

Sistematika algi

- Semestar - **PRVI**
- Broj **ECTS** kredita: 5
- Fond časova: 2P + 2V
- ***Literatura:***
 - Sistematika algi – Dr Jelena Blaženčić
 - Praktikum iz sistematike algi – Dr Mirko Cvijan
- ***Oblici provjere znanja i ocjenjivanje:***
 - 2 kolokvijuma po 25 poena: ukupno 50 poena
 - 2 testa po 10 poena: ukupno 20 poena
 - Završni ispit: 30 poena

SISTEMATIKA ALGI

UVOD

Postanak i opšte karakteristike algi

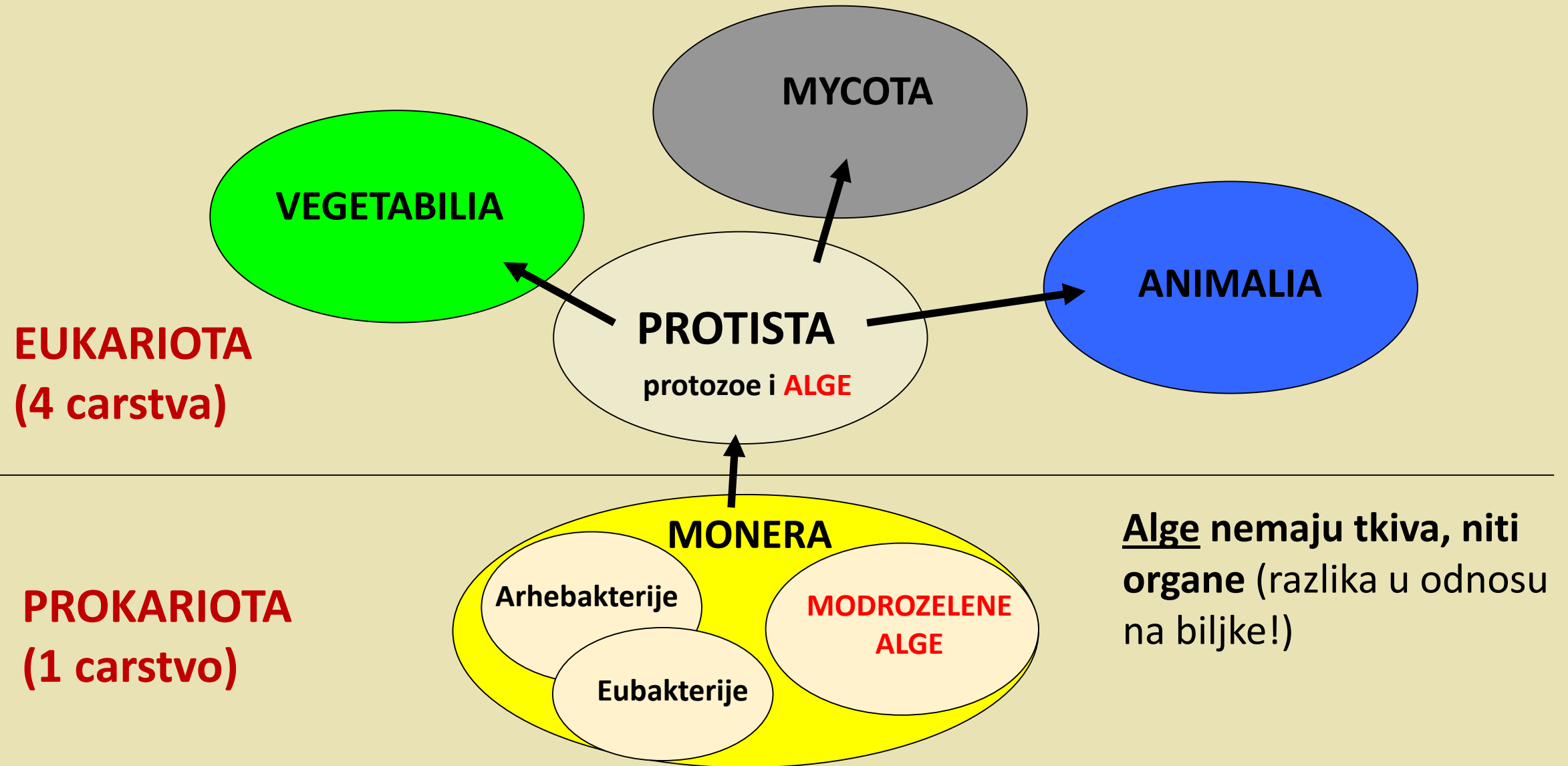
Sva živa bića dijele se na 2 grupe:

1. Prokarioti – njihove ćelije nemaju jedro, mitohondrije i hloroplaste – DNK difuzno raspoređena u citoplazmi. Najstariji i najprimitivniji organizmi na planeti (bakterije i modrozelenene alge)

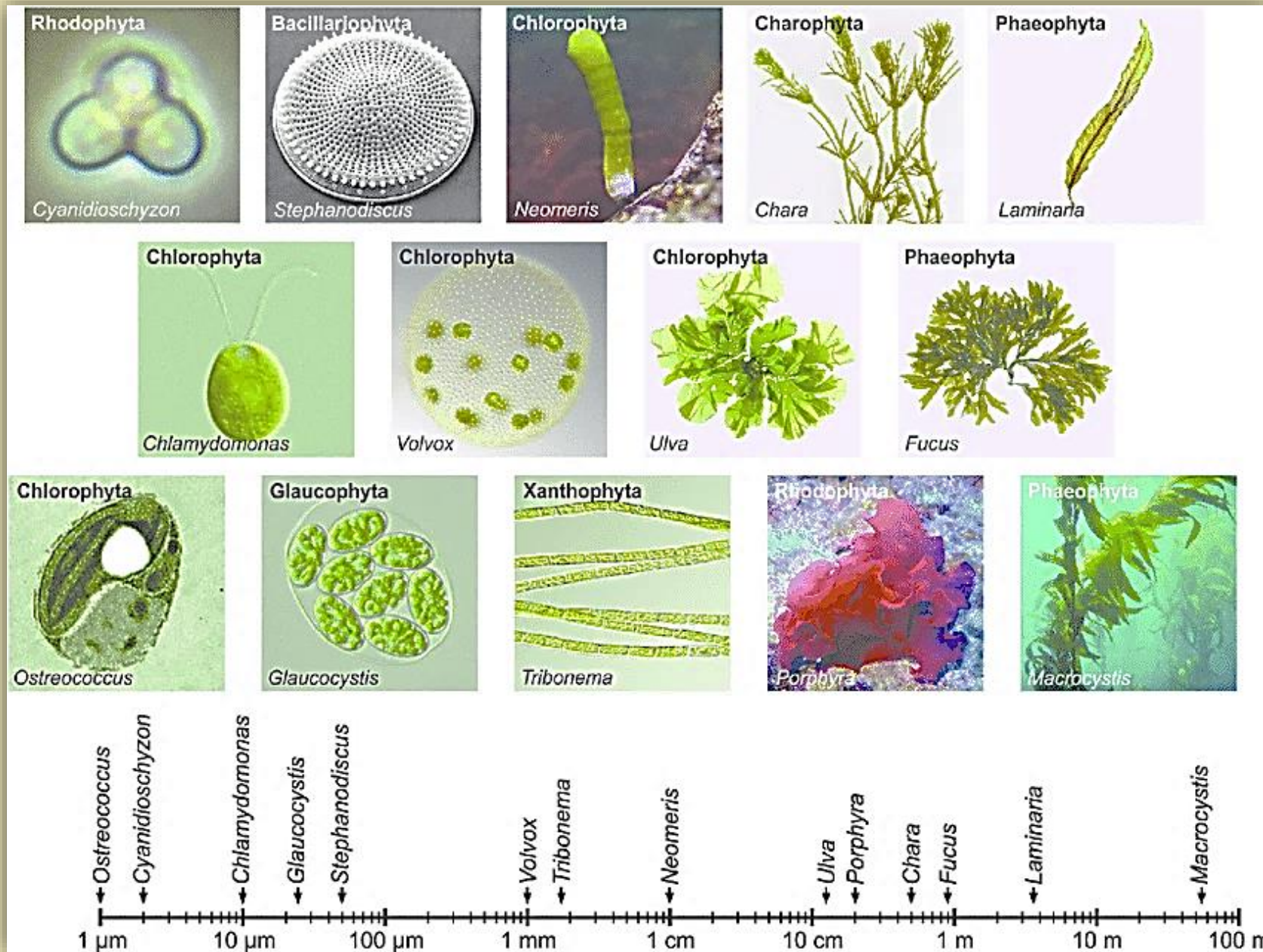
2. Eukarioti – njihove ćelije imaju jedro, mitohondrije, kod fotosintetskih i hloroplaste (sve druge alge, gljive, biljke i životinje)

Sav živi svijet (do sada je opisano oko 1,8 miliona vrsta) dijeli se na dva nadcarstva:

PROKARIOTA i EUKARIOTA



RAZNOVRSNOST ALGI



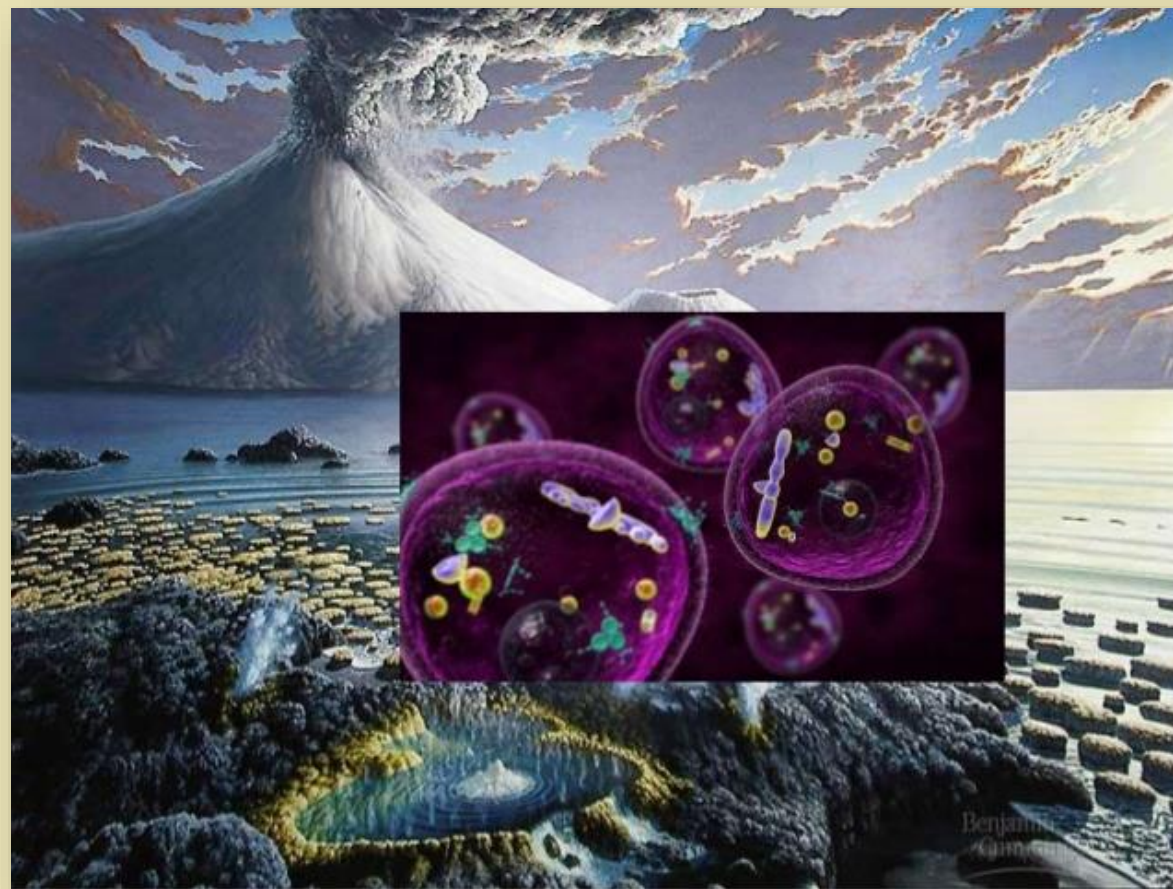
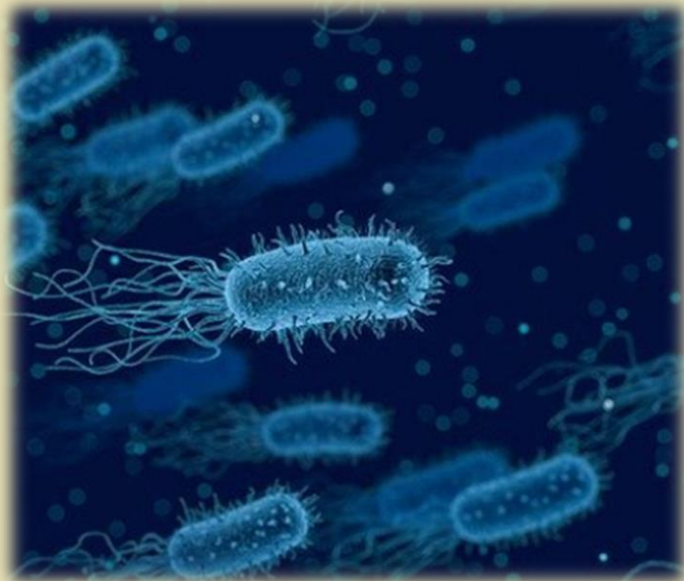
POSTANAK ALGI

- Planeta je nastala prije **4.6** milijardi god.
- Prvi oblici života – **prokariotski anaerobni organizmi (bakterije)** - počela biološka evolucija na Zemlji
- Nastali su u praokeanu prije **3.7** milijardi god.



POSTANAK ALGI

- Najstariji fosilni ostaci algi - prokariotske modrozelenene alge
- U praokeanu prije **3,5** milijarde godina
- Pojava fotsinteze i nastanak kiseonika

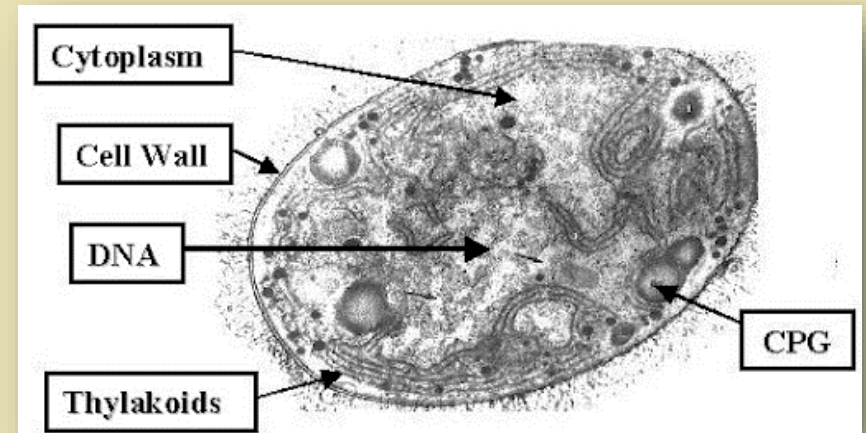
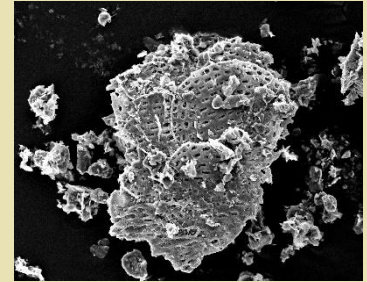


Tek prije **600 miliona godina** količina kiseonika u atmosferi i okeanima je narasla dovoljno (iznosila svega 15% u odnosu na sadašnji nivo!) da omogući pojavu prvih životinjskih organizama



POSTANAK ALGI

- Od prokariota su se razvili prvi eukariotski organizmi – njihovi fosili su nađeni u slojevima starim **1,5** milijardi godina.
- Sve današnje alge - vode porijeklo od prvobitnih prokariotskih organizama koji su imali hlorofil i vršili fotosintezu
- Od njih, kao samostalna evolutivna grana, u davnoj prošlosti (prije oko tri milijarde god.) izdvojile su se modrozelenne alge (Cyanophyta) i zadržali prokariotsku građu do danas



POSTANAK EUKARIOTA - 2 teorije postanka:

1. TEORIJA PRELAZNIH FORMI - nastanak eukariota postepenim diferenciranjem i usložnjavanjem građe prokariota.

Do danas nisu pronađene prelazne forme između prokariota i eukariota – zato ova hipoteza postepenog diferenciranja nije opšte-prihvaćena

POSTANAK EUKARIOTA - 2 teorije postanka:

2. TEORIJA ENDOSIMBIOZE

- Prvi organizmi na Zemlji su bili anaerobni i heterotrofni prokarioti (bakterije)
- Tokom dalje evolucije pojavljuju se organizmi sa hlorofilom sposobni da vrše **fotosintezu** (modrozeleni autotrofni prokarioti) – omogućavaju nastanak organskih jedinjenja i molekuskog kiseonika - uslovi za pojavu prvih aerobnih organizama na Zemlji.

heterotrofni prokarioti



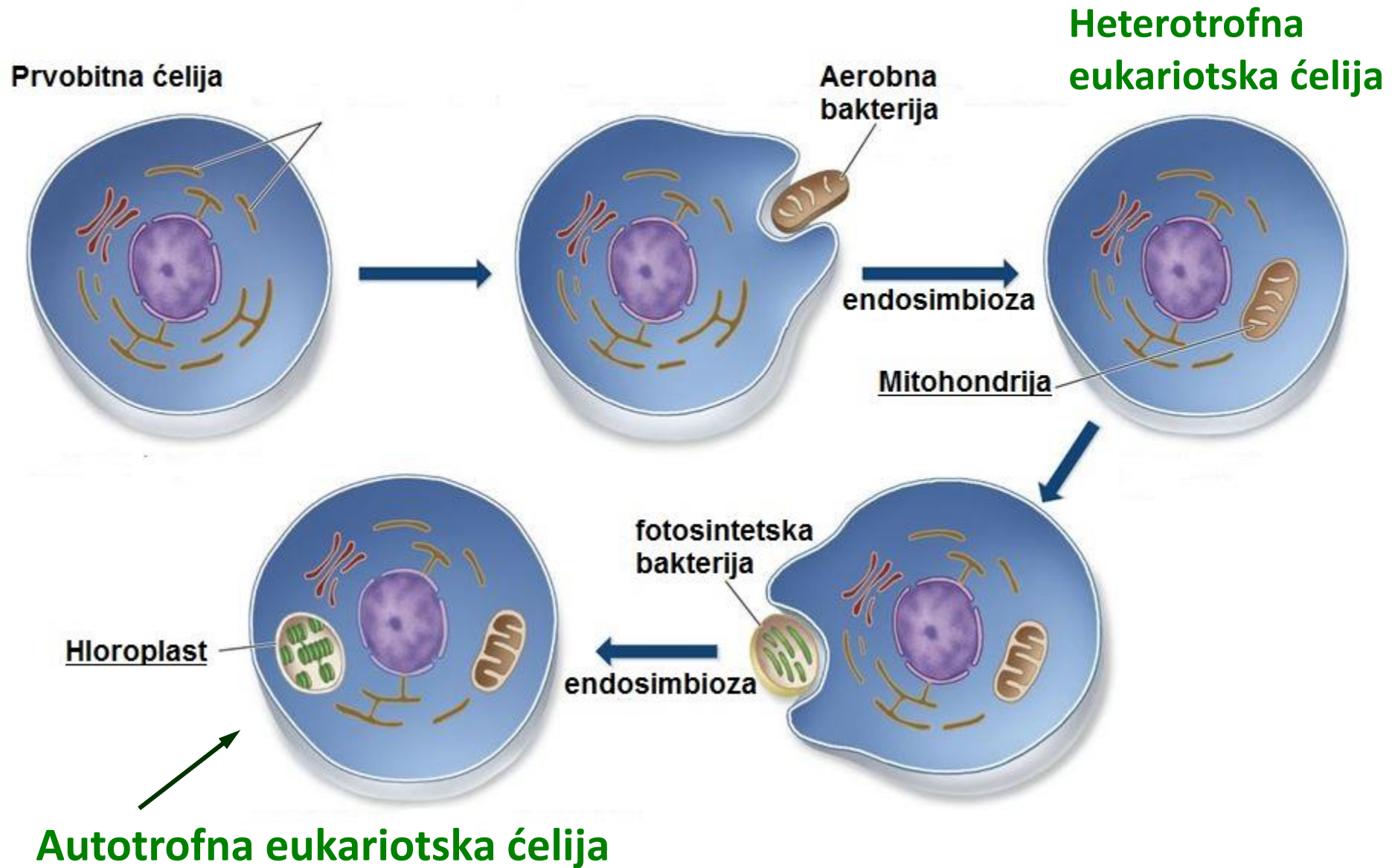
autotrofni prokarioti

POSTANAK EUKARIOTA - 2 teorije postanka:

...TEORIJA ENDOSIMBIOZE

- Mitohondrije i plastidi današnjih eukariota su bakterijskog porijekla, tj, neke tadašnje bakterije su stupile u simbiozu sa prvobitnom ćelijom, u kojoj su tokom evolucije izgubile status organizma i dobile status organele – nastao prvi eukariot (sa organelama: mitohondrije, jedro, plastidi...)
- Dokaz: prisustvo sopstvene DNK u današnjim organelama - mitohondrijama i hloroplastima

TEORIJA ENDOSIMBIOZE



TAKSONOMIJA

- **Taksonomija** - oblast sistematike koja se bavi proučavanjem principa, metoda i pravila klasifikacije
- Tvorac klasifikacije je švedski prirodnjak Karl Line (binarna nomenklatura)
- Za označavanje sistematske jedinice bilo kog ranga usvojen je termin **takson**
- **Takson je realan i konkretan objekat nezavisan od hijerarhijskog ranga.** Nazivi taksona uvijek su latinski i pojedini imaju odgovarajuće nastavke
- **Taksonomska ili sistematska kategorija predstavlja apstraktan pojam kojim se označava bilo koji takson na istom nivou u hijerarhijskom nizu**
- U biološkoj klasifikaciji osnovne taksonomske kategorije su: **vrsta, rod, familija, red, klasa, razdeo, carstvo i domen**

TAKSONOMIJA

Taksonomske Kategorije:

Taksoni:

- VRSTA (SPECIES).....**Chara vulgaris**
- ROD (GENUS)..... **Chara**
- FAMILIJA (FAMILIA)..... **Characeae**
- RED (ORDO)..... **Charales**
- KLASA (CLASSIS)..... **Charophyceae**
- RAZDEO (PHYLUM)..... **Charophyta**
- CARSTVO (REGNUM)..... **Vegetabilia**

Binarna nomenklatura



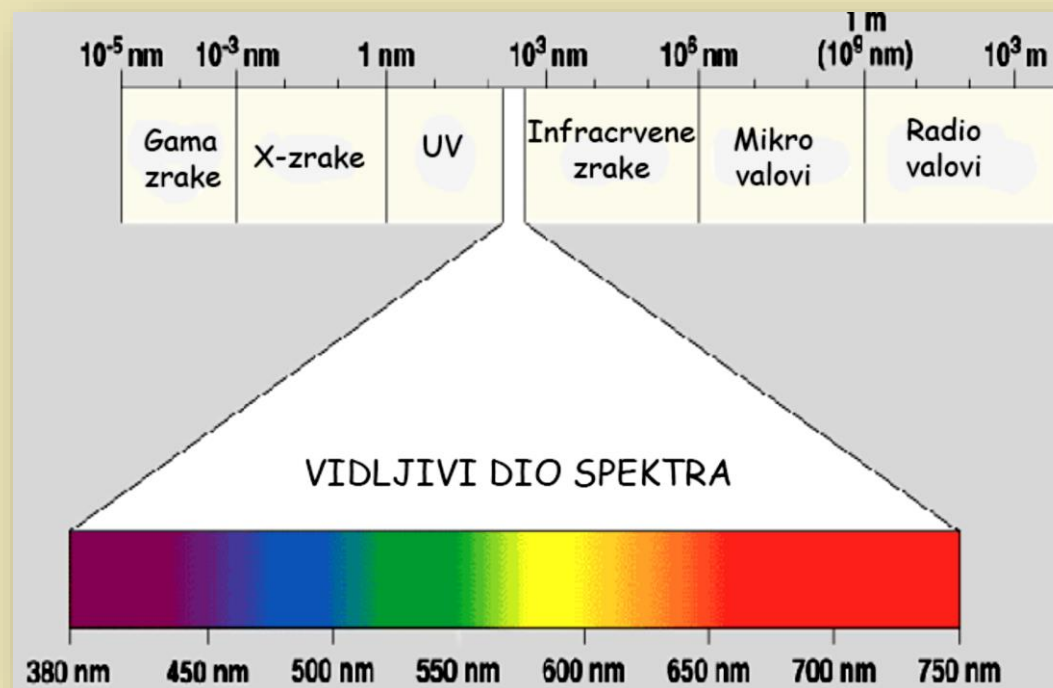
TAKSONOMIJA

- **VRSTA (SPECIES)** - osnovna taksonomska kategorija - predstavlja skup populacija sastavljenih od jedinki koje se međusobno slobodno ukrštaju, daju plodno potomstvo, reproduktivno su izolovane od jedinki populacija drugih vrsta, imaju određen areal i skup zajedničkih morfoloških karakteristika. Svaka vrsta se odlikuje **individualnom promenljivošću, cjelovitošću i biološkom izdvojenošću** od drugih vrsta.
- **ROD (GENUS)** - predstavlja taksonomsku kategoriju koju čine vrste međusobno blisko povezane srodničkim odnosima. Prema broju vrsta koje ulaze u sastav roda razlikujemo **monotipan** (1 vrsta), **oligotipan** (2-10 vrsta) i **politipan** (više od 10 vrsta) rod.

OPŠTE KARAKTERISTIKE ALGI

1) ISHRANA ALGI - autotrofna

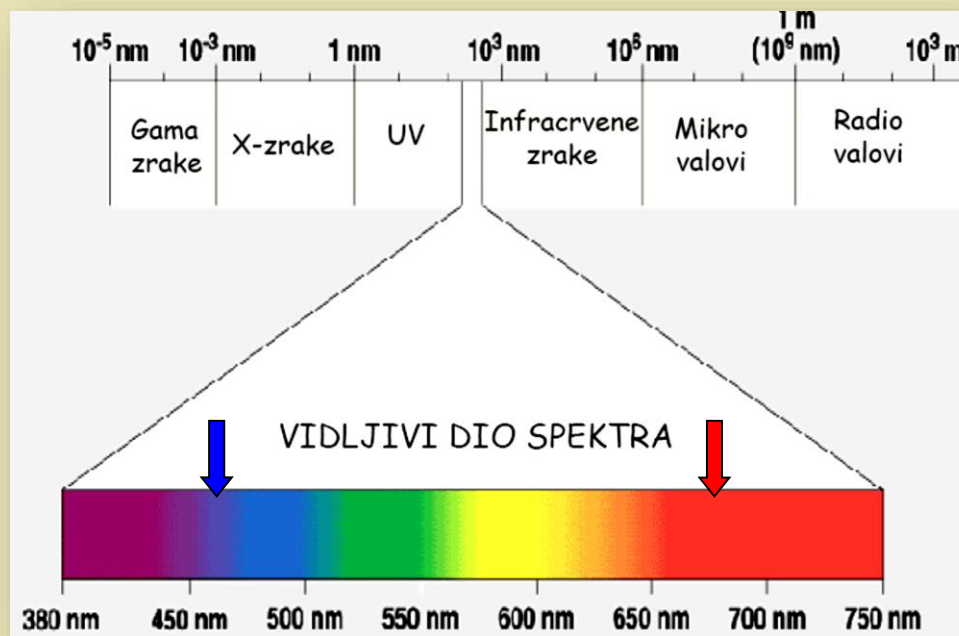
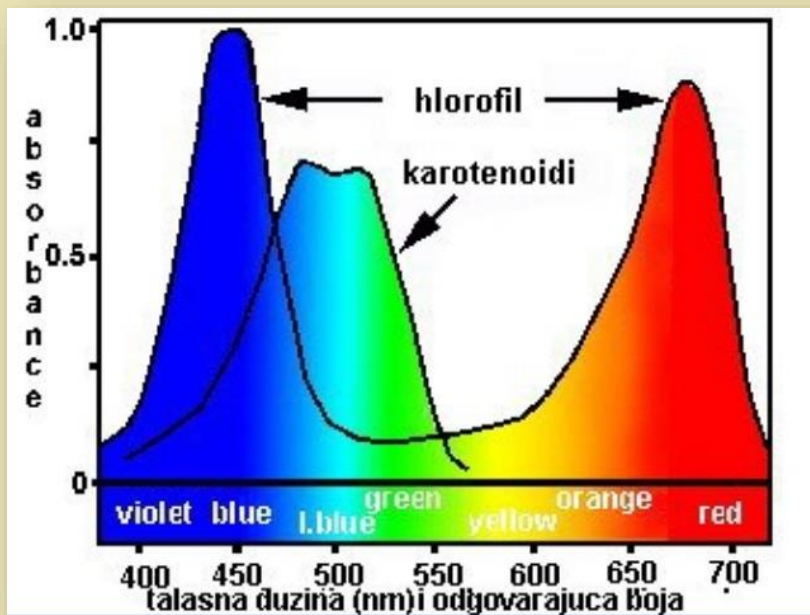
Alge mogu imati 5 tipova hlorofila (*a, b, c, d, e*) i pomoćne pigmente - karotenoidi i fikobilini.



1) ISHRANA ALGI

HLOROFILI (a, b, c, d, e) – zeleni pigmenti

- **Hlorofil a** se nalazi kod svih algi i svih biljaka
- Alge razdela Cyanophyta u svojim ćelijama poseduju samo hlorofil a, dok sve ostale alge imaju pored ovog hlorofila i neki dodatni
- Maksimum apsorpcije hlorofila a je u plavom (430nm) i crvenom (670 nm) dijelu spektra.

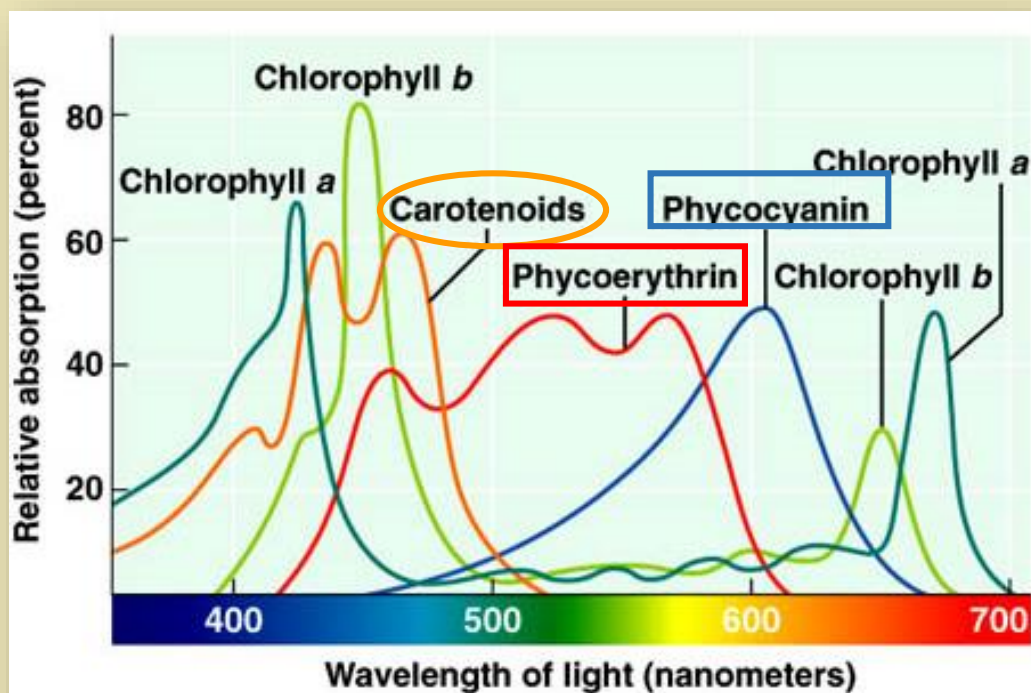
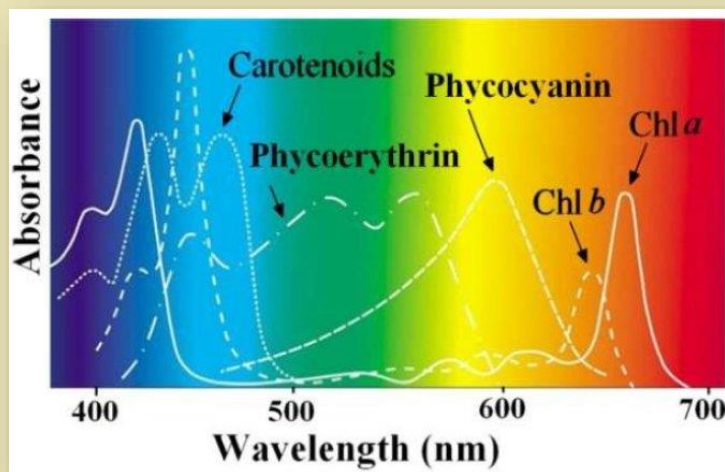


1) ISHRANA ALGI

POMOĆNI PIGMENTI - apsorbuju svetlost one talasne dužine koju ne mogu hlorofili i tu energiju prenose na hlorofil *a*, tako da se može koristiti za fotosintezu.

KAROTENOIDI (karoteni i ksantofili) imaju tri apsorpcione trake u predjelu 400-500 nm (zraci sa velikom energijom) – štite ćeliju i predaju apsorbovanu energiju hlorofilu

FIKOBILINI (fikocijanin, fikoeritrin) apsorbuju svjetlosnu energiju u opsegu 600-700 nm – dublji slojevi vode.

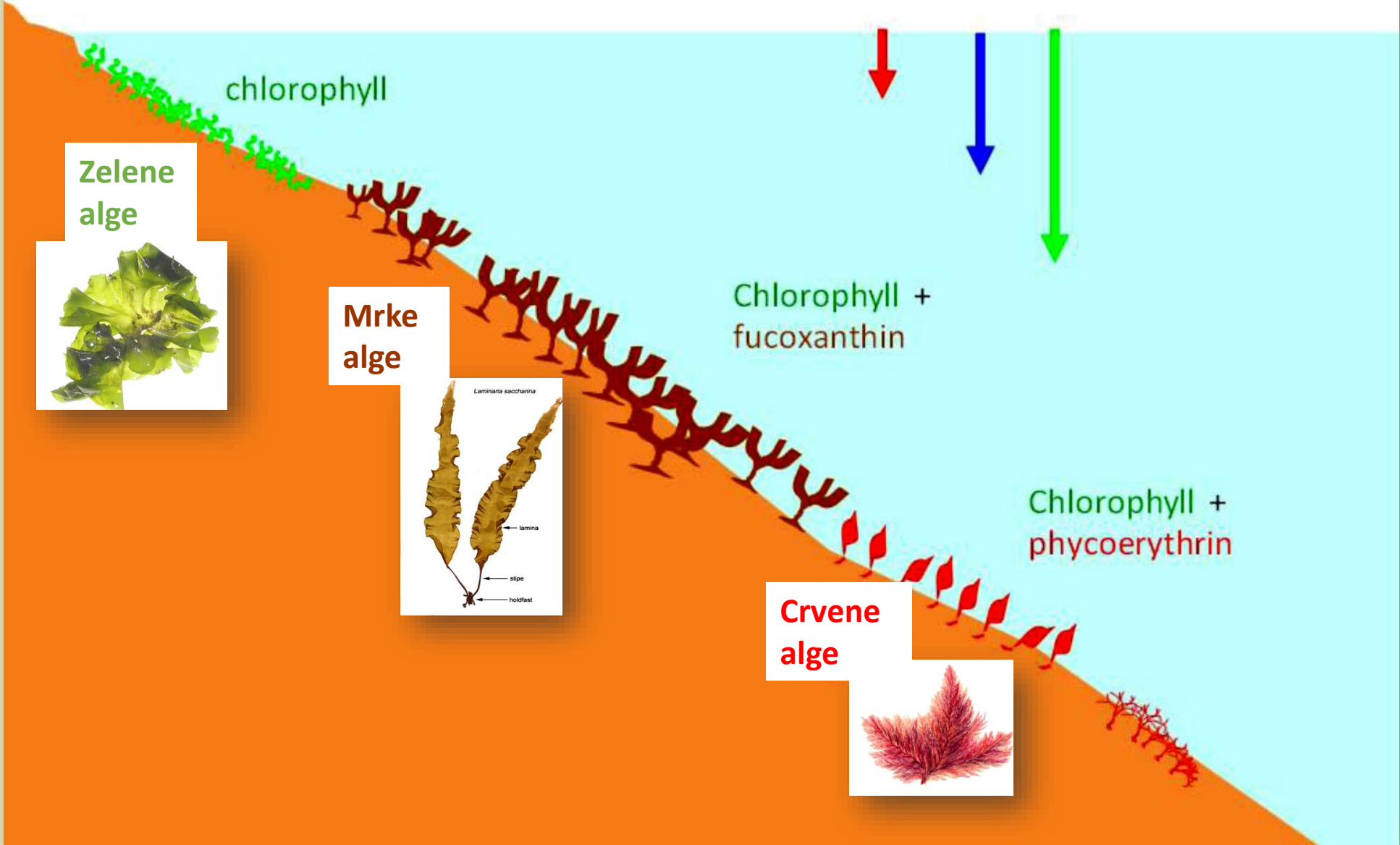


1) ISHRANA ALGI

- **Boja algi** zavisi od vrste i količine **pigmenata** u njihovim ćelijama. Alge su zelene boje ukoliko hlorofili nisu maskirani pomoćnim pigmentima (svijetložuta do skoro potpuno crna)
- **Boja algi** zavisi i od **svjetlosnih** uslova pod kojima se razvijaju. Alge imaju sposobnost **hromatske adaptacije** - mogu da mijenjaju boju pod uticajem promjene spektralnog sastava svetlosti, na račun povećanja količine onih pigmenata koji imaju komplementarnu boju boji svetlosnih zraka kojima su osvijetljene.



HROMATSKA ADAPTACIJA



1) ISHRANA ALGI

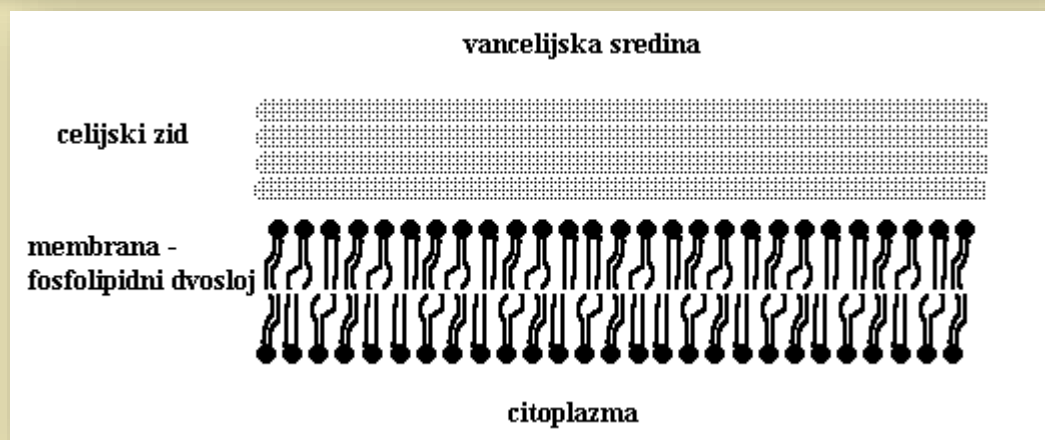
MIKSOTROFNA ISHRANA

- Autotrofne alge koje pri normalnim ili izmenjenim uslovima (nedovoljno svjetlosti ili mineralnih soli) koriste iz okolne sredine gotove organske supstance za rast i razviće (prelaze na heterotrofnu ishranu!) pripadaju miksotrofnim organizmima
- Organske materije koriste u rastvorenom stanju (upijaju ih iz vode)
- Miksotrofne alge se javljaju u okviru sledećih razdjela: Cyanophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta i Chlorophyta

2. GRAĐA ĆELIJE ALGI

Ćelijski omotači

- **PLAZMALEMA** (ćelijska membrana) - fosfo-lipidne građe (org. gimnoplasti)
- **PELIKULA** (periplast) - elastičan omotač oko plazmaleme
- **ĆELIJSKI ZID** - unutrašnji slojevi celulozni, a spoljašnji pektinski. Daje čvrstinu ćeliji, propustljiv je
- **TEKA** - čvrst nerastegljiv omotač (krečnjak, silicijum...)



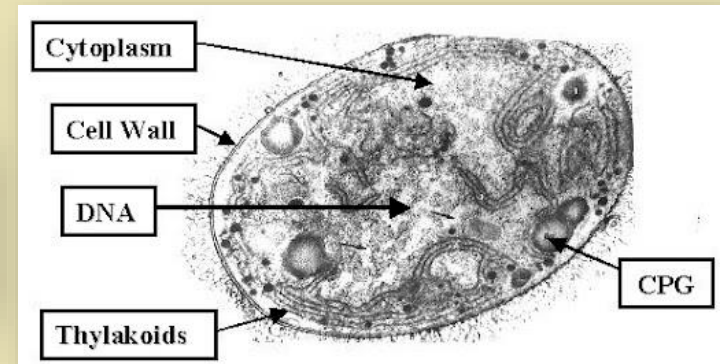
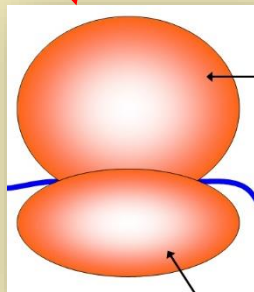
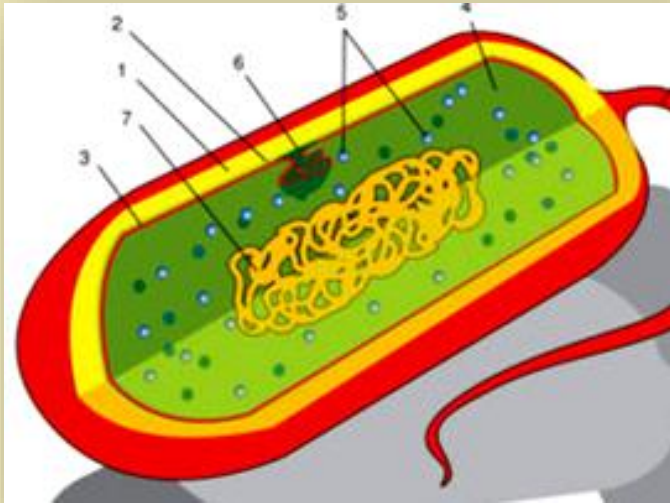
ĆELIJSKI ZID

PLAZMALEMA

GRAĐA ĆELIJE PROKARIOTSKIH ALGI (modrozelene alge)

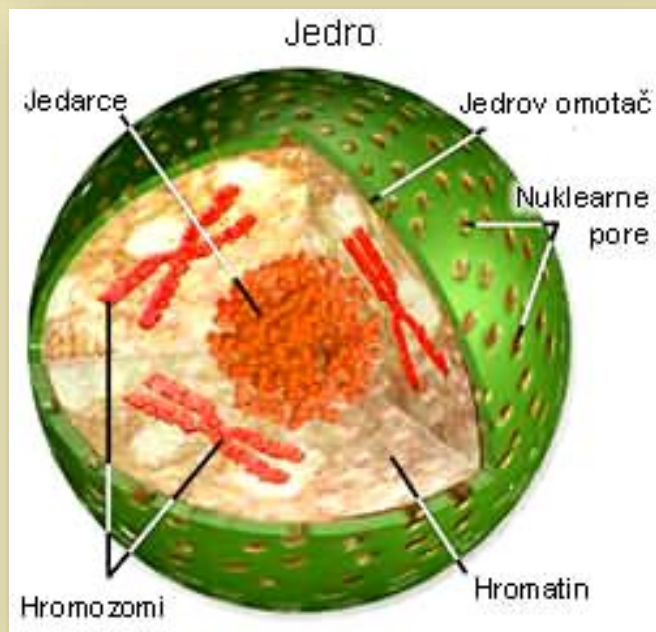
U protoplazmi ovih algi – **nukleoplazma** (centralni dio) i **hromatoplazma** (periferni dio)

- U **nukleoplazmi** se nalazi rasuta DNK. tj. nemaju oformljeno jedro. Takođe nemaju organele: mitohondrije, hromoplaste, goldžijev aparat i druge organele karakteristične za eukariotske alge.
- U **hromatoplazmi** sadrže ribozome i tilakoide (sa hlorofilom *a*)

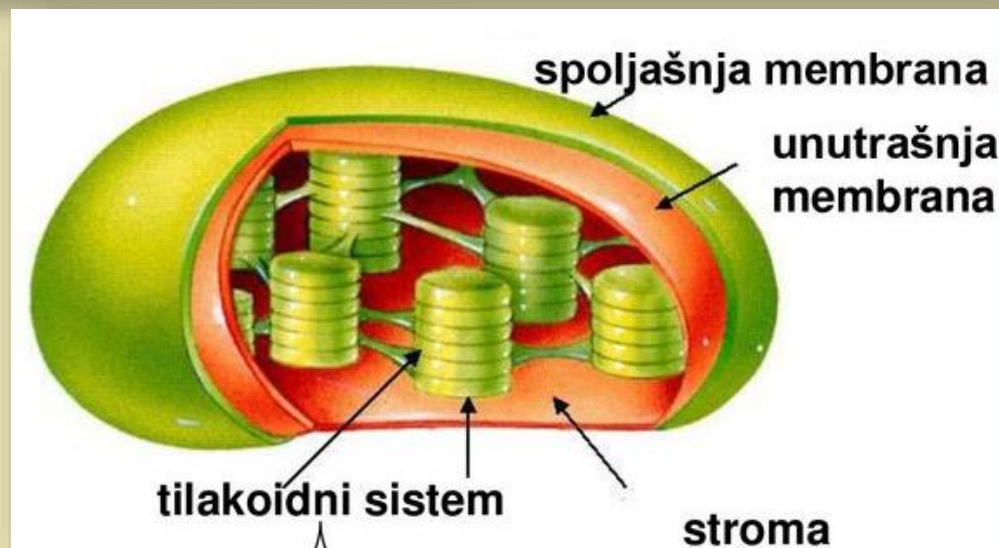


GRAĐA ČELIJE EUKARIOTSKIH ALGI

JEDRO sa dvoslojnom membranom, jedarcem, nukleoplazmom i hromozomima

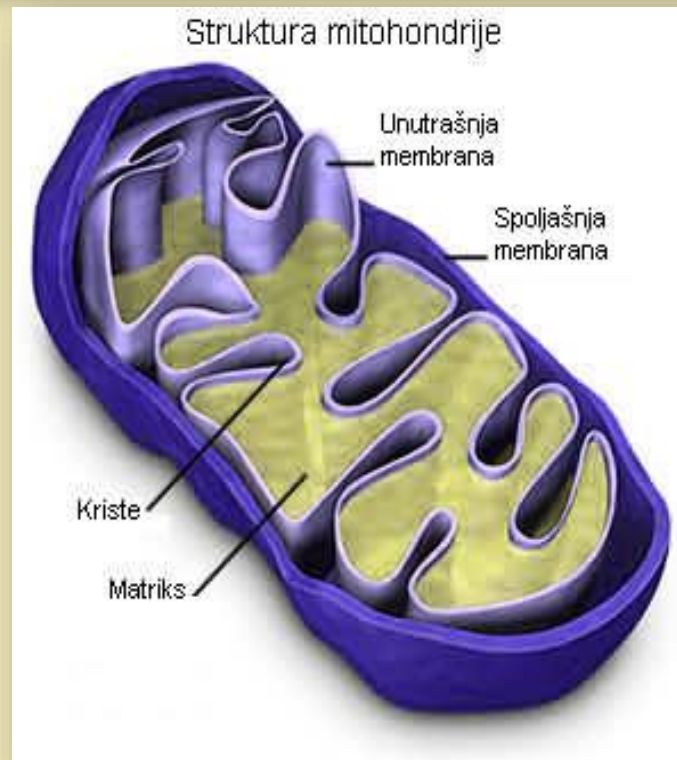


HROMOPLASTI – organele sa fotosintetskim pigmentima, obavijene duplom membranom. Unutar strome su grupe tilakoida – granum. **Prokarioti** (Cyanophyta) – nemaju hromoplaste, već samo pojedinačne tilakoide!



GRAĐA ĆELIJE EUKARIOTSKIH ALGI

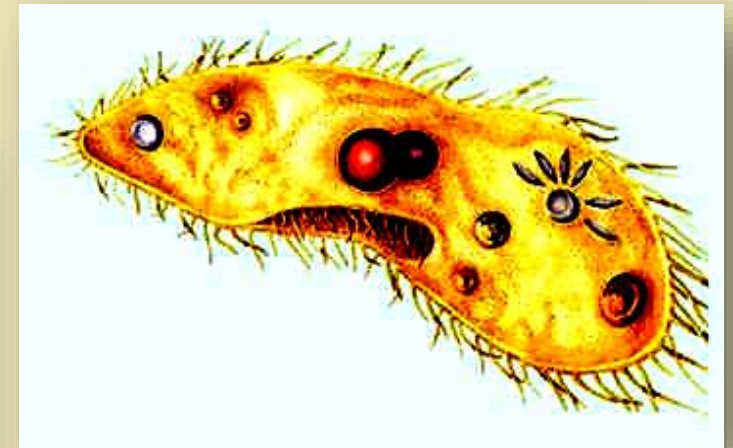
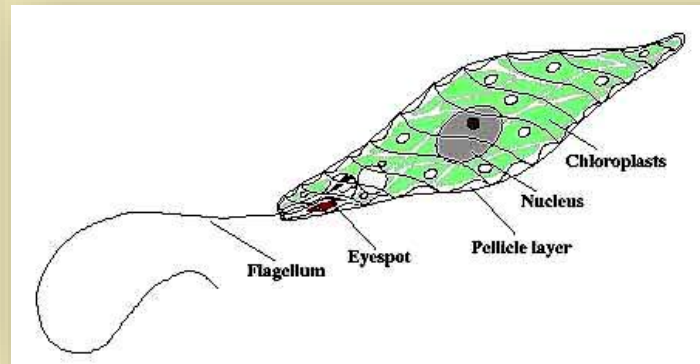
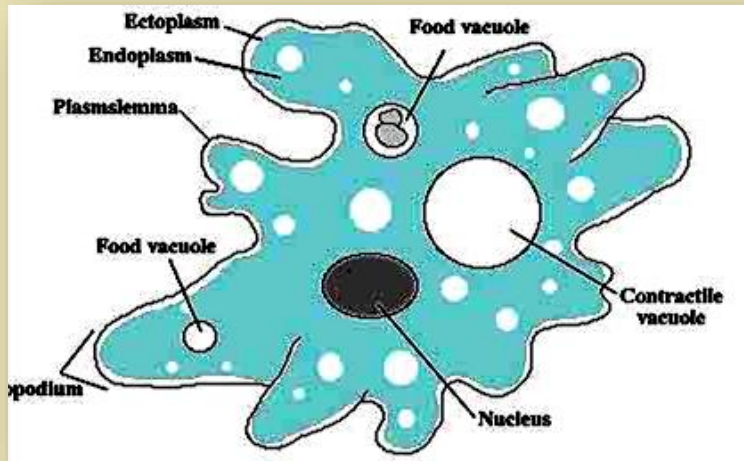
MITOHONDRIJE - organele koje omogućavaju oslobađanje energije procesom respiracije tj. ćelijskog disanja (aerobna oksidacija raznih metabolita), pri čemu se dobija hemijska energija za sintezu ATP-a (glavni izvor energije za sve ćelijske procese sinteze)



GRAĐA ČELIJE EUKARIOTSKIH ALGI

ORGANELE ZA KRETANJE

- 1) **PSEUDOPODIJE** (rizopodije) - citoplazmatični nastavci različitog oblika i veličine (imaju ih samo gimnoplasti)
- 2) **BIČEVI** (flagele) i 3) **CILIJE** (treplje). Opšti plan građe im je isti, a razlikuju se jedino po dužini (cilije su kratke) i broju (cilije su mnogobrojne).



MORFOLOGIJA ALGI

1. Jednoćelijske

- Monadoidne
- Rizopodijalne
- Kokoidne
- Kapsalne

2. Kolonijalne

- Otvorena kolonija
- Zatvorena kolonija
- Monomorfna
- Polimorfna

3. Sifonalne

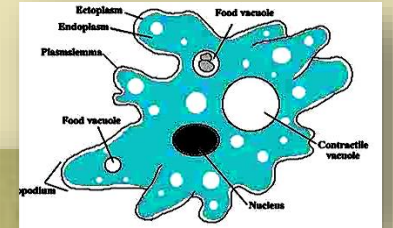
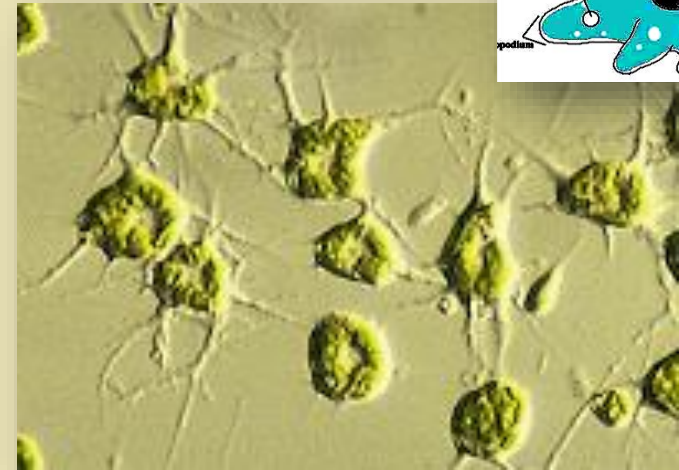
4. Višećelijske

- Trihalne
- Heterotrihalne
- Pseudoparenhimske
- Parenhimske

MORFOLOGIJA ALGI

1) Jednoćelijske alge

a) **RIZOPODIJALNI TIP** - alge su **gimnoplasti** tj. nemaju čvrst ćelijski zid, pa nemaju stalan oblik, obrazuju pseudopodije, kreću se **ameboidno**.



b) **MONADNI TIP** - sposobnost aktivnog kretanja koja se ostvaruje **bičevima**. Najčešći oblik ćelije - vretenast ili kapljičast.



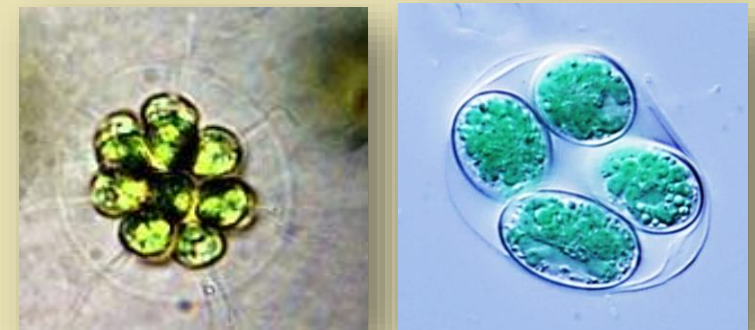
MORFOLOGIJA ALGI

1) Jednoćelijske alge

c) **KOKOIDNI TIP** – alge imaju najčešće **loptaste ćelije i nepokretne** su. Imaju ćelijski zid koji daje stalan oblik i izgled ćelije.

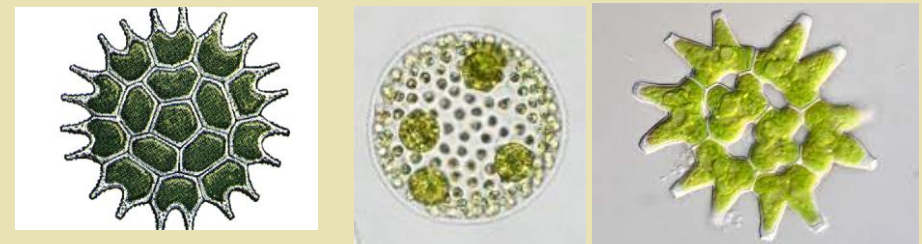
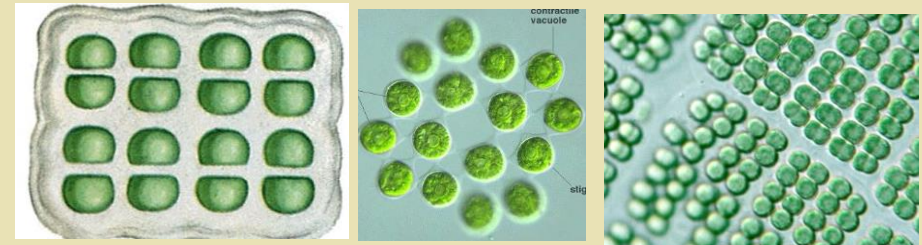
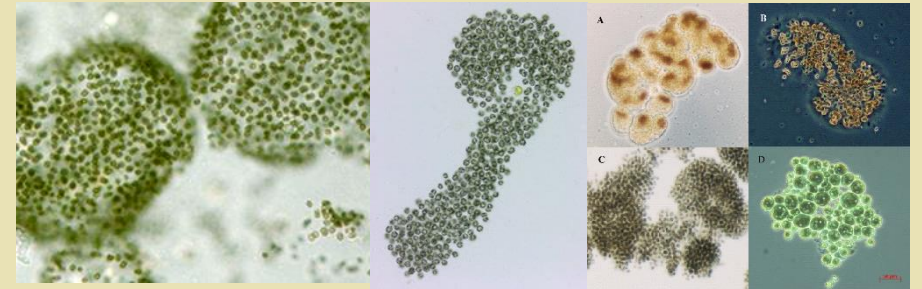


d) **KAPSALNI TIP** - nepokretne su i najčešće su u vidu **ćelijskih agregata** obavijenih sluznom masom



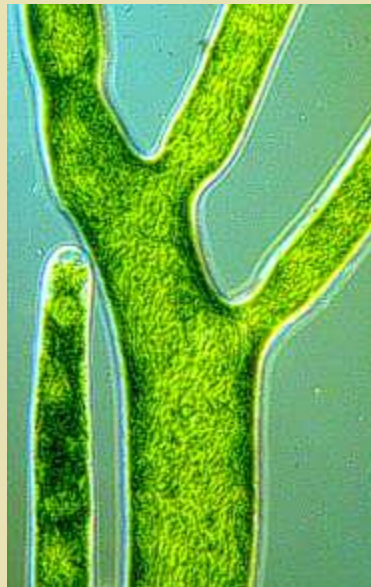
2) KOLONIJALNE ALGE

- **Otvorene kolonije** - promenjivog broja ćelija koje su u morfofiziološkom pogledu samostalne
- **Zatvorene kolonije (cenobije)** - kolonije sa stalnim brojem i položajem ćelija koje su zavisne jedna od druge
- **Monomorfna** kolonija – grade je ćelije iste po građi i funkciji.
- **Polimorfna** kolonija - grade je ćelije različite po građi i funkciji.

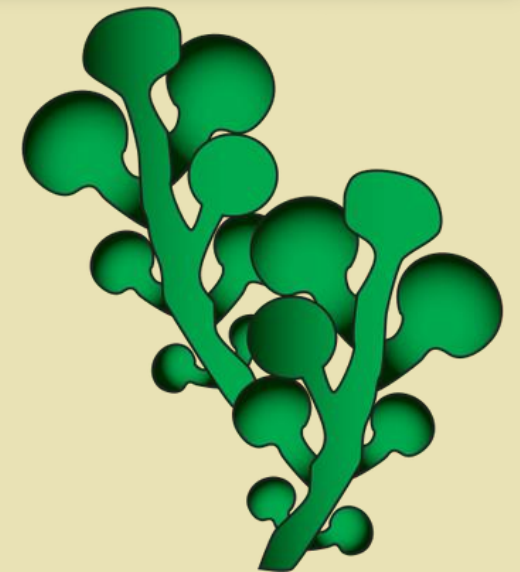


3) SIFONALNE ALGE

- Nalaze se između jednoćelijskih i višećelijskih algi
- Njihovo vegetativno tijelo, ma koliko bilo krupno i morfološki diferencirano, uvek se sastoji od samo jedne ćelije, koja je krupna, višejedarna i razgranata
- Poprečne pregrade u toj ćeliji nastaju samo pri povredama ili pri obrazovanju organa za razmnožavanje



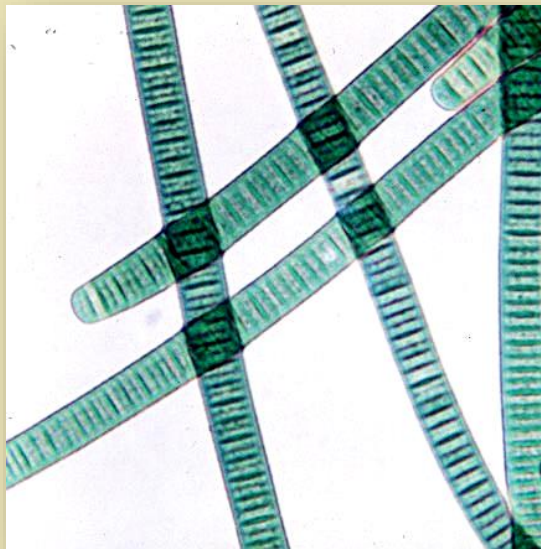
Tumor Mediterana



4. VIŠEĆELIJSKE ALGE

a) **TRIHALNI TIP TALUSA (končast)** - talus gradi niz ćelija koji nastaje diobom ćelija u **1** ravni (**trihom = konac**)

Homocitni trihom – sve ćelije u trihomu iste (vegetativne)



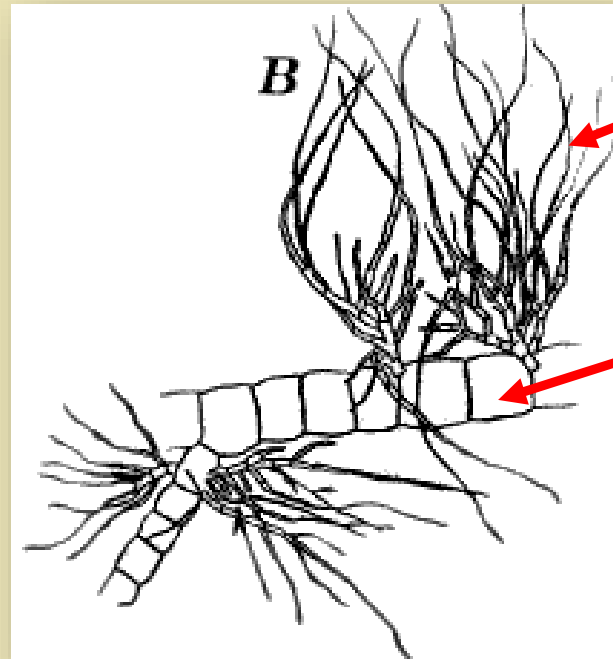
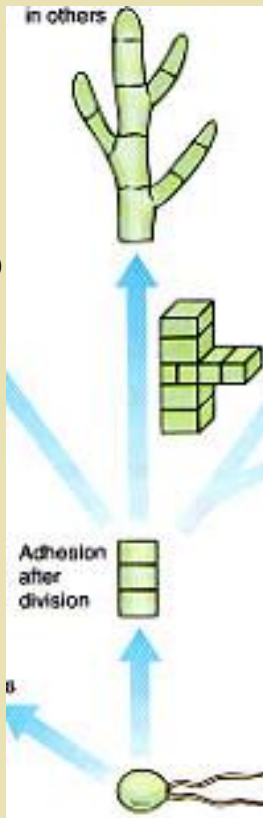
Heterocitni trihom - pored vegetativnih ćelija, prisutne spore i/ili heterociste



4. VIŠEĆELIJSKE ALGE

b) HETEROTRIHALNI TIP TALUSA - građen od dva tipa konaca. Jedni rastu horizontalno po supstratu i vrše funkciju pričvršćivanja (puzeći dio talusa), a drugi rastu uspravno sa puzećih djelova talusa.

Dioba ćelija
uglavnom u 1
ravni, povremeno
u 2 ravni



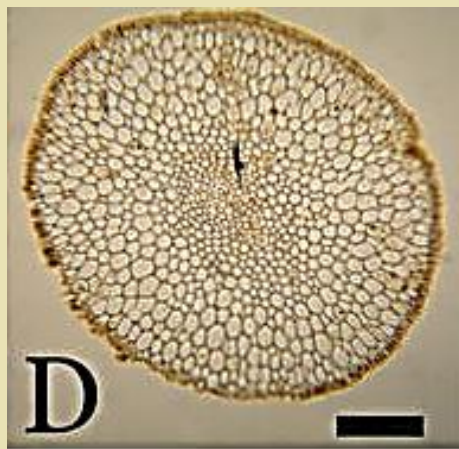
Vertikalni
konci

Horizontalni
konac

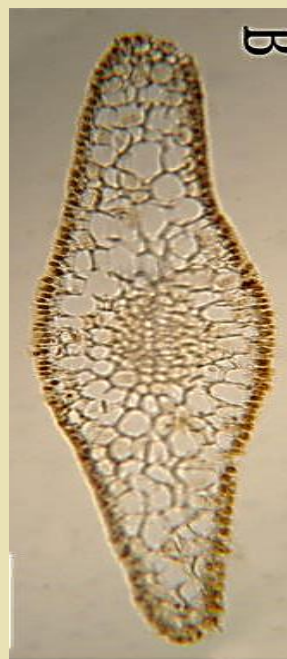


4. VIŠEĆELIJSKE ALGE

c) PARENHIMSKI TIP TALUSA - višecelijski, mesnat, morfo-anatomski izdiferenciran, nastaje diobom ćelija u **2** ili **3** ravni

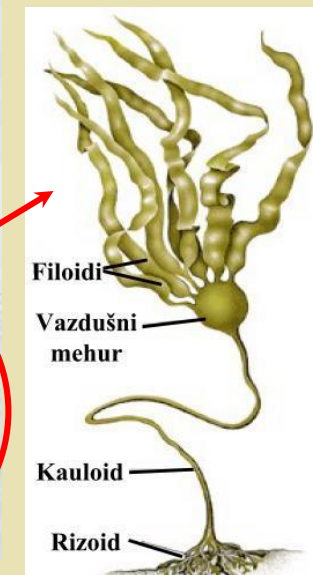
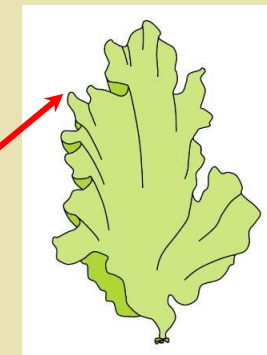
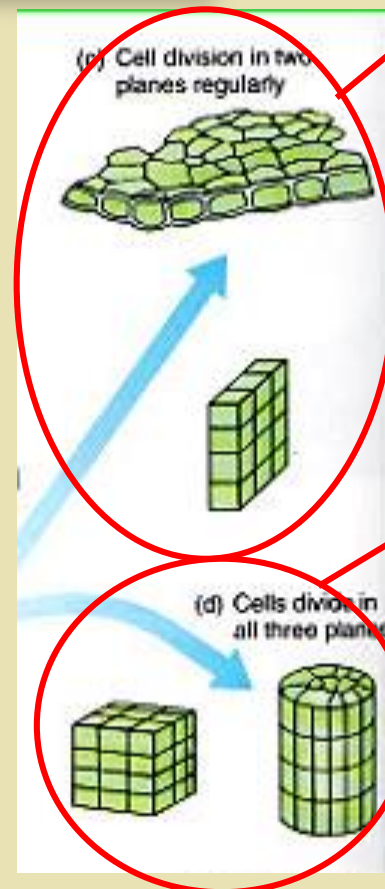


Presjek kroz parenhimski talus (kormoidni tip)



dioba ćelija u 2 ravni – listast taus

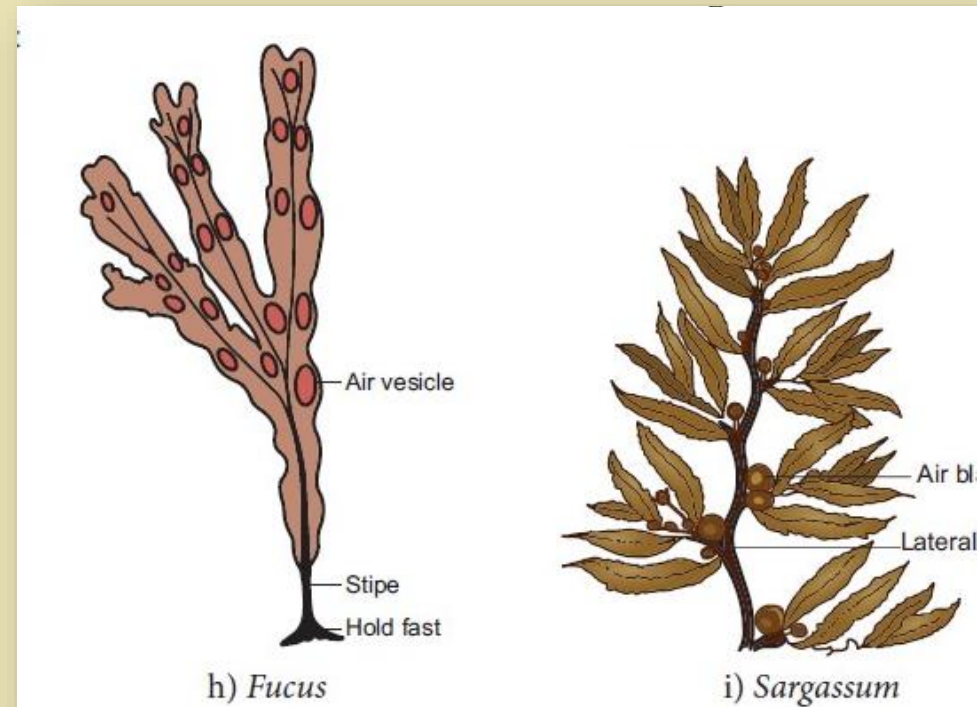
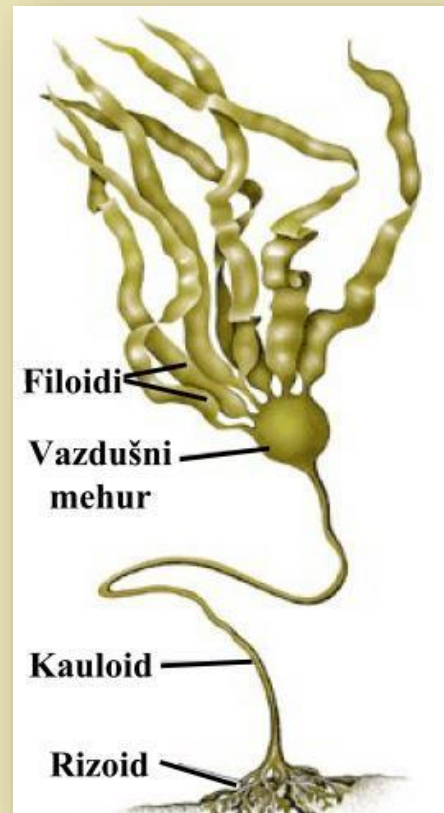
dioba ćelija u sve 3 ravni - kormoidan talus



... PARENHIMSKI TIP TALUSA

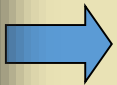
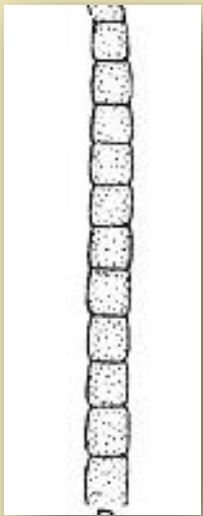
Neki parenhimski talusi liče na vegetativna tijela viših biljaka - razlikuju se djelovi koji podsjećaju na list, stablo i korijen vaskularnih biljaka – **kormoidan talus**.

Dio kormoidnog talusa koji liči na list označava se kao **filoid**, na stablo - **kauloid** i na korijen - **rizoid**.



4. VIŠEĆELIJSKE ALGE

d) **PSEUDO-PARENHIMSKI TALUS** – spoljašnjim izgledom liči na parenhimski, ali ne nastaje diobom ćelija u 2 ili 3 ravni, već preplitanjem i **srastanjem niti končastog talusa**.



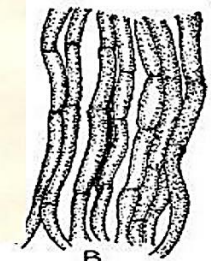
(Pseudoparenchyma)



Chondrus



Porphyra



B

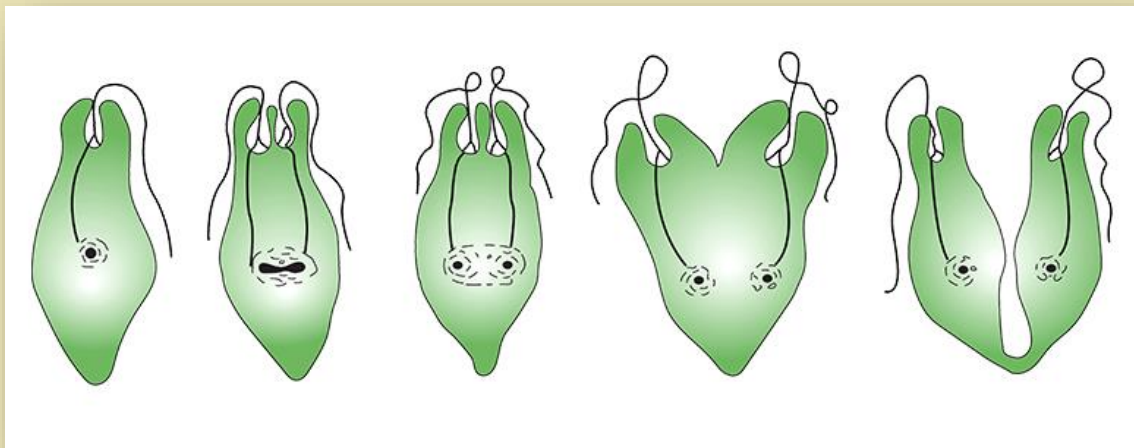
RAZMNOŽAVANJE ALGI

- **Vegetativno**
- **Bespolno (sporulativno)**
- **Polno**

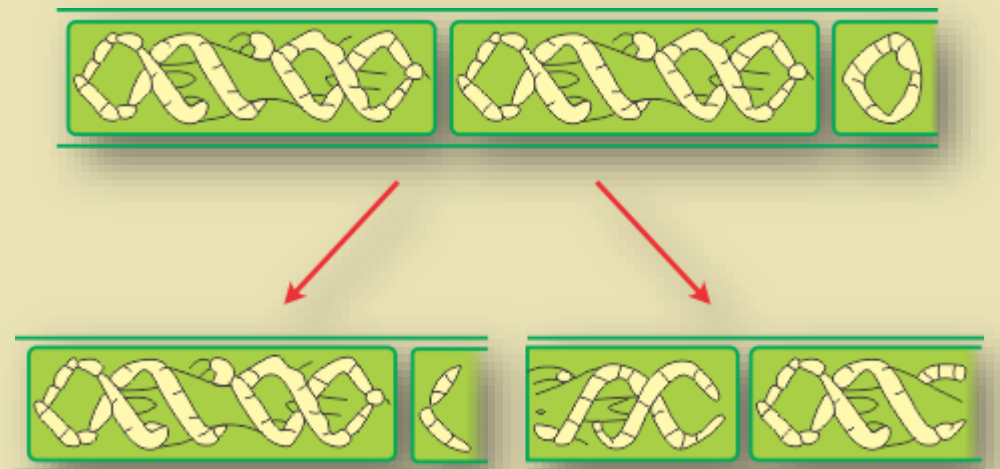
RAZMNOŽAVANJE ALGI

1) VEGETATIVNO RAZMNOŽAVANJE - ostvaruje se vegetativnim djelovima alge i javlja se u 2 oblika:

a) Dioba ćelije – mitoz (jednoćelijske alge) - novonastale jedinice su genetski identične



b) Fragmentacija talusa (višećelijske alge) - razdjeljivanje talusa algi - od svakog fragmenta talusa nastaje nova jedinica alge



RAZMNOŽAVANJE ALGI

2) SPORULATIVNO RAZMNOŽAVANJE -

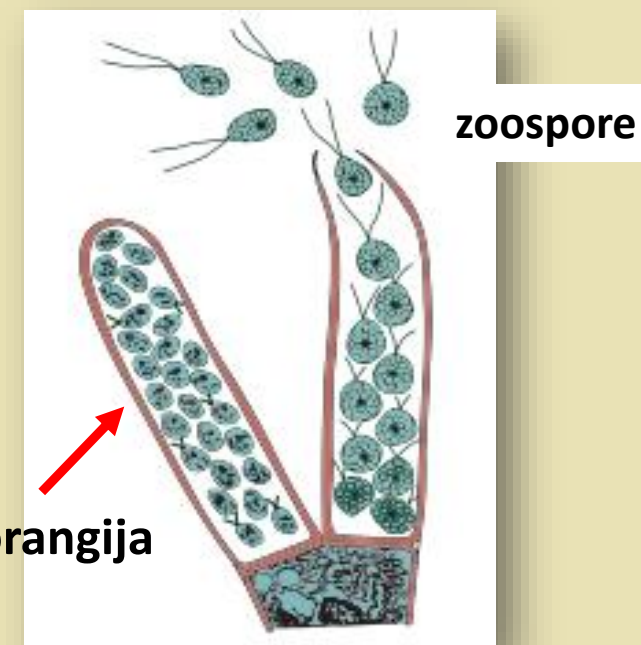
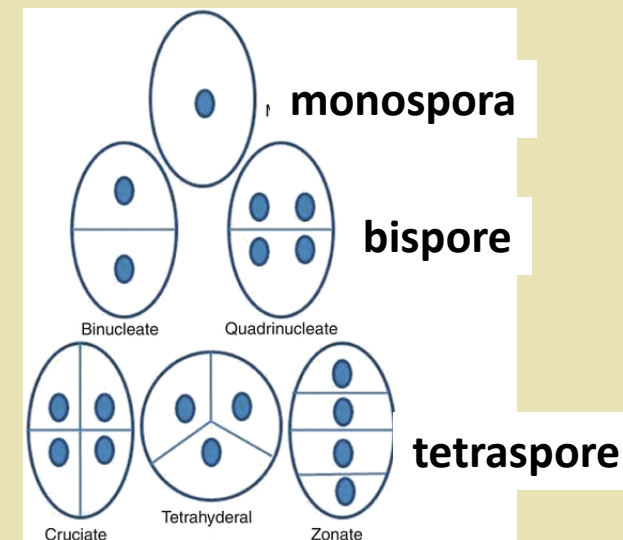
vrši se pokretnim ili nepokretnim **sporama** koje nastaju u ćelijama koje se zovu sporangije.

Nepokretne spore su: **aplanospore**, **monospore**, **bispore**, **tetraspore**.

Pokretne spore su **zoospore** - gimnoplasti su, kreću se pomoću bičeva, obrazuju se u posebnim ćelijama - zoosporangijama



aplanospore



RAZMNOŽAVANJE ALGI

3) POLNO RAZMNOŽAVANJE

- Spajanje dvije haploidne polne ćelije koje se nazivaju **gameti** čime nastaje zigot koji sadrži diploidan broj hromozoma:

$$n + n = 2n$$

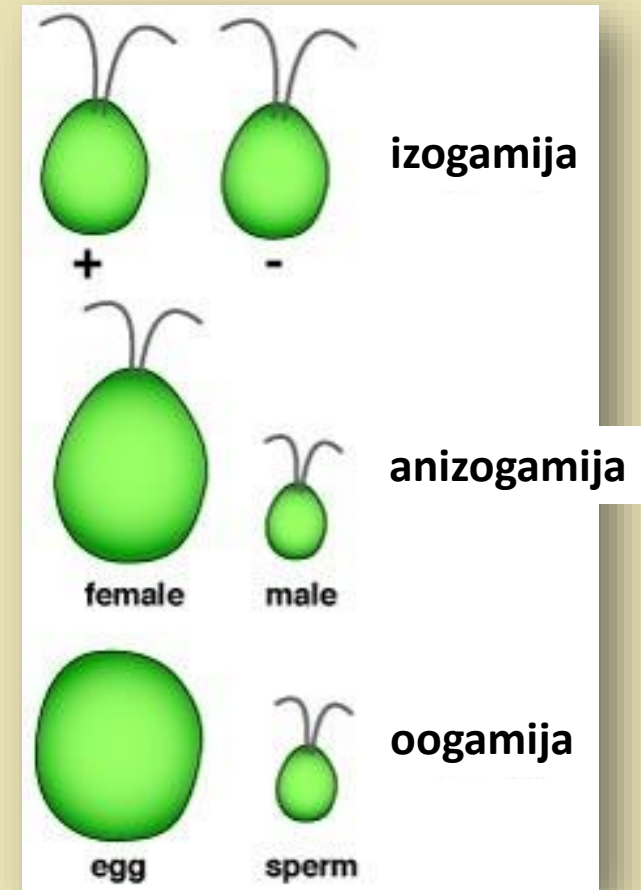
- Gameti nastaju u posebno diferenciranim ćelijama koje se nazivaju **gametangije** (“polni organi”).

POLNO RAZMNOŽAVANJE ALGI

a) **IZOGAMIJA** - spajanje dva gameta jednaka po veličini i obliku - **izogameti**

b) **HETEROGAMIJA** (anizogamija) - sjedinjavanje fiziološki i morfološki različitih gameta (**heterogameti**, anizogameti).
Kрупniji i manje pokretan gamet - ženski ili **makrogamet**, a sitniji i pokretljiviji - muški ili **mikrogamet**.

d) **OOGAMIJA** - sjedinjavanje nepokretne jajne ćelije i pokretnih spermatozoida. Oplođenje jajne ćelije se vrši u oogoniji gdje nastaje zigot.



POLNO RAZMNOŽAVANJE ALGI

e) **HOLOGAMIJA** (somatogamija) - sjedinjuju se sadržaji dvije aktivno pokretne jedinice. Ovo je najprimitivniji polni proces poznat kod eukariotskih algi.

g) **AUTOGAMIJA** (neke *Bacillariophyta*) - ne dolazi do formiranja gameta, već se spajaju jedra nastala u jednoj istoj ćeliji.

b) **KONJUGACIJA** – samo kod zelenih algi iz klase *Conjugatophyceae*

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