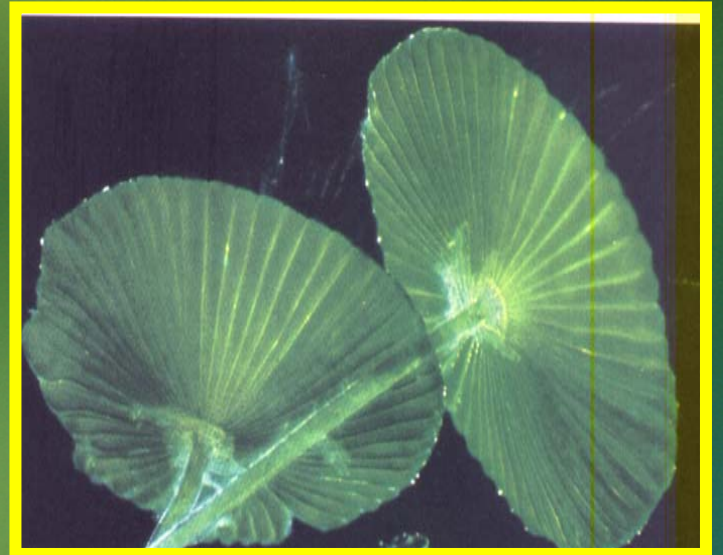


CHLOROPHYTA

zelene alge

BOTANIKA MB 05 – Anđelka Plenković-Moraj



Pojavljivanje i način života

Pretežno autotrofni organizmi, ali sekundarno mogu biti i heterotrofi.

Žive:

- plankton ili bentos slatkih voda
- u moru kao bentoski organizmi u litoralnoj zoni
- na kori vlažnog drveća, stijenama, vlažnom tlu, simbionti u lišajevima
- obraštaju vodeno bilje (epifiti) pa i životinje

Ishodište zelenih alga su prabičashi, što se vidi i po najprimitivnijim algama ove skupine, koje nisu otišle dalje od flagelatnih oblika (*Volvocales*) na koje možemo nadovezati ostale skupine jednostavnijih oblika pa sve do onih s vrlo diferenciranom steljom.

Kloroficeje su poznate od silura, a mogu se dovesti u vezu s primitivnim mahovinama i papratima.

Imaju 1 ili više jezgara.



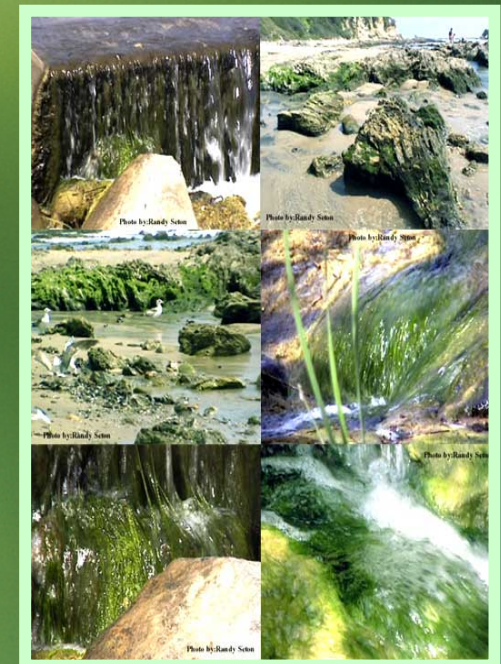
Plastidi - kloroplasti (vrčasti, okrugli, pločasti, vrpčasti, zvjezdasti, mrežasti). Često posjeduju pirenoide.

Pigmenati: klorofil *a* i *b*, α i β karotini, ksantofili (lutein).

Česta je i uljem povezana biljna boja **hematokrom** (vrsta crvenog karotinoida), dosta čest kod trajnih stanica (**cistozigota**).

Organske tvari mogu pospješiti njihov razvoj = voda izrazito zelena
Dobri su indikatori (vode opterećene organskim tvarima)

Kod odvedenijih zelenih alga možemo na stelji razlikovati rizoide, kauloide i filoide.
Pokretni oblici imaju bičeve jednake dužine - "**Isocontae**".



Pričuvne tvari su škrob i kapljice ulja.

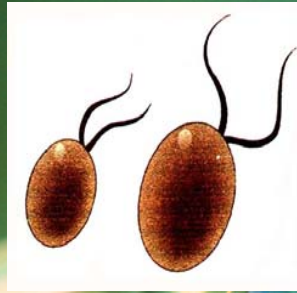
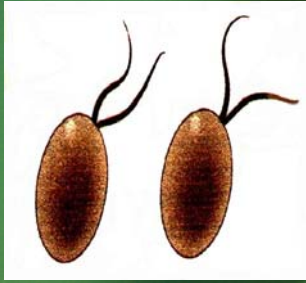
Primitivniji oblici imaju gole stanice dok je kod ostalih unutarnji sloj membrane iz celuloze, a vanjski iz pektina (često rasluži).



Razmnožavaju se nespolno (vegetativno, sporama) i spolno. Vegetativan tip razmnožavanja imaju jednostanične zelene alge (diobom stanica, dijelovima kolonija, a višestanične fragmentacijom talusa).

Nespolno se razmnožavaju zoosporama. Produženog su oblika (kruške) s apikano smještenim bičevima (2-4) koji su iste dužine. Imaju jednu jezgru, vrčasti kloroplast, crvenu očnu pjegu i kontraktilne vakuole.

Ipak neke se zelene alge razmnožavaju aplanosporama kod kojih nedostaju bičevi, crvena očna pjega i kontraktilna vakuola.

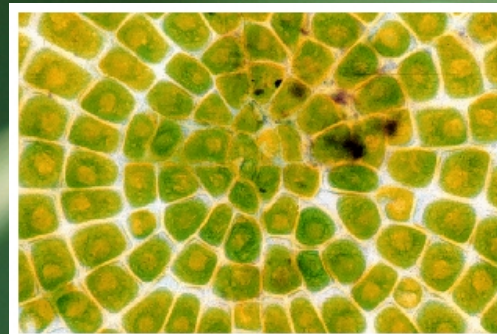


Spolni način razmnožavanja je gametogamija. Gamete se razvijaju u jednostaničnim gametangijima. Produkt kopulacije je diploida zigota koja često postaje trajna stanica ili **cistozigota**, a klije nakon faze mirovanja.

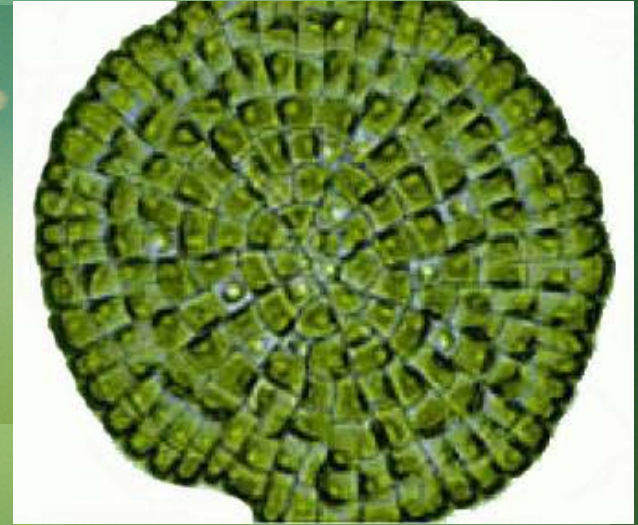
Rod *Trentepohlia* posve je prešao na kopneni način života. Često je hematokromom obojen crveno. Otpušta čitave sporangije koji se raznose vjetrom. Na vlažnom staništu izlaze spore i kliju u nove jedinice. To je prilagodba na kopneni način života. Flagelatni stadiji (zoospore i gamete) imaju po 2 biča. Simbionti u lišajevima.



Najviši stupanj spolnog razmnožavanja postignut je kod roda *Coleochateae*, (oplodnja se odvija u samom oogoniju, podražuju se okolne stanice = primitivna vrsta ploda - sporokarp ili zigotni plod.



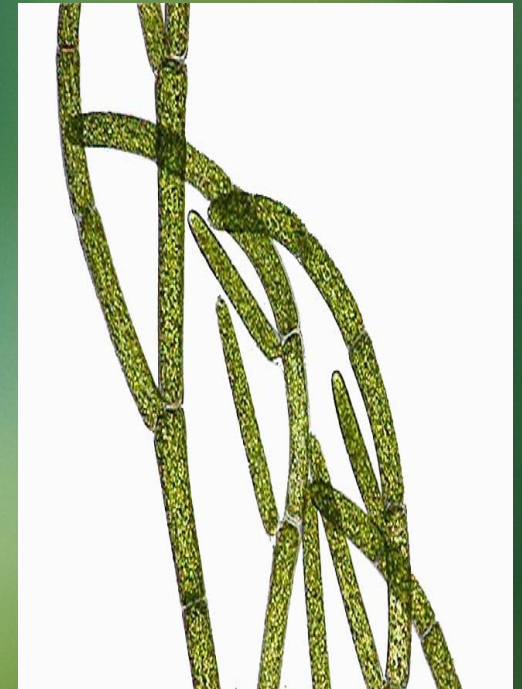
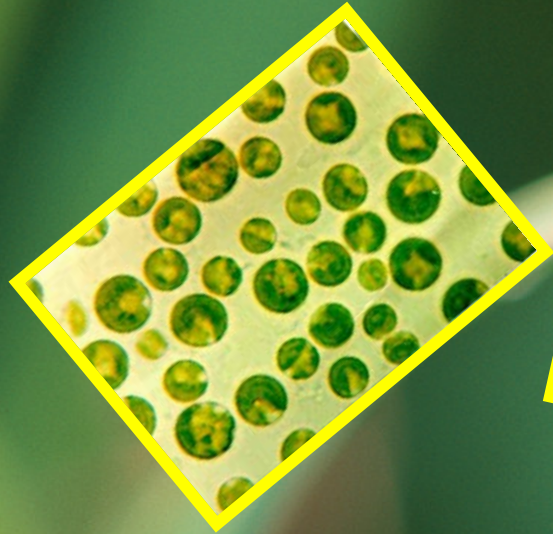
Coleochaete Central part of disk



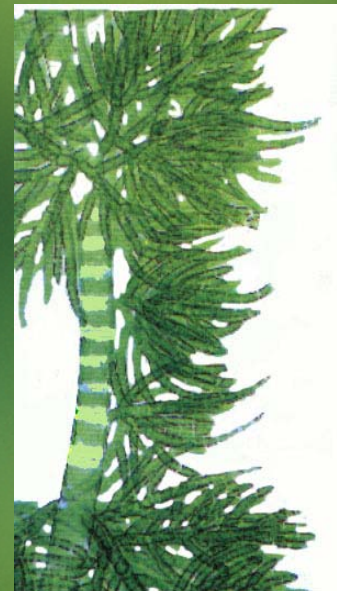
Kloroficeje u vegetativnom stadiju mogu biti:

- redoviti haplonti (diploidna jedino zigota)
- redoviti diplonti (haploidne jedino gamete)
- po prvi put utvrđena izmjena generacija (Ulva). S obzirom na morfološki izgled generacija razlikujemo izomorfnu (homolognu) i heteromorfnu (antitetsku) izmjenu generacija.

Oblici talusa



Jednostanični



Heterotrihni

Kolonijalni



Odjel Chlolophyta objedinjuje:

1. razred PRASINOPHYCEAE
2. razred CHLOROPHYCEAE
3. razred CONJUGATOPHYCEAE



Razred *Chlorophyceae*



Prvenstveno su to autotrofni organizmi, ali ima i heterotrofnih kao što je vrsta *Polytoma uvella*. Rasprostranjene u planktonu slatkih voda. U moru nisu prisutne. Ipak neke vrste kao *Dunaliella salina* žive u solanama.



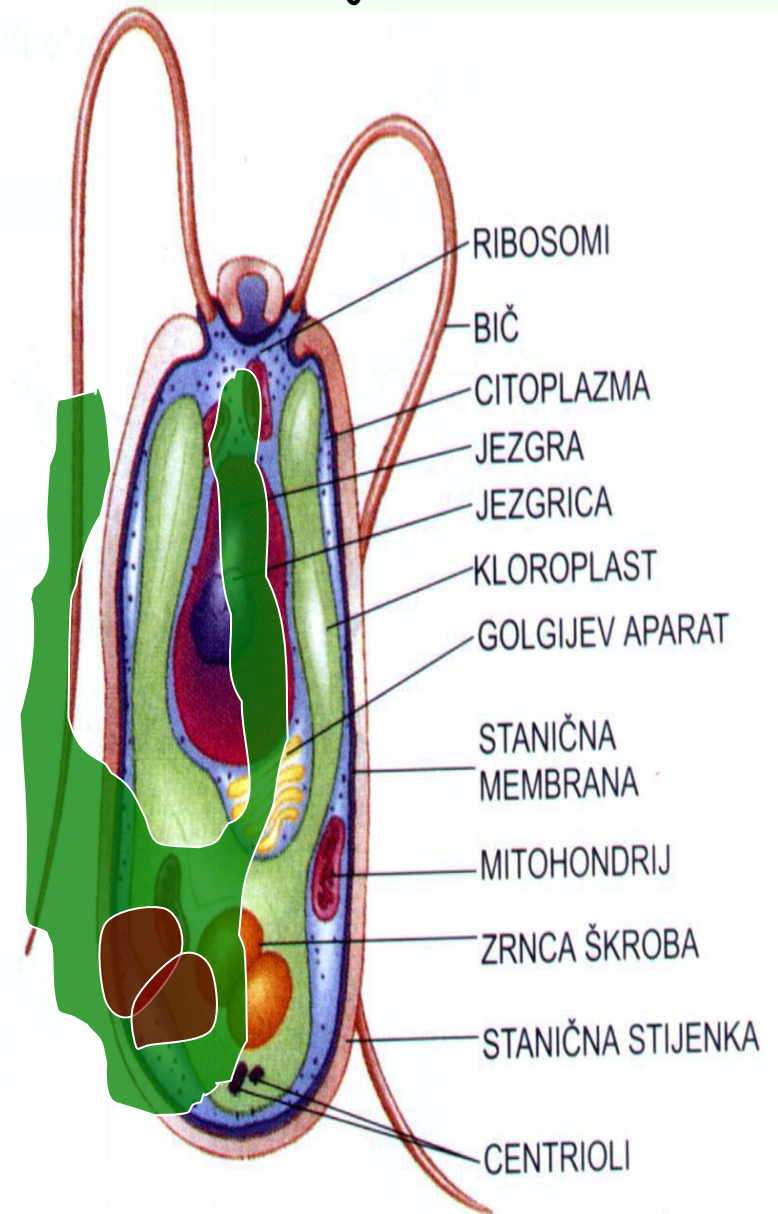
Rod *Chlamydomonas*

➤ Najveći dio stanice zauzima primitivni oblik kloroplasta (vrčasti) u kojem od pigmentata prevladavaju klorofil *a* i *b*

➤ Asimilacijom se stvara rezervna tvar - škrob

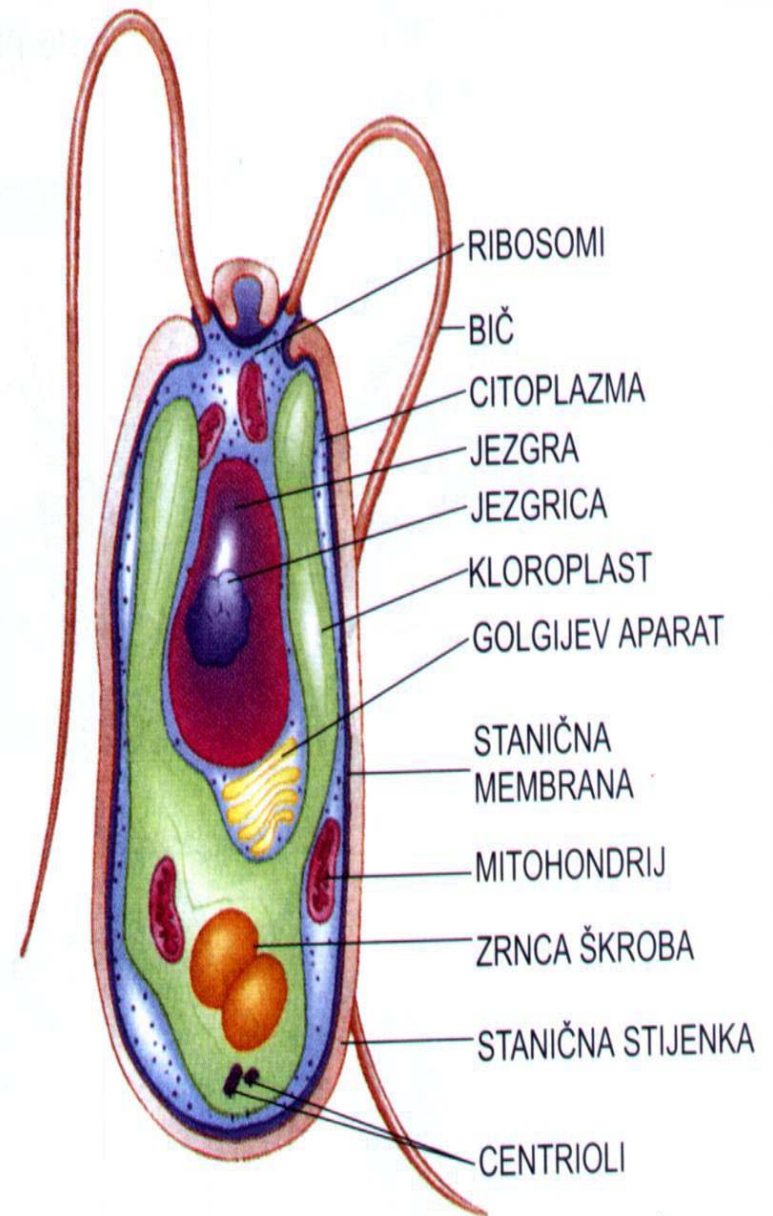
➤ Centar intenzivne proizvodnje škroba nalazi se u pirenidu (ovalna struktura unutar kloroplasta). Pirenoid ima sposobnost vezivanja CO_2 jer sadrži enzim RuBisCO, koji katalizira reakciju u ciklusu fotosintetske redukcije ugljika. U nedostatku nitrata i fosfata proizvode se samo jednostavni, lako topljivi šećeri.

Pokretni jednostanični oblici



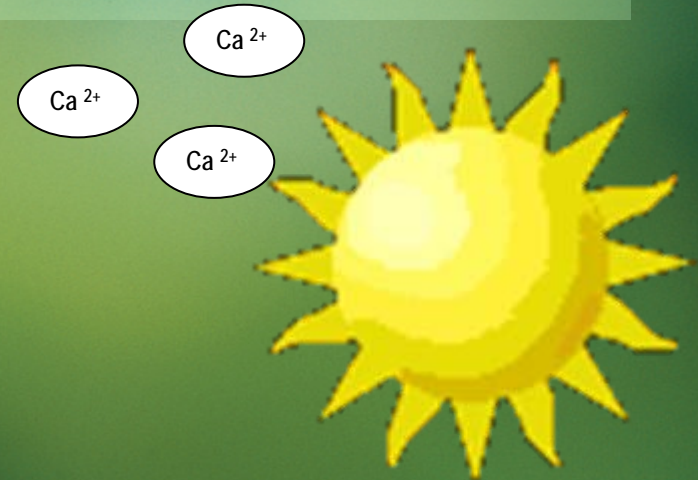
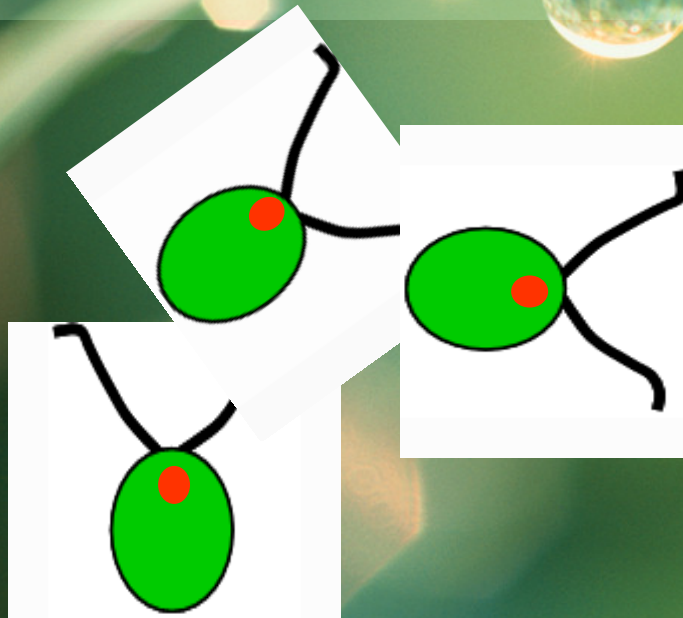
Rod *Chlamydomonas*

- U jezgri se nalazi 17 kromosoma
- Nastanjuju slatkovodna i morska staništa (plankton), ali žive i na snijegu
- Poznato je oko 600 opisanih vrsta
- Nazivaju ga zlatnim rudnikom informacija
- Neke su vrste postale važni eksperimentalni organizmi na području molekularne biologije, genetike, fiziologije bilja i biotehnologije.



Na prednjem su dijelu stanice dva biča za pokretanje, ali i za prepoznavanje partnera.

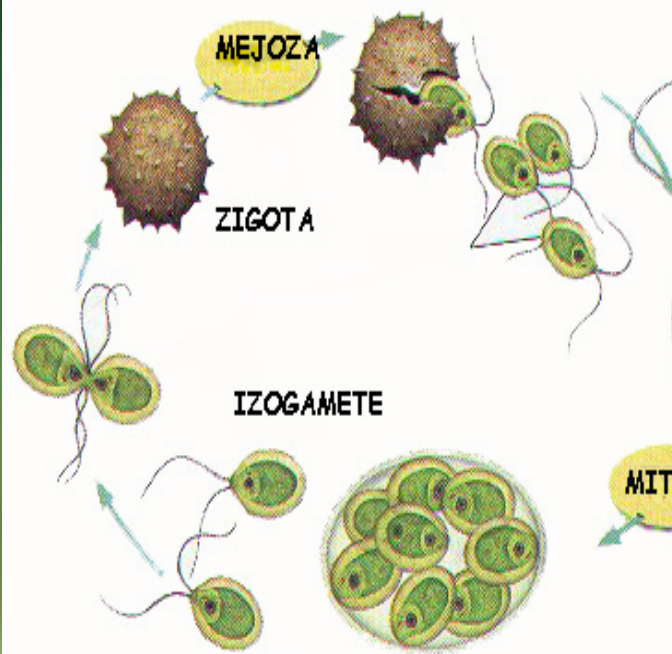
Pomoću očne pjege ili stigme (fotoreceptorni pigment rodopsin kojeg nalazimo i kod animalnih oblika) stanica određuje svoje kretanje prema (+) ili od (-) izvora svjetlosti (fototaksija).



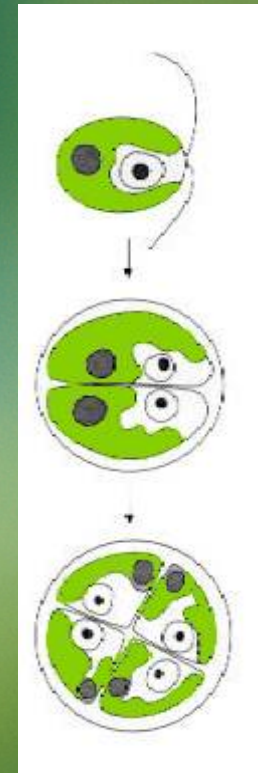
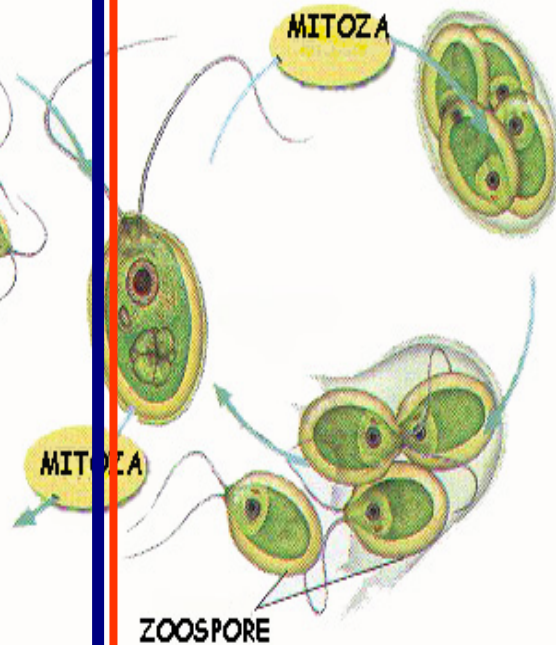
Prilikom fototaksije *Chlamydomonas* se kreće brzinom od oko 100 - 400 mikrometara u sekundi.



SPOLNO RAZMNOŽAVANJE



NESPOLNO RAZMNOŽAVANJE



prvi počeci seksualnosti

- izogamija



- anizogamija



- oogamija



Vegetativno diobom stanice
Pokretne nespodne stanice - zoospore

Generacijsko vrijeme - 5 h

Masovno uzgojen u laboratorijima, *Chlamydomonas* se koristi kao modelni organizam da bi se znanstvenim istraživanjima odgovorilo na mnogobrojna pitanja od fundamentalnog značaja za područje stanične i molekularne biologije (pokretanje, svjetlo, prepoznatljivost i dr.)

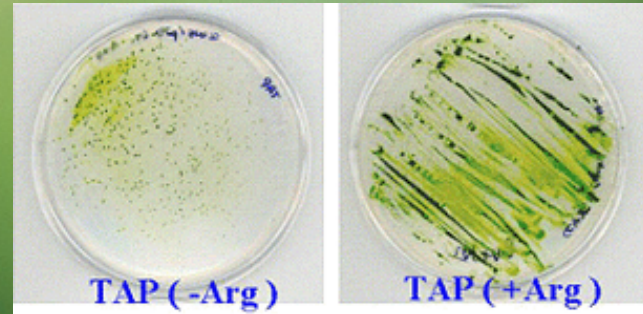
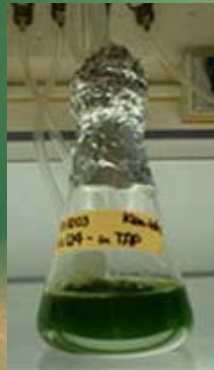
Chlamydomonas je dobar modelni organizam iz razloga što ima kratko generacijsko vrijeme, fakultativni je autotrof, ali može biti i heterotrof te se može razmnožavati i spolno i nespolno.



Do danas su sekvencionirani genomi mitohondrija, kloroplasta i jezgre. Od 120 mega baza jezgrinog genoma utvrđeno je da *Chlamydomonas* dijeli oko 7.000 gena s drugim organizmima, životinjskim i biljnim, što ukazuje na činjenicu da su u davnoj prošlosti imali zajedničkog pretka.

Vrsta *Chlamydomonas reinhardtii* jedna je od mnogobrojnih koje se koriste u eksperimentalnim istraživanjima. Prva laboratorijski uzgojena kultura pod nazivom c137 (mt+) dobivena kao izolat iz prirodnog /"divljeg"/ tipa još 1945. godine u USA (Massachusetts).

Postoje mnogobrojni mutanti vrste *C. reinhardtii* koji se koriste u istraživanjima varijabilnosti bioloških procesa: pokretljivost i fototoksičnost, bičevi, fotosinteza, sinteza proteina, centrioli i bazalna tijela, biogeneza kloroplasta, nasljeđivanje, u području razvojne biologije i ekologije.



Chlamydomonas se, uz prisustvo svjetla, može uzgojiti u čistoj kulturi na jednostavnom mediju od anorganskih soli pri čemu fotosintezom stvara energiju za svoj rast i razvoj. *Chlamydomonas* također može opstati i bez prisustva svjetla ukoliko mu je dostupan acetat kao izvor ugljika.

Mnogi znanstvenici posebno proučavaju mutacije bičeva roda *Chlamydomonas*, a koja je slična nekim mutacijama bičeva kod ljudi.

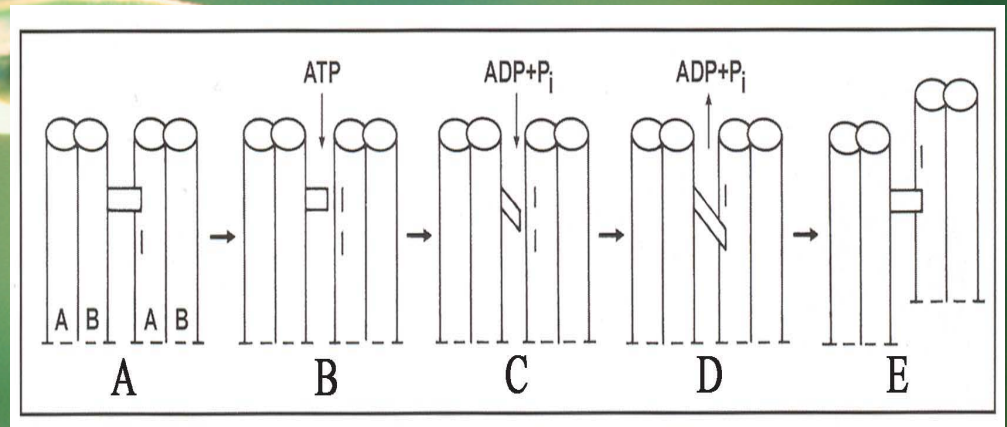
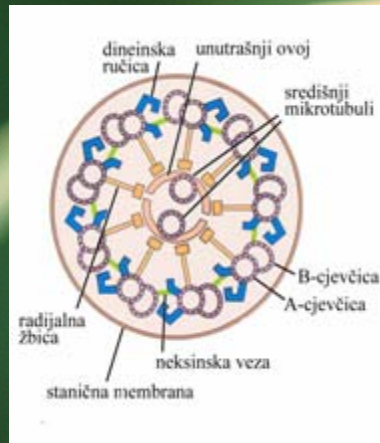
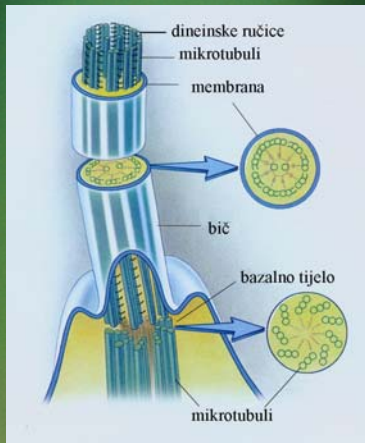


Chlamydomonas je uvelike pomogao razvoju medicine posebice u rješavanju Kartagenerovog sindroma (bičevi i trepetljike paralizirane), koji dovodi do neplodnosti (zbog nepokretljivosti spermija ili ne pokretanja trepetljika u jajovodu) kao i bronhitisa (zbog nepokretnih trepetljika u dišnim putovima).

Neke vrste su crvene boje (hematokrom), npr. *C. nivalis*, "crveni snijeg"



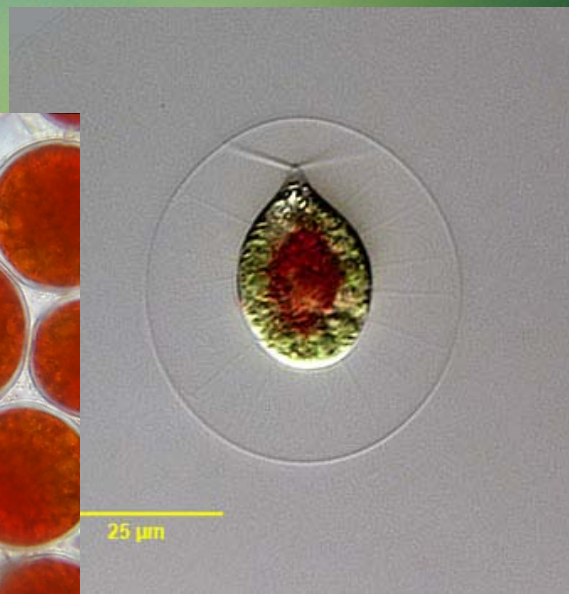
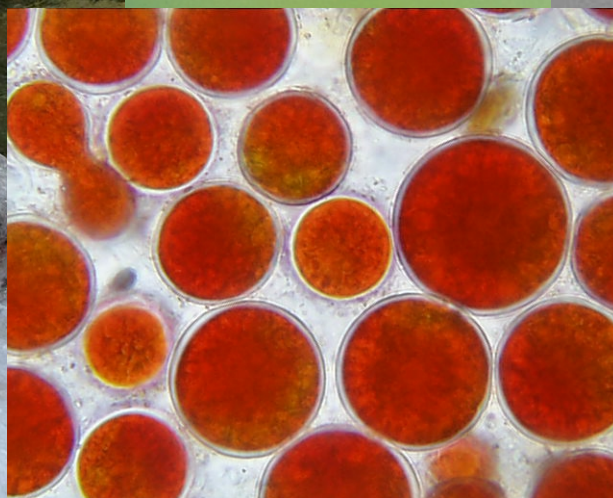
Bičevi su izbočenja stanične membrane uzduž kojih se pružaju pravilno organizirani mikrotubuli (mikroskopske cjevčice). Raspored cjevčica je 9+2 tj. 9 je dvostrukih cjevčica (dubleteti) kružno raspoređeno na periferiji, a u središtu su dvije cjevčice



Shema ciklusa dineinskog premošćivanja i hidrolize ATPa:

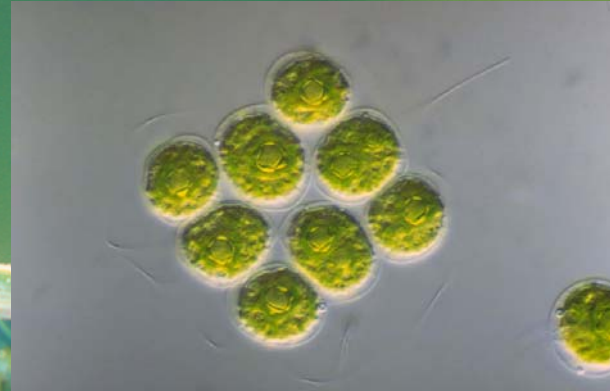
- A) dineinska ručica B-tubula povezana je s A-tubulom susjednog dubleta bez prisustva ATPa
- B) vezanje ATPa za dinein uzrokuje odvajanje i skraćivanje ručice
- C-D) cijepanje ATPa uzrokuje savijanje ručice pod kutom od oko 40° i ponovno pričvršćivanje B-tubula za sljedeći mogući položaj
- E) vraćanje dineinske ručice u prvobitan položaj uzrokuje klizenje susjednog dubleta

Vrsta *Haematococcus pluvialis* ima u staničnoj stjenci pektin koji nabubri. Sadrži hematokrom te nakon kiše boji barice crveno.



Rod *Gonium*

stvara pločaste kolonije (4-16 članova), a bičevi svih stanica okrenuti su u istom smjeru.



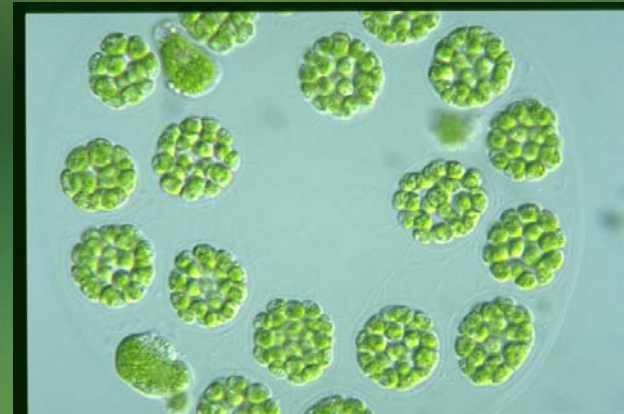
Rod *Pandorina*

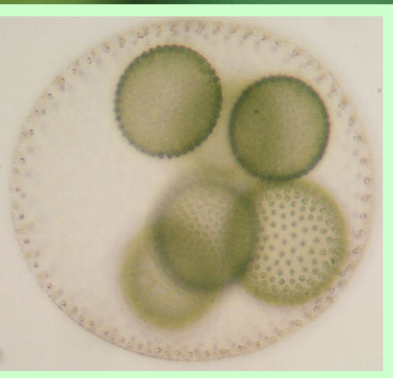
Cenobij udružuje 16 stanica u kuglastu koloniju s bičevima okrenutim prema van.



Rod *Eudorina*

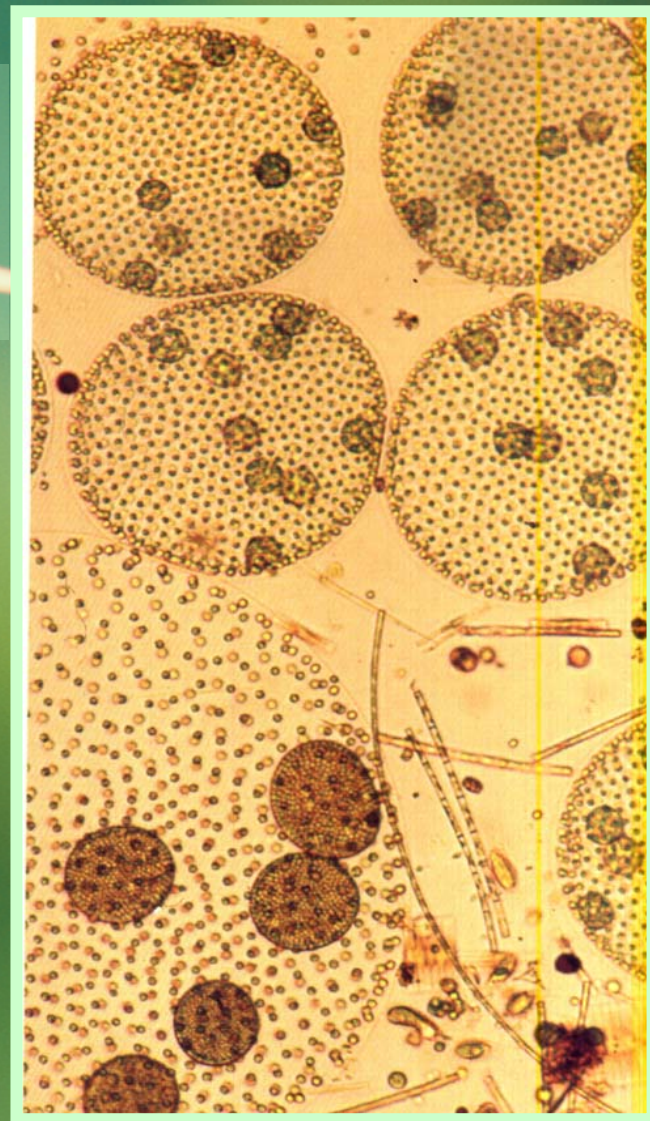
kuglaste kolonije (u sredini šuplje) s 32 člana



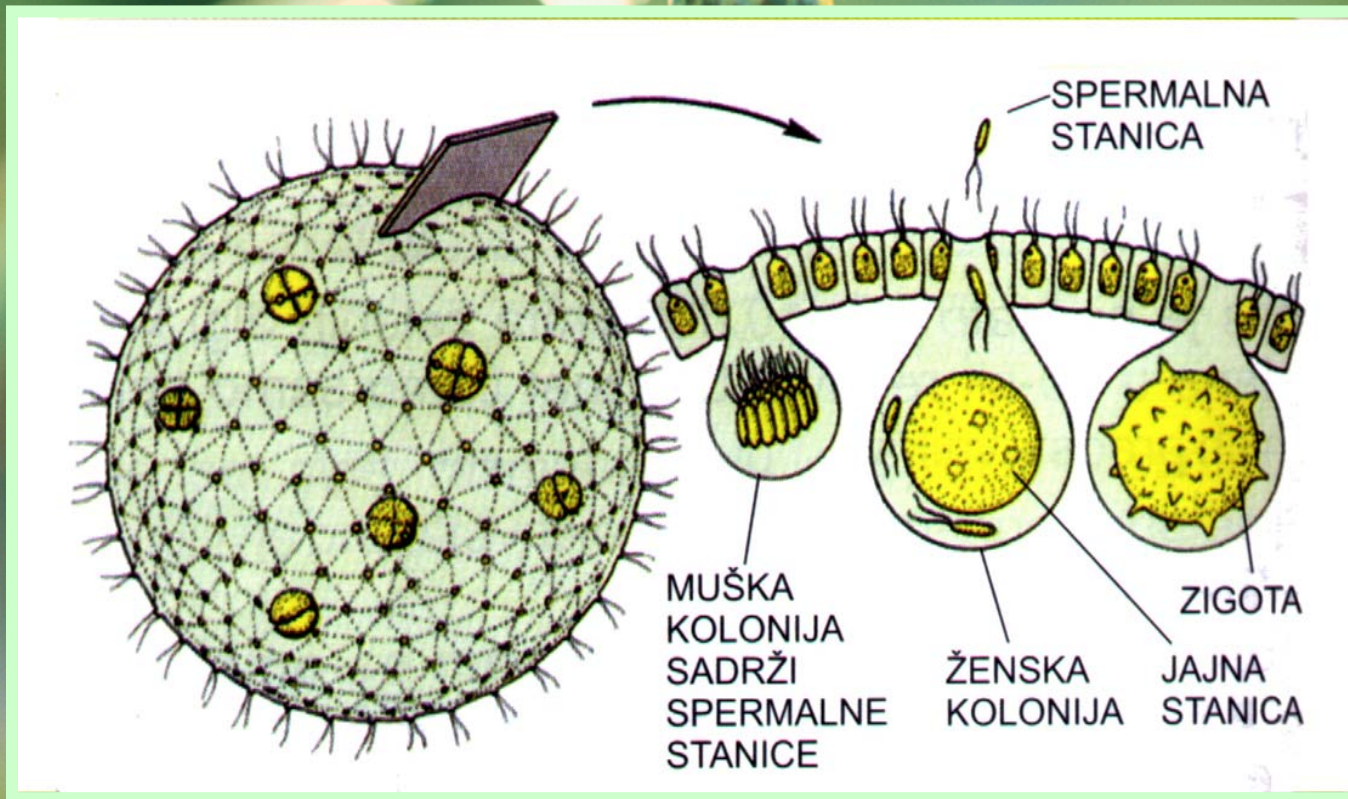


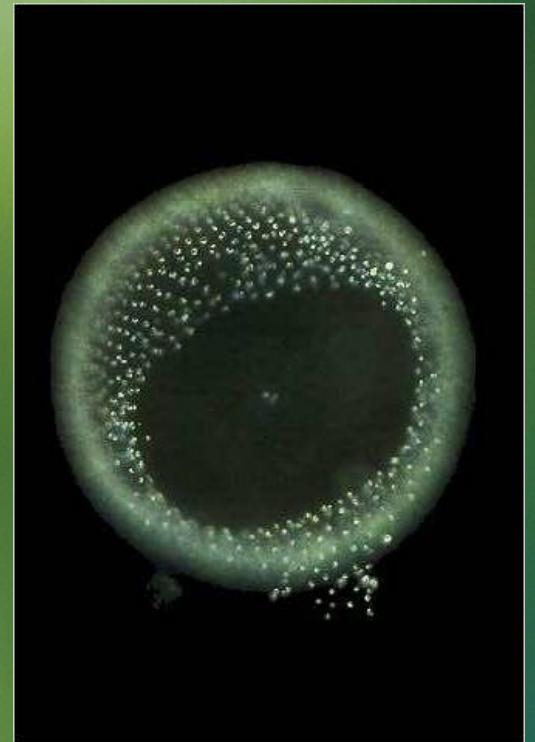
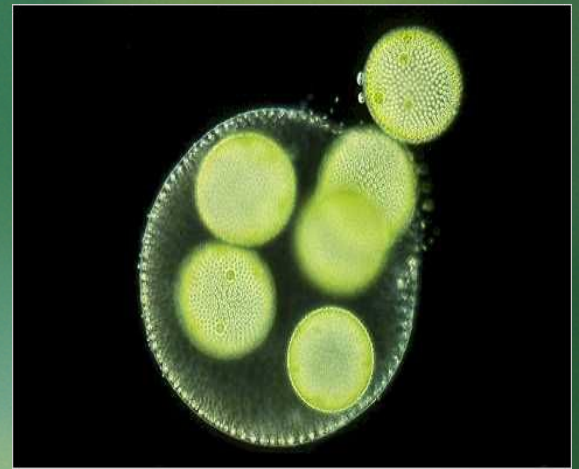
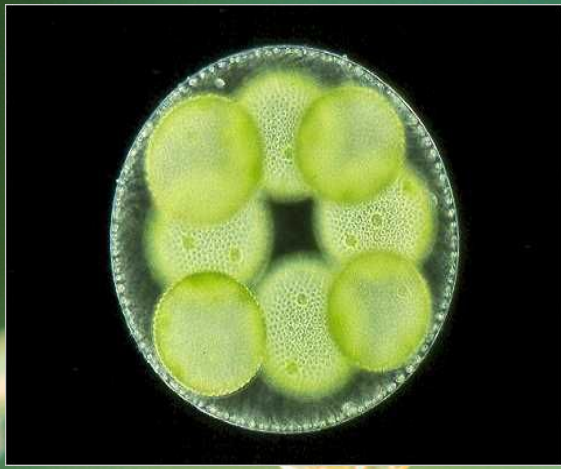
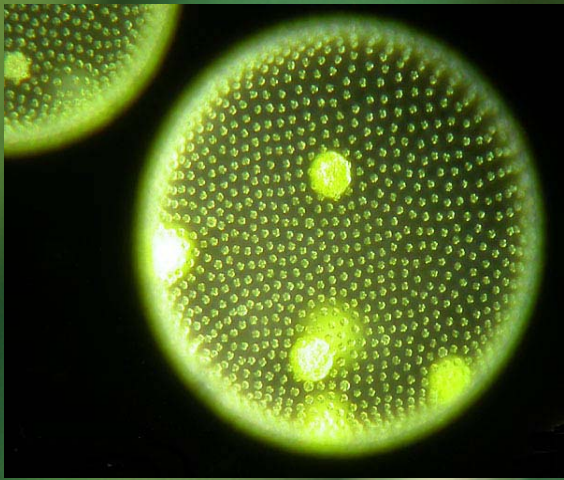
S obzirom na podjelu rada Volvox ne možemo smatrati kolonijom već višestaničnim organizmom.

Stelju vrste *Volvox globator* izgrađuje 20.000 stanica koje zatvaraju šuplju kuglu tako da promjer stelje iznosi oko 2 mm i vidljiva je prostim okom. Stanice su međusobno spojene plazmatskim spojnica.



Većina stanica obavlja **fotosintezu i pokretanje**, a samo dio stanica koje su smještene u stražnjem dijelu stelje imaju funkciju **vegetativnog razmnožavanja**. Stanice za razmnožavanje su veće i nazivaju se **gonidije ili partenogonidije**. Spolni način razmnožavanja je **oogamija**. Spolni rasplodni organi nastaju od vegetativnih stanica.



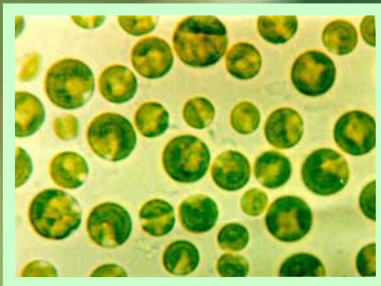
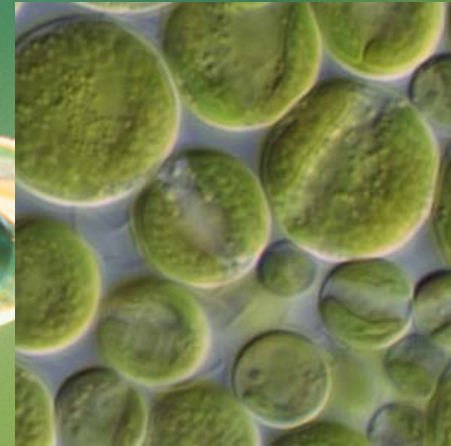
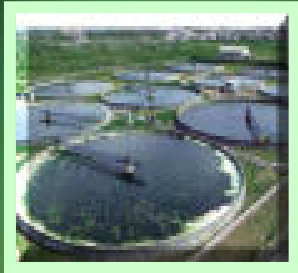


red Chlorococcales

- Protokokalni tip stanične građe
 - Budući su nepokretne u vegetativnom stadiju razvoja ne posjeduju bičeve, kontraktilne vakuole kao ni očnu pjegu
 - Žive pojedinačno ili u kolonijama različitog oblika., pretežno u planktonu kopnenih voda, na kori vlažnog drveća, kao simbionti s gljivama u stelji lišajeva, u plazmi protozoa ili kao epifiti.
 - U vegetativnom stadiju su redoviti haplonti
-
- Ne mogu se vegetativno razmnožavati (diobom stanice). Nesporno se razmnožavaju aplanosporama (*Chlorella* i *Scenedesmus*) i zoosporama (*Pediastrum* i *Hydrodictyon*).
 - Spolni način razmnožavanja je izogamija. Gamete nastaju na isti način kao i spore samo u većem broju.
 - Nepovoljne uvijete života preživljavaju u obliku ciste (akinete). Zigota nakon faze mirovanja klije uz redukcijsku diobu.

Chlorella

Nepokretni jednostanični
ili
kolonijalni oblici

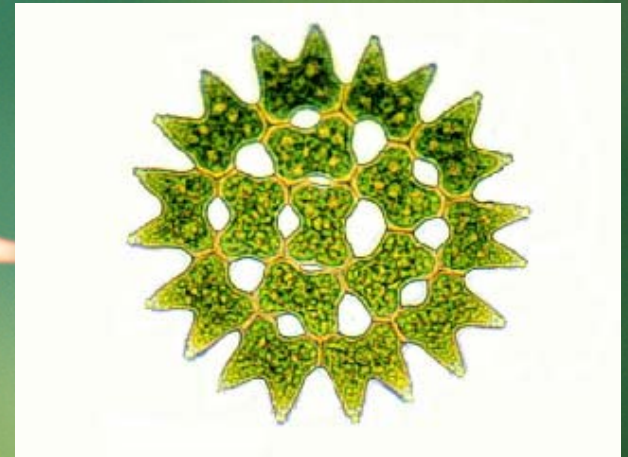
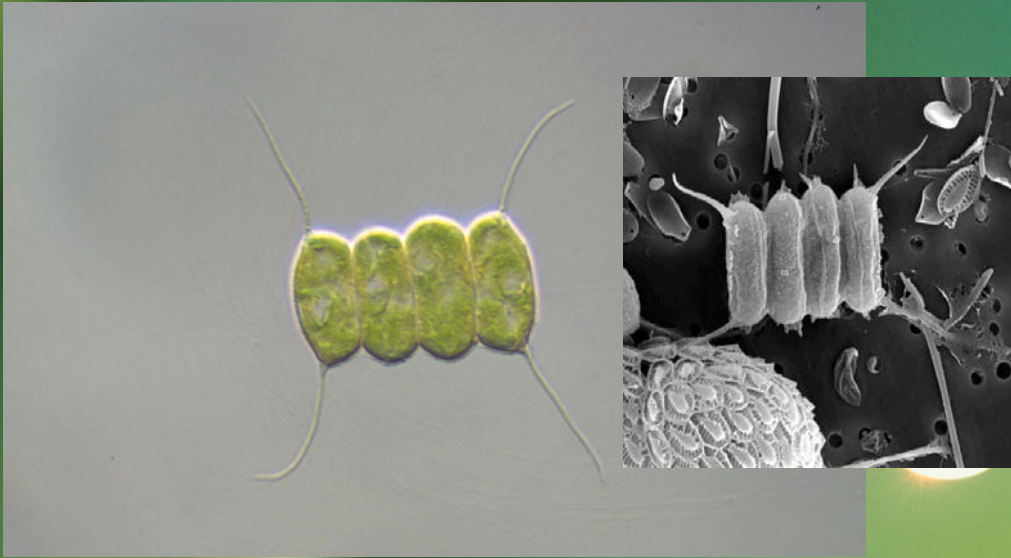


- Vrsta *Pleurococcus naegelii* (*vulagris*) prilagođena je na kopneni način života
- Dolazi na vlažnim stijenama ili vlažnoj kori drveća
- Razvijen je samo bazalni dio stelje

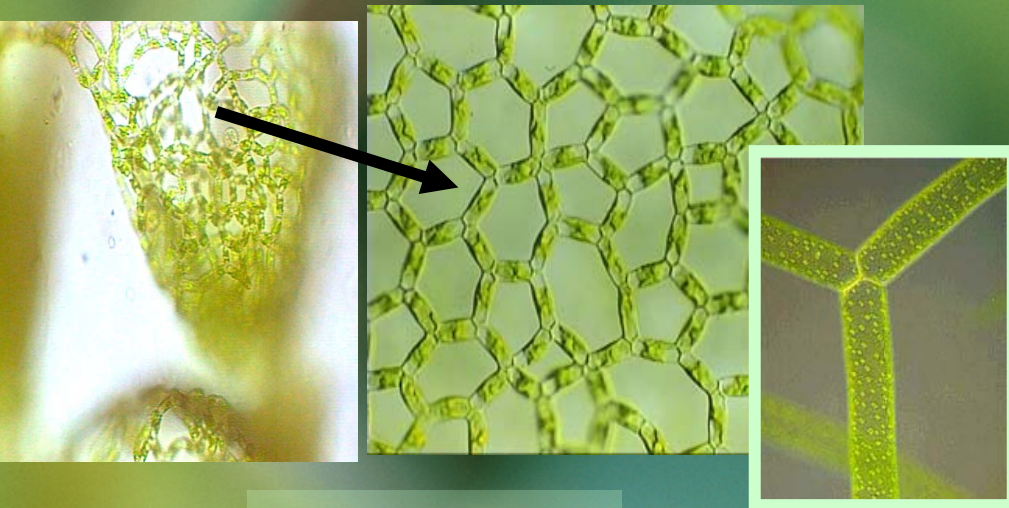


Pleurococcus naegelii

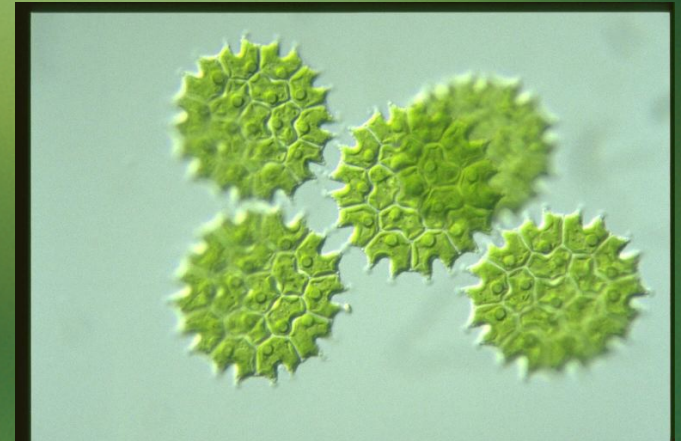
Nepokretne kolonije



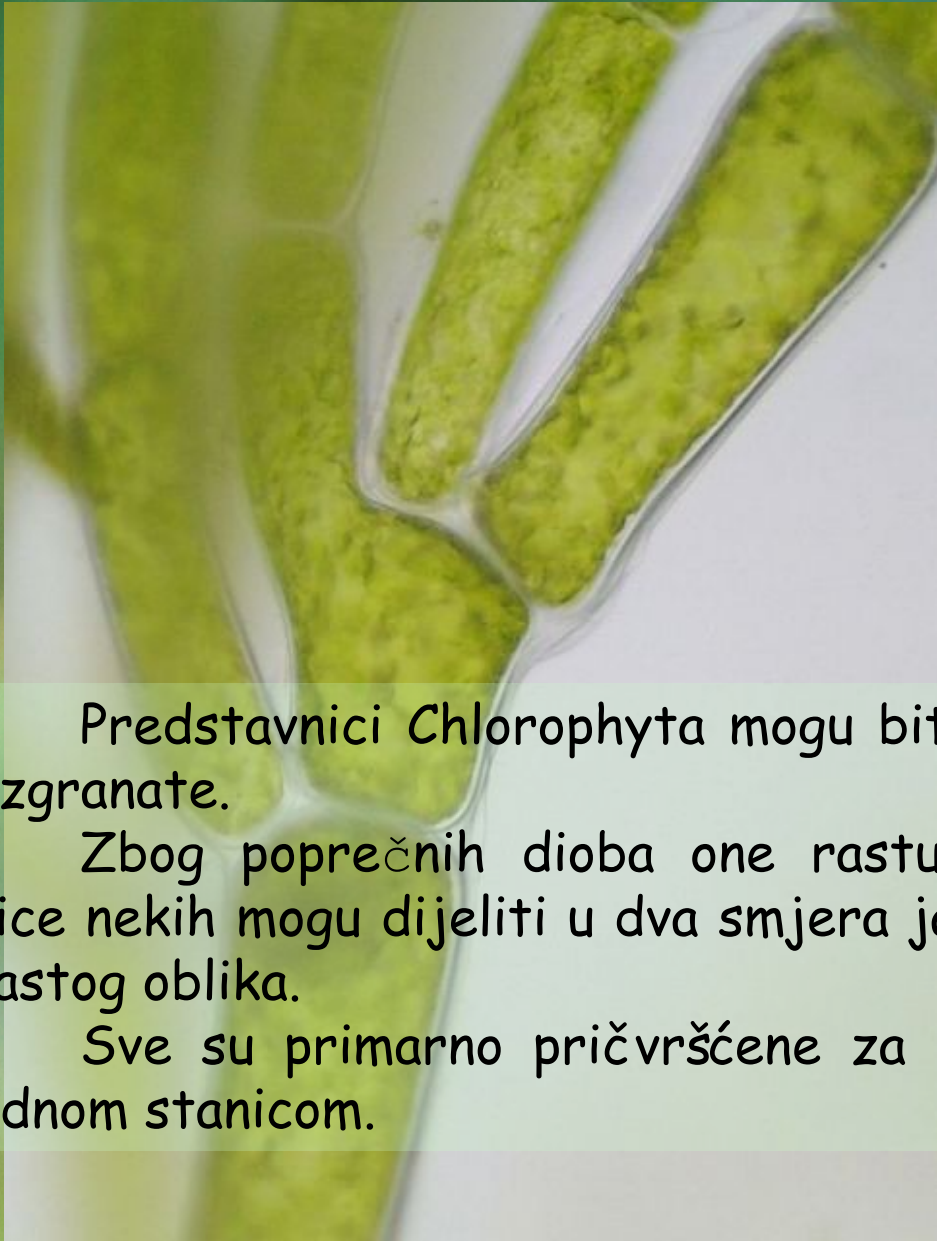
Scenedesmus



Hydrodictyon



Pediastrum

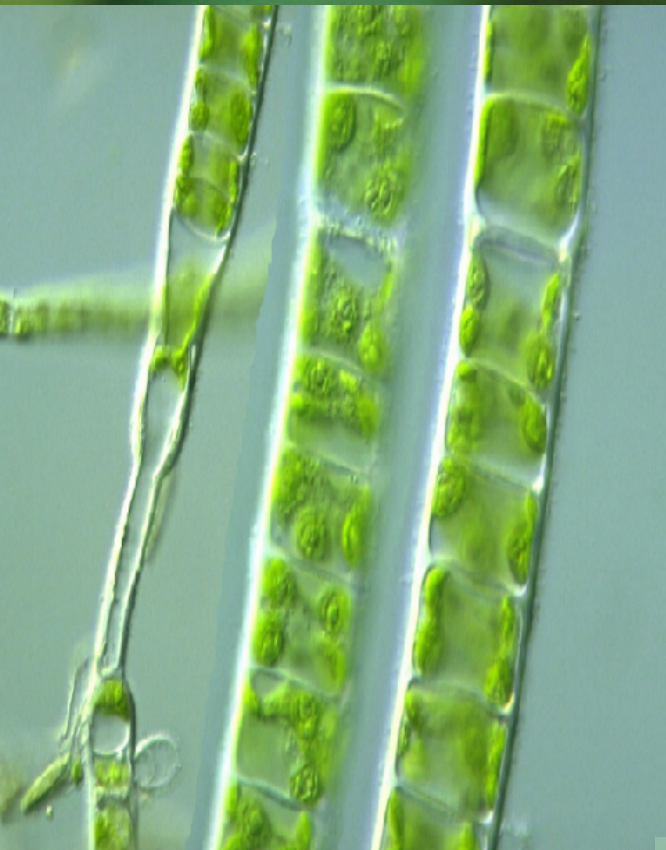


Predstavnici Chlorophyta mogu biti i nitaste, razgranate ili nerazgranate.

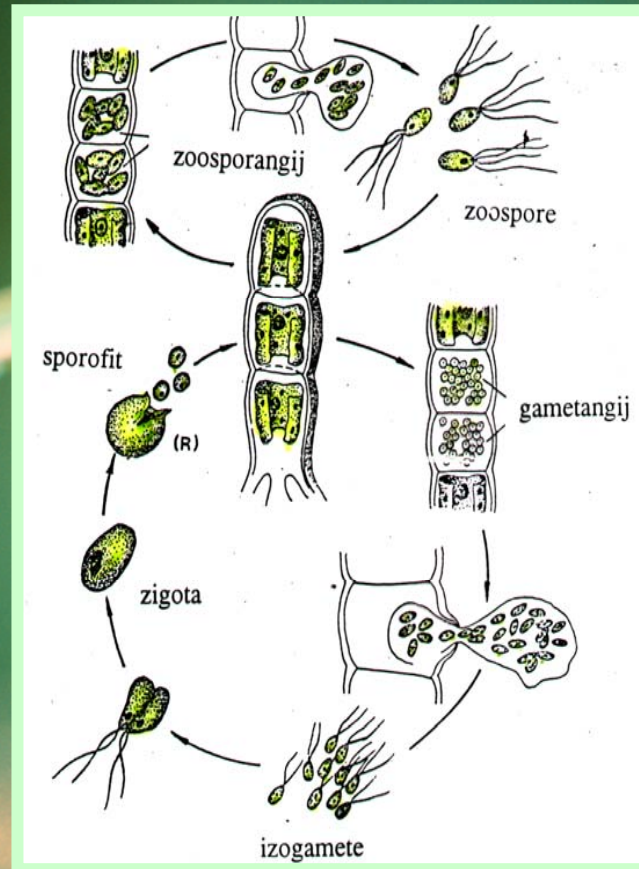
Zbog poprečnih dioba one rastu u dužinu. Budući da se stanice nekih mogu dijeliti u dva smjera javljaju se i oblici lisnatog i cjevastog oblika.

Sve su primarno pričvršćene za podlogu jednom dugačkom rizoidnom stanicom.

Nitast nerazgranat oblik



Ulothrix

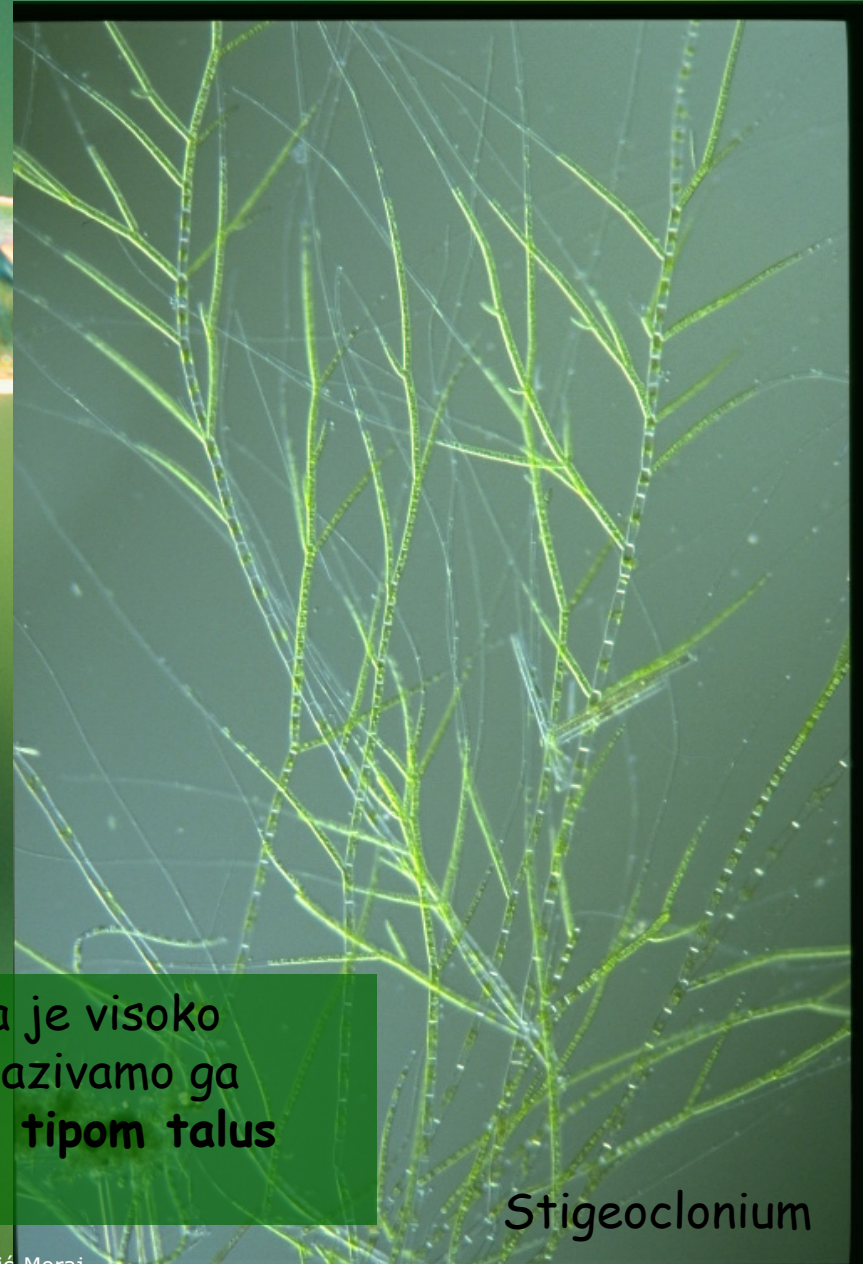
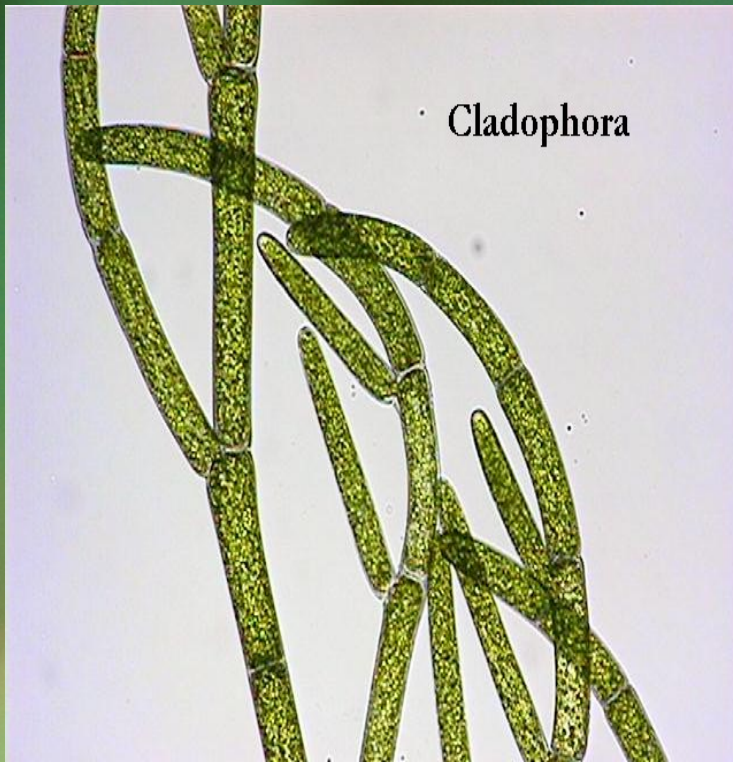


- Zoospore i gamete nalaze se na istoj steljci
- Nema izmjene generacija



Oedogonium

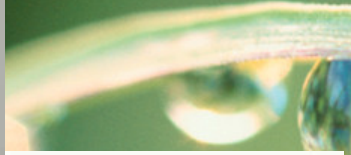
busenasto razgranat talus



Talus ovih alga je visoko organiziran i nazivamo ga heterotrihnim tipom talus



Listast oblik



Ulva rigida

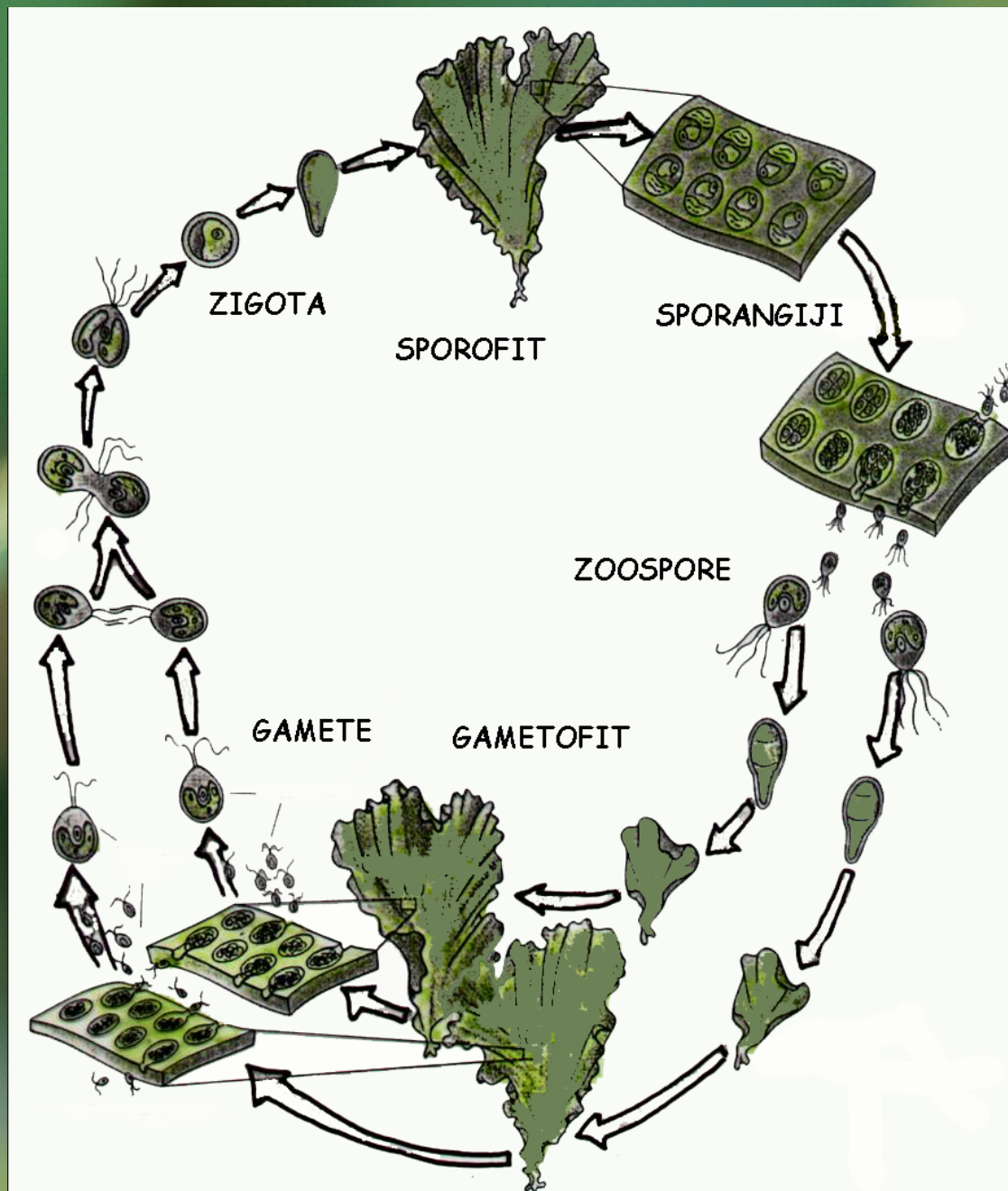


Flabellia petiolata

Cjevast oblik



Enteromorpha intestinalis



sifonalni tip stelje



Codium



Halimeda tuna



Acetabularia acetabulum



Caulerpa taxifolia



Caulerpa racemosa

Razred Conjugatophyceae alge jarmašice



- Jednostanični oblici protokokalnog ili ulotrihalnog tipa
- Nemaju pokretnih stadija - Acontae
- U vegetativnom stadiju redoviti haplonti
- Nazivaju ih jarmašicama, zato što u fazi spolnog razmnožavanja (konjugacija) stvaraju mostiće (jaram)

Nespolno se razmnožavaju:

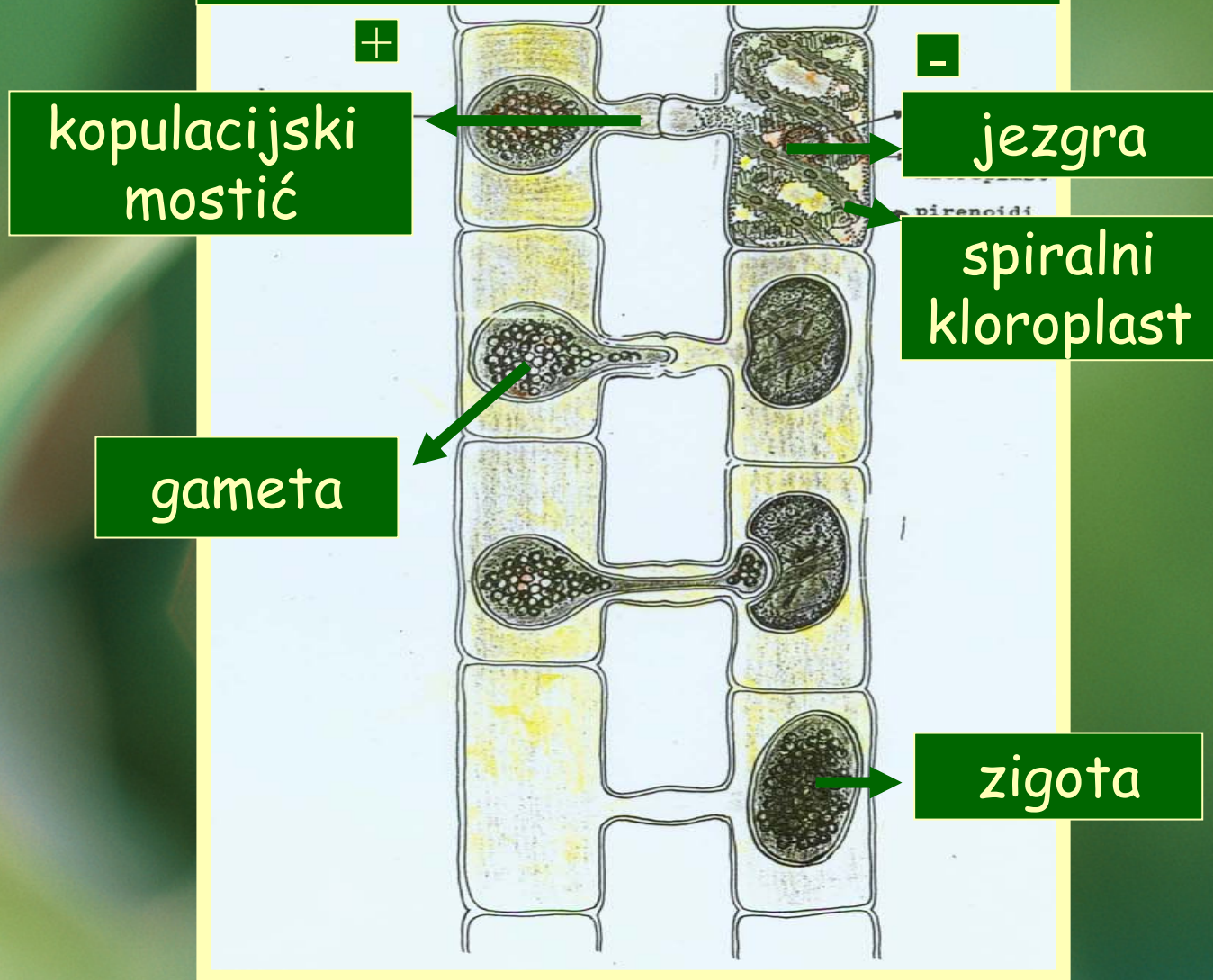
a) azigosporama i aplanosporama

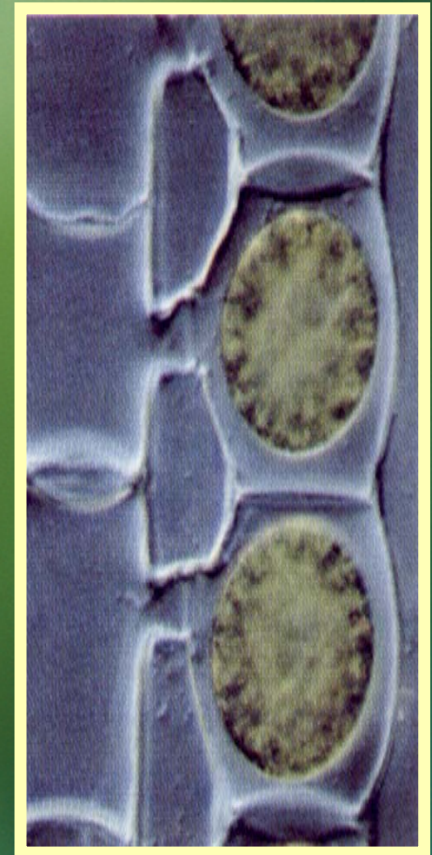
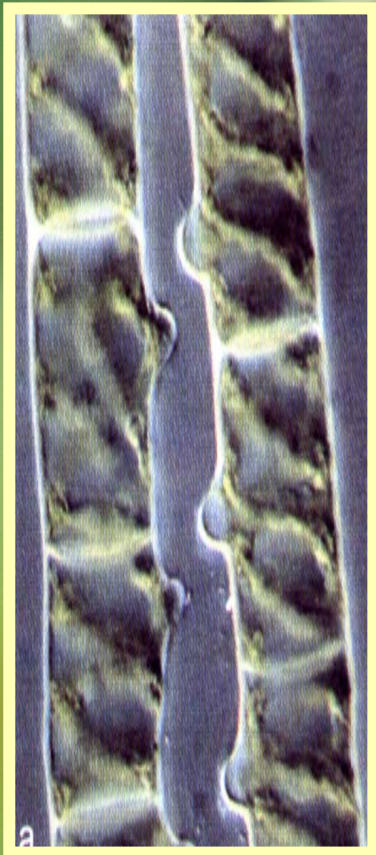
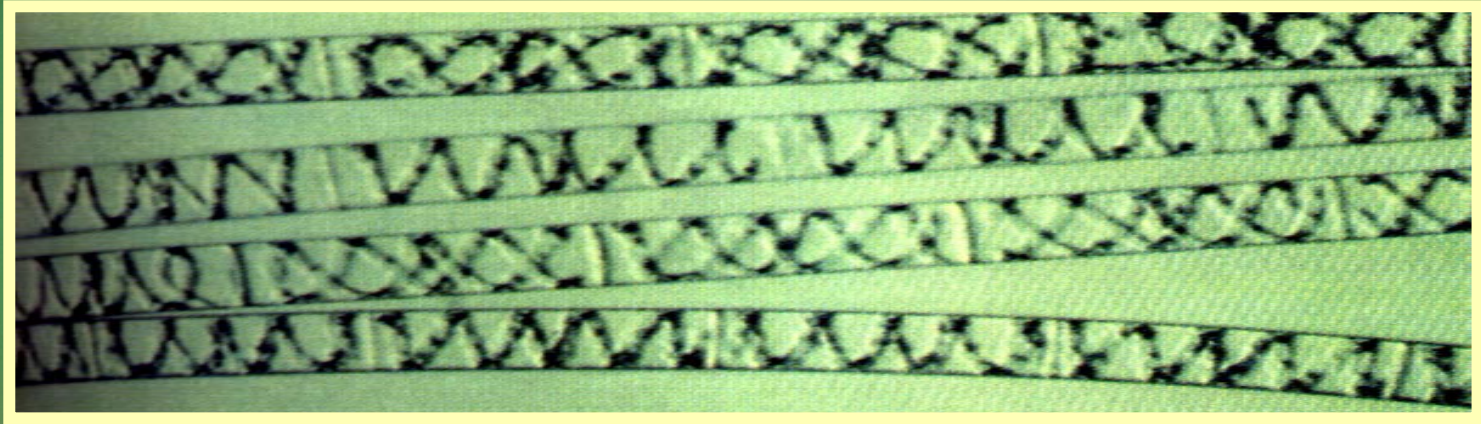
b) vegetativno - diobom stanica

Stanična stjenka im je iz celuloze i pektina (često se rasluži)

Kloroplasti su veliki (megaplasi), smješteni u središnjem dijelu stanice, mogu biti spiralni, pločasti ili zvjezdasti, i protežu se dužinom stanice.

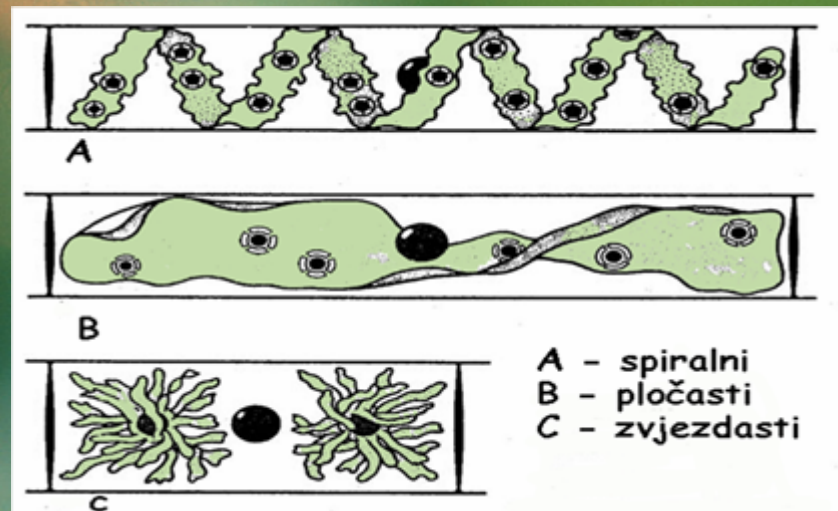
Spirogyra sp.



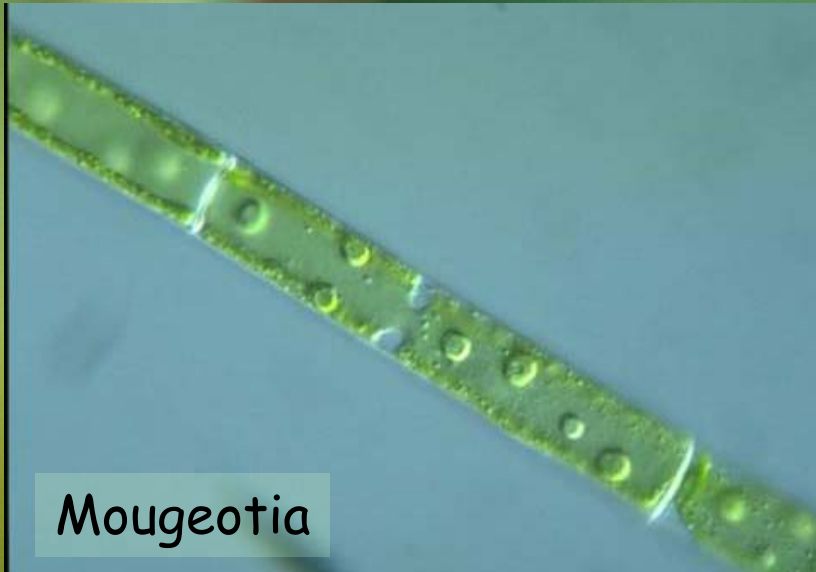
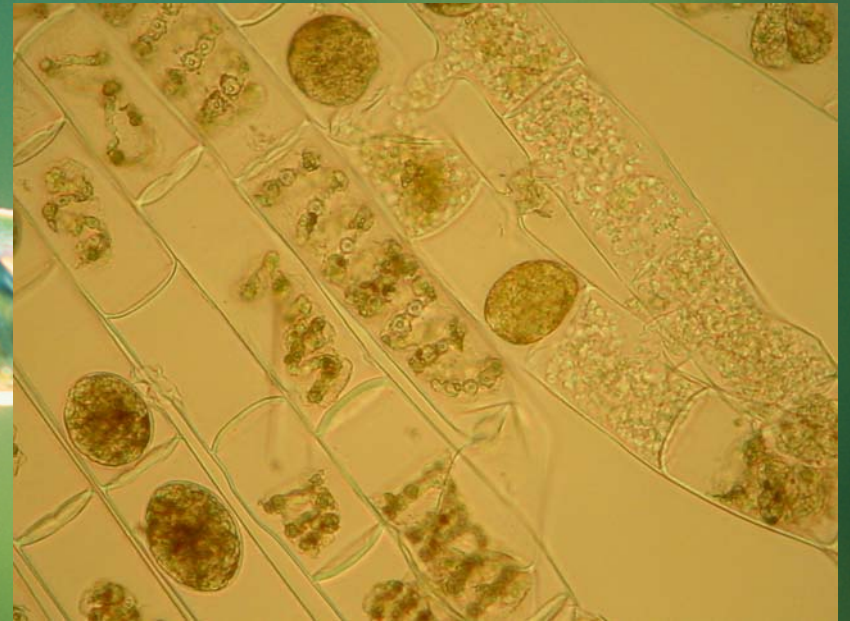
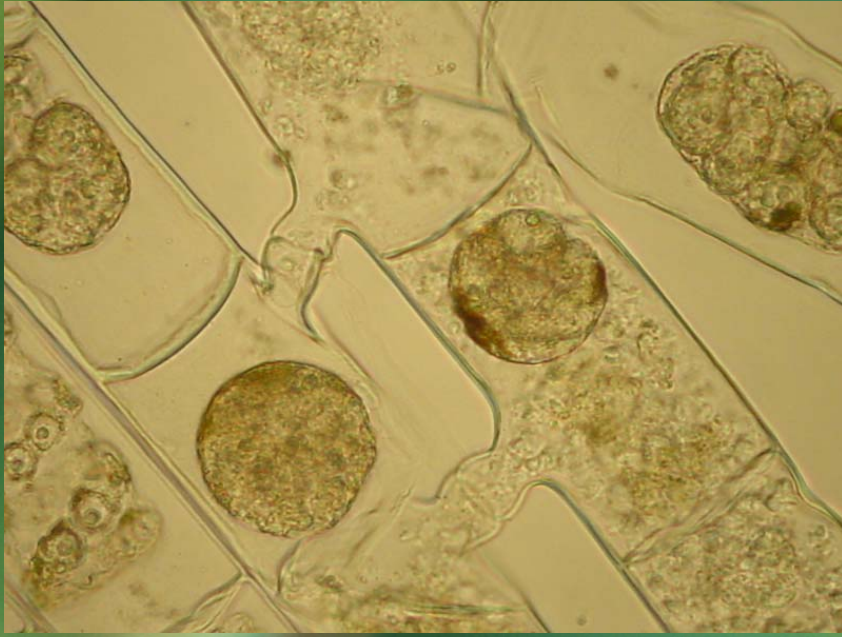


Red Zygnemales

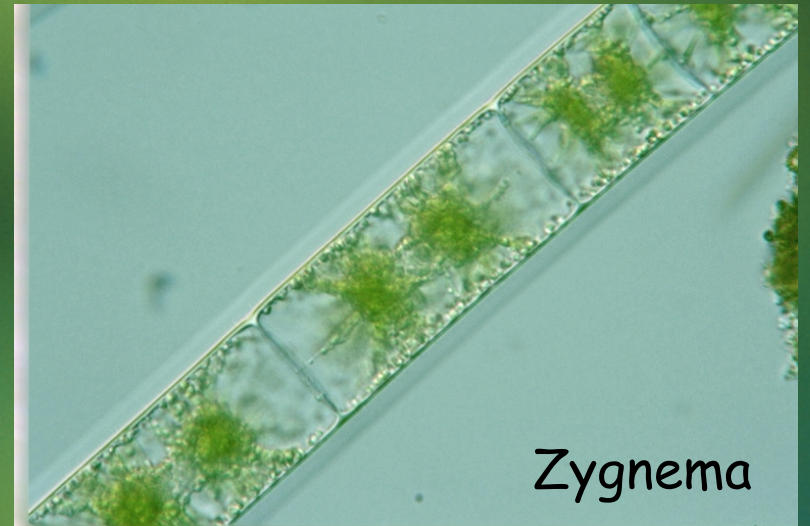
- nitaste
- stanice obavijene glatkim staničnim stjenkama bez struktura
- nikada nisu razgranate ni pričvršćene za podlogu
- u stanicama se nalazi jedna haploidna jezgra i 1 ili više kloroplasta (megaplasti)
- razmnožavaju se vegetativno (poprečnom diobom stanica) i spolno (konjugacija)



Spirogyra



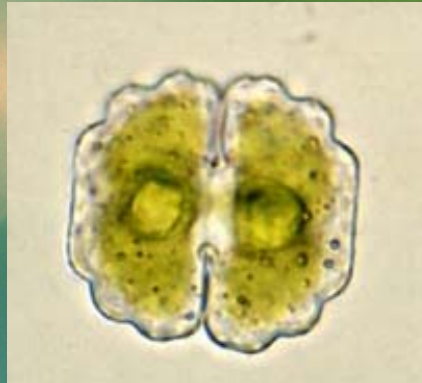
Mougeotia



Zygnema

Red Desmidiáles

- jednostanične alge - najčešće dolaze pojedinačno
- stanice se sastoje iz dvije posve simetrične polovice
- suženje - istmus
- membrane su izgrađene iz celuloze i pektina i vrlo su lijepo strukturirane (kvržice, bodljice, nabori) tako da ih se smatra najljepšim algama uopće (krasnice)
- razmnožavaju se vegetativno, poprečnom diobom stanica. Stanice kćeri dobivaju jednu polovicu matične stanice, a drugu same regeneriraju
- nesporno razmnožavanje sporama kod ove skupine ne postoji
- spolni način razmnožavanja je konjugacija, a zigota nastaje u kopulacionom mostiću
- najčešće stanište su cretovi



Cosamrium







Closterium

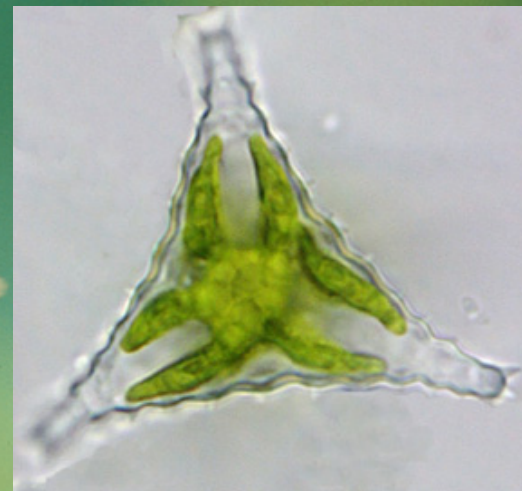
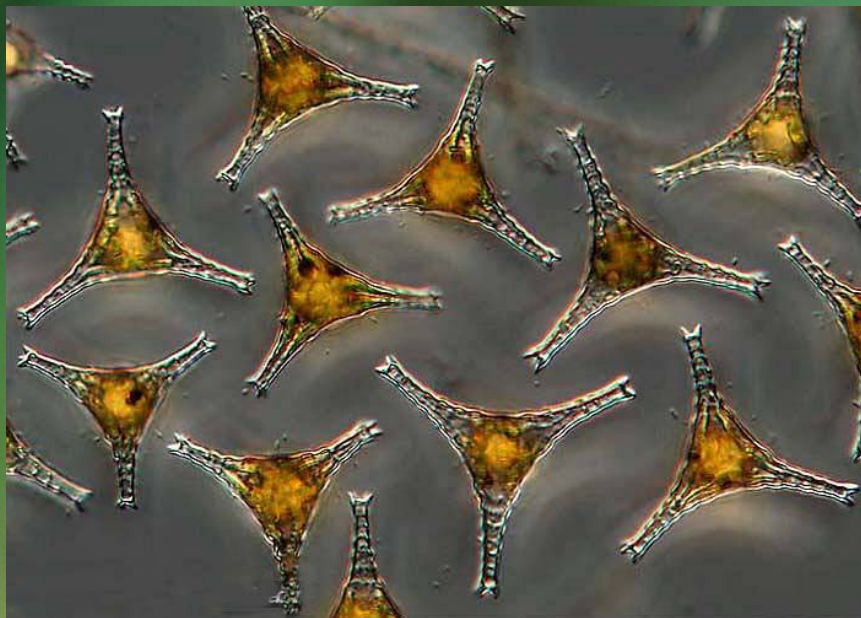
PIRENOID



ISTMUS



Stauroastrum



Micrasterias



Desmidium

