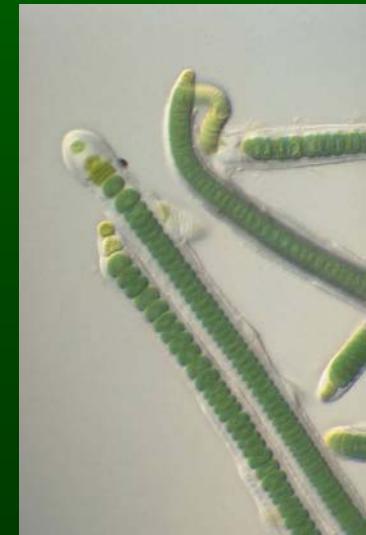


CYANOBACTERIA

(gr. r. *kyáneos* = crnkasto-modar)



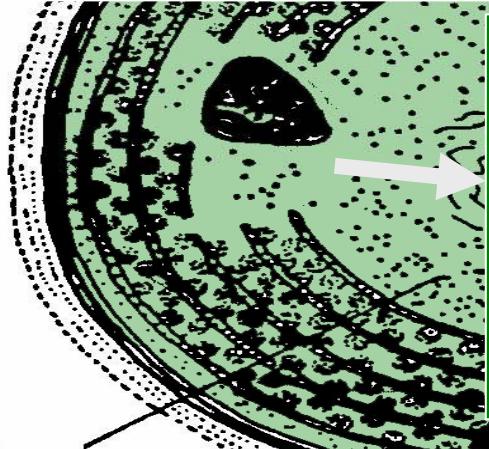
- najstarija skupina fotoautotrofnih organizama na Zemlji (prekambrij - tri milijarde godina)
- modrozelene alge ili *Cyanophyta* ili *Cyanobacteria*
- s bakterijama i proklorobakterijama pripadaju nadcarstvu *Prokaryota*
- za razliku od bakterija, cijanobakterije i proklorobakterije tijekom fotosinteze oslobađaju kisik

cijanobakterije su zadržale niz primitivnih svojstava:

- prokariotski tip stanične građe
- odsustvo pokretnih oblika
- vegetativan način razmnožavanja



**POLIFOSFATNA TJELEŠCA ili
VOLUTINSKA ZRNCA** (0,5 do 2 μm ; polifosfatne granule (skladištenje fosfata).



CIJANOFICINSKA ZRNCA su proteini (polimeri argininske i asparaginske kiseline) veličine do 500 nm, vide svjetlosnim mikroskopom. Skladišta dušika.

RIBOSOMI

SKA ZRNCA

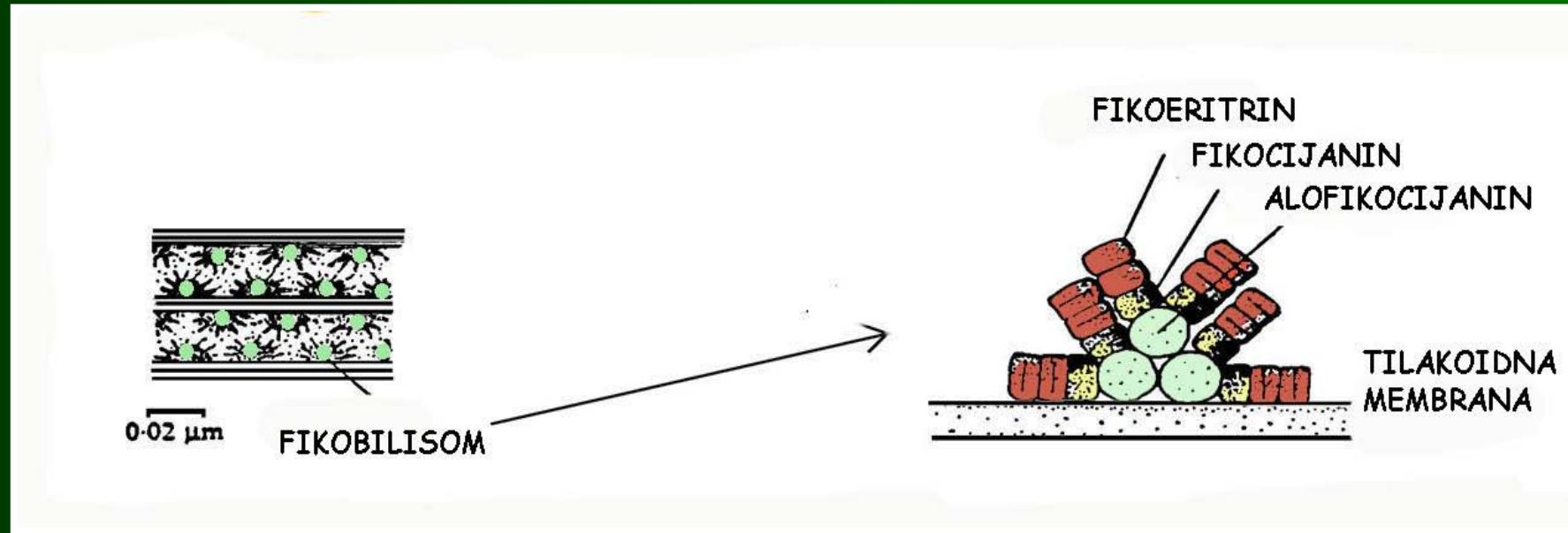
**POLIEDRIČNA TJELEŠCA ili
KARBOKSISOMI** (200-300 nm, pomoću enzima sudjeluju kod fotosintetičke fiksacije CO_2)

✓ ne postoji je

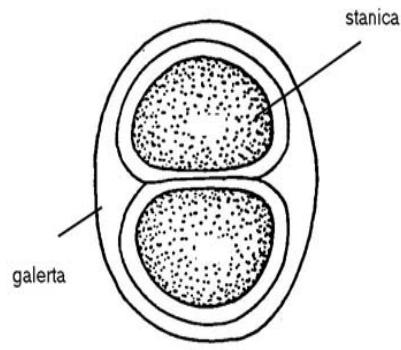
CIJANOFICEJSKI ŠKROB je po kemijskom sastavu glikoproteid koji je po strukturi bliže glikogenu nego škrobu, a nalikuje rezervnoj supstanci kod Rhodophyta (crvenih alga).

• pseudovakuole (austik) ITTOSOMI

- o koncentrično ili radijalno raspoređene pojedinačne tilakoidne strukture (gr. r. *tilakoides* = mješina).
- o Pigmenti uz tilakoidne strukture u polukuglastim (hemicirkoidalnim) tjelešcima koje nazivamo **fikobilisomi**.
- o Fikobilisome izgrađuju: klorofil *a*, karotenoidi (β -karotin, zeaksantin) te fikobilini (alofikocijanin, fikocijanin i fikoeritrin).

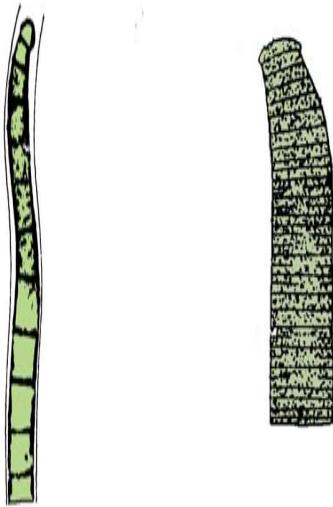


OBLICI STELJA

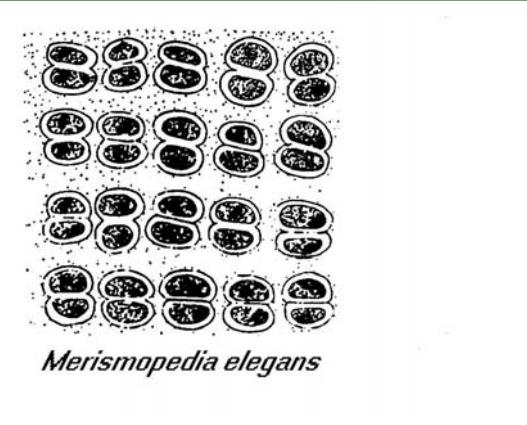


Chroococcus turgidus

jednostaničan

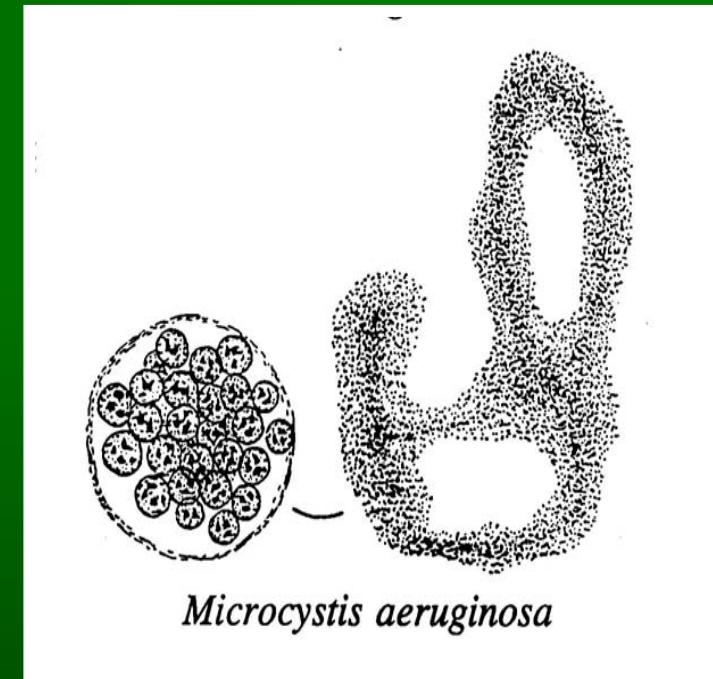


nitast



Merismopedia elegans

kolonijalni
(pravilan oblik)



Microcystis aeruginosa

kolonijalni
(nepravilan oblik)

Razmnožavanje

isključivo nespolno

JEDNOSTANIČNI
OBLICI

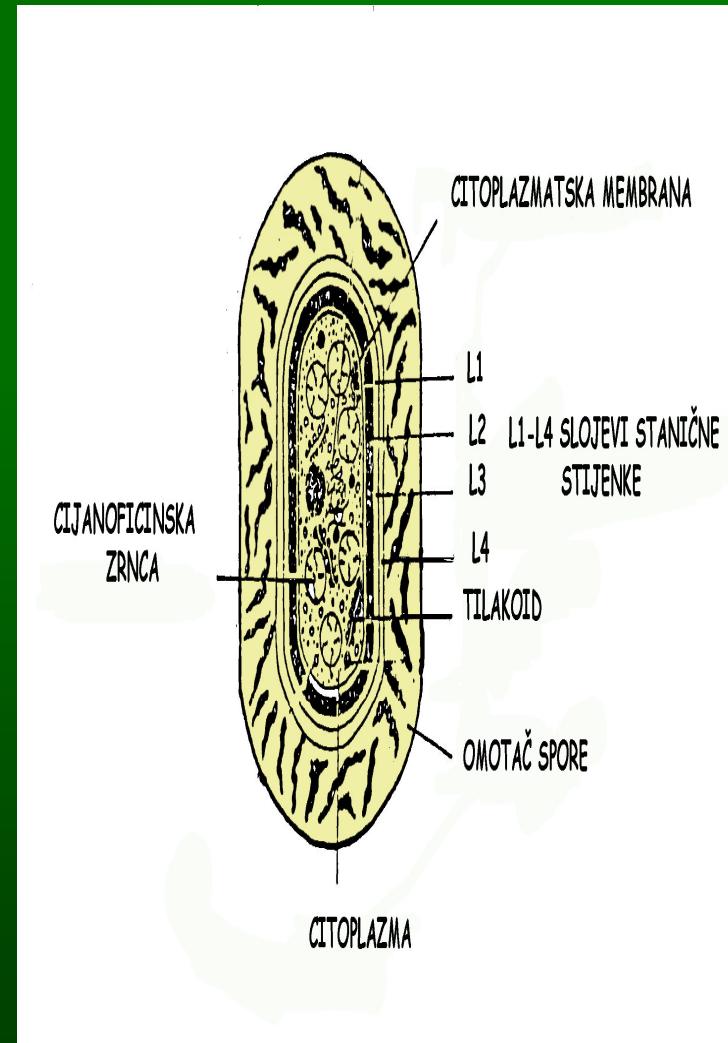
NITASTI OBLICI
(stanični nizovi)



- vegetativno - **diobom**
- neki jednostanični oblici (*Pleurocapsales*) stvaraju **endospore**
- na dijelove od manjeg broja stanica - **hormogoniji (hormociste)**
- **akinetama**

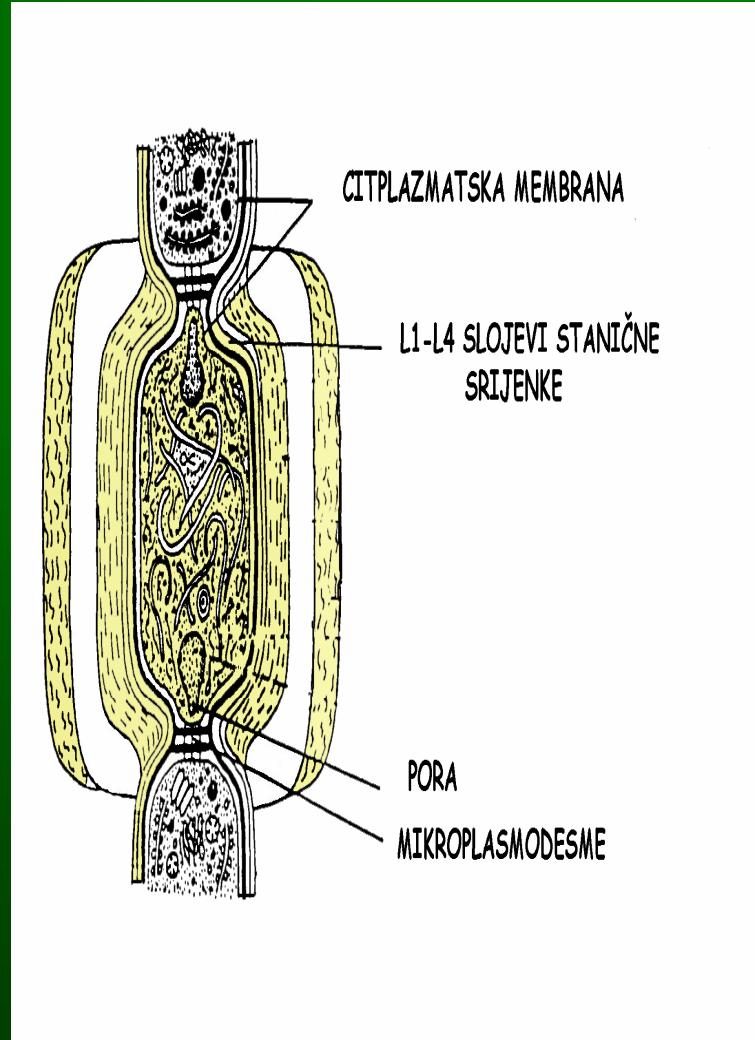
AKINETA

- trajna spora
- nastaje od vegetativne stanice
- krupnija od vegetativnih stanica
- ima zadebljali stanični zid bez pora
- bogata rezervnim hranjivim tvarima (cijanoficinskim zrncima)
- raspored tilakoida kao i u vegetativnim stanicama, a količina DNK je 20-30 puta veća
- omogućuju preživljavanje u nepovoljnim uvjetima kroz duže vremensko razdoblje



HETEROCISTA

- mogu fiksirati slobodni dušik iz atmosfere (sinteza bjelančevina)
- utvrđeno oko 120 vrsta koje vežu atmosferski N_2 (uglavnom slatkovodni oblici)
- Fay (1983) = mogu doprinijeti oko 40 kg N_2 po hektaru godišnje. Indija - na rižnim poljima koriste se *Tolyphothrix camptylonemoides* i *T. tenuis*.
- Dušik pomoću enzima nitrogenaze reduciraju u amonijak.
- Nastaju diobom vegetativnih stanica (stjenka u području citoplazmatskih konektiva zadeblja).
- Od vegetativnih se stanica razlikuju veličinom (krupnije), sadržajem (ne sadrže rezervne supstance ni pseudovakuole i bojom (ne sadrže fikobiline).



ULOGA I ZNAČAJ CYANOBACTERIA:

- 150 rodova s 2000 vrsta
- ↗ prvi fotoautotrofni organizmi \Rightarrow kisik \Rightarrow aerobni organizami
- ↗ primarna organska produkcija
- ↗ miksotrofni način prehrane \Rightarrow široko rasprostranjene

Obitavaju u:

- slatkim i slanim vodama, vlažnoj zemlji
- termalnim vrelima na $T=70^{\circ}C$ *Mastigocladus laminosus*, *Phormidium lamionosum*
- na snijegu i ledu (na Antarktiku $T= -83^{\circ}C$)



simbionti - u lišajevima (*Colema tenax*)



endofiti - u bilju (*Anabaena* - *Azolla pinata*, *Cycas* - *Nostoc*)



epifiti - na drugim autotrofnim organizmima (*Lyngbya*)



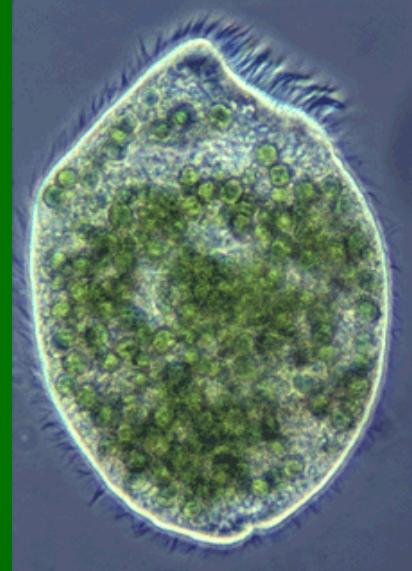
epiliti - na kamenoj podlozi
(*Gloeocapsa*, *Pleurocapsa*)



cijanele - u protozoima (amebe i flagelati)



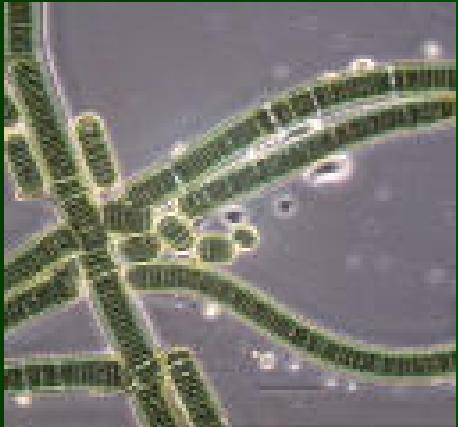
endoliti - u kamenu (*Mastigocoleus*)





Miksotrofni način prehrane posebno dolazi do izražaja u procesima biološkog čišćenja zagađenih voda.

Njihova je uloga u tome što alge koriste CO_2 koji se oslobađa u procesima truljenja, a obogaćuju vodu kisikom (više aerobnih bakterija = brže razlaganje organskih supstanci).



Za biološko pročišćavanje važne su one vrste koje žive na dnu ili su pričvršćene na različite predmete, jer zajedno s bakterijama, stvaraju sluzave omotače koji su vrlo aktivni (adsorbcija i vezivanje koloidnih jedinjenja) pa na taj način djeluju kao biološki filter (*Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium*).



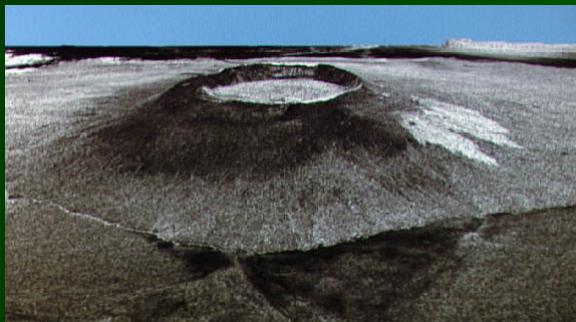
Pri povoljnim ekološkim uvjetima \Rightarrow "vodenih cvijeta". Razlaganjem velike mase brzo razmnoženih stanica, voda se onečišćuje, neprijatnog je mirisa i okusa, mijenja boju (*Oscillatoria rubescens*, *O. agardhii*).





Kod nekih se vrsta raspadanjem stanica oslobađaju i toksične tvari

- *Aphanizomenon, Anabaena* - neuromuskulatorni otrovi = anatoxin, saxitocin
- *Microcystis* - mikrocistin



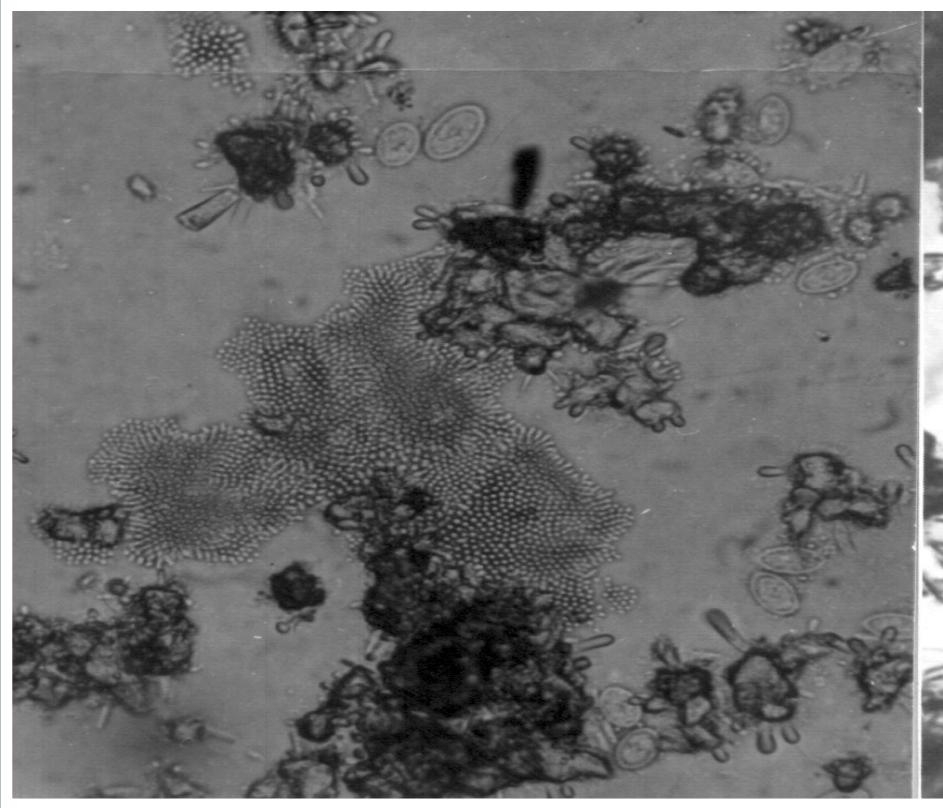
Modrozelene su alge pioniri u naseljavanju novih površina.



STROMATOLITES

- Stromatolites are hard, sedimentary structures built by mat-forming microbial communities.
- They can range in size from a few mm to hundreds of metres (most are < 1 metre).
- They are rare today, being found in only a few inhospitable environments such as the **geothermal pools** in Yellowstone and the **hypersaline** parts of Shark Bay.
- Stromatolites were more common in the past, particularly in the **Proterozoic**.
- Their decline in abundance has been attributed to the effects of grazing by newly evolved **metazoans** (animals).





rasprskavanje

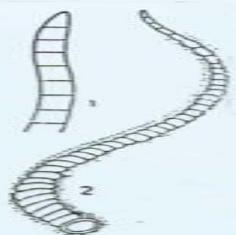


U krškim vodotocima čine osnovu sedrotvornih zajednica koje sudjeluju u stvaranju sedrenih barijera.

Vrlo osjetljive na kvalitativne promjene vode te su značajni indikatori stupnja zagađenosti

CYANOPHYTA - INDIKATORI STUPNJA SAPROBNOSTI

oligo-saprobnji stupanj

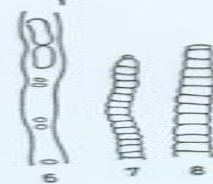


- 1 — *Phormidium inundatum*
2 — *Calothrix parentina*

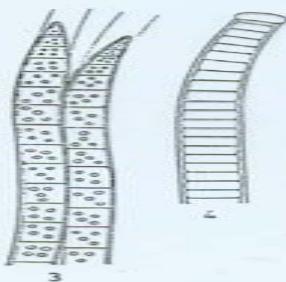
β -mezosaprobnji stupanj



- 2 a, b — *Microcystis flos-aquae*
3 a, b, c — *Aphanizomenon flos-aquae*
4 — *Anabaena flos-aquae*
5 — *A. spiroides*
6 — *Oscillatoria redeckei*
7 — *O. agardhi*
8 — *O. rubescens*

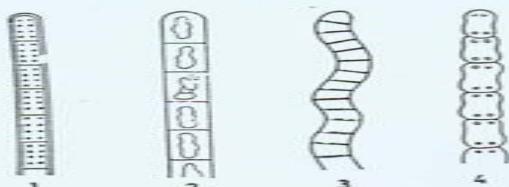


α -mezosaprobnji stupanj



- 3 — *Phormidium autumnale*,
4 — *Oscillatoria princeps*
10 — *Oscillatoria tenuis*
11 — *O. formosa*
12 — *O. chalybea*

poli- saprobnji stupanj

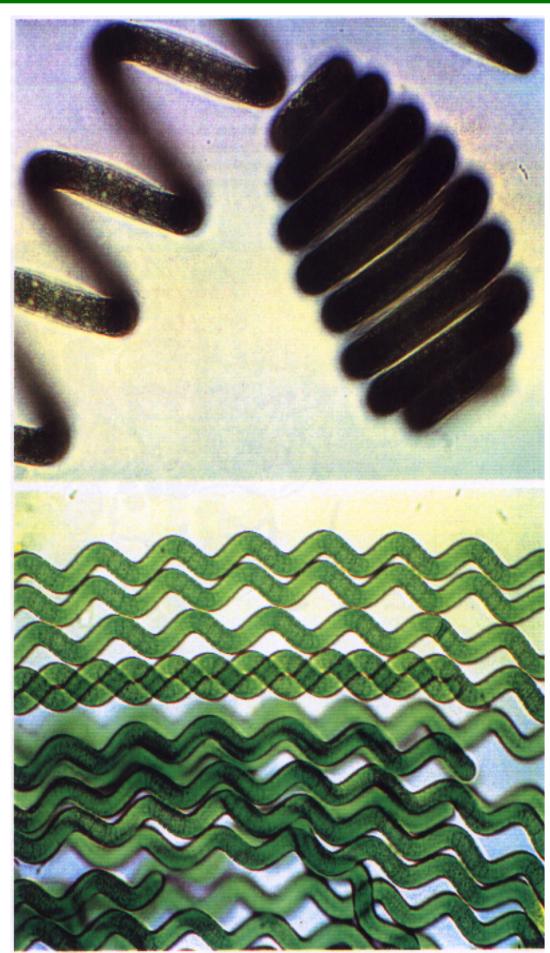


- 1 — *Oscillatoria chlorina*
2 — *O. lauterbornii*
3 — *Spirulina jenneri*
4 — *Anabaena constricta*



privredni značaj - prehrana

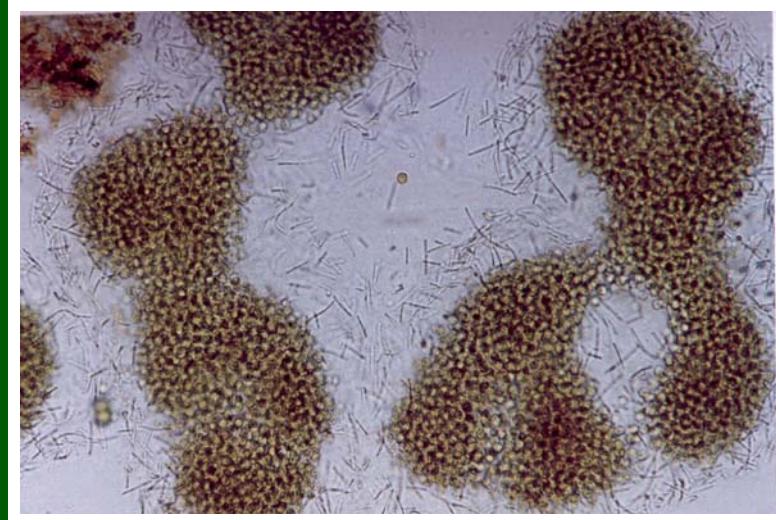
- *Nostoc pruniforme*, *N. commune*, *Spirulina platensis*



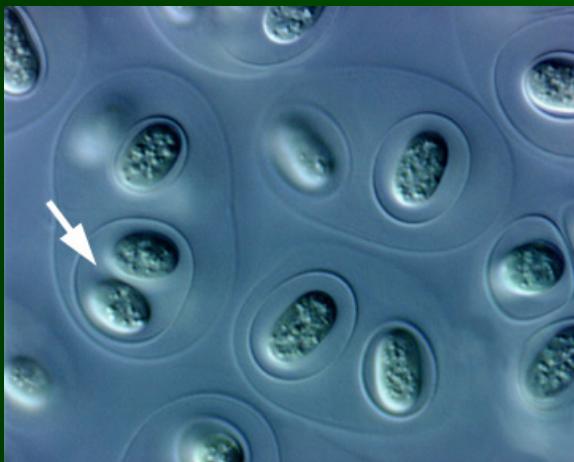
- 10 x više bjelančevina nego u pšenici, 3 x više nego u govedini, 30-35 x više nego u krumpiru
- 68% bjelančevina 20% glicina, 2.3% lipida, A1, B1, 2, 6 i 12 kao i sve osnovne aminokiseline



Chroococcus sp.



Microcystis aeruginosa



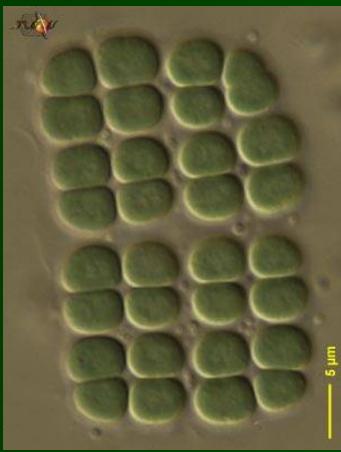
Gloeocapsa sp.



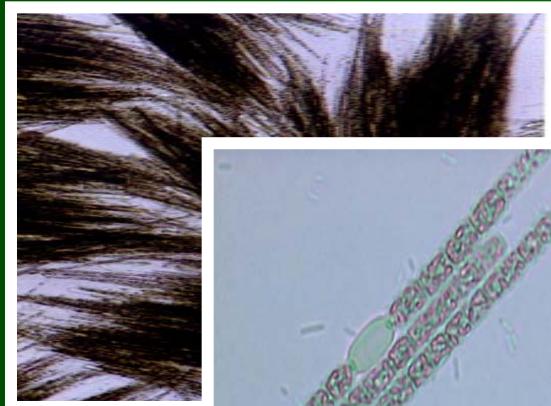
Anabaena plantonica



Nostoc sp.



Merismopedia sp.



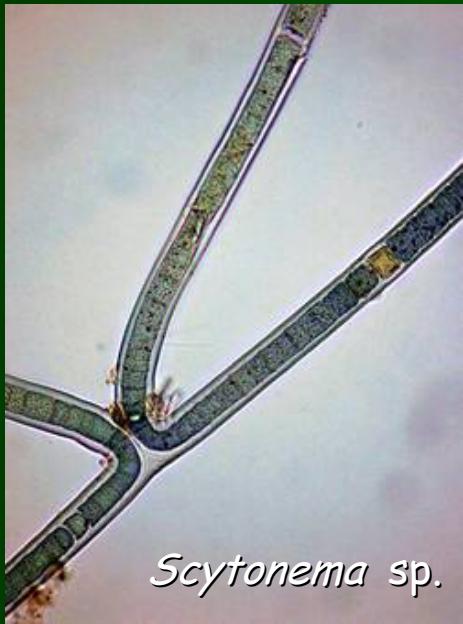
Aphanizomenon flos-aquae



Oscillatoria agardhii

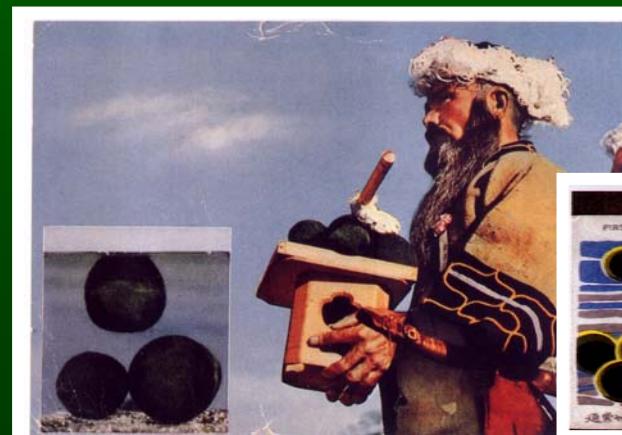


Oscillatoria sp.



CYANOBACTERIA ILI CYANOPHYTA (MODRO-ZELENE ALGE)

1. najstarija skupina fotoautotrofnih organizama
2. jednostanični, kolonijalni i nitasti oblici
3. stanica građena po principu recentne monere
4. razmnožavaju se vegetativno
5. stanična je stijenka višeslojna (murein)
6. nikada nemaju pokretnih stanica
7. pigmenati: klorofil *a*, karotenoidi (β -karotin, zeaksantin), fikobilini (fikoeritrin, fikocijanin i alofikocijanin)
8. rezervna supstanca: cijanoficejski škrob, cijanoficinske granule, karboksisomi
9. široko rasprostranjene



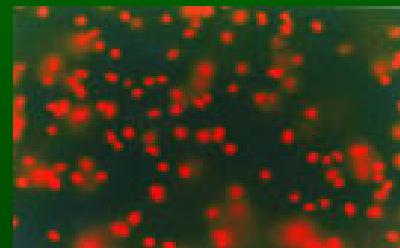
PROCHLOROBACTERIA



Prazelene alge

Net plankton ili mrežni plankton >20 µm

Nanoplankton 2-20 µm



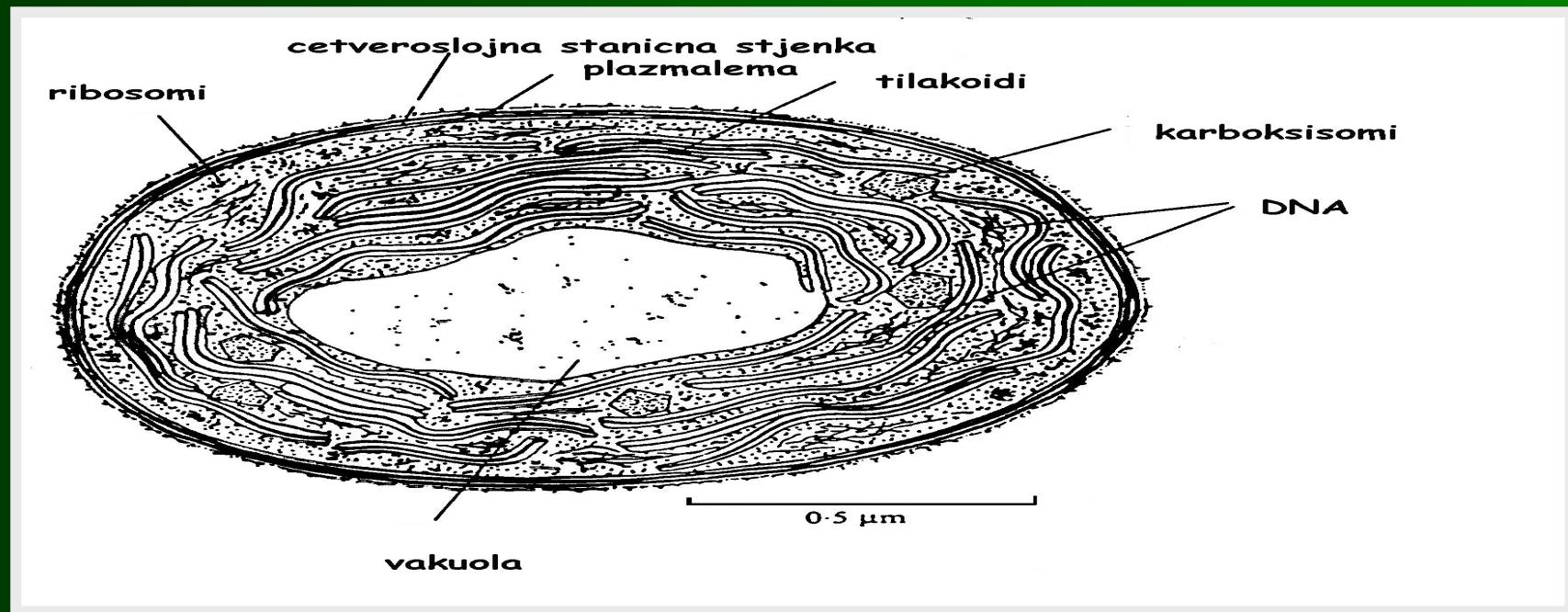
Pikoplankton >0,6<2 µm



glavni fotosintetski predstavnici pikoplanktona



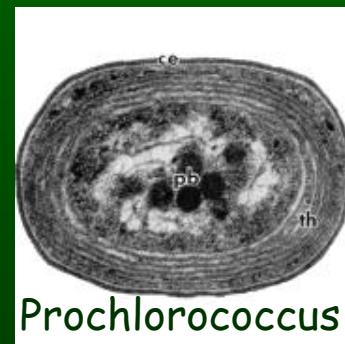
- okrugle ($0,5$ - $1,6 \mu\text{m}$) ili izdužene stanice (do $10 \mu\text{m}$), a mogu stvarati i trihome od po 100 stanica (*Prochlorothrix*)
- u ukupnoj primarnoj biomasi (koncentraciji klorofila *a*) u oligotrofnim oceanima sudjeluju s oko 40%
- u moru **često stvaraju guste populacije** (10^4 - 10^5 stanica ml^{-1}) i to ponekad u dubljim slojevima, blizu donje granice eufotičkog sloja



- DNK je difuzno raspoređena po stanci
- Pigmenti su nakupljeni uz tilakoide, ali ne u fikobilisomima
- Tilakoidne membrane se pružaju u paralelnim nakupinama (po dvije ili više) stvarajući tzv. lamele

- Pigmenatii: klorofil *a* i *b* (sličnost s odjelom *Chlorophyta*), β -karoten, zeaksantin, lutein, violaxantin.
- Od rezervnih tvari posjeduju karboksisome s enzimima za fotosintetičko fiksiranje CO_2 , plinske vakuole i polisaharid koji po kemijskoj strukturi nalikuje škrobu.

Prochloron - znanstveno je opisan 1968 godine, uz pretpostavku da je zelena alga. Elektronskim je mikroskopom ustanovljeno da su ove zelene, sferične, fototrofne stanice, prokarioti. Prvobitno su nazvane *prochlorophyta* što ukazuje na njihovu vezu sa zelenim biljkama (grčki *phyton* = biljka).





Prochlorothrix - u Nizozemskoj su 1984. godine u Loosdrecht jezeru pronađene druge, nitaste, zelene, aerobne fotosintetske bakterije nazvane *Prochlorothrix holandica*. Vrsta je dobila naziv po svom obliku i mjestu nalaska, a jedina je zelena bakterija koja u prirodi raste u čistoj kulturi.