

System a evoluce řas

HEN



Řasy = Algae

- ▶ různé autotrofní fotosyntetizující vodní organismy, které nemusí být navzájem příliš příbuzné
- ▶ Fylogeneticky jde o nesourodou skupinu
- ▶ Systematicky jsou řazeny do dvou říší Chromista a Plantae
- ▶ nauka o řasách = algologie = fykologie

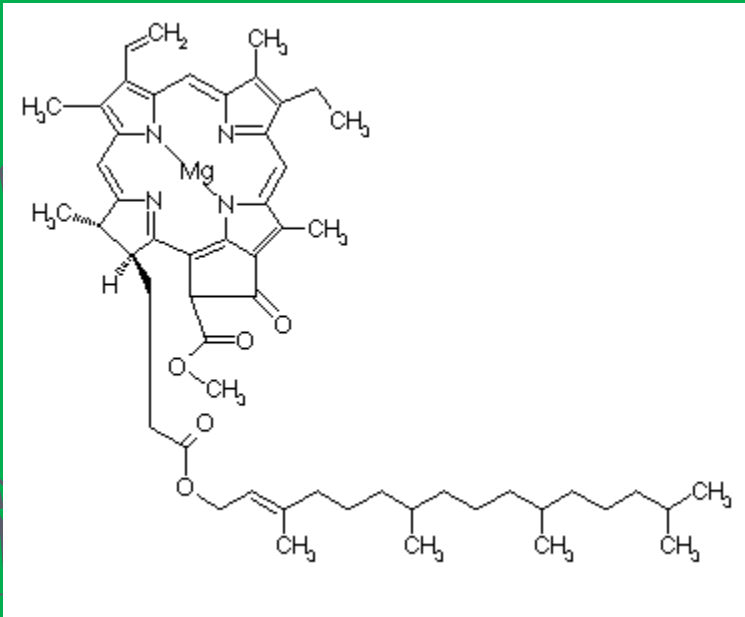
Algae (Řasy)

užitečné termíny

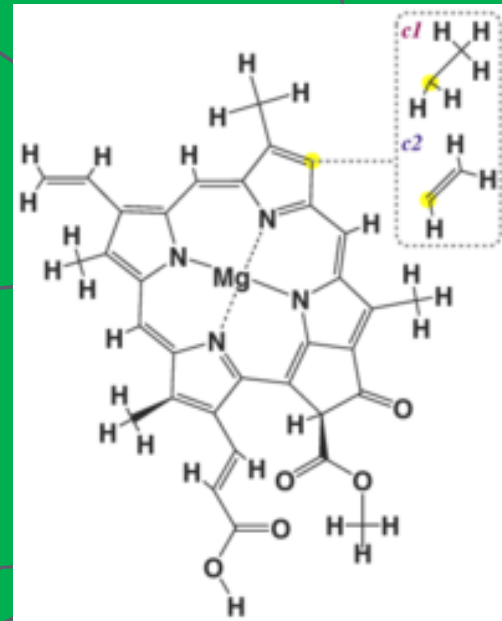
- ▶ stélka = tělo řasy
 - stélka může být: bičíkatá, měňavkovitá, kapsální, kokální, vláknitá, trubicovitá, pletivná
- ▶ pyrenoid = bílkovinové tělíčko v chloroplastu; obsahuje enzymy důležité pro fotosyntézu
- ▶ rhizoidy = obdoba kořene, upevňují řasu k podkladu
- ▶ kauloid = obdoba stonku
- ▶ fyloidy = obdoba listů
- ▶ spora = výtrus = haploidní buňka, ze které vzniká mitózami gametofyt

Algae (Řasy)

pigmenty



chlorofyl a



chlorofyl c

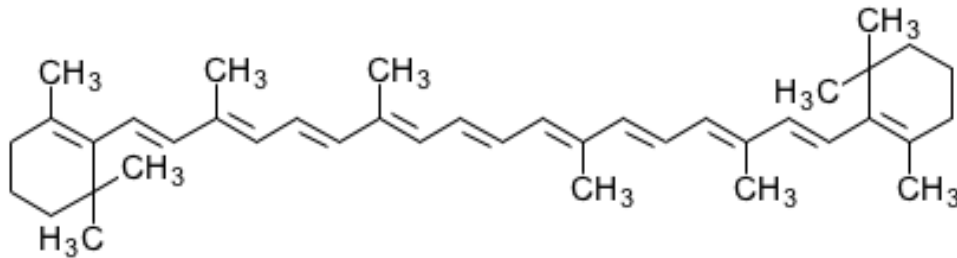
Algae (Řasy)

pigmenty

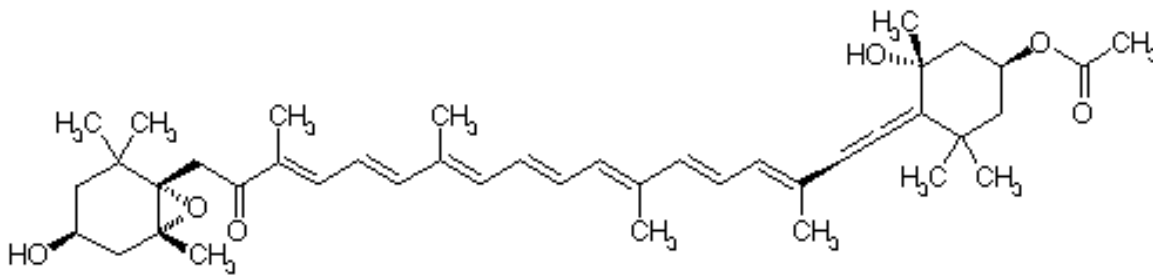
- ▶ karotenoidy – jsou součástí světlosběrné antény absorbující světelné záření v širší oblasti než chlorofyly, a tím zvyšují přísun fotonů pro fotosyntézu
- ▶ xantofyly – skupina asi 30 látek, většina je součástí světlosběrných atén fotosyntetického aparátu, nejznámější u řas je fukoxantin

Algae (Řasy)

pigmenty



β - karoten



fukoxanthin

Řasy ekologicky

- ▶ z ekologického hlediska producenti
- ▶ Jsou prakticky všudypřítomné - ubikvistní
- ▶ vodní květy = přemnožení sinic a řas.
Přemnožení sinic a řas je reakcí na zvýšený obsah živin splachovaných do vody
- ▶ tvoří součást lišejníků (lišejníky = podvojně organismy = řasa + houba)
symbióza zvaná lichenismus

Řasy ekologicky

- ▶ eutrofizace = zvýšený přísun živin
 - důsledek: zvýšený růst sinic a řas, zvláště v litorálu a sublitorálu, delty řek, tvorba vodních květů, nárosty na přehradních hrázích, stavebách, památkách apod.
 - invazní mořské druhy porůstají pobřeží, lodě, konstrukce
 - např. ve Středozemním moři řasa *Caulerpa*

Využití řas

- ▶ Porphyra pěstována v Japonsku od roku 1670 jako poživatina
- ▶ výroba jódu – spálení řas a následná extrakce
- ▶ Přímá konzumace – zdravá výživa, suši



Nepohlavní rozmnožování řas

- ▶ uvnitř mateřské buňky se vytvoří jednobuněčné výtrusy,
- ▶ některé mají bičíky – zoospory
- ▶ Nebo jsou bez bičíků aktivně nepohyblivé - aplanospory
- ▶ po roztržení buněčné stěny mateřské buňky tyto výtrusy putují na nové místo a založí novou řasu

Pohlavní rozmnožování řas

- ▶ samčí gamety jsou pohyblivé, haploidní(n), pohybují se pomocí bičíku (vyjma ruduch) a nazývají se spermatozoidy
- ▶ samičí gamety jsou haploidní, jsou nazývány vaječné buňky
- ▶ splynutím spermatozoidu a vaječné buňky vzniká zygota ($2n$)

Rodozměna

Životní cyklus v němž se střídá

Haploidní (n) GAMETOFYT

s diploidním ($2n$) SPOROFYTEM.

- ▶ gametofyt = útvar (např. řasa či rostlina), který je tvořen pouze z haploidních buněk (obsahujících tedy pouze $1n$ chromosomů, úplně stejně jako gameta)
 - gametofyt vzniká opakovanými mitózami ze spory
 - gametofyt produkuje gamety!
- ▶ sporofyt = útvar (např. řasa nebo rostlina), který je tvořen pouze z diploidních buněk (obsahujících tedy $2n$ chromosomů).
 - Sporofyt vzniká opakovanými mitózami ze zygoty
 - sporofyt produkuje spory!



1 The sporophytes of this seaweed are usually found in water just below the line of the lowest tides, attached to rocks by branching holdfasts.

2 In early spring, cells on the surface of the blade develop into sporangia.

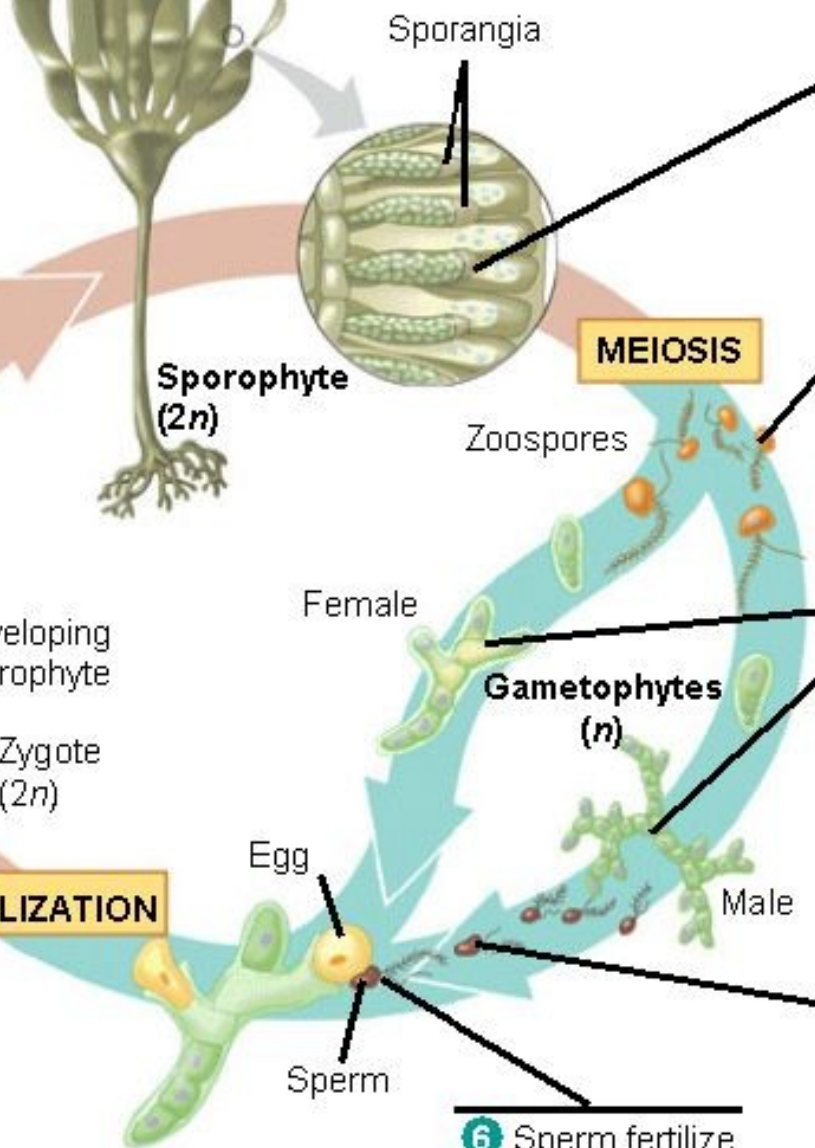
3 Sporangia produce zoospores by meiosis.

4 About half of the zoospores develop into male gametophytes and half into female gametophytes.

5 Male gametophytes release sperm, and female gametophytes produce eggs. Eggs secrete a chemical signal that attracts sperm of the same species.

6 Sperm fertilize the eggs.

7 The zygotes grow into new sporophytes, starting life attached to the remains of the female gametophyte.



MEIOSIS

Zoospores

Female

Gametophytes
(n)

Male

Egg

Sperm

FERTILIZATION

Zygote
($2n$)

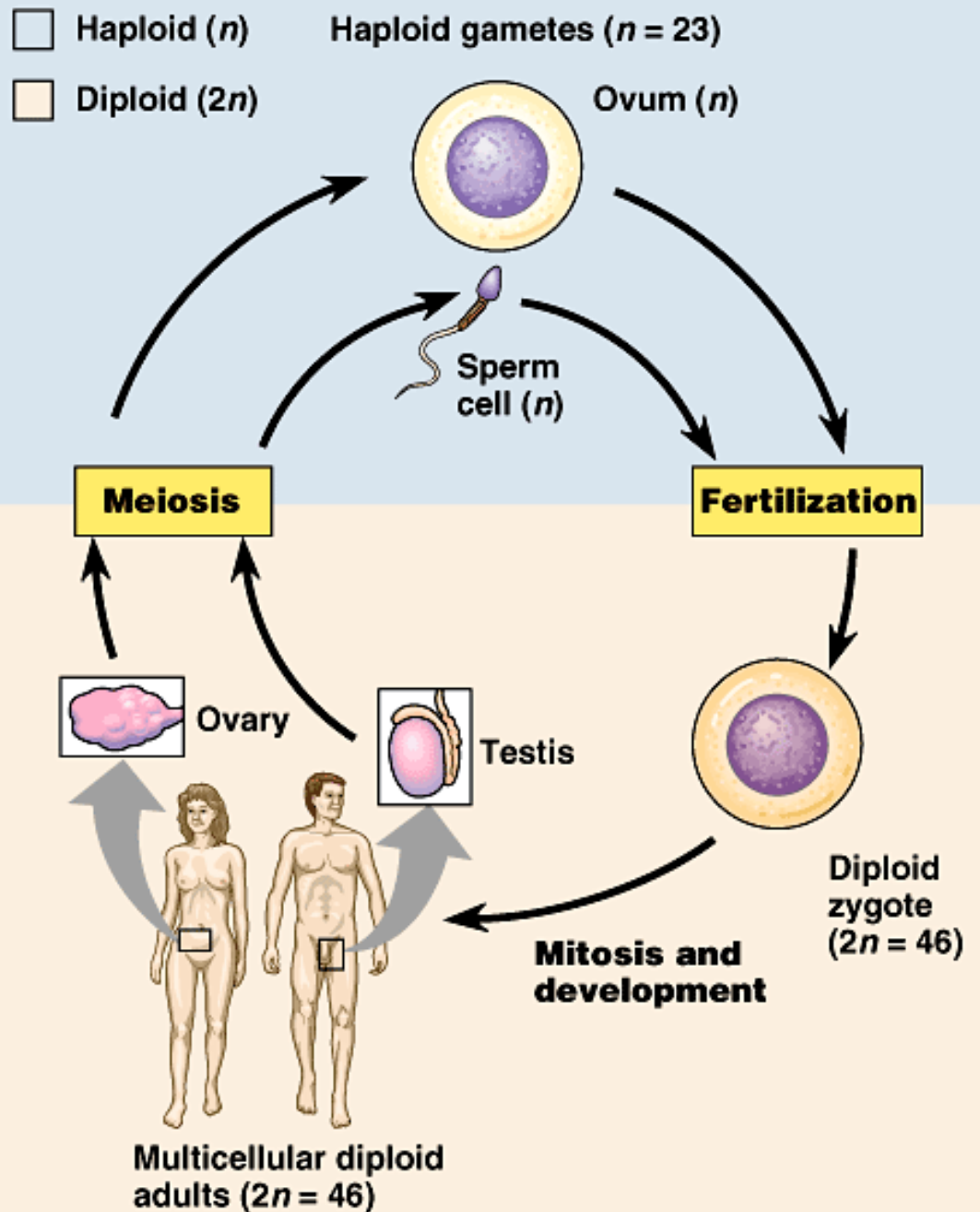
Developing
sporophyte

Mature female
gametophyte (n)

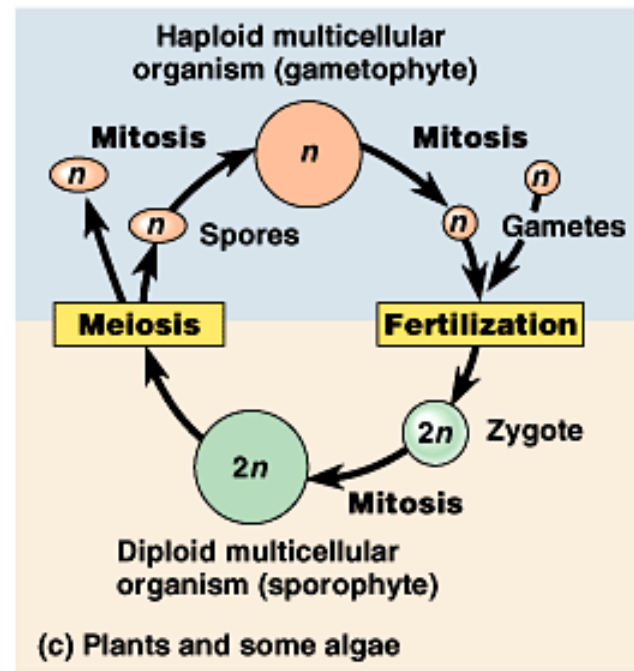
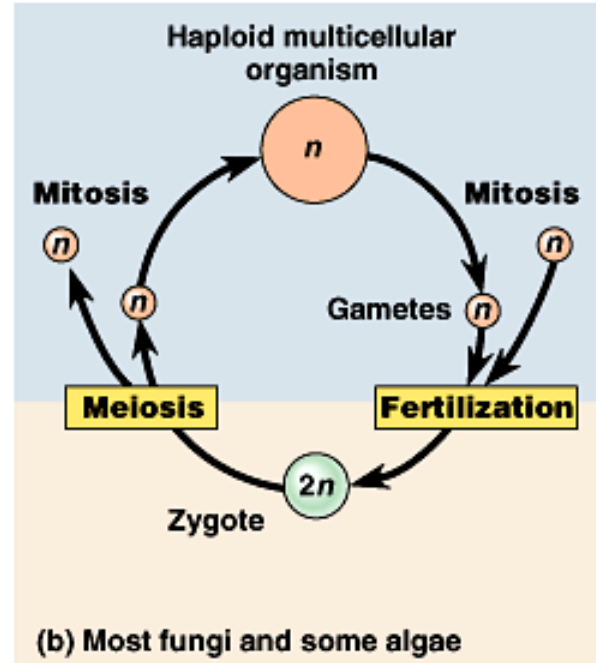
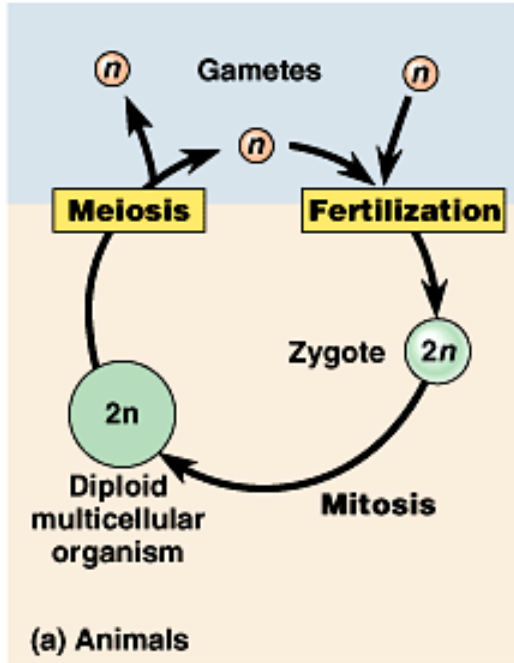
Key

Light blue: Haploid (n)
Light red: Diploid ($2n$)

Pohlavní cyklus člověka

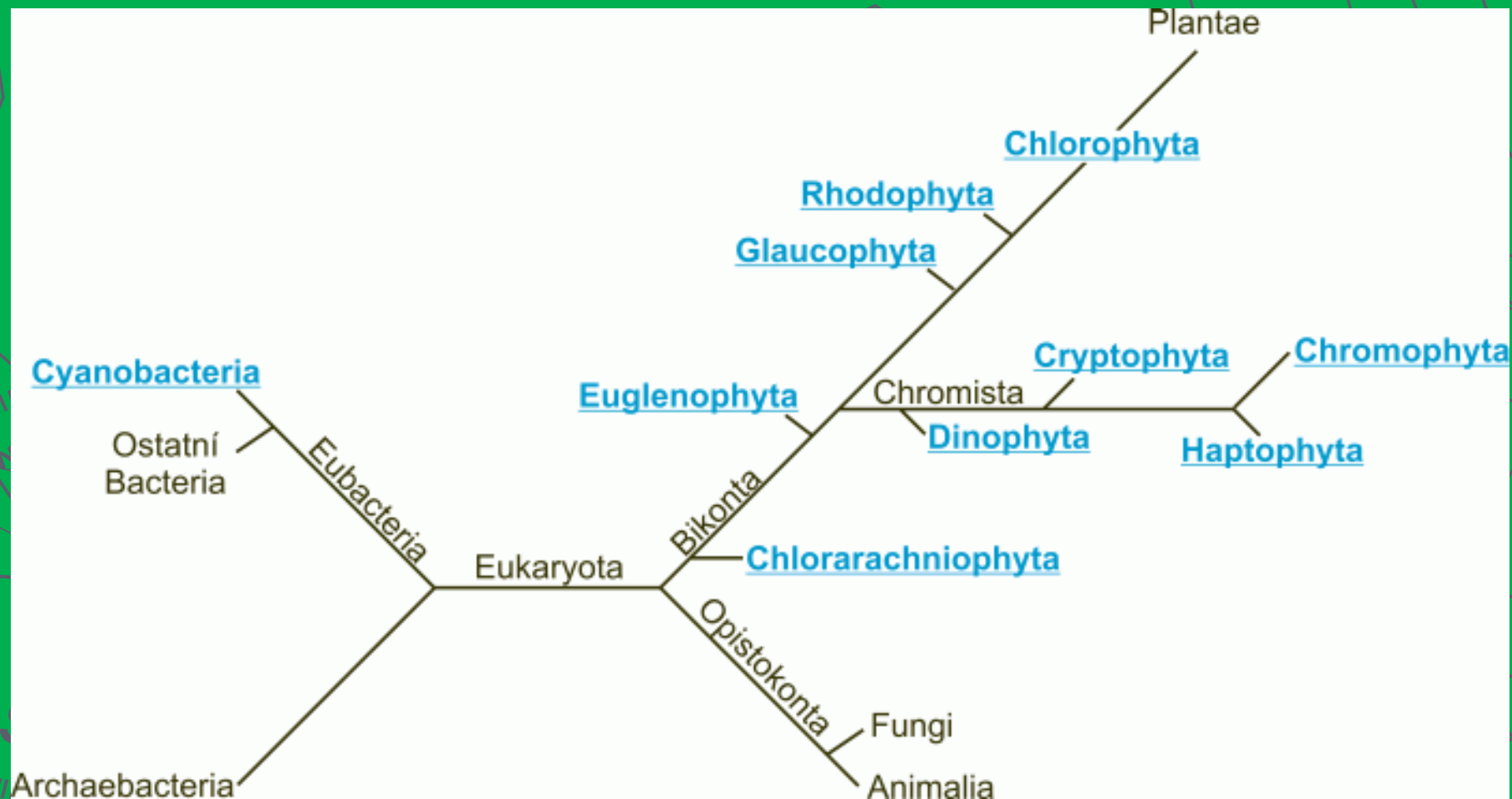


Typy pohlavního rozmnožování



□ Haploid
□ Diploid

System



System řas

▶ ŘÍŠE: PLANTAE

- ▶ oddělení: Euglenophyta (Eugleny)
- ▶ oddělení: Dinophyta (Obrněnky)
- ▶ oddělení: Cryptophyta (Skrytěnky)
- ▶ oddělení: Rhodophyta (Ruduchy)
- ▶ oddělení: Chlorophyta (Zelené řasy)

▶ ŘÍŠE: CHROMISTA

- ▶ oddělení: Chromophyta (Chromophyta)
 - Chrysophyceae (Zlativky)
 - Bacillariophyceae (Rozsivky)
 - Xantophyceae (Různobrvky)
 - Phaeophyceae (Hnědé řasy)

Chromophyta (Chromophyta)

- ▶ chloroplast má čtyři membrány – útvar vznikla zabudováním celé buňky ruduchy do buněk Chromophyt



Chromophyta (Chromophyta)

Chrysophyceae (Zlativky)

- ▶ zlatavou barvu způsobuje pigment fukoxanthin
- ▶ dávají přednost vodě spíše chudé na živiny
- ▶ Dinobryon – v našich rybnících
- ▶ Chrysamoeba – měňavkovitá stélka
- ▶ Hydrurus – horské potoky

Chromophyta (Chromophyta)

Chrysophyceae (Zlativky)

- ▶ Hydrurus – horské potoky. Vytváří pudingovitě nárůsty na kamenech, které silně zapáchají



Hydrurus foetidus

Chromophyta (Chromophyta)

Chrysophyceae (Zlativky)

- ▶ Dinobryon – v našich rybnících. V buňkách je možno vidět plochý, zlatohnědě zbarvený chloroplast



Chromophyta (Chromophyta)

Chrysophyceae (Zlativky)

► rod Dinobryon



Dinobryon, a colonial golden alga found in fresh water (LM).

Chromophyta (Chromophyta)

Bacillariophyceae (Rozsivky)

- ▶ asi 6 000 popsaných druhů (ale až 40 000 je známo z fosilních nálezů), jednobuněčné, v moři i sladkých vodách
- ▶ chlorofyl a, chlorofyl c, karotenoidy
- ▶ protoplast je hnědý díky fotosyntetickému pigmentu zvanému fukoxantin
- ▶ Z fosilních rozsivek vznikla jižně položená ložiska ropy

Chromophyta (Chromophyta)

Bacillariophyceae (Rozsivky)

- ▶ protoplast rozsivek je uložen ve dvoudílné křemičité buněčné stěně
- ▶ tato dvoudílná stěna je podobná krabičce, jejíž víko a dno do sebe dokonale zapadají
- ▶ při nepohlavním rozmnožování se krabička rozdělí a obě dceřinné buňky si dotvoří jednu část krabičky...
 - ...problém je v tom, že vždy tu vnitřní. V jedné linii se tedy bude velikost krabičky stále zmenšovat. Pak nastane buď pohlavní rozmnožování nebo smrt

Chromophyta (Chromophyta)

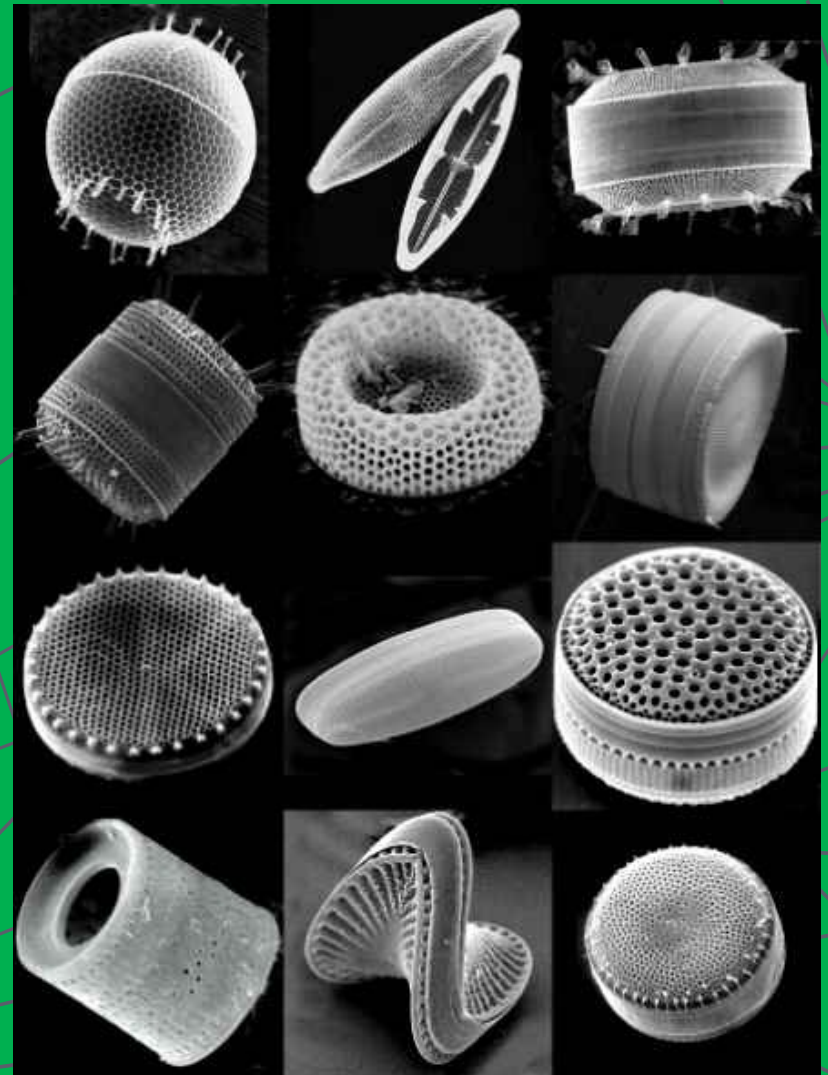
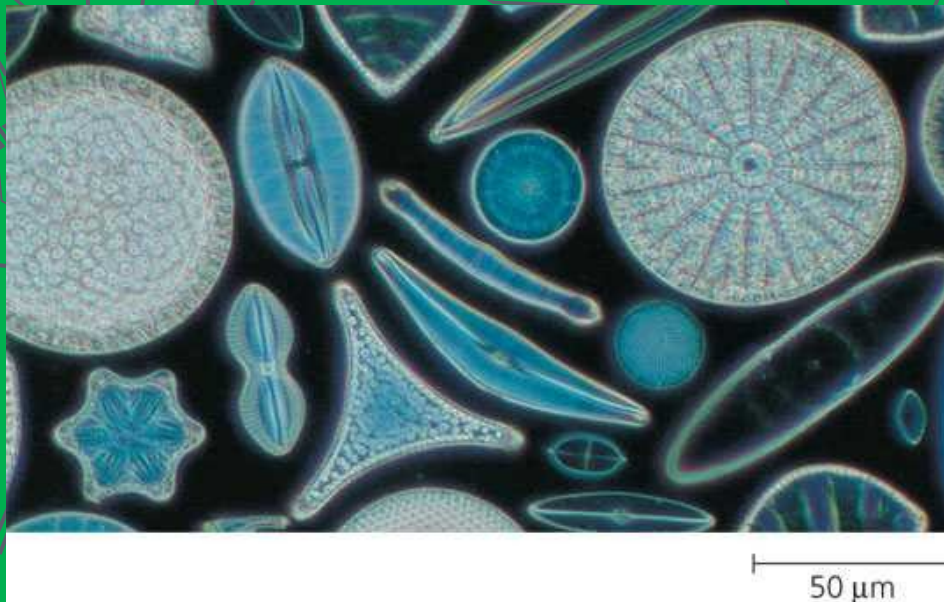
Bacillariophyceae (Rozsivky)

- ▶ diatomit = lehká porézní hornina, která vznikla generacemi fosilních rozsivek, často v bývalých jezerech. Diatomit se používá k výrobě stavebních hmot (v 1 cm³ je 11 milionů rozsivek)
- ▶ Z celkové roční primární produkce Země $1,4 \times 10^{14}$ g suché biomasy připadá 20-25% na mořské planktonní rozsivky a dalších 15-20% na ostatní mořské planktonní řasy

Chromophyta (Chromophyta)

Bacillariophyceae (Rozsivky)

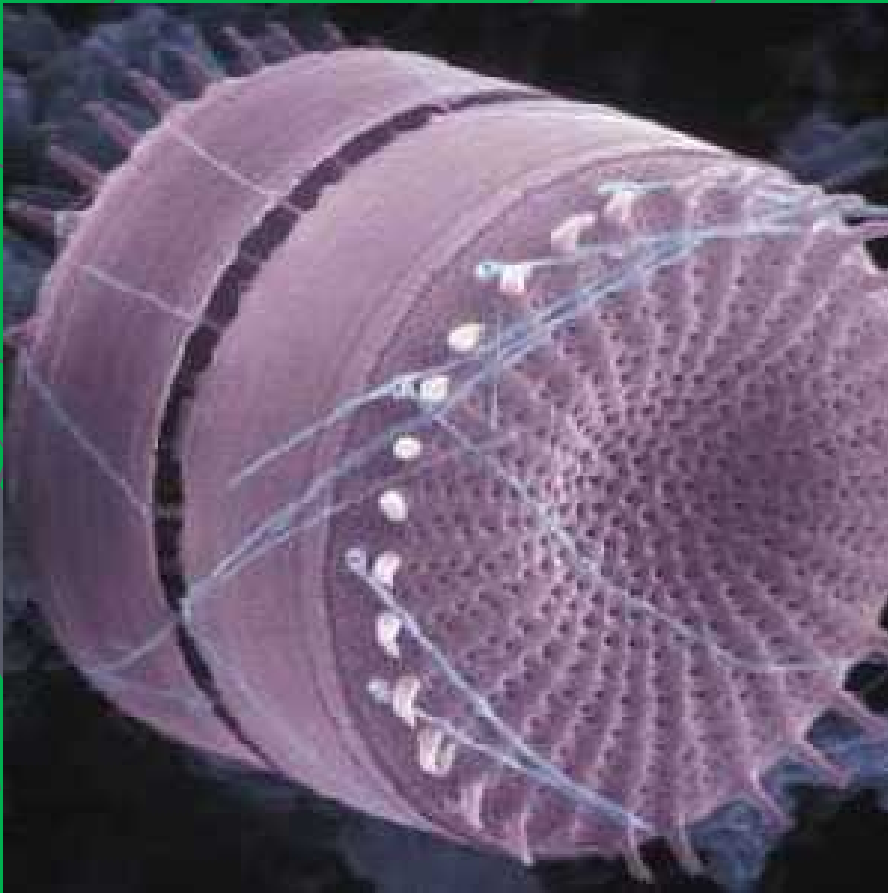
► schránky rozsivek



Chromophyta (Chromophyta)

Bacillariophyceae (Rozsivky)

► schránky rozsivek





Chromophyta (Chromophyta)

Bacillariophyceae (Rozsivky)

▶ rod Navicula



Chromophyta (Chromophyta)

Phaeophyceae (Hnědé řasy)

- ▶ asi 2000 popsaných druhů, hlavně v moři, stélky dobře rozlišené na rhizoidy, kauloid a fyloid
- ▶ phaios = hnědý
- ▶ všechny jsou mnohobuněčné
- ▶ často mají měchýřky naplněné plynem, které umožňují řase se vznášet ve vodě
- ▶ dobře se jim daří zejména v chladnějším mořích
- ▶ chlorofyl a, chlorofyl c a navíc karotenoidy, které odpovídají za jejich hnědou barvu
- ▶ chloroplasty obsahují fukoxantin, podobně jako u rozsivek

Chromophyta (Chromophyta)

Phaeophyceae (Hnědé řasy)

- ▶ *Fucus vesiculosus* (Chaluha bublinatá), až 50 cm, severní moře
 - při rozmnožování gamety přímo splývají v zygoty, zcela stejně jako u člověka
- ▶ *Laminaria saccharophila* (laminárie) – tvoří mořské lesy v hloubkách, kam již nezasahuje příliv a odliv
- ▶ *Macrocystis* – má stélku až 30 m dlouhou
- ▶ hnědé řasy se sbírají nebo i pěstují, zejména Japonsko a Čína, využití v potravinářství

Chromophyta (Chromophyta)

Phaeophyceae (Hnědé řasy)

► *Fucus vesiculosus* (Chaluha bublinatá)



Chromophyta (Chromophyta)

Phaeophyceae (Hnědé řasy)

- ▶ **Macrocystis tvoří podmořské lesy**



Chromophyta (Chromophyta)

Phaeophyceae (Hnědé řasy)

► *Fucus serratus*



Chromophyta (Chromophyta)

Phaeophyceae (Hnědé řasy)

- ▶ *Laminaria hyperborea* →
- ▶ *Laminaria digitata* ↙





Blade

Stipe

Holdfast

Chromophyta (Chromophyta)

Xantophyceae (Různobrvky)

- ▶ asi 600 druhů
- ▶ časté v rybnících a tůních, stélka žlutozelené barvy
- ▶ *Botrydium granulatum* – na březích rybníků a vod, buňky velikosti 2 – 3 mm, viditelné pouhým okem



Chromophyta (Chromophyta)

Xantophyceae (Různobrvky)

► Botrydium



ŘÍŠE: PLANTAE Dinophyta (Obrněnky)

- ▶ asi 3 000 popsaných druhů, většinou mořské, ale i sladkovodní, mnohé druhy jsou velmi toxické
- ▶ velikost do 2 mm
- ▶ chloroplast má tři membrány, zásobní látkou je škrob
- ▶ dva bičíky ve specializovaném žlábků mezi celulosovými pancíři

Dinophyta (Obrněnky)

- ▶ krom fotosyntézy loví bakterie a prvoky, někdy i velké rozsivky!
- ▶ mnohdy mutualismus s korály, poriferami i některými měkkýši, v tomto případě jsou nazývaní jako zooxanthellae
 - mají velký ekologický význam, např. tzv. coral bleaching (blednutí korálů) je způsobeno úhynem těchto zooxanthel
- ▶ buňku pokrývá pancíř z celulózových destiček

Dinophyta (Obrněnky)

- ▶ zooxanthelly v korálu
- ▶ korál poskytuje ochranu a CO_2 pro fotosyntézu, zooxanthelly poskytují nafotosyntetizované cukry



Dinophyta (Obrněnky)

- ▶ Ceratium – častá v rybnících
- ▶ jsou odpovědny za „kvetení vody“



Dinophyta (Obrněnky)

► Noctiluca



tzv. red tide, Kalifornie. Toxiny vylučované těmito dinoflagelaty jsou toxické a otráví korýše i ryby

Dinophyta (Obrněnky)

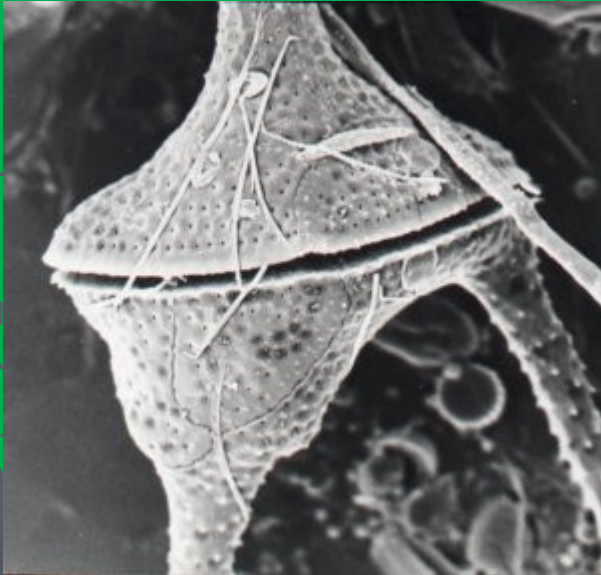
- ▶ *Noctiluca scintillans* měří kolem 1 mm



u této řasy je známa bioluminiscence, vytváří 0,1 s záblesky, zřejmě na obranu před predátory

Dinophyta (Obrněnky)

► Ceratium

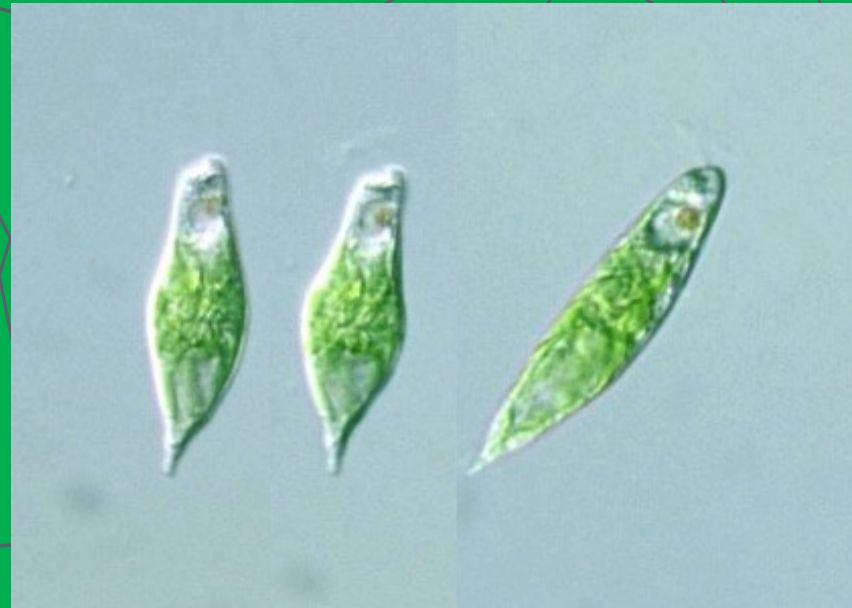


ŘÍŠE: PLANTAE Euglenophyta (Eugleny)

- ▶ *Euglena gracilis* (Krásnoočko štíhlé) – modelový organismus pro biologické výzkumy
- ▶ krásnoočka žijí ve vodách bohatých na organické látky, najdeme je proto i v silně znečištěných vesnických rybnících
- ▶ stigma = skvrnka červené barvy, podílí se na vnímání intenzity a směru světla

Euglenophyta (Eugleny-Krásnoočka)

- ▶ *Euglena viridis* – krásnoočko zelené

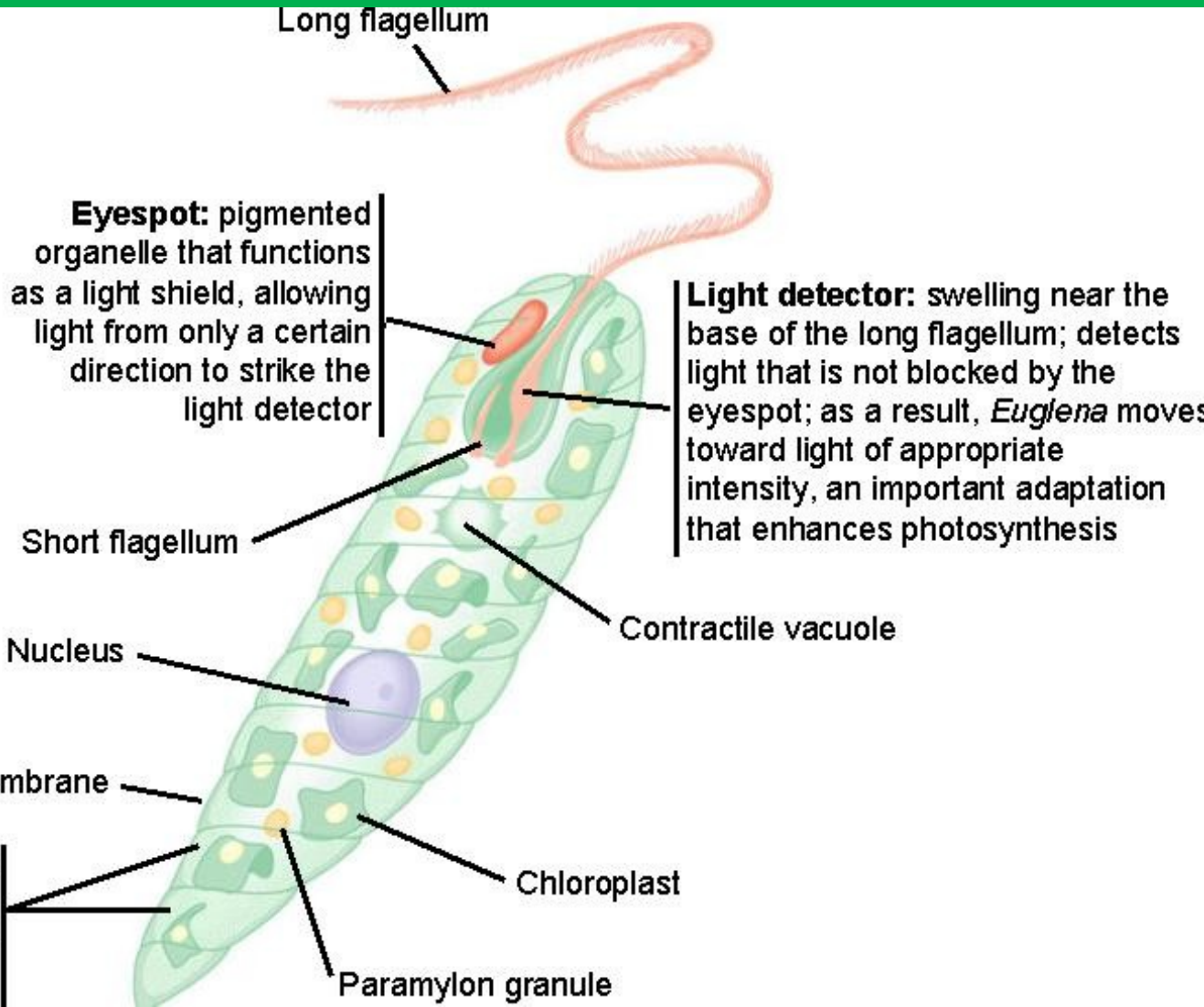


Euglenophyta (Eugleny-Krásnoočka)



Euglena (LM)

5 μ m



Říše : PLANTAE

Rhodophyta (Ruduchy)

- ▶ asi 6 000 druhů, většinou mořské, časté na korálových útesech, jen asi 150 – 200 sladkovodní
- ▶ Jejich počet a ekologický význam ubývá směrem od rovníku k pólům
- ▶ chlorofyl a; krom něj i tzv. phycobiliny, pigmenty, které těmto řasám umožňují žít i ve velkých hloubkách s minimem světla, využívají zde modrozelené světlo, které pronikne i do velkých hloubek
- ▶ poblíž San Salvadoru žijí i v 210 m hloubce, a jsou tak nejhlouběji rostoucí eukaryota
- ▶ chloroplasty mají dvě membrány

Rhodophyta (Ruduchy)

- ▶ ruduchy jsou možná sesterskou skupinou zelených rostlin
- ▶ některé jsou jednobuněčné, většinou ale mnohobuněčné přichycené ke kamenům nebo k jiným řasám (někdy jako parazité!)
- ▶ neexistují bičíkatá stadia
- ▶ stélky jsou jasně červené, modrozelené až tmavě zelené podle obsahu fotosyntetických pigmentů

Rhodophyta (Ruduchy)

- ▶ Porphyra – sklízí se v Japonsku a v Číně, upravuje se jako složka pokrmů, její stélka je 30 – 60 cm vysoká řasa „nori“-léčivá, suši



Rhodophyta (Ruduchy)

- ▶ ze stélek ruduch se získává agar, želatinová látka, na které se všeobecně pěstují bakterie; agarové želé se používá rovněž v cukrářství





(a) *Bonnemaisonia hamifera*. This red alga has a filamentous form.



(b) **Dulse (*Palmaria palmata*)**. This edible species has a "leafy" form.

(c) **A coralline alga**. The cell walls of coralline algae are hardened by calcium carbonate. Some coralline algae are members of the biological communities around coral reefs.



(a) The seaweed is grown on nets in shallow coastal waters.



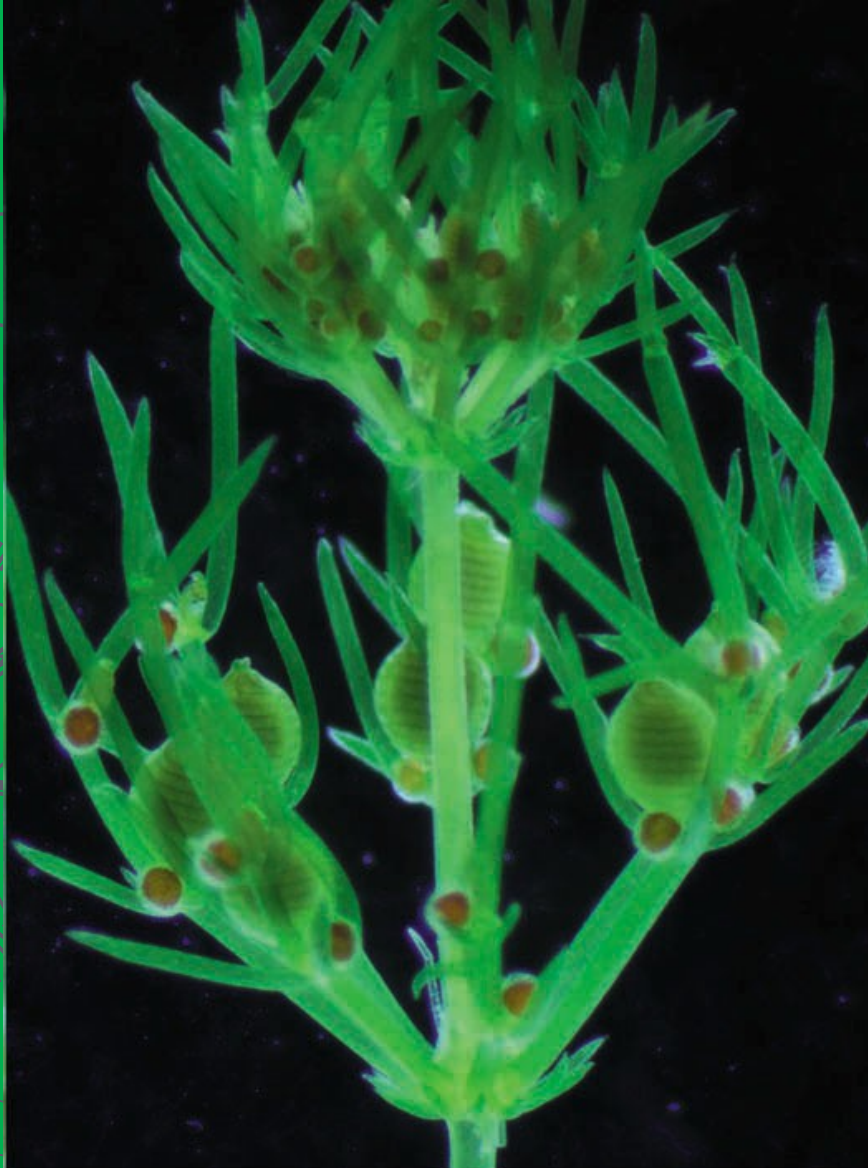
(b) A worker spreads the harvested seaweed on bamboo screens to dry.



(c) Paper-thin, glossy sheets of nori make a mineral-rich wrap for rice, seafood, and vegetables in sushi.

Odd. CHAROPHYTA - parožnatky

Vzpřímená přeslenitě větvená stélka s rhizoidy, čisté vápnlité vody, stélka inkrustována uhličitanem



Chara sp.

(Parožnatka)

připomíná malou
přesličku, vysoká
10 – 15 cm

Srovnání Charales (parožnatek) a zelených rostlin s ostatními řasami

- ▶ v plasmatické membráně mají stejný „rosetový“ proteinový komplex tvořící celulosu
- ▶ peroxizómy obsahují enzymy pomáhajícími ztrátě organických látek při fotorespiraci
- ▶ pokud mají suchozemské rostliny bičíkaté spermatické buňky, pak se svou strukturou podobají spermatickým buňkám Charales
- ▶ Charales a suchozemské rostliny mají fragmoplast = útvar z celulosových vláken a z vesikulů Golgiho aparátu, který vzniká při cytokinesi rostlinné buňky

Srovnání Charales (parožnatek) a zelených rostlin s ostatními řasami

- ▶ mezinárodní iniciativa „Deep Green“ ukázala blízkou genetickou příbuznost mezi Charales a suchozemskými rostlinami
- ▶ Charales mají zygotu obalenou v proteinu zvaném sporopolenin
- ▶ ...je podobný sporopoleninu, tvořící obal pylových zrn
- ▶ sporopolenin je nejtrvanlivější bílkovina na světě, díky ní můžeme zkoumat pylová zrna i desítky tisíc let stará

Chlorophyta (Zelené řasy)

- ▶ zelení bičíkovci:
 - Chlamydomonas, Volvox globator (Váleč koulivý)
- ▶ Volvox vytváří zvláštní typ kolonie, tzv. cenobium. Cenobium je tvořeno bičíkatými buňkami s bičíky směřujícími směrem ven, uvnitř této duté koule jsou nebičíkaté buňky, jejichž úkolem je rozmnožování – zakládání dceřinných cenobií

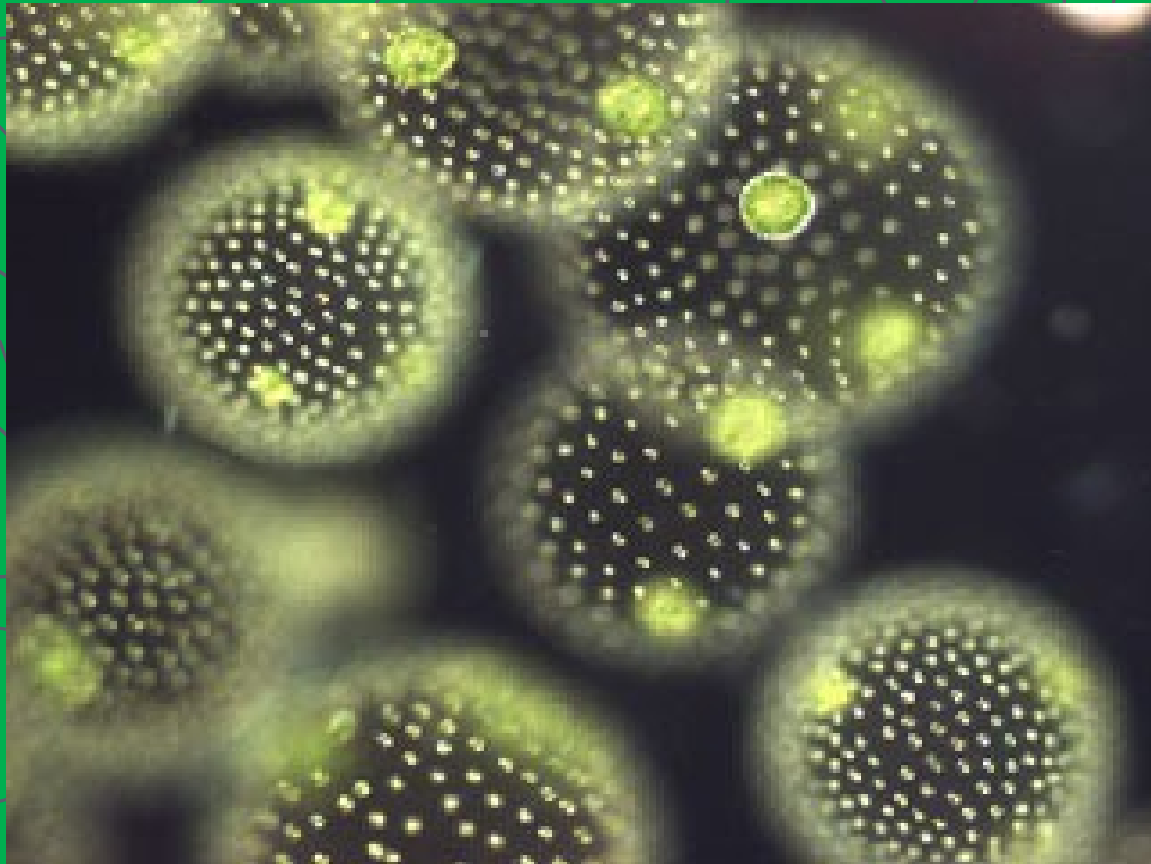


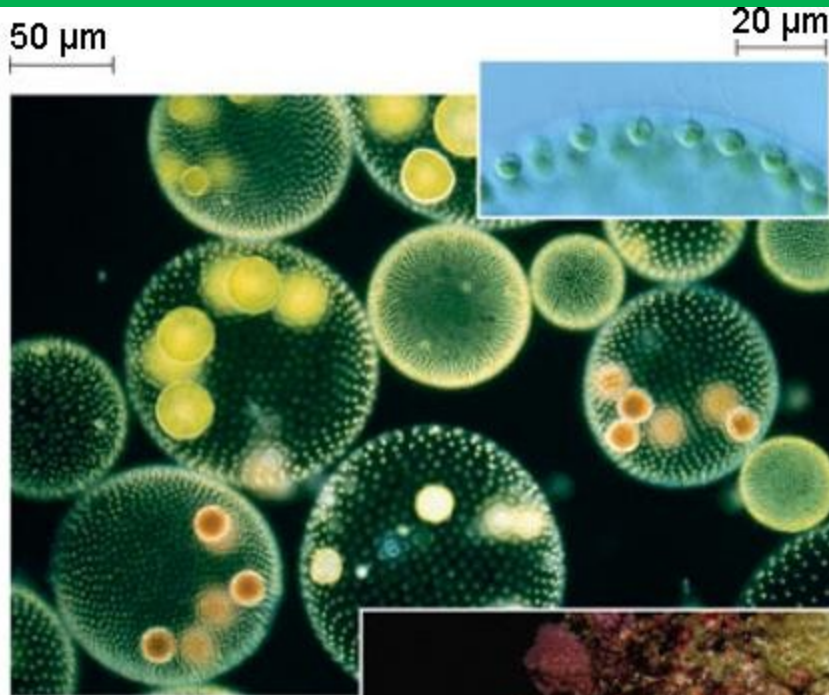
„Krvavý sníh“ (*Chlamydomonas nivalis*)

Watermelon snow.
Carotenoids in some snow-dwelling chlorophytes, such as *Chlamydomonas nivalis*, turn the snow red.

Chlorophyta (Zelené řasy)

- ▶ *Volvox globator*: kolonie má 500 – 50 000 buněk





(a) ***Volvox*, a colonial freshwater chlorophyte.** The colony is a hollow ball whose wall is composed of hundreds or thousands of biflagellated cells embedded in a gelatinous matrix. The cells are usually connected by strands of cytoplasm; if isolated, these cells cannot reproduce. The large colonies seen here will eventually release the small “daughter” colonies within them.

(b) ***Caulerpa*, an intertidal chlorophyte.** The branched filaments lack cross-walls and thus are multinucleate. In effect, the thallus is one huge “supercell.”



(c) ***Ulva*, or sea lettuce.** This edible seaweed has a multicellular thallus differentiated into leaflike blades and a rootlike holdfast that anchors the alga against turbulent waves and tides.



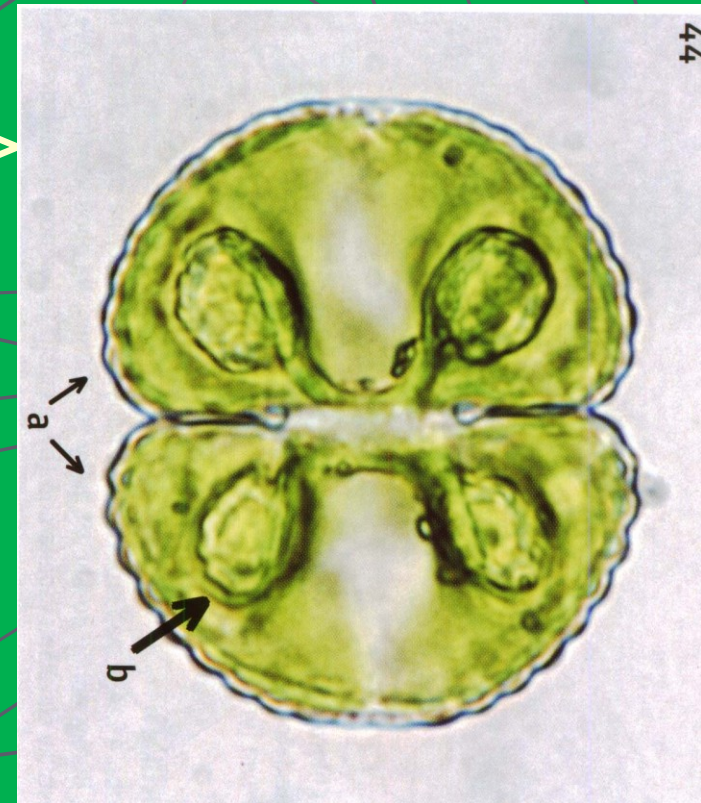
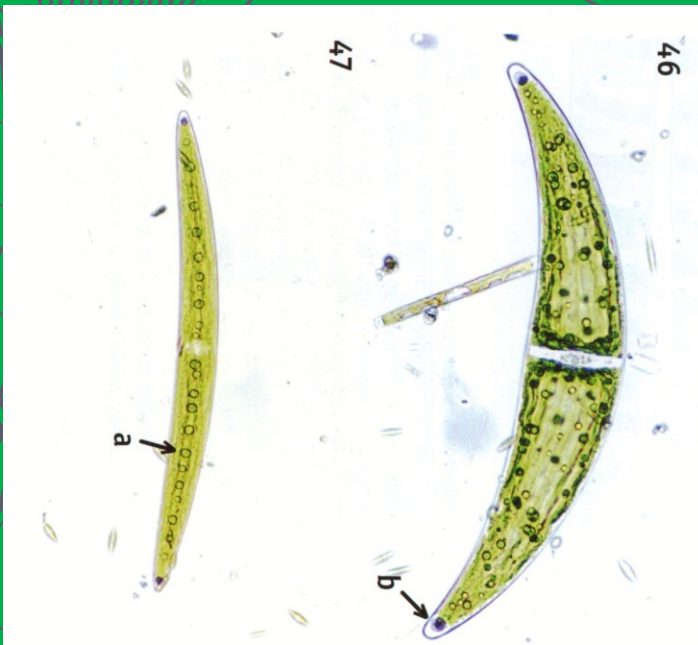
Chlorophyta (Zelené řasy)

► kokální zelené řasy

- Chlorella, Scenedesmus, Pediastrum
- krásivky: časté v rašelinách, Closterium, Cosmarium, Staurastrum

Closterium

Cosmarium - krásivka →

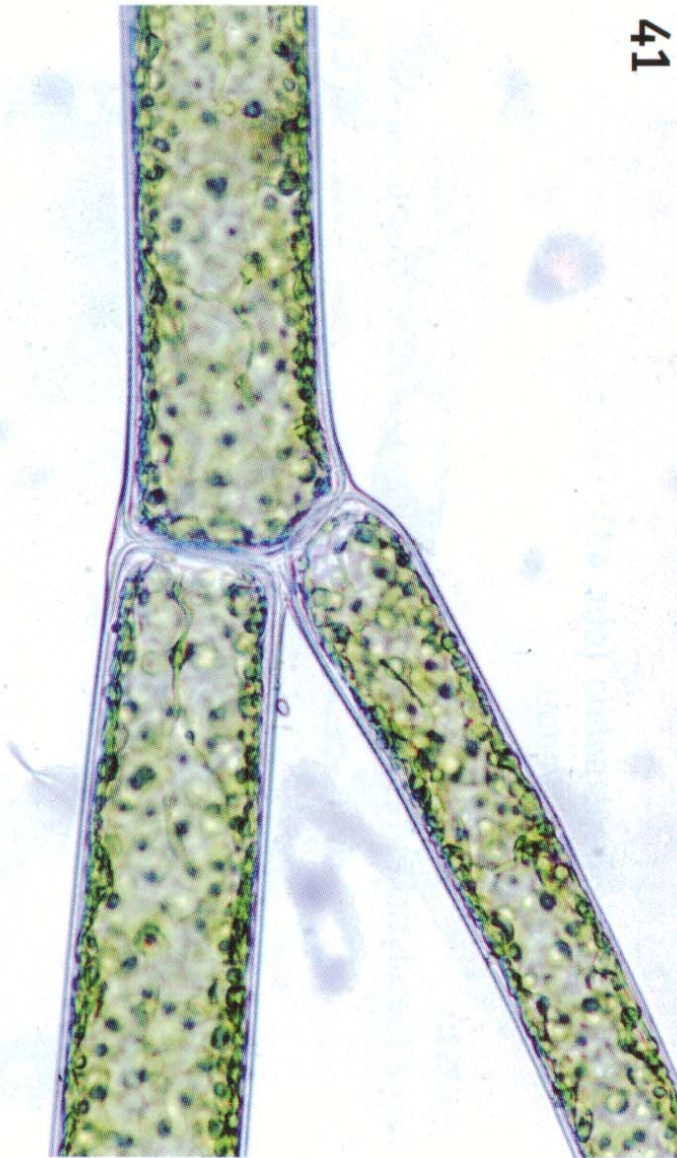


Chlorophyta (Zelené řasy)

▶ vláknité zelené řasy

- Ulothrix (Kadeřnatka) – častá v čistých potocích, často v nápadných množstvích
- Cladophora (Žabí vlas potoční) – drsná vlákna v proudící vodě
- Spirogyra (Šroubatka) – má zvláštní, šroubovitě vinuté chloroplasty s četnými pyrenoidy
- Ulva lactuca (Porost locikový) připomíná salát, a v některých oblastech Středomoří je opravdu jako salát konzumována

▶ Cladophora glomerata – žabí vlas

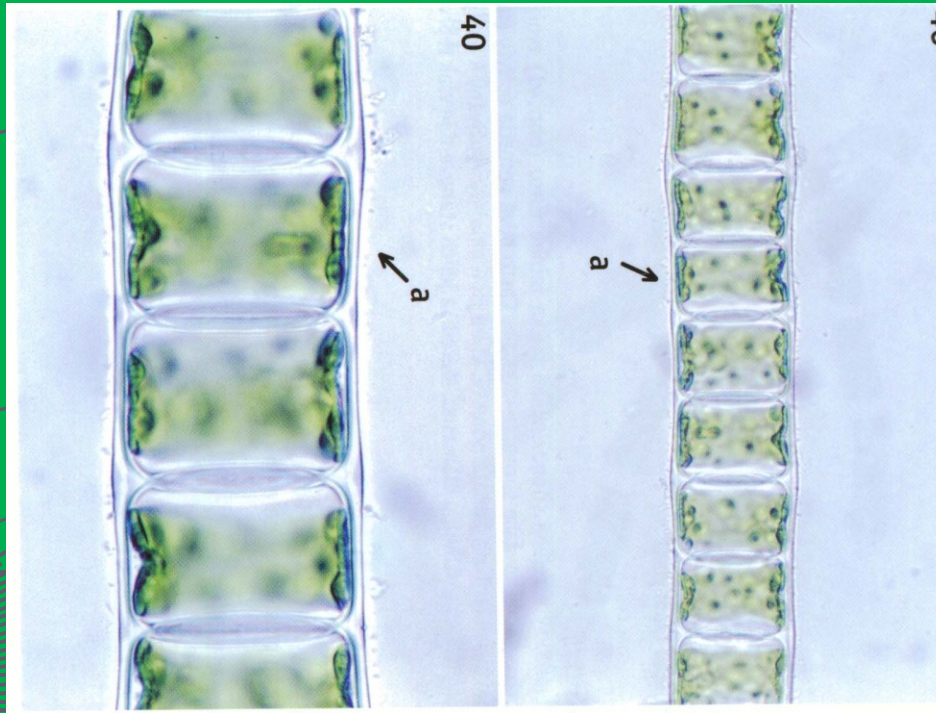


***Caulerpa prolifera* – trubicovka**

invazní mořská řasa ve znečištěných eutrofizovaných mořích



Ulothrix - kadeřnatka



- ▶ Má nevětvená vlákna
- ▶ Většina druhů žije v moři
- ▶ Ve sladké vodě častá Ulothrix zonata – kadeřnatka páskovaná

Chlorophyta (Zelené řasy)

- *Ulva lactuca* (Porost locikový) připomíná salát, a v některých oblastech Středomoří je opravdu jako salát konzumována

