococrophyceae

*Merismopedia sp.* – kolonijalne alge, sa ćelijama pravilno raspoređenim u jednoj ravni - kolonije imaju oblik kvadratnih ili pravougaonih ploča obavijenih galertom. Žive planktonski.



# 1. Klasa: Chroococophyceae

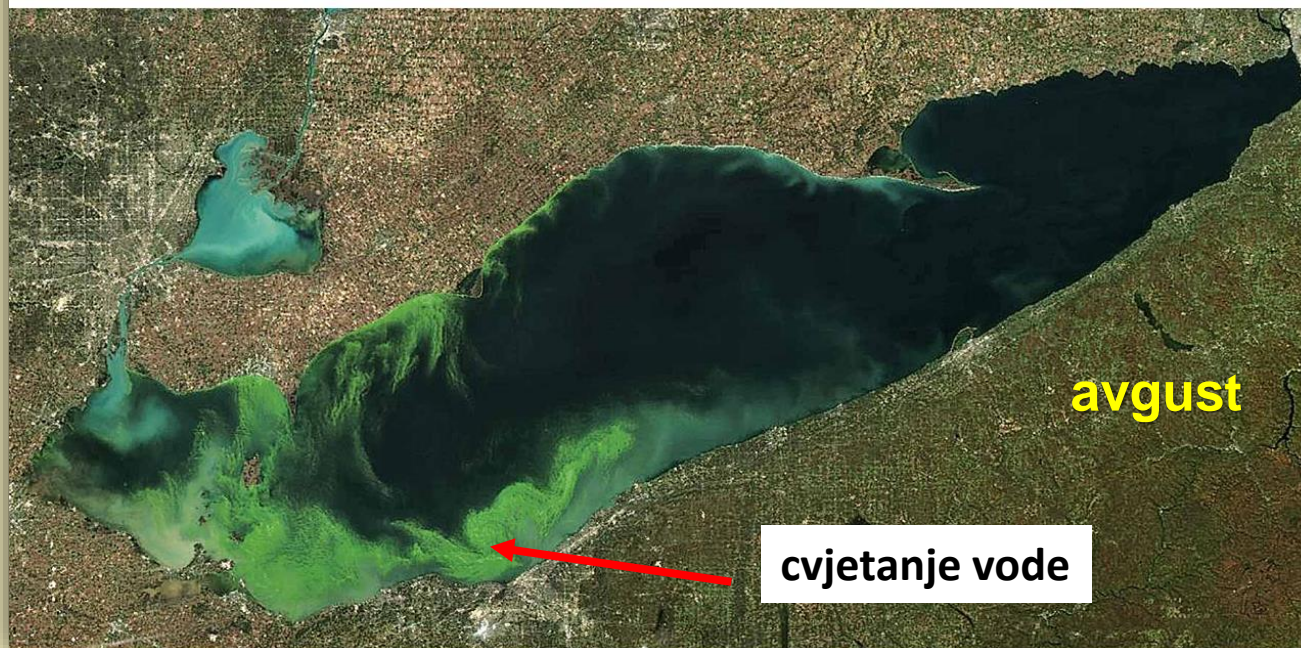
***Microcystis sp.*** - kolonijalne alge, sa kolonijama nepravilnog oblika, koje se sastoje od velikog broja jedinki obavijenih galertom. Sadrže gasne vakuole. Naseljavaju slatke vode i neke vrste, kada se razviju u masi, mogu dovesti do cvjetanja vode





***Microcystis flos-aquae* i *M. aeruginosa*** – produkuju otrovni mikrocistin koji djeluje hepatotoksično i izaziva hemoragiju

# Jezero Eri



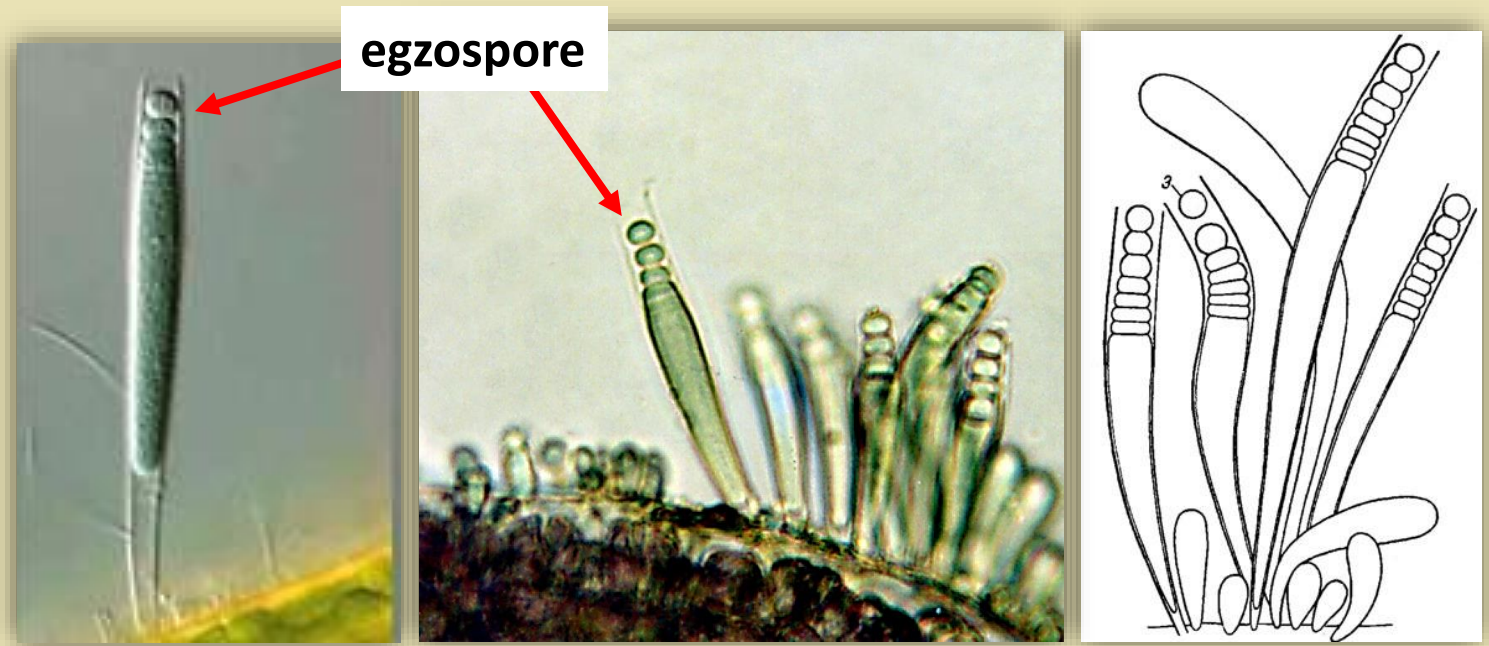
## 2. Klasa Chamaesiphonophyceae

Obuhvata jednoćelijske, kolonijalne i končaste oblike kod kojih je tijelo **polarizovano**, tj. diferencirano na bazalni i vršni dio. Svi su sesilni (pričvršćeni)

### Chamaesiphon –

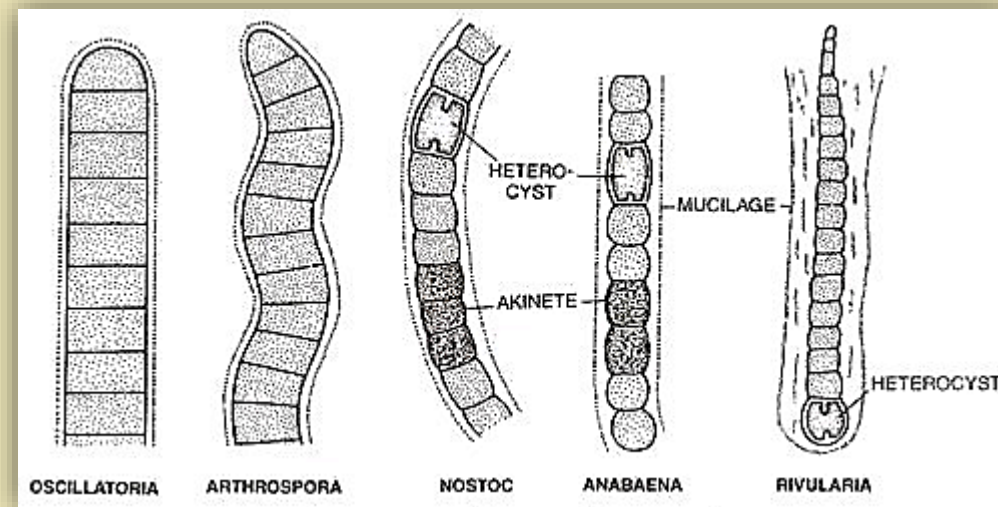
jednoćelijske sesilne alge na stijenama u brzim potocima. Česte su i kao epifiti u vodi.

Na vrhu duguljaste ćelije razvijaju se egzospore koje klijaju u novu jedinku.



# 3. Klasa Hormogoniophyceae

- Obuhvata **višećelijske alge** na trihalnom stepenu morfološke organizacije (ćelije raspoređene u jednom nizu)
- Razmnožavanje je vegetativno – fragmentacijom konca - **hormogonijama**, po kojima je cijela klasa i dobila naziv
- Neke se granaju, a neke ne





# 3. Klasa Hormogoniophyceae

**Nostoc sp.** – sve vrste su kolonijalne i kolonije su sluzave - u vidu kore, skrame ili loptica na površini podloge. Vlažno zemljište i voda.



***Nostoc commune***



***Nostoc sphaeroides***



# 3. Klasa Hormogoniophyceae

*Nostoc sp.* – unutar gustog sluzavog omotača kolonije nalazi se mnoštvo pojedinačnih konaca sa **heterocistama** (heterocitna forma trihoma)



*Nostoc sp.* – kolonije

Pojedinačni konci sa **heterocistama**

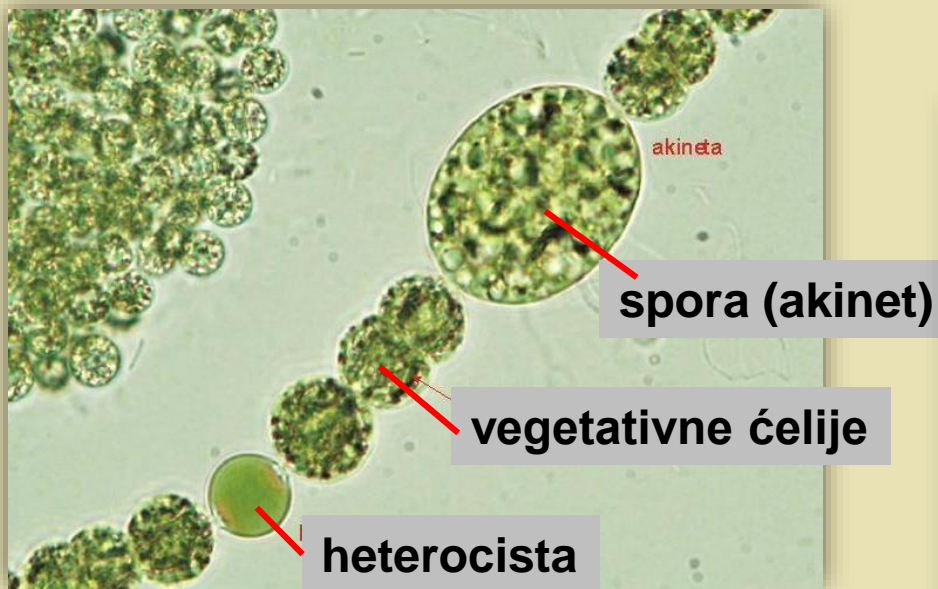
# 3. Klasa Hormogoniophyceae

***Nostoc*** je često prisutan na pirinčanim poljima gdje, zahvaljujući fiksaciji azota, doprinosi fertilizaciji čak 2 miliona hektara zemljišta. U istočnim zemljama se koristi i kao salata.



# 3. Klasa Hormogoniophyceae

*Anabaena sp.* – višećelijske končaste alge koje nikada ne obrazuju kolonije. Konci su pojedinačni i uvijek posjeduju heterociste, a često i spore (heterocitna forma trihoma). Neke vrste, kad se prenamnože, izazivaju cvjetanje vode (*A. flos-aqae*)





*Anabaena flos-aquae*

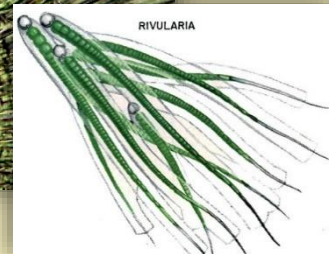
proizvodi anatoksin koji uzrokuje paralizu i smrt ukoliko zahvati respiratornu muskulaturu



"cvjetanje vode"

# 3. Klasa Hormogoniophyceae

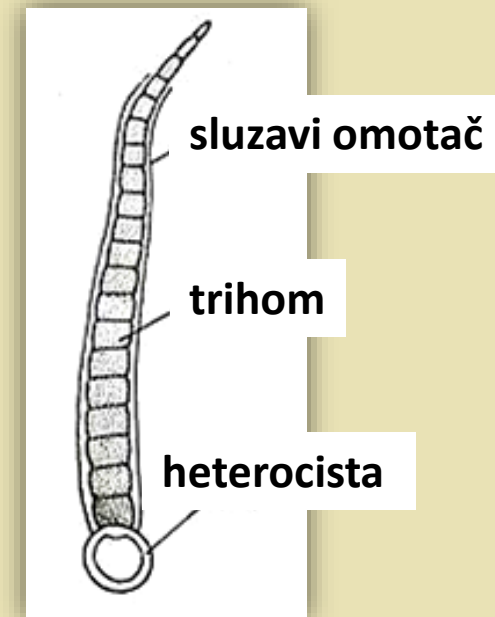
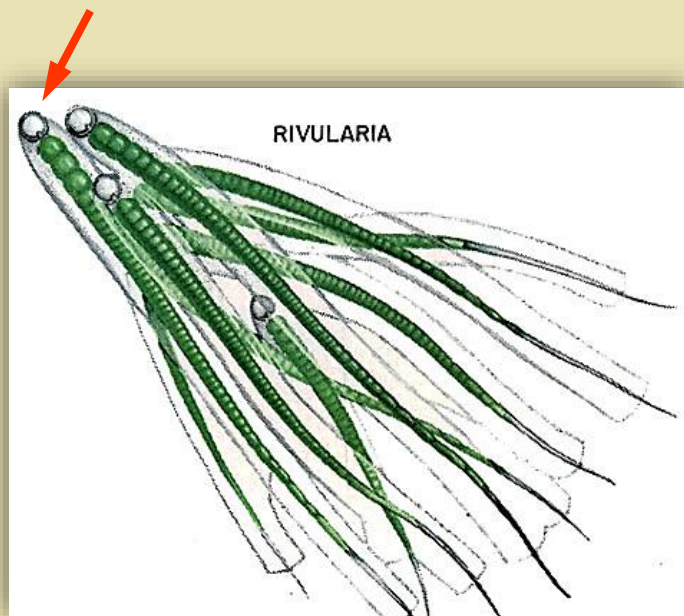
Rivularia sp. - sluzave loptaste kolonije sa radijalno raspoređenim koncima algi



kolonije

# 3. Klasa Hormogoniophyceae

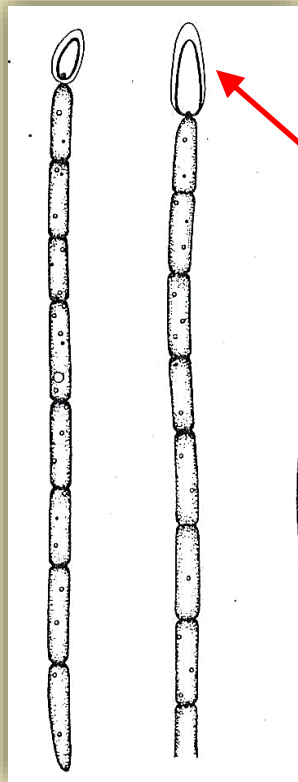
Rivularia – heterocista se uvijek nalazi u proširenom bazalnom dijelu konca svake jedinice (bazalne heterociste), a prema kraju se konac sužava (**heterocitna forma trihoma**).



# 3. Klasa Hormogoniophyceae

*Cylindrospermopsis* – invazivna tropska vrsta sa bazalnom heterocistom.

Produkuje toksin cilindrospermopsin (anoreksija, dijareja, hemoragija)

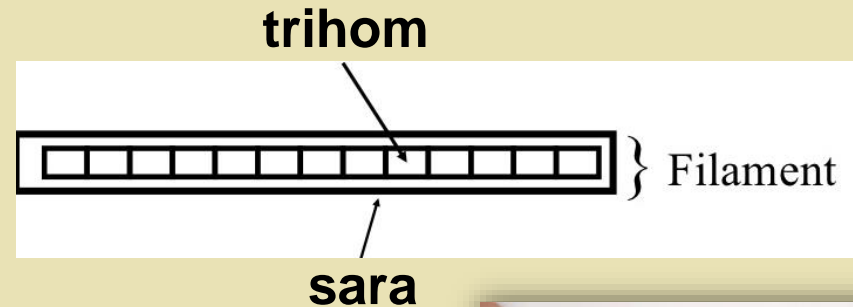
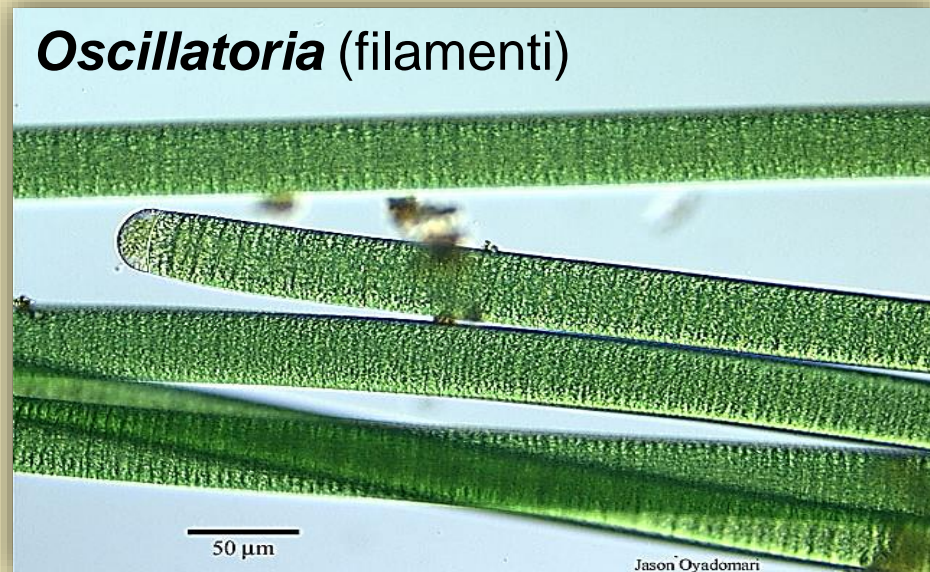




# 3. Klasa Hormogoniophyceae

*Oscillatoria sp.* – višecelijske končaste alge bez heterocisti i spora, sadrže samo vegetativne ćelije (**homocitna forma trihoma**)

- Trihom posjeduje sluzavi omotač – sara, sa kojom trihom obrazuje - **filament**
- Imaju mogućnost kretanja obrtanjem oko svoje uzdužne ose – oscilatorno kretanje, po čemu je rod i dobio ime





cvjetanje  
vode

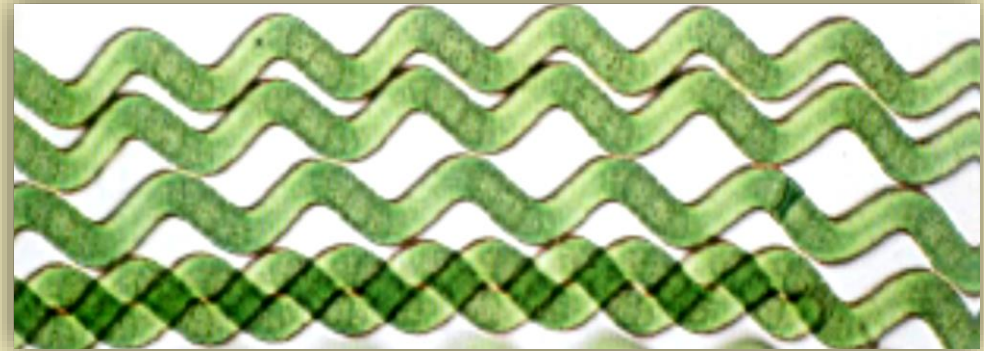
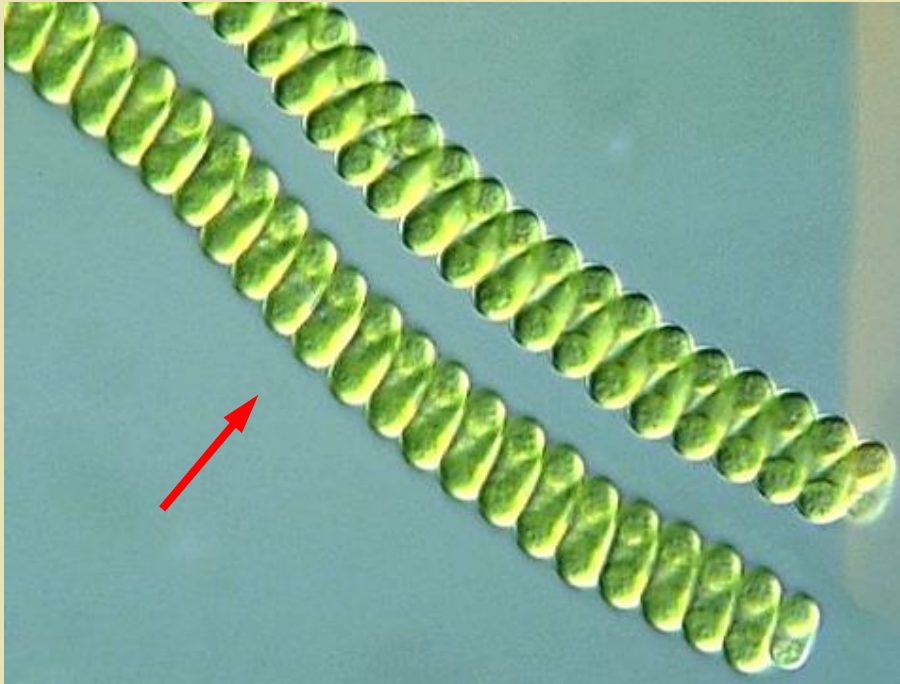


**Oscillatoria rubescens**  
produkuje hepatotoksine



# 3. Klasa Hormogoniophyceae

*Spirulina* – končast, spiralno uvijen talus; kolonijalna vrsta, česta u jezerima bogatim mineralnim solima





**Jezero Lonar u Indiji** – kratersko jezero nastalo udarom metora

## *Spirulina platensis*

U suvoj masi sadrži preko 60% proteina, a bogata je i vitaminima i mineralima, pa se od davnina uzgaja (Maje, Inke). Danas se najviše uzgaja u zemljama u razvoju

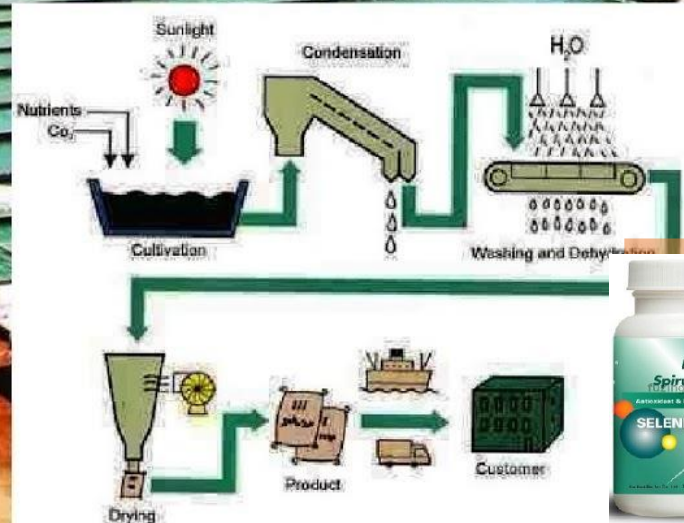
Jezero Čad - centralna Afrika



# Savremeno uzgajanje



Spirulina platensis



# SPIRULINA

## #1

food source of chlorophyll

**26x**  
more  
calcium  
than  
milk

## IRON

4x more than raw  
beef liver

**18**  
amino acids

## PROTEIN

60% per serving. The  
most protein rich food  
on the planet.

**96**  
trace elements

