

7. Fototrofní SAR, Haptista, Cryptista

Yvonne Němcová

Katedra botaniky PřF UK

ynemcova@natur.cuni.cz

Místnost 78, 2. mezipatro, Benátská 2

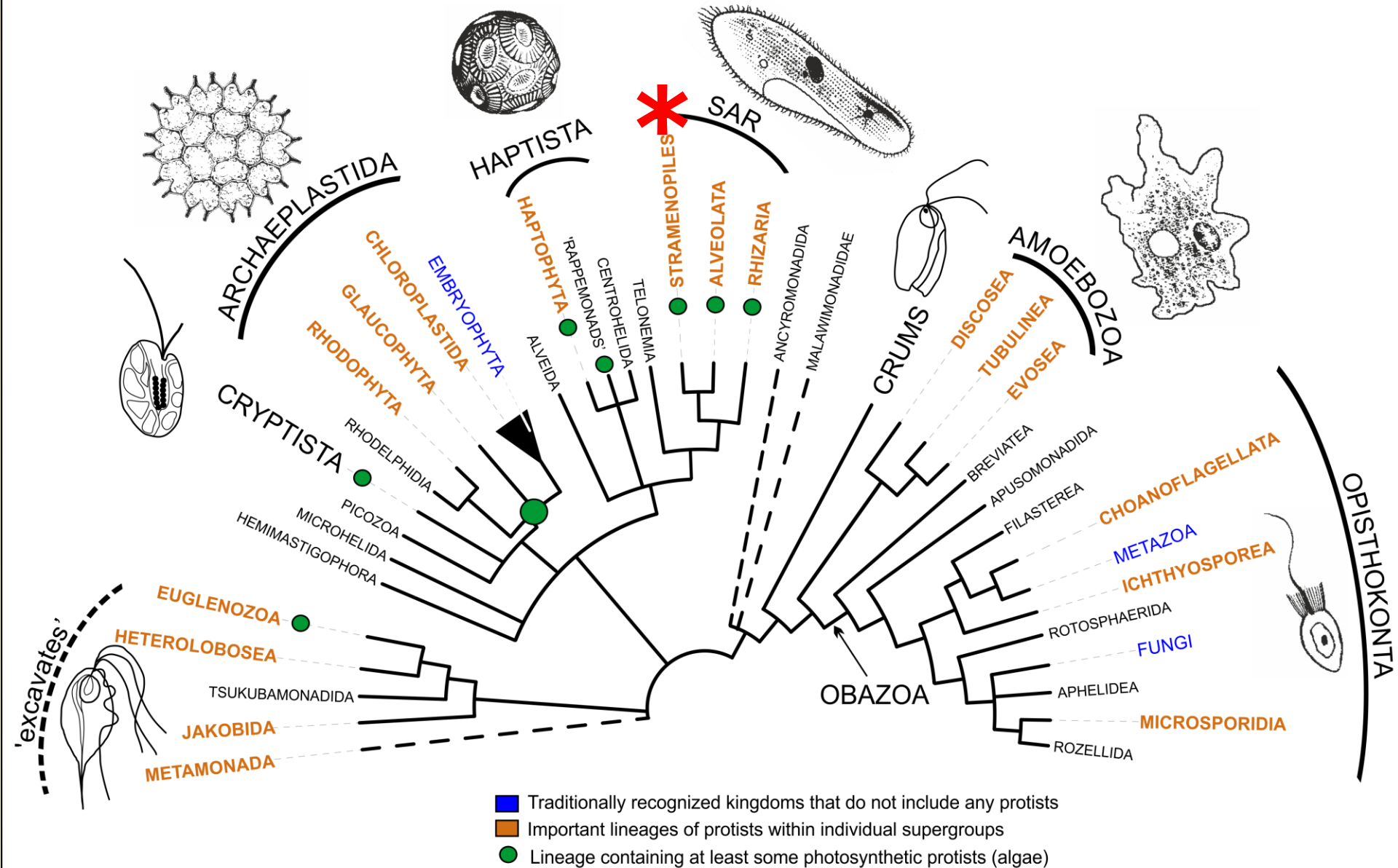
Botanika bezcévných rostlin a protistologie

(MB120P76U)

Přednášky

- 1) Eukaryotická buňka a její vznik ... Tomáš Pánek
- 2) Systém eukaryot, Excavata ... TP
- 3) Opisthokonta, Amoebozoa ... TP
- 4) Pohyb, evoluce mnohobuněčnosti ... TP,
- 5) Úvod do SAR a heterot. SAR ... TP
- 6) Fototrofní SAR ... Yvonne Němcová
- 7) Fototrofní Stramenopiles, Haptista, Cryptista ... YN**
- 8) Sinice + Archaeplastida (Glaucophyta, Rhodophyta) ...YN
- 9) Archaeplastida (Chloroplastida) ... YN
- 10) Archaeplastida (Chloroplastida) pokračování ... YN
- 11) Mechorosty ... David Svoboda
- 12) Mechorosty/lišejníky ... DS
- 13) Lišejníky ... DS

Stramenopiles



Kde v systému se nacházíme?

Eukaryota

SAR

Stramenopiles

Xanthophyceae

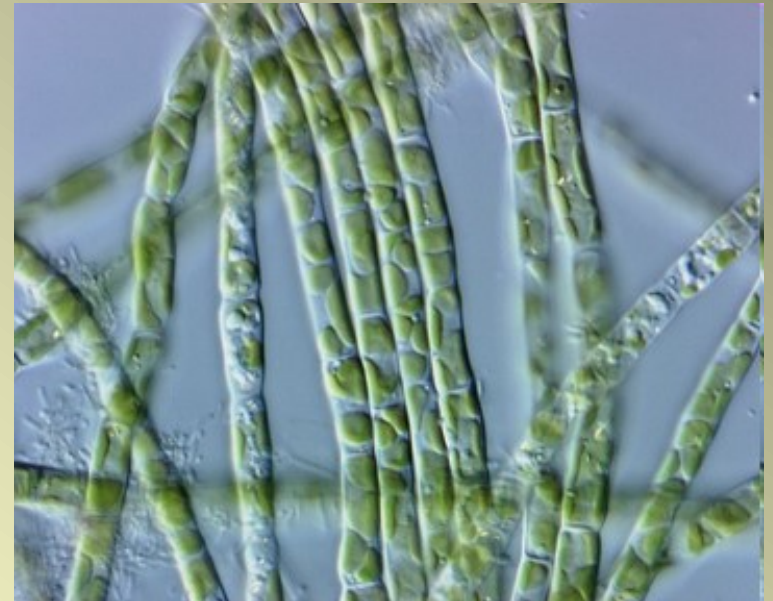
různobrvky



Vaucheria

sifonální

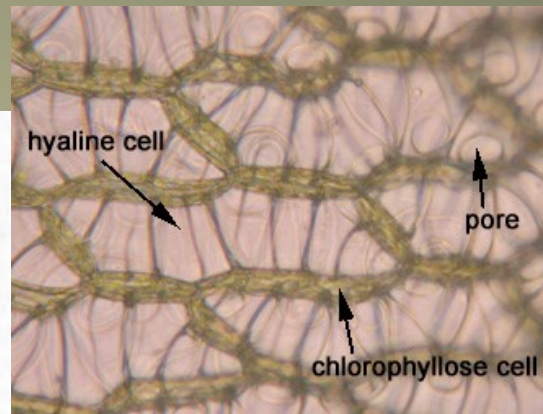
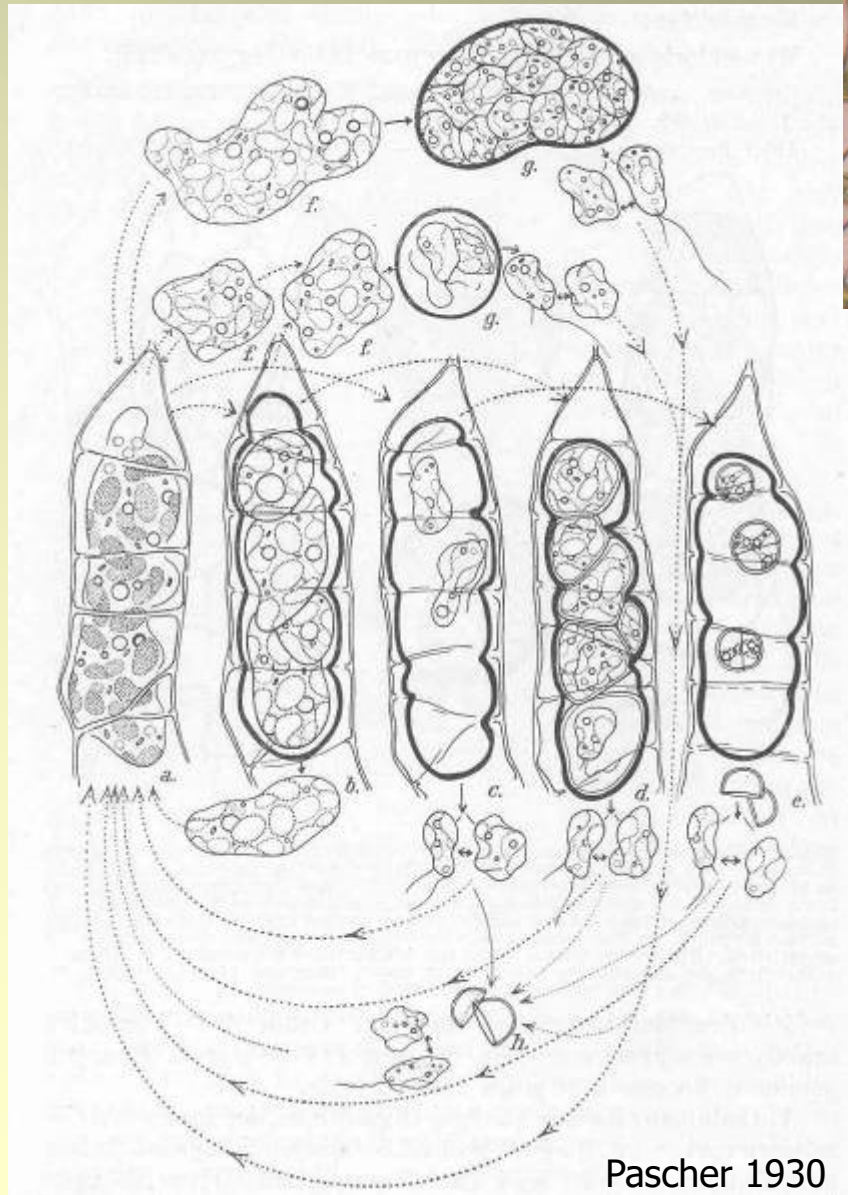
vláknitá stélka



Tribonema

- cca 900 druhů, téměř dvě třetiny popsány v Benátské A. Pascher
- zelené - chybí fukoxantin, často terestrické, sladkovodní

Myxochloris sphagnicola



nemají pohlavní rozmnožování??

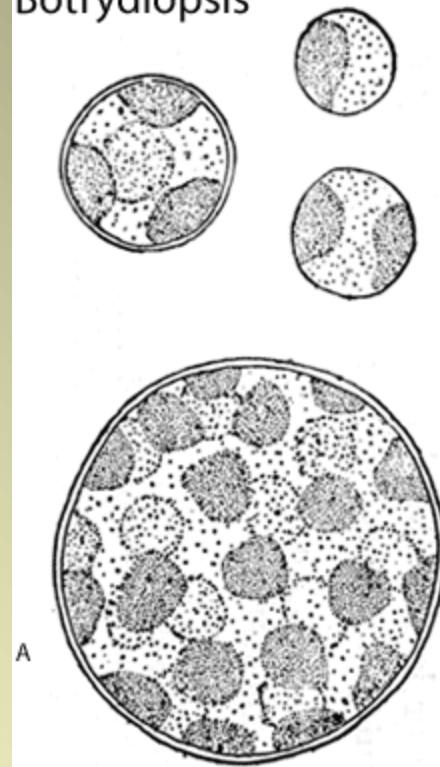
Botrydiopsis

alpinské
vysokohorské půdy

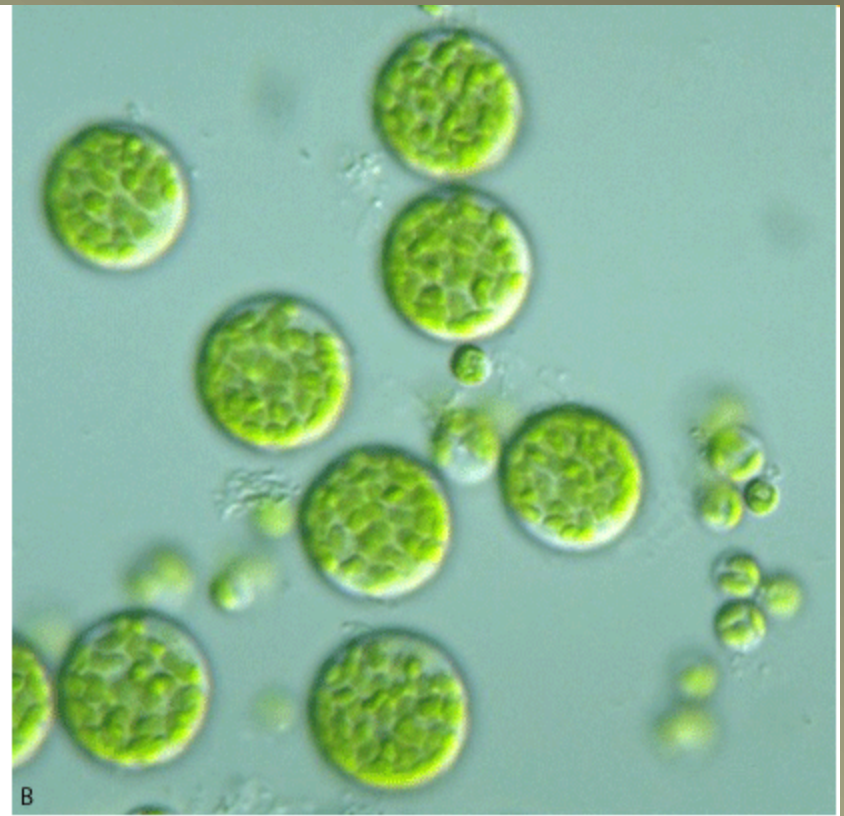
izolace půdních řas

poměr P:V

Botrydiopsis

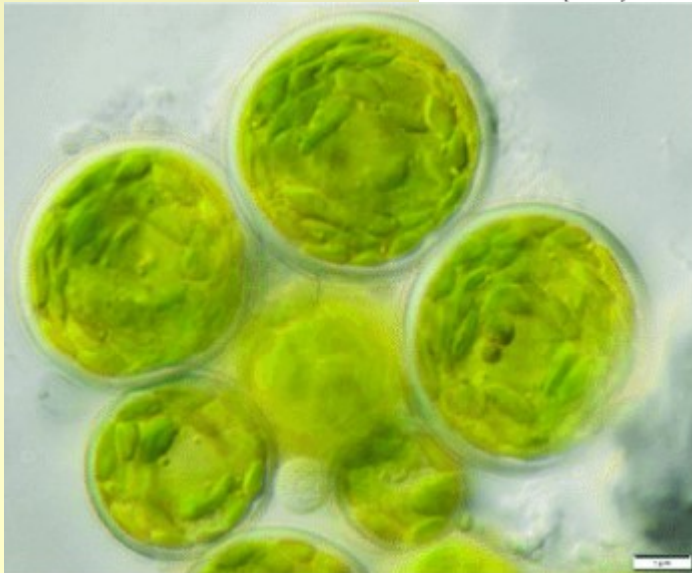


A after Smith (1950)

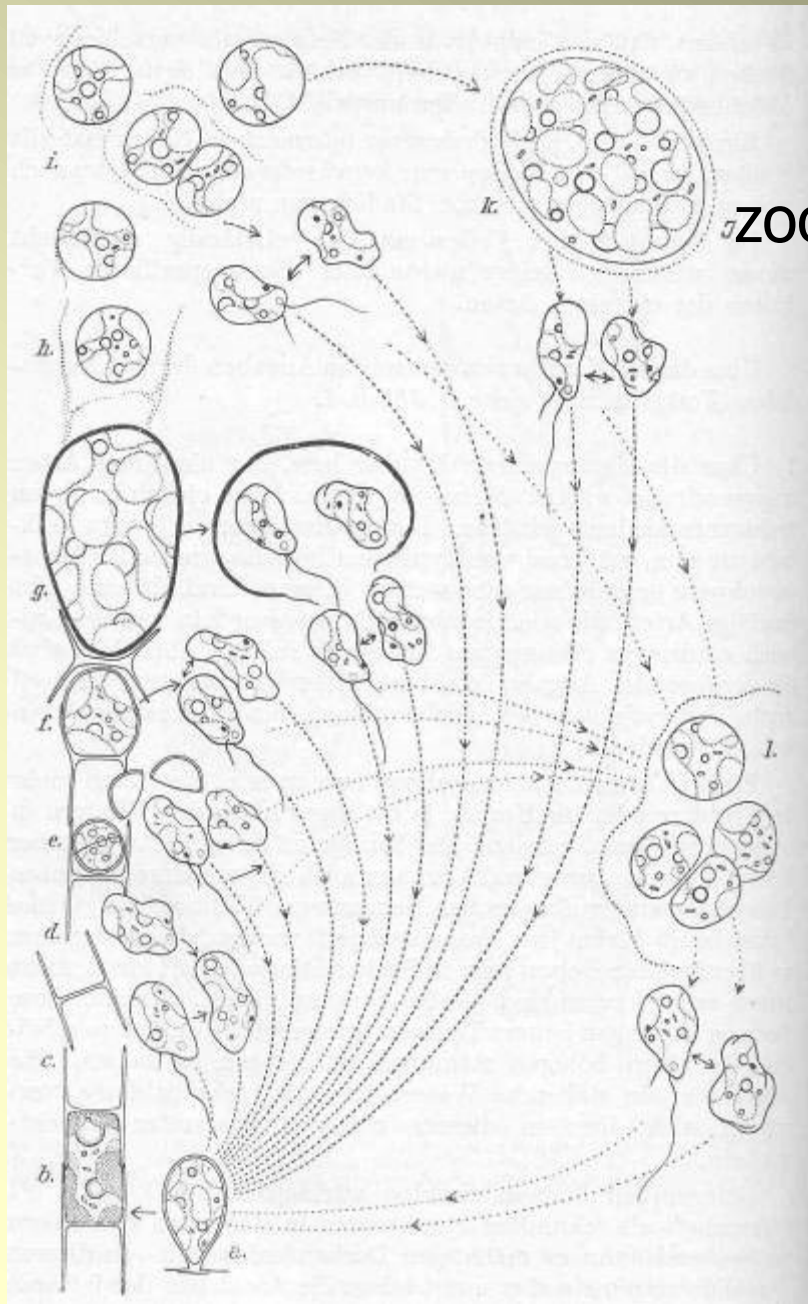


B

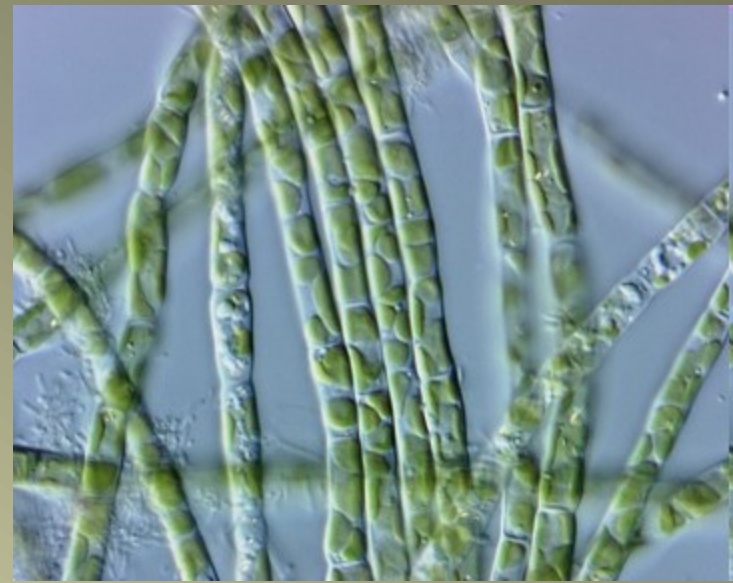
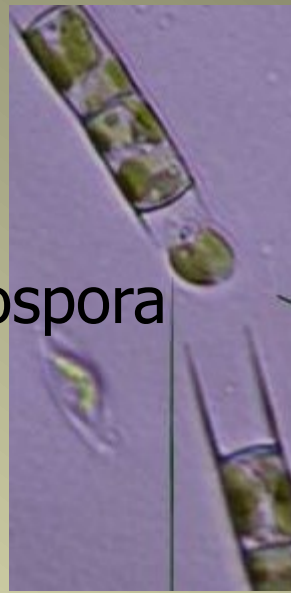
ist.i.hosei.ac.jp/Protist_menuE.html



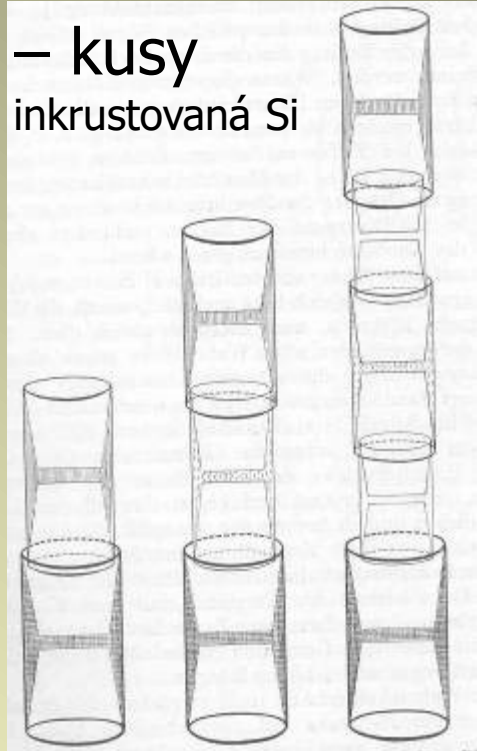
Tribonema



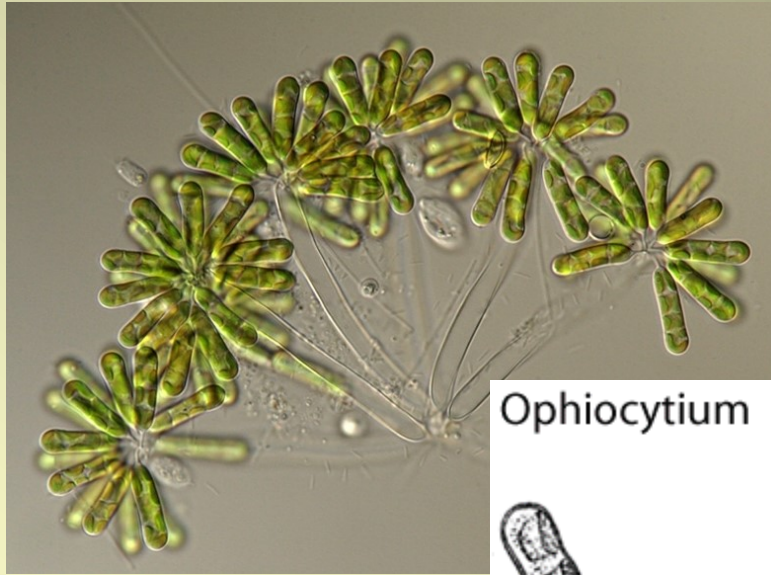
zoospora



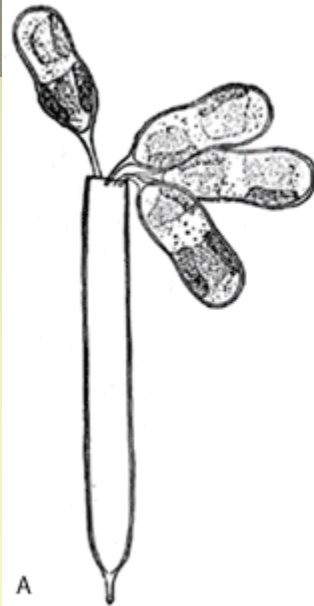
H – kusy
BS inkrustovaná Si



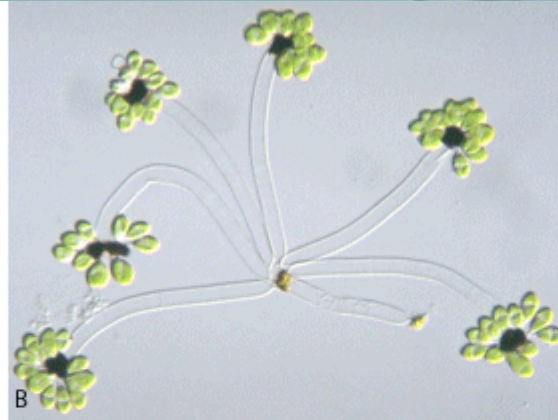
Ophiocytium



Ophiocytium



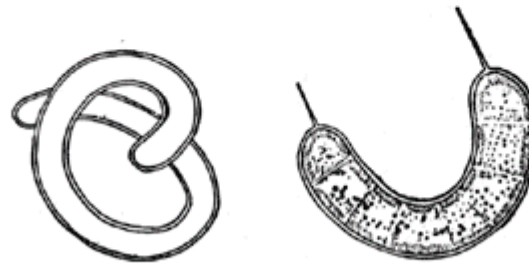
A



B



C

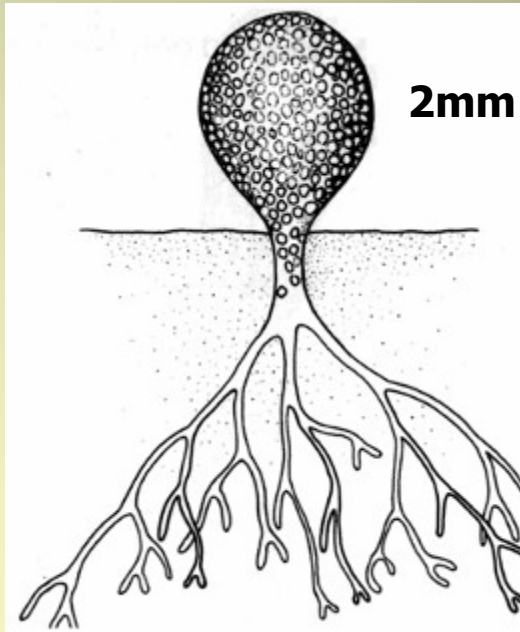


D

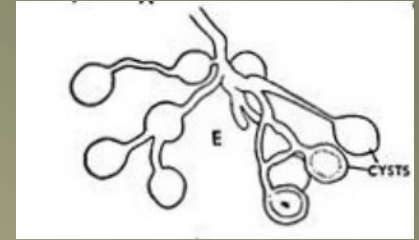
A after Smith (1950)

B, C, D © Y. Tsukii, see http://protist.i.hosei.ac.jp/Protist_menuE.html

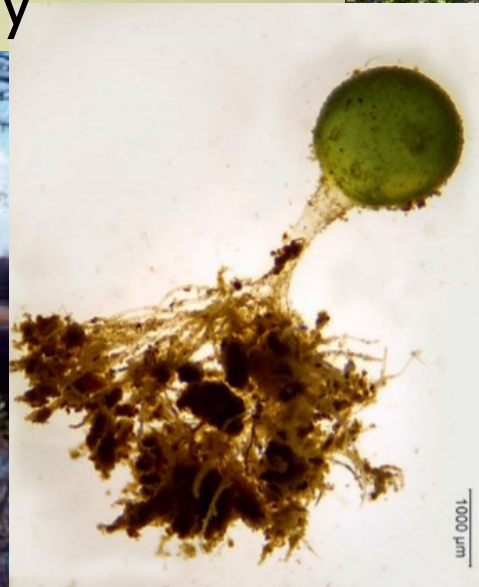
Botrydium



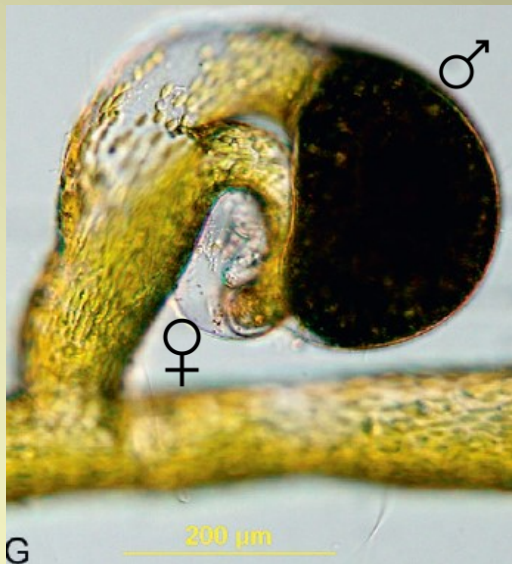
odpočívající
spory



coenocytická stélka
pevná BS – přechod
na souš
zoospory

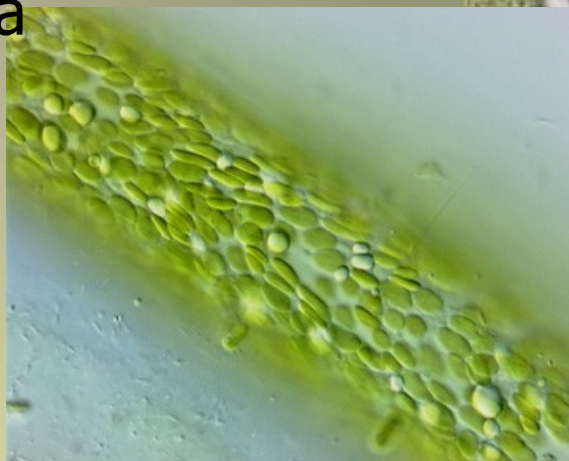


Vaucheria posypanka

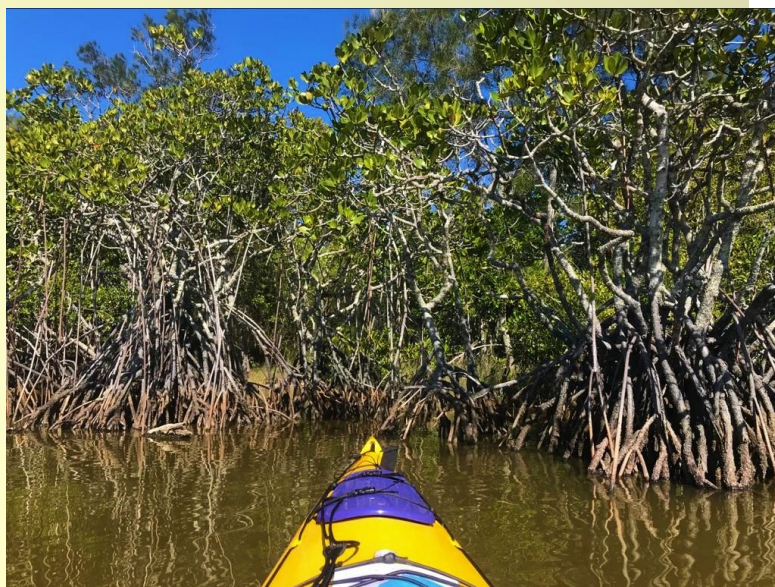


pokus o přechod
na souš

Sahel



coenocytická stélka
centrální vakuola

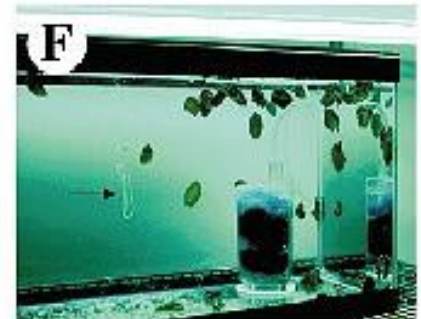
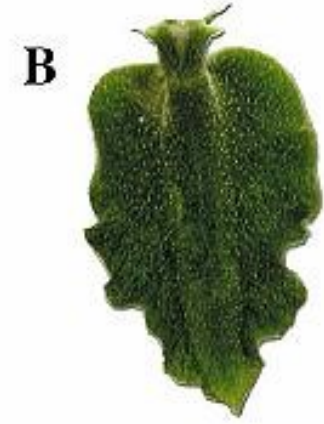
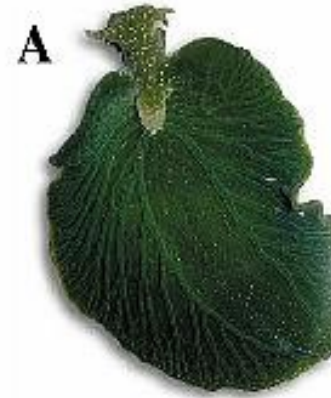
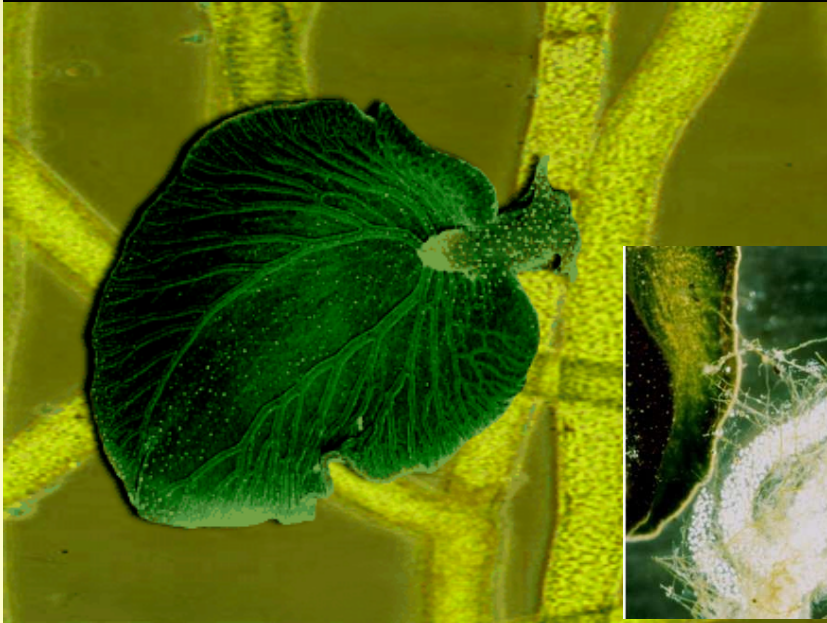


Elysia chlorotica

2-3 cm

solar powered slug = ekoslimák

živí se sáním plastidů *Vaucheria litorea* (mořský až brakický druh), zabudování do b. střeva



<http://www.youtube.com/watch?v=aIyaxgBkToU>

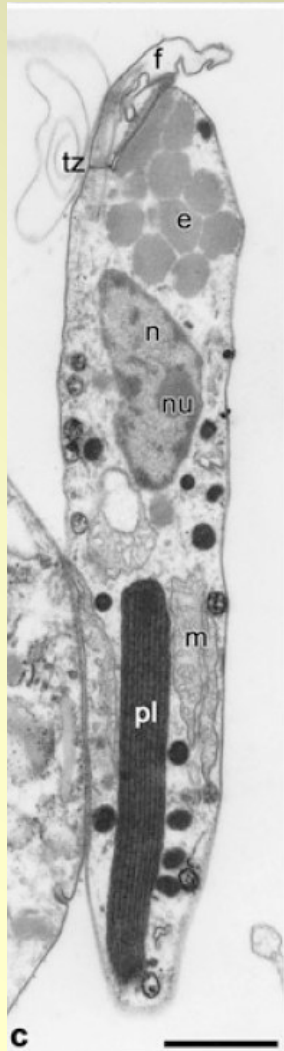
Kde v systému se nacházíme?

Eukaryota

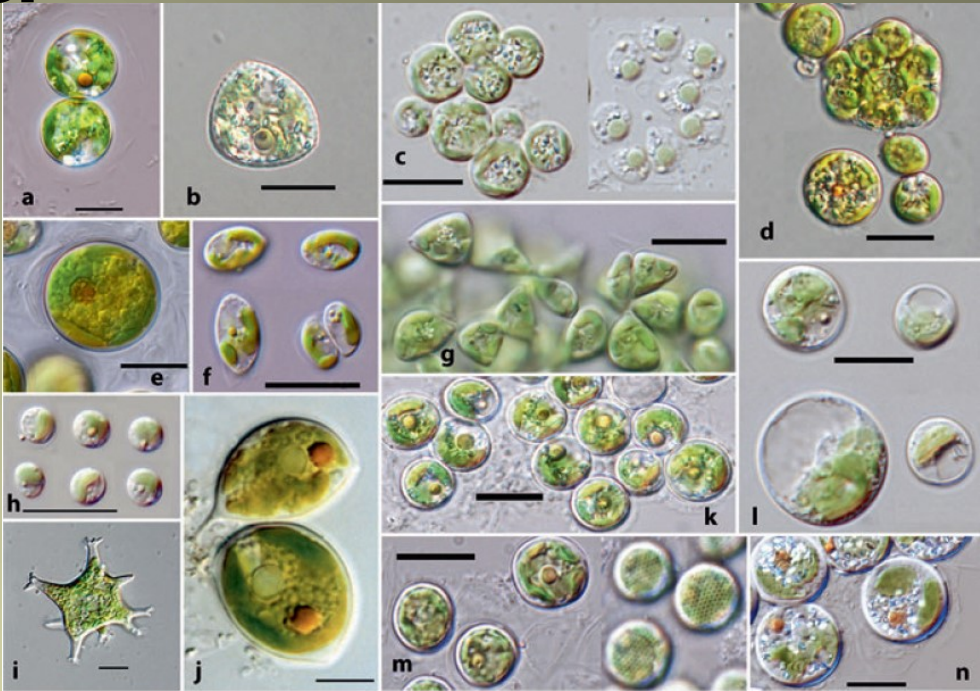
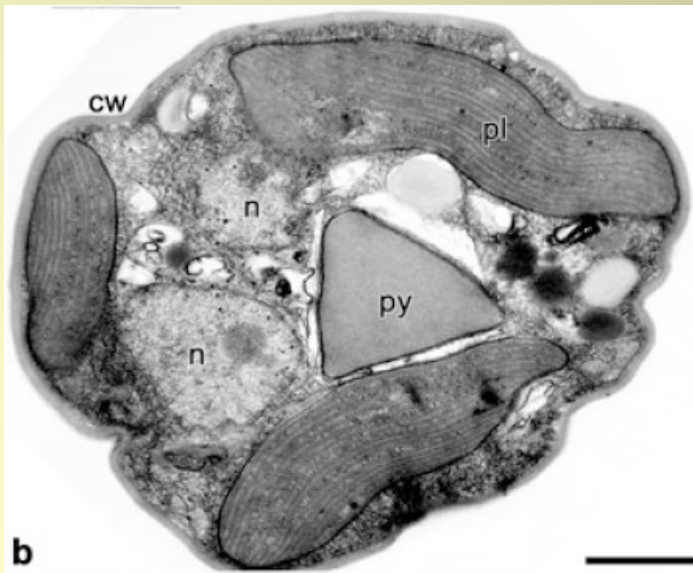
SAR

Stramenopiles=Heterokontophyta

Eustigmatophyceae



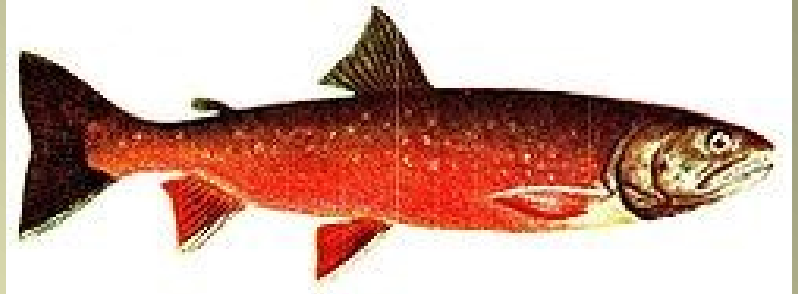
Vischeria



nemají chlorofyl *c*



Nannochloropsis/Microchloropsis – mořský rod



Eustigmatophyceae -
komerční zdroj EPA

(kys. eikosapentenová = omega 3)

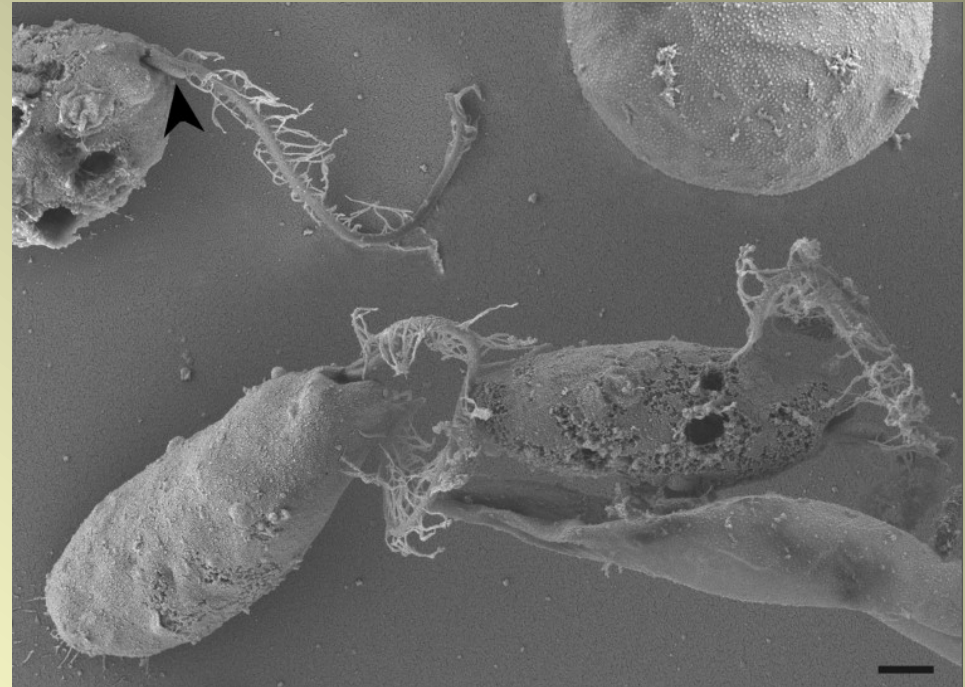
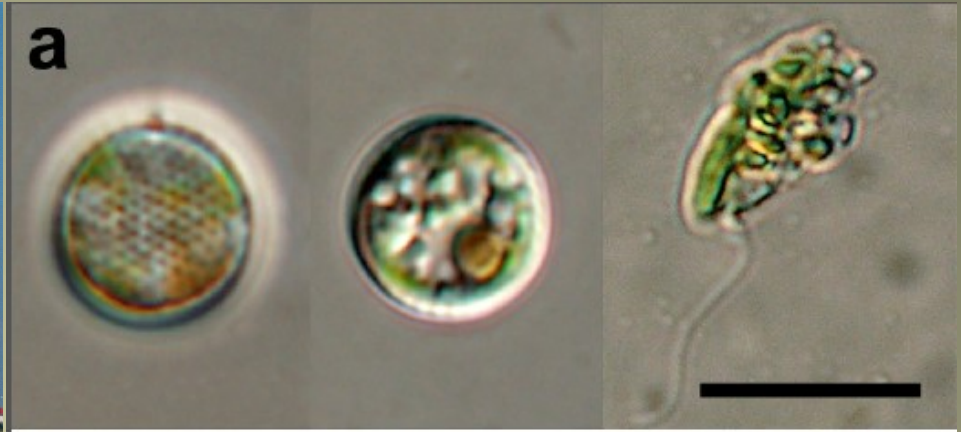
snižuje tlak, potlačuje příznaky schizofrenie

Mikroorganismy - velmi bohatý a dosud
neprozkoumaný zdroj biologicky aktivních látek.



izolován z chladicí věže
jaderné elektrárny Temelín

biotechnologicky významný
zdroj EPA (tvoří 35% MK)



Kde v systému se nacházíme?

Eukaryota

SAR

Stramenopiles

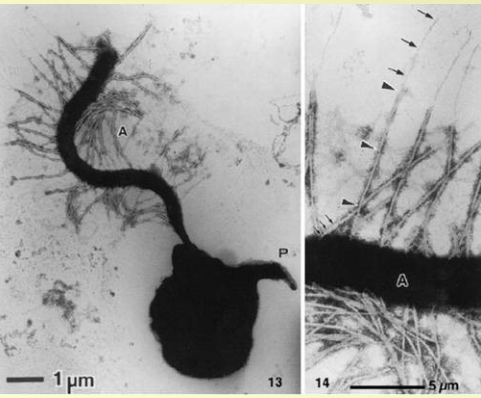
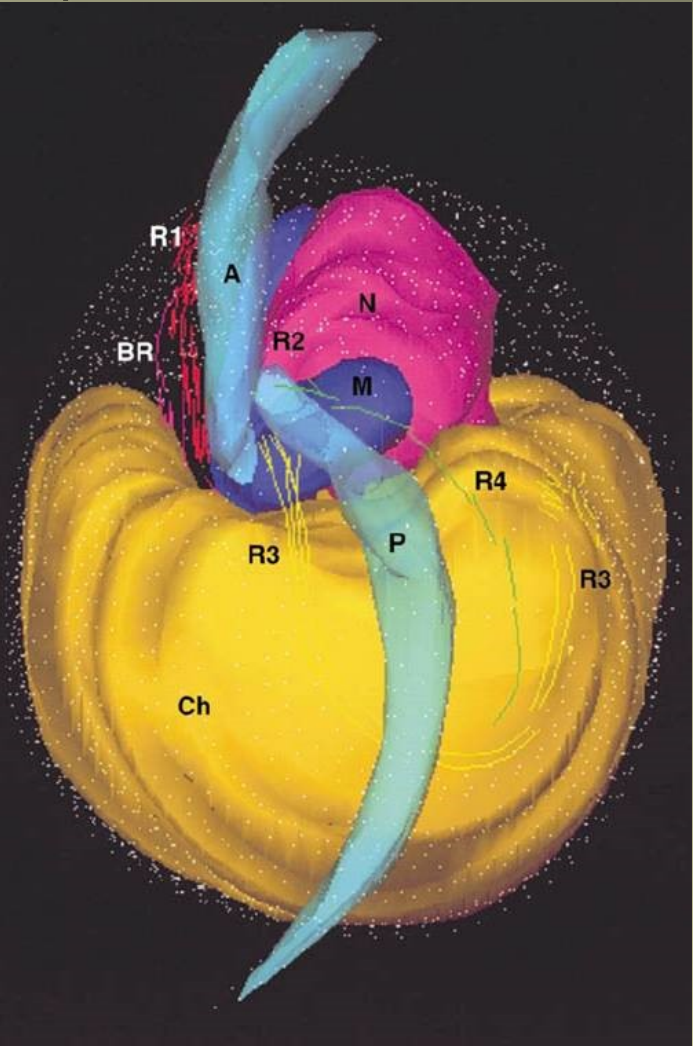
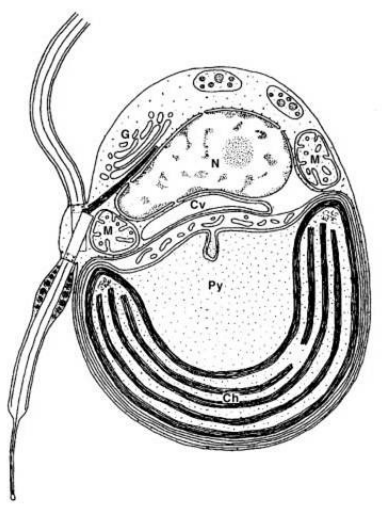
Pinguiophyceae



PUFA
EPA

pingue = tuk, omastek
2002 – 5 rodů

Papua Nová Guinea



oceánický plankton

Carolina Island



Phaeomonas – bičíkovec, 2 bičíky (heterokontní)

Kde v systému se nacházíme?

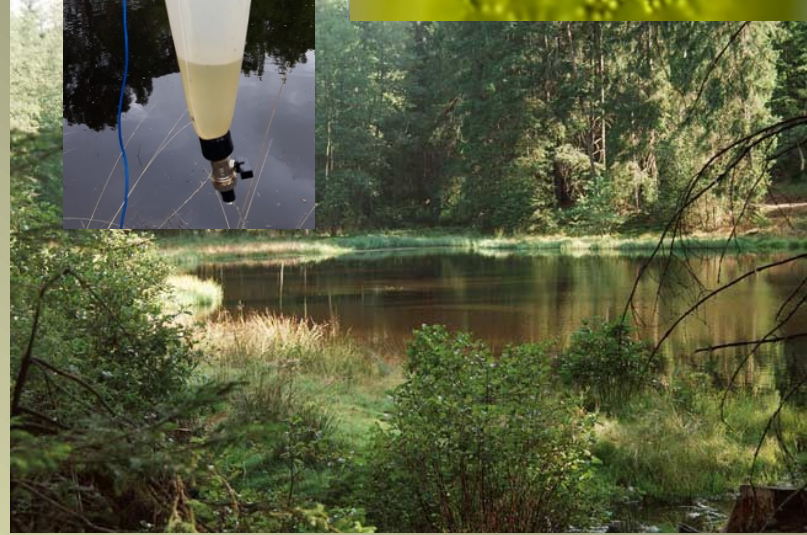
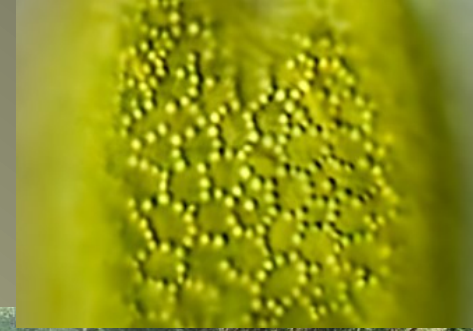
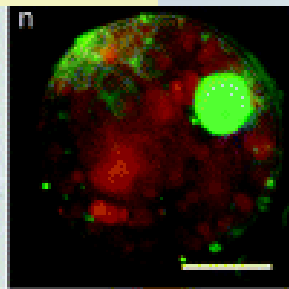
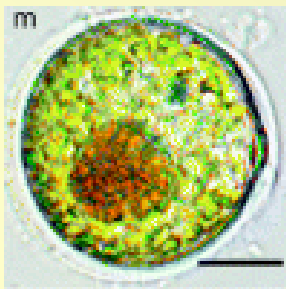
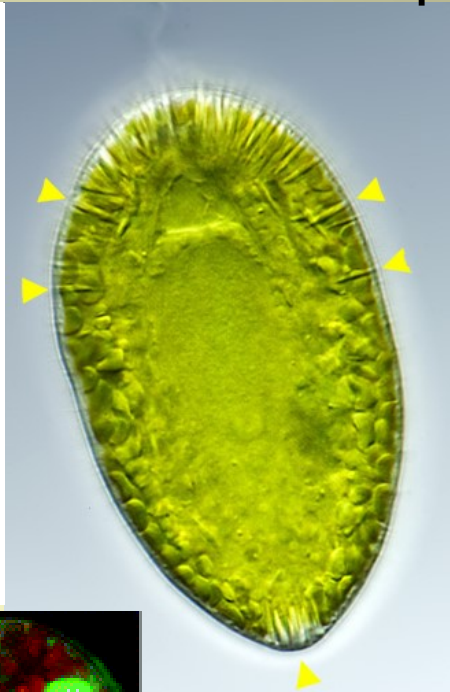
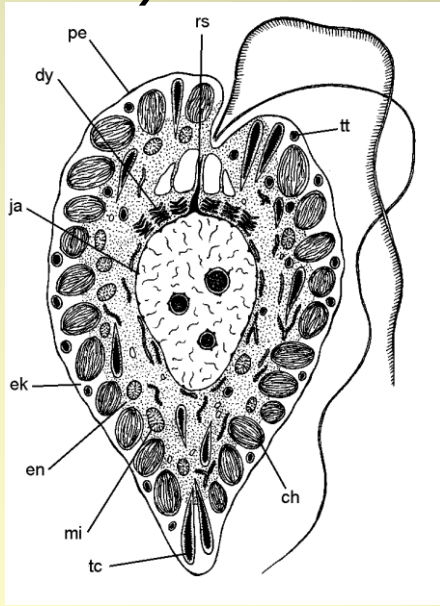
Eukaryota

SAR

Stramenopiles

Raphidophyceae (chloromonády)

Gonyostomum semen 50-100µm



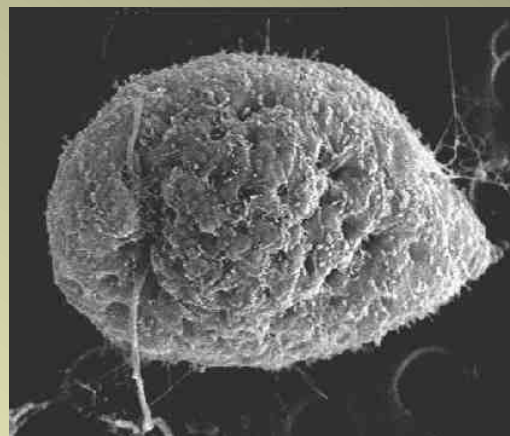
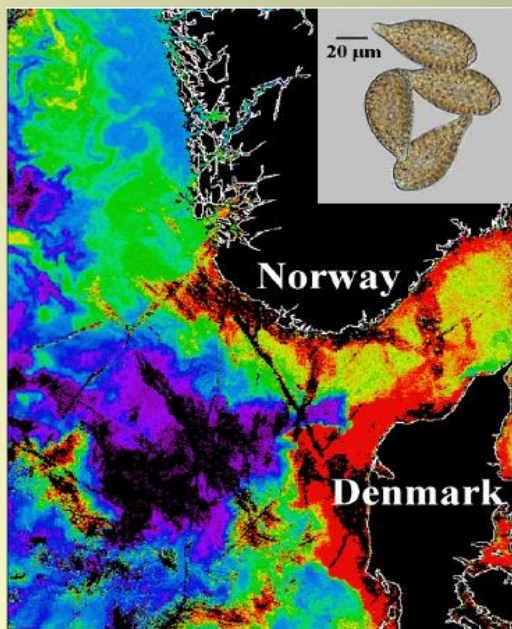
jezera a rybníky bohaté na huminové kyseliny, invazivní

Daphnia magna
– jeden z mála predátorů



trichocysty – lyze okolních buněk, toxiny, mixotrofie, odpočívající cysty, „čtou“ infomolekuly predátorů

Chloromonády - vodní květy v moři



Chattonella



Heterosigma



říční delty, brakické vody – snáší i nižší salinitu, mělké příbřežní vody, mixotrofie, brevetoxiny

germinace odpočívajících cyst indukována teplotou

virus (HaV01) testován jako biologická zbraň proti vodnímu květu *H. akashiwo* (Nagasaki, 1999)



Skagerrak, květen 1998



Kde v systému se nacházíme?

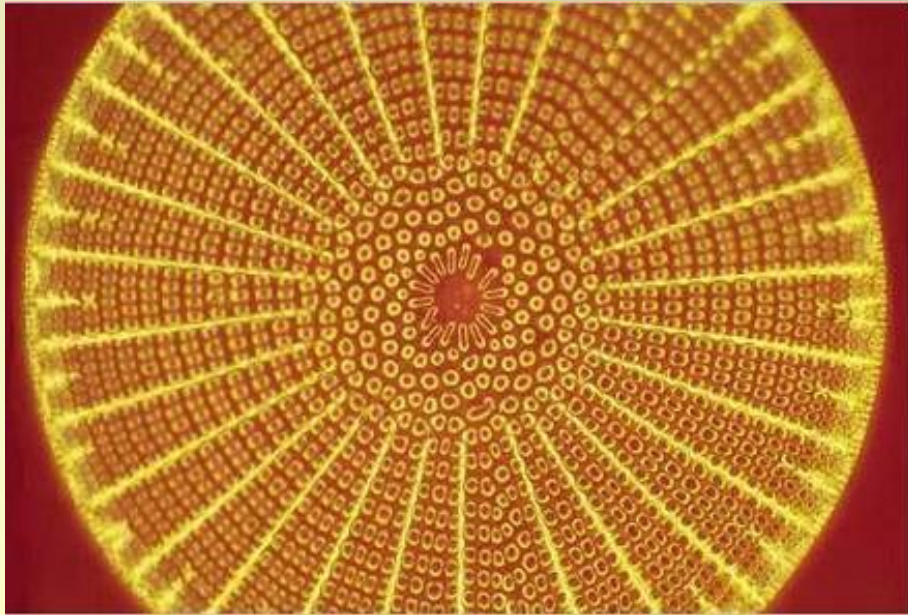
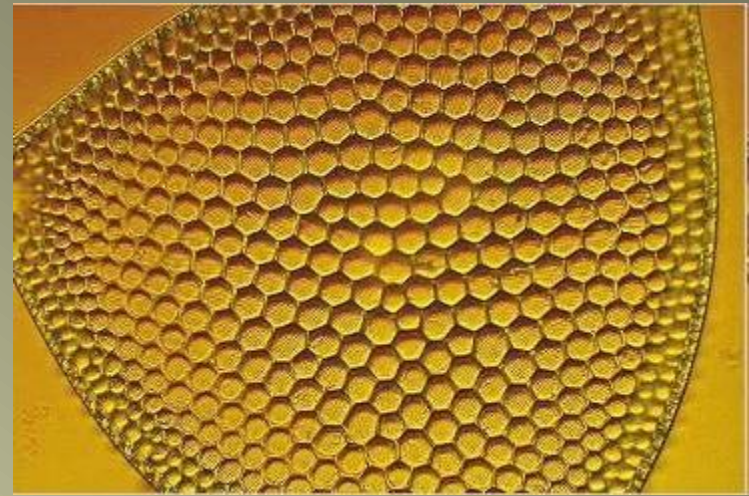
Eukaryota

SAR

Stramenopiles

Bacillariophyceae

rozsivky



centrické a penátní typy





obrovská diverzita tvarů
schránek

řádově 100 000 druhů

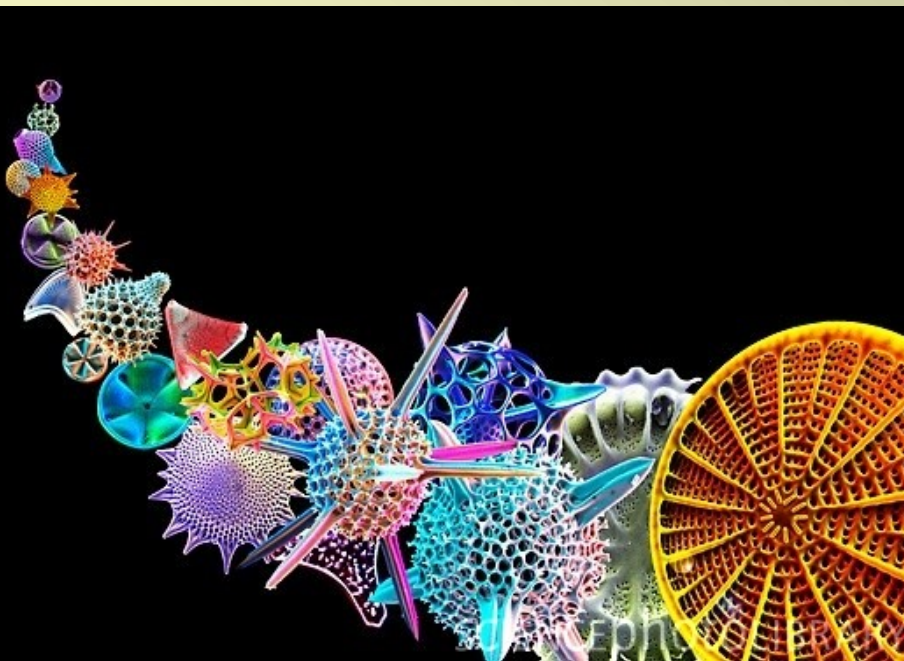
všudypřítomné

hlavní součástí mořského
fytoplanktonu – koloběh Si

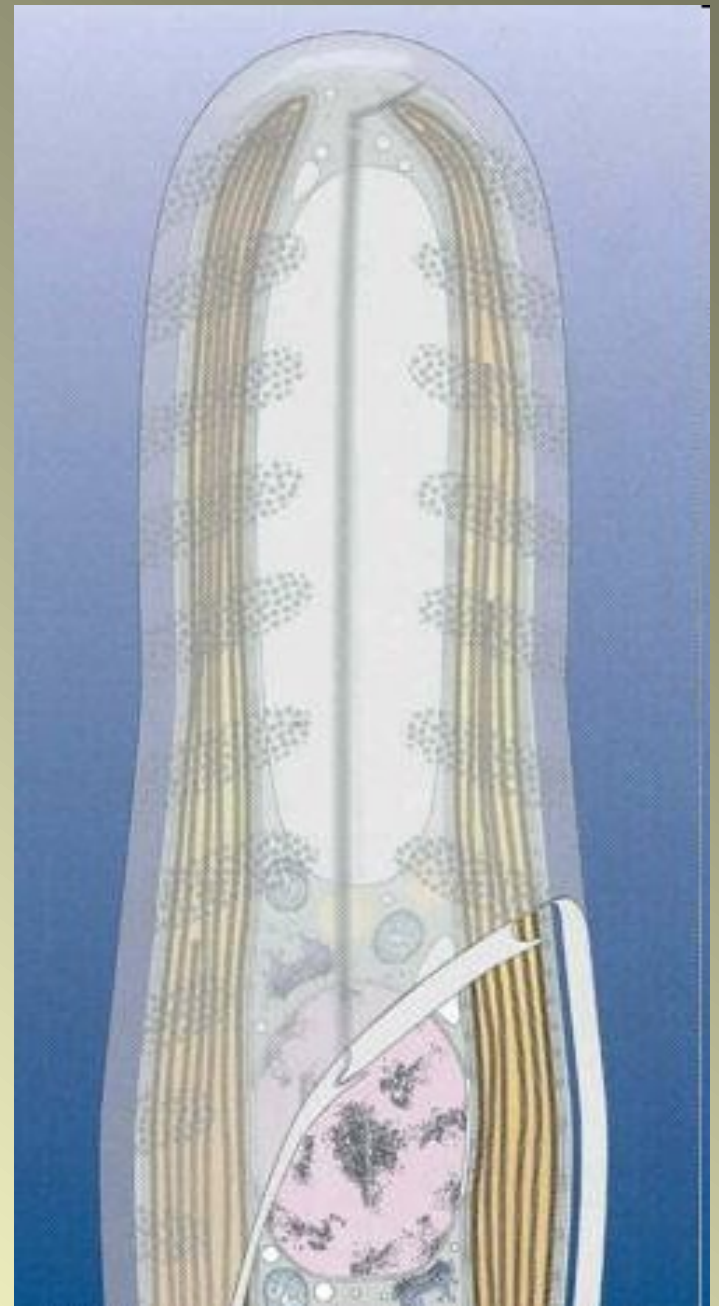
fosilní nálezy: centrické –
starší křída (120 mil. let)
penátní (70 mil. let)



fascinace tvarem frustul pol. 19.st.



fascinace tvarem frustul dnes

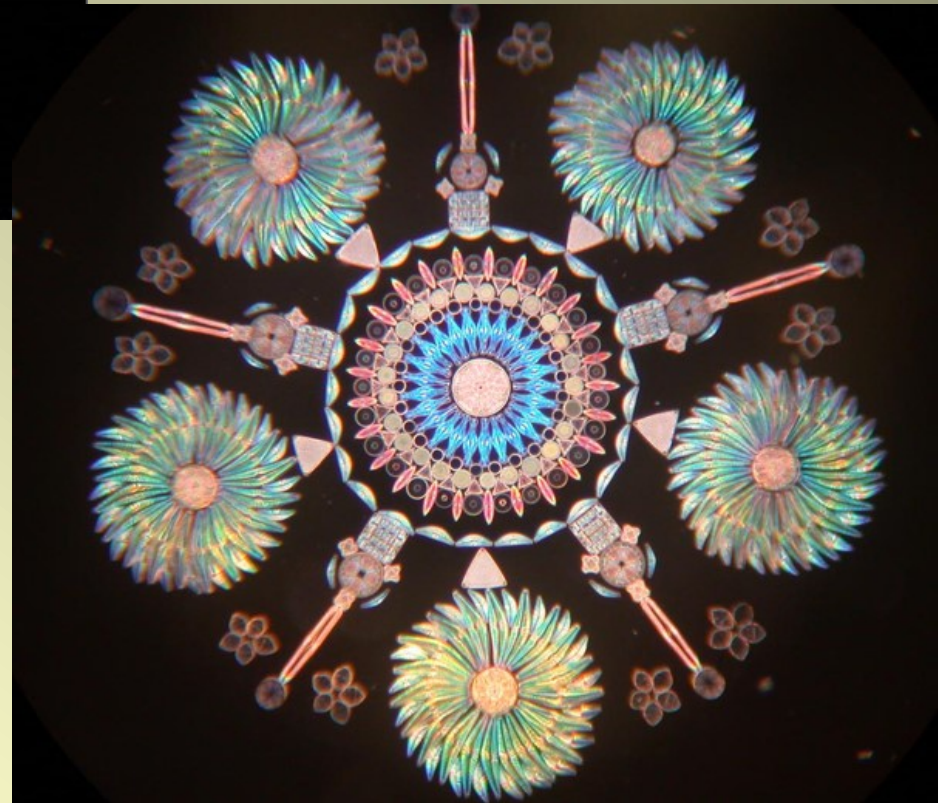


Pinnularia



Copy of image posted at
diatoms.co.uk.iom (Isle of Man, UK)

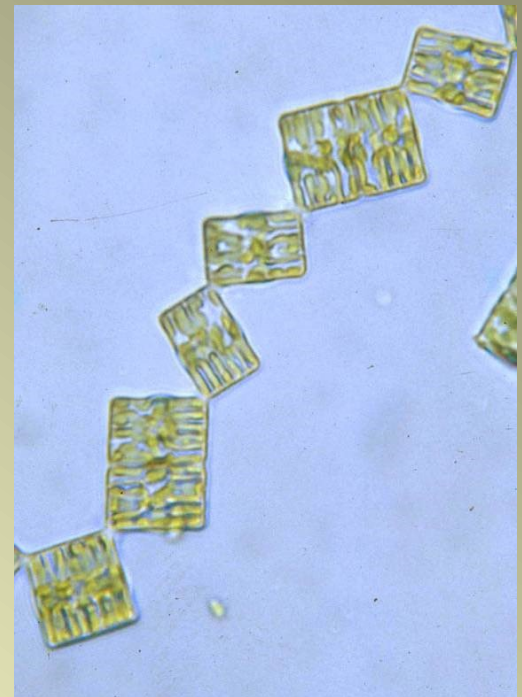
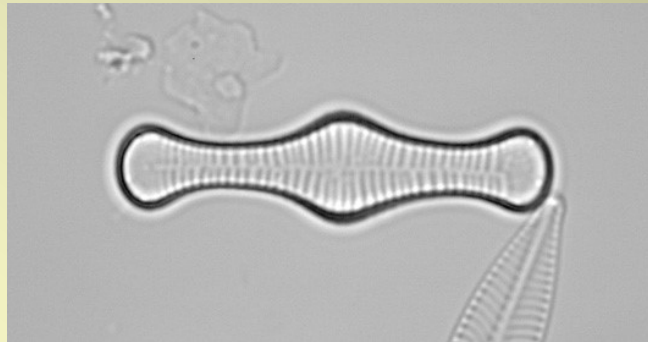
Described as containing butterfly scales and
diatoms by Du Boistesselin, micromanipulator, 18th
Century, Paris, France.



Kdo objevil rozsivky?

1703, neznámý autor zaslal článek Royal Society of London, který byl publikován v časopise Philosophical Transactions.

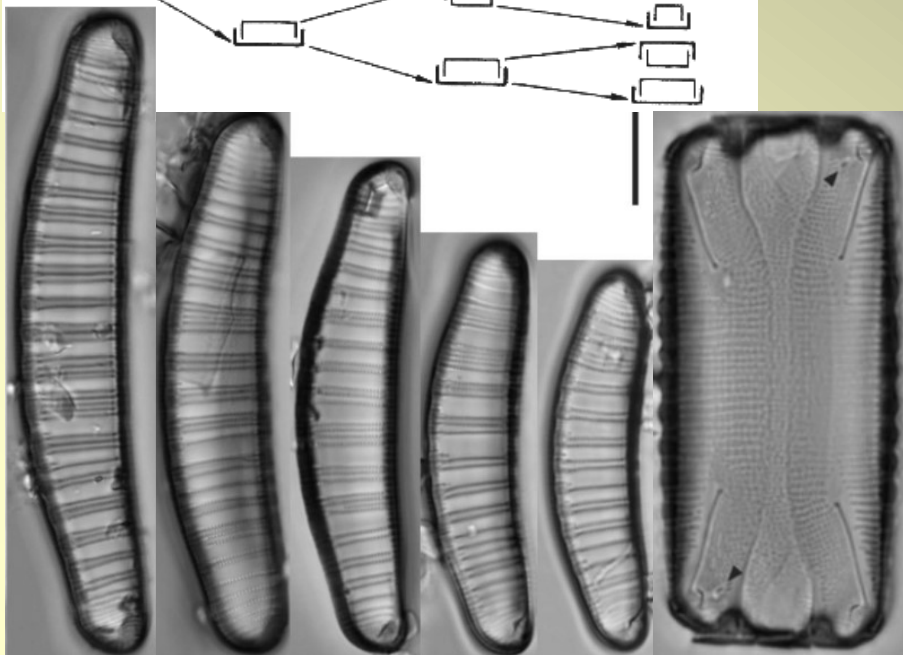
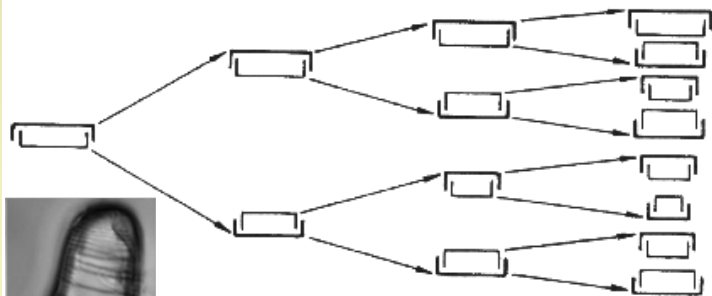
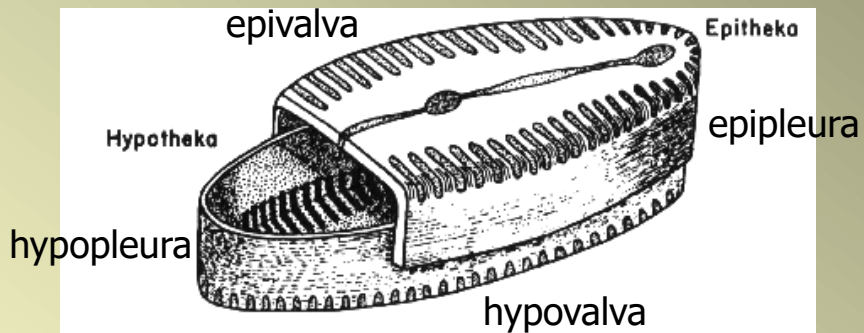
Tabellaria



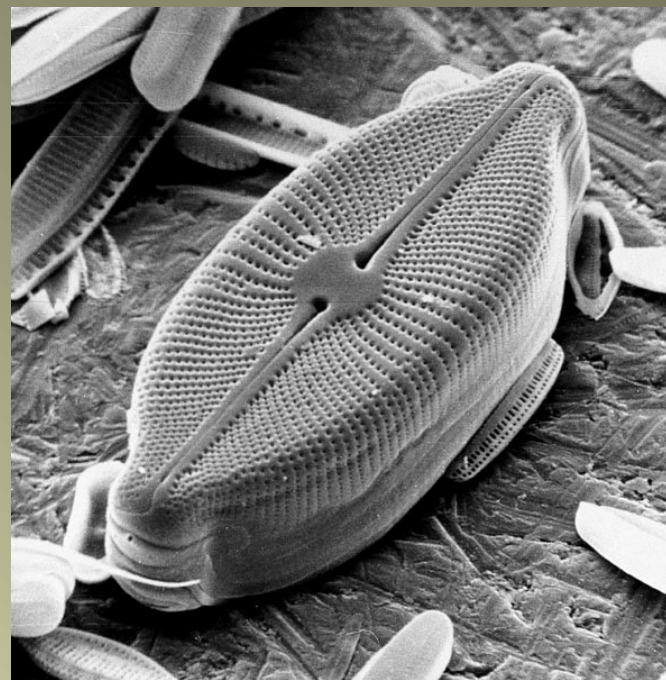
The image is © [The Royal Society](#)

Antonie van Leeuwenhoek cca 1600 – zcela jistě rozsivky viděl

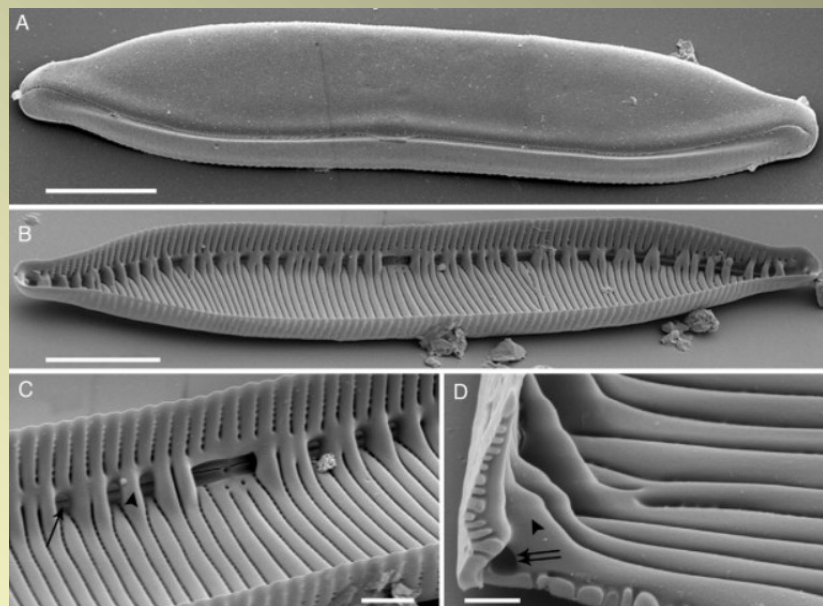
životní cyklus, stavba schránky - frustuly



pleurální a valvární pohled *Epithemia*



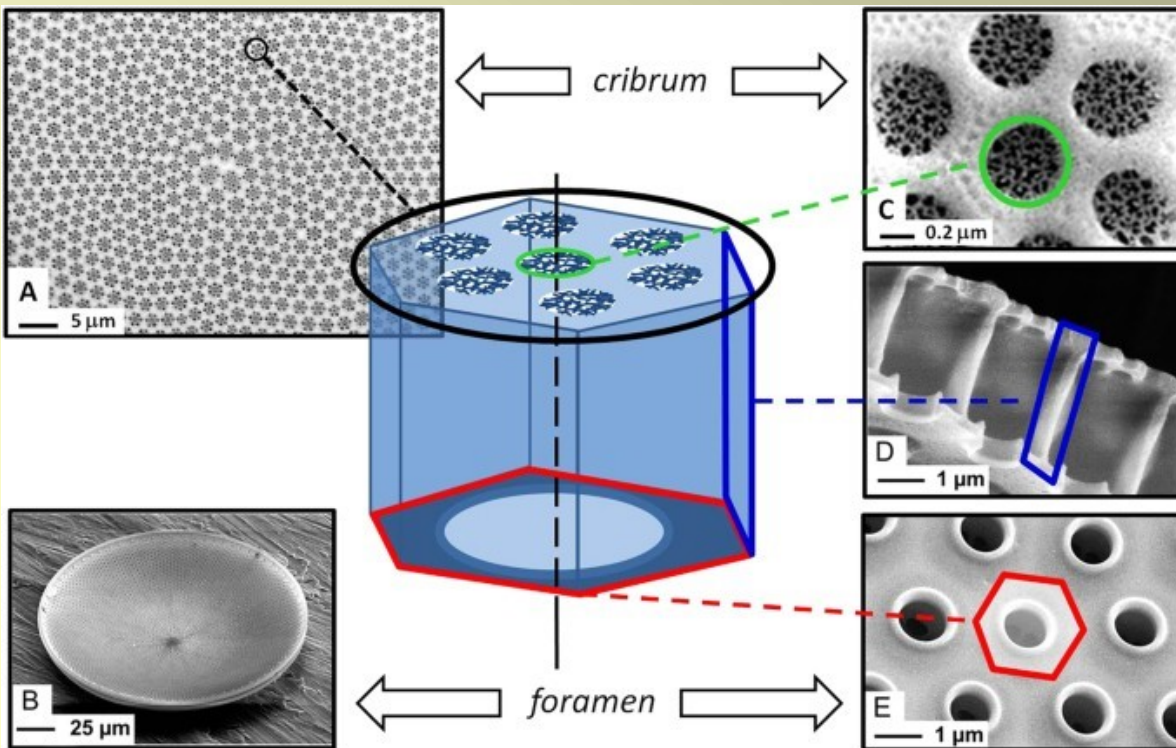
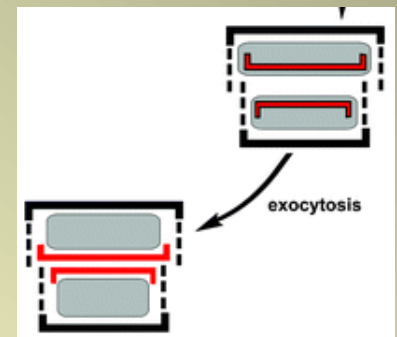
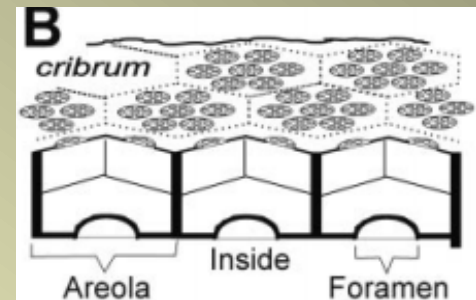
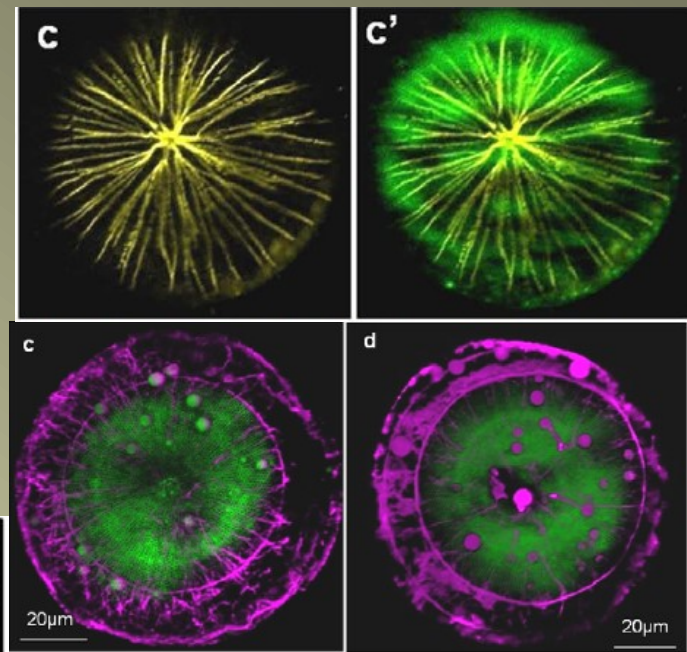
raphe



Hantzschia -raphe

tvorba schránky – silikon depozitní váčky (SDV)
obalený silikalemou (membrána podobná PM)

účast cytoskeletu: mikrotubuly – žlutě; aktin
(fialová)
nově ukládaný Si (zelená)

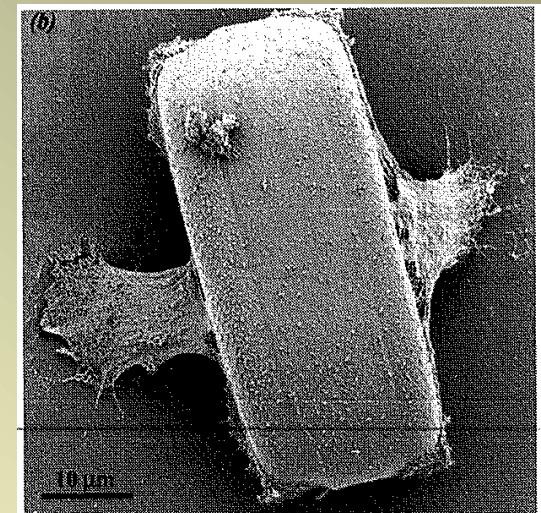
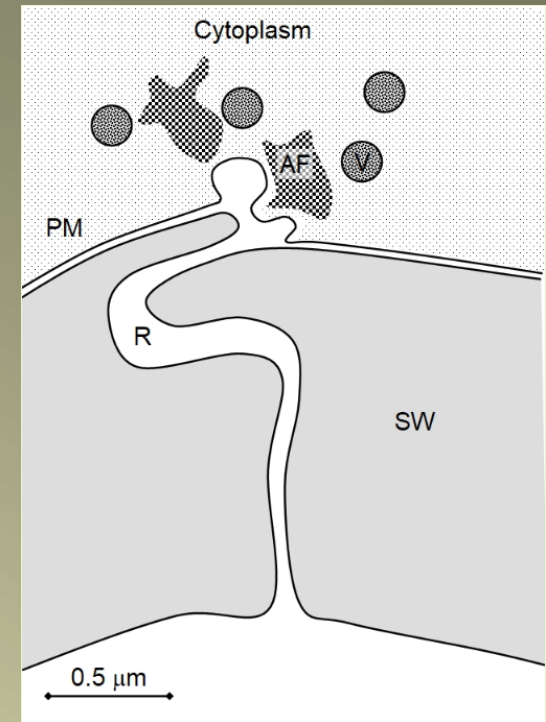
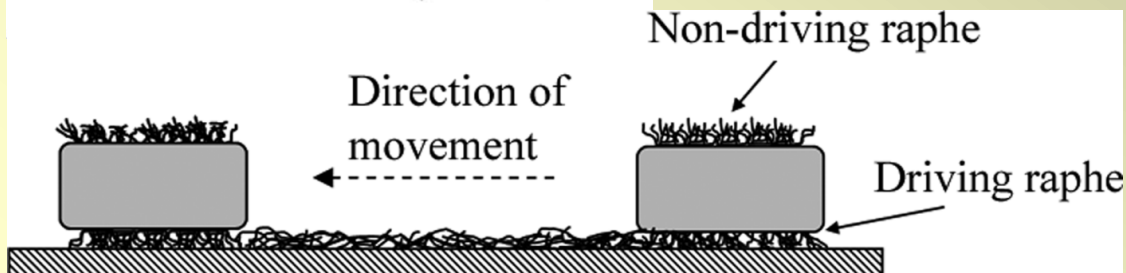
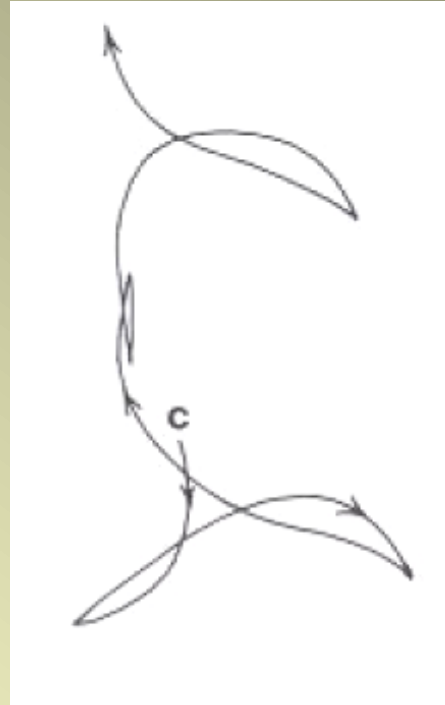
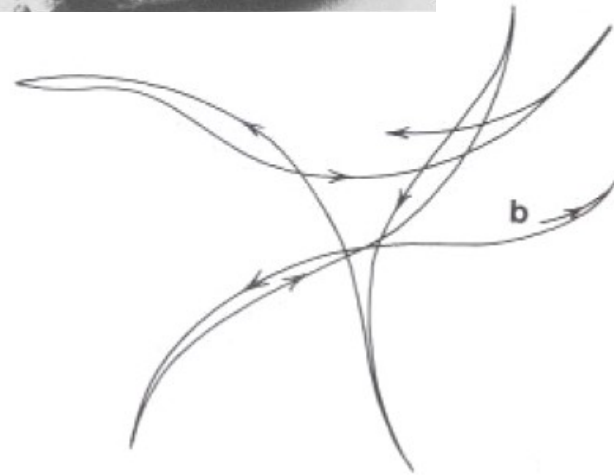
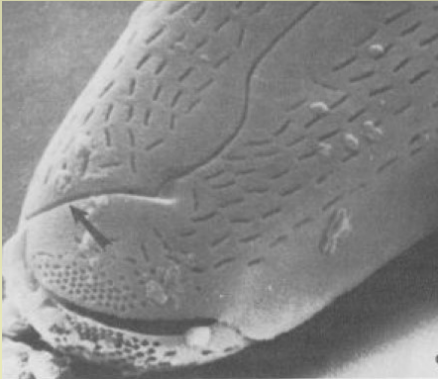


funkce frustuly

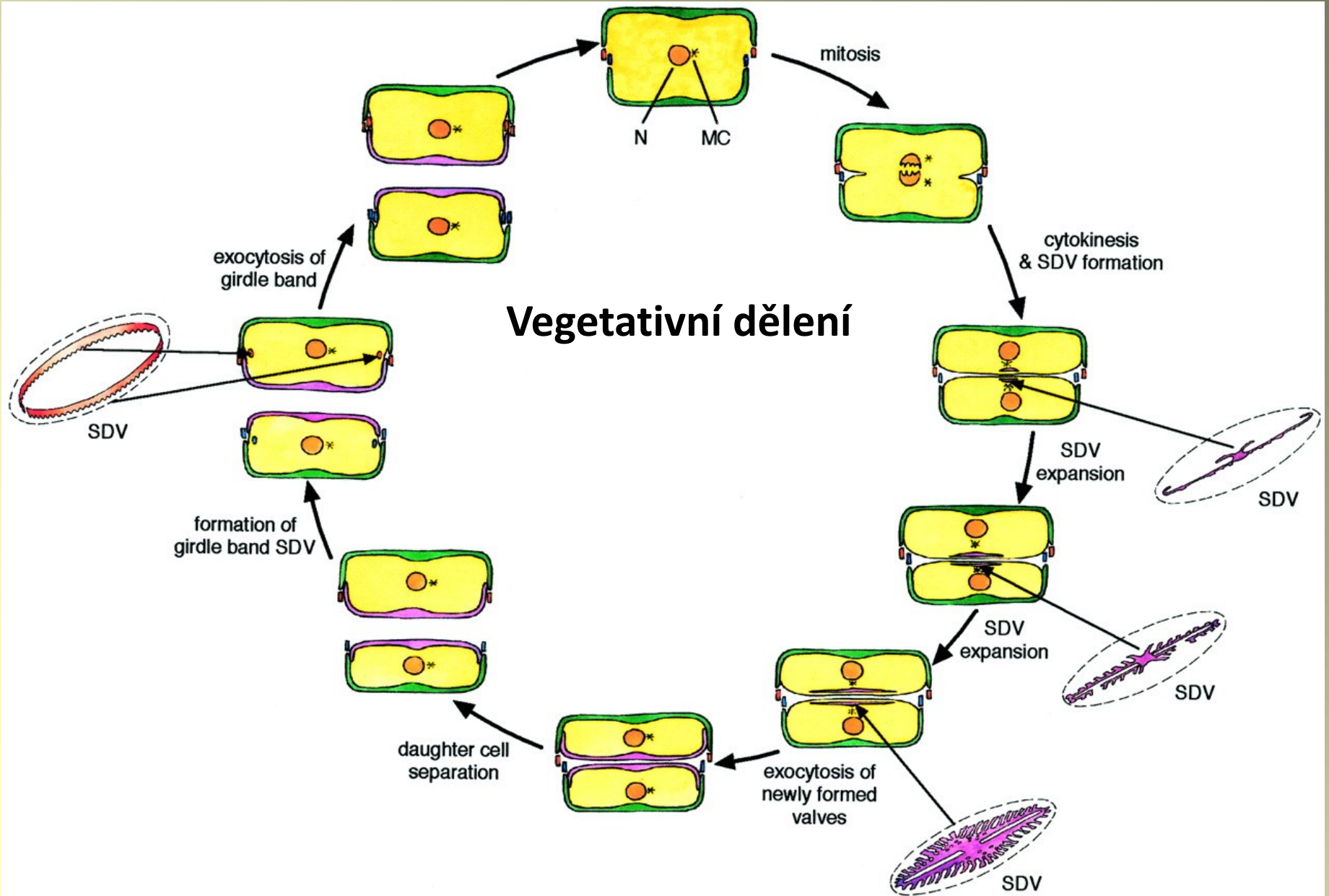
silikalema se stane novou plasmalemou

Aktivní pohyb – vylučování slizu raphe

raphe - na obou valvách, na jedné, zkrácené nebo zcela chybí



Vegetativní rozmnožování

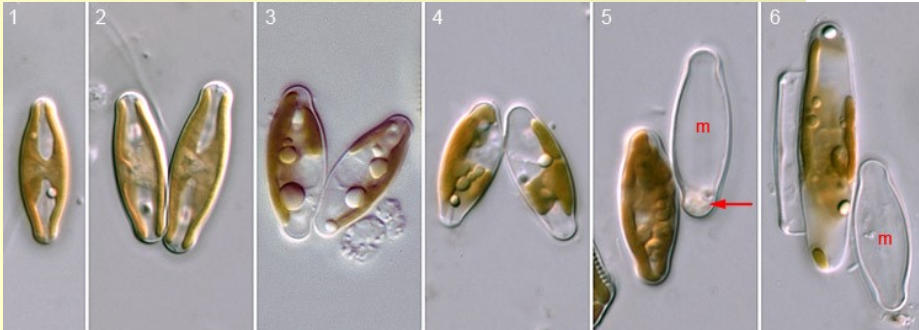
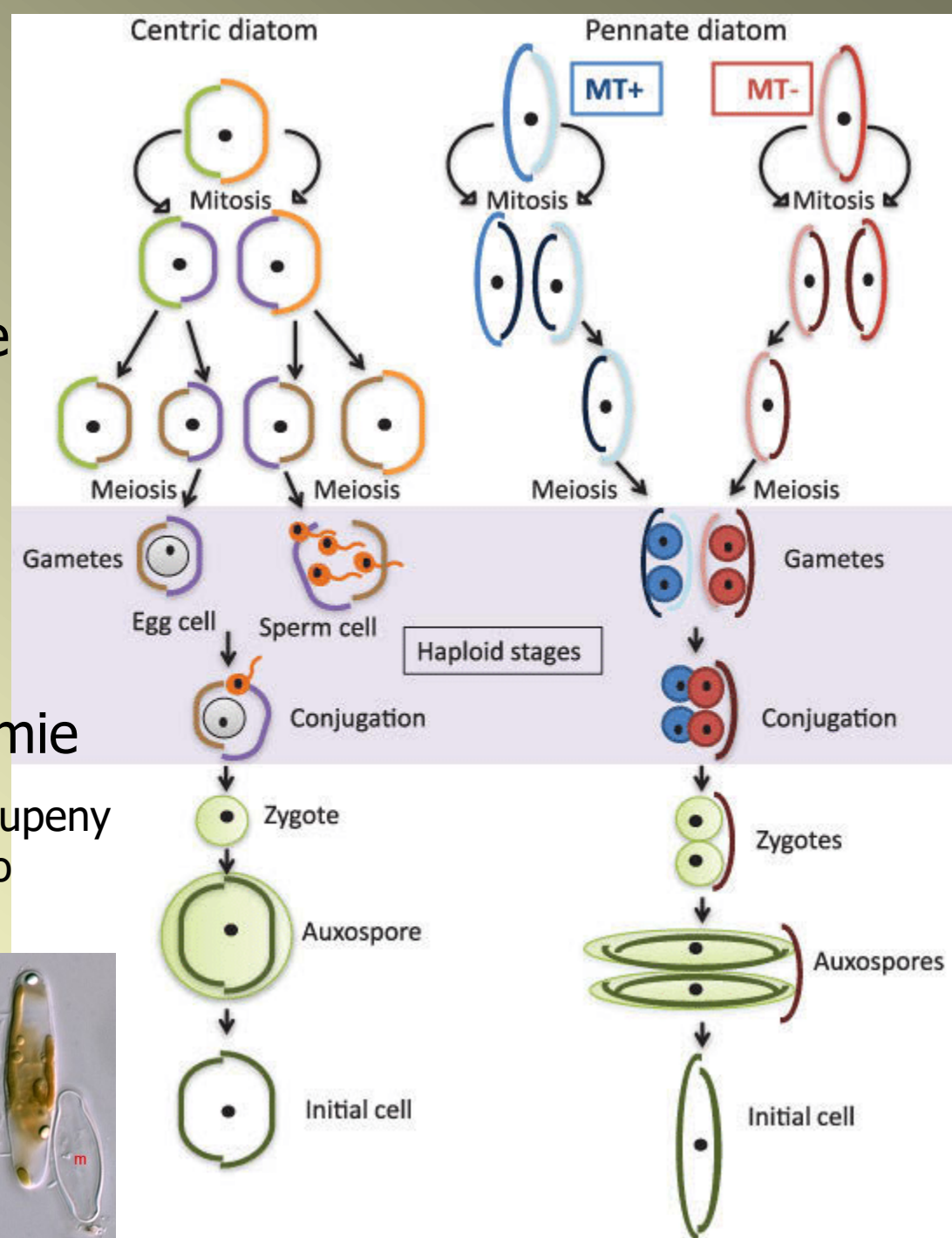


Generativní =
pohlavní
rozmnožování

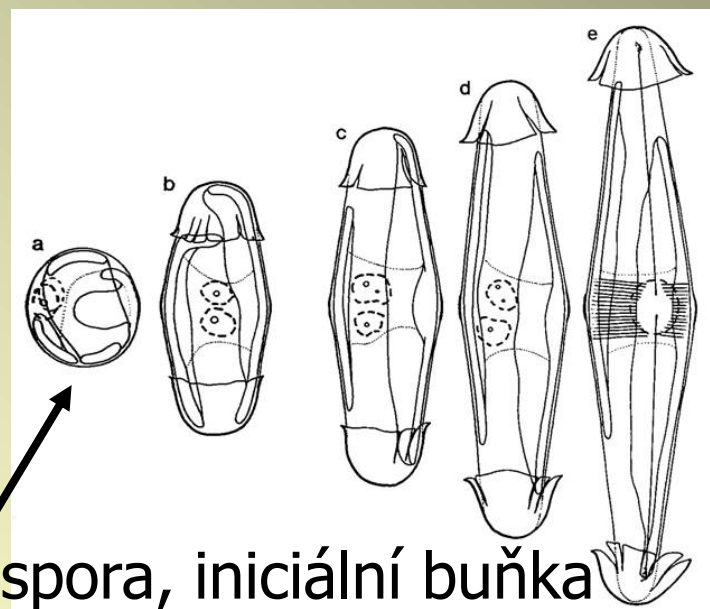
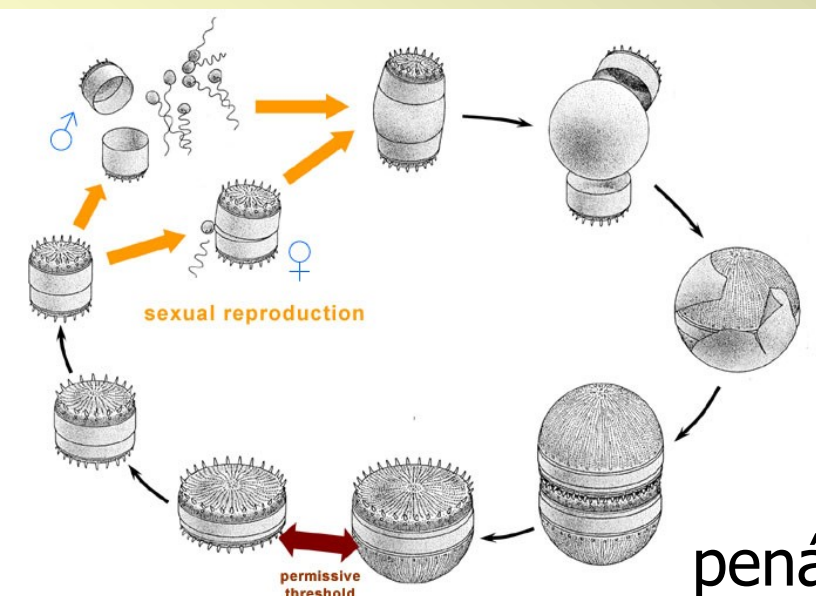
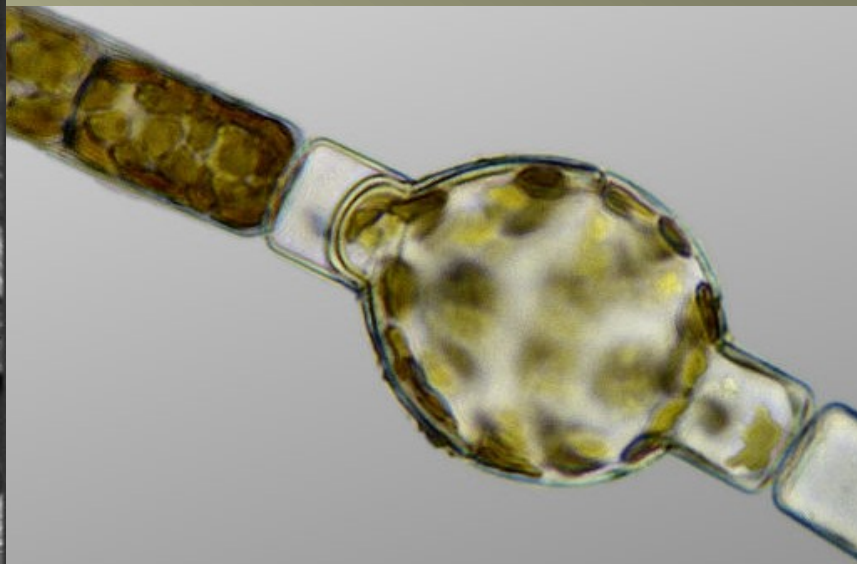
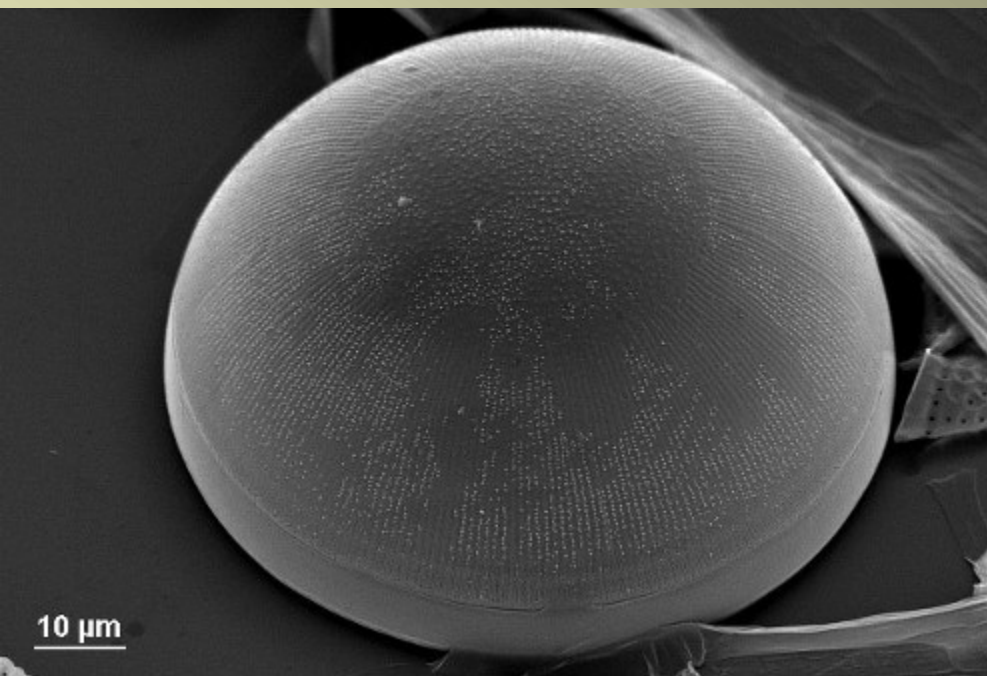
centrické rozsivky: oogamie

penátních rozsivky – izogamie

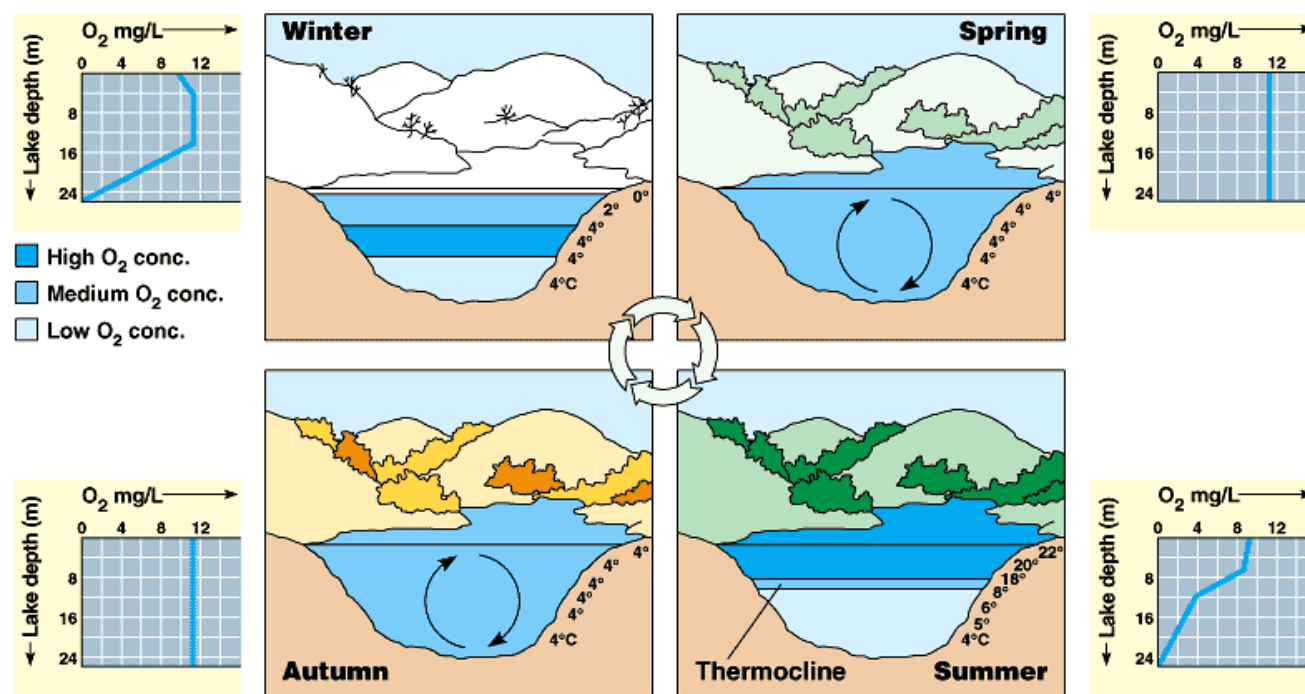
+ a – gamety nejsou v přírodě zastoupeny
rovnoměrně, hledat pohlavně zralého
jedince



centrické - auxospora, iniciální buňka



penátní - auxospora, iniciální buňka



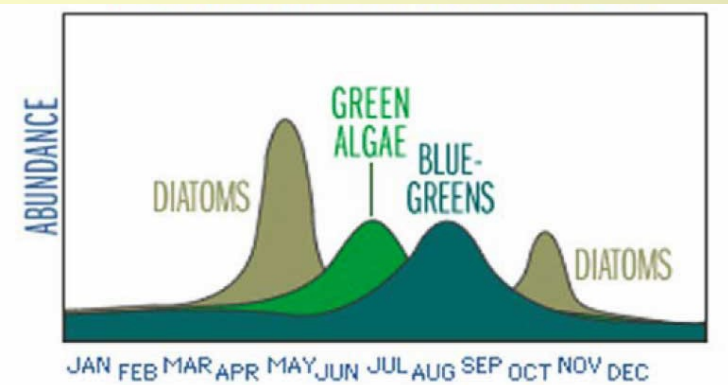
teplotní
stratifikace
temperátních
jezer

jarní a podzimní
maxima výskytu
rozsivek

r-stratégové

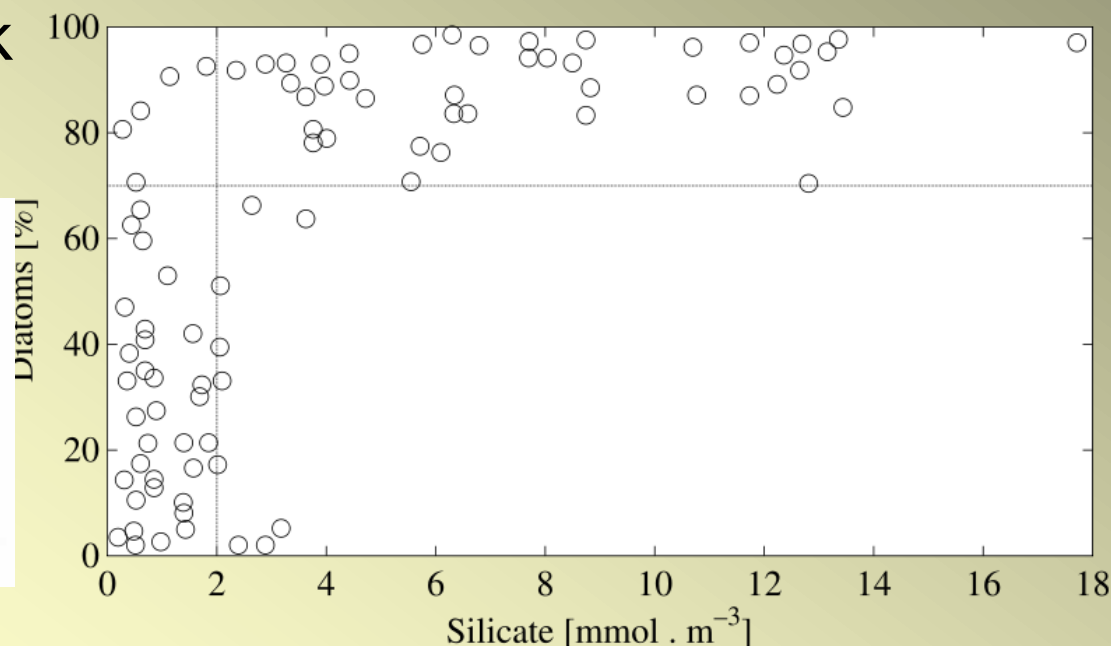
Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

dominance rozsivek
a dostupný křemík

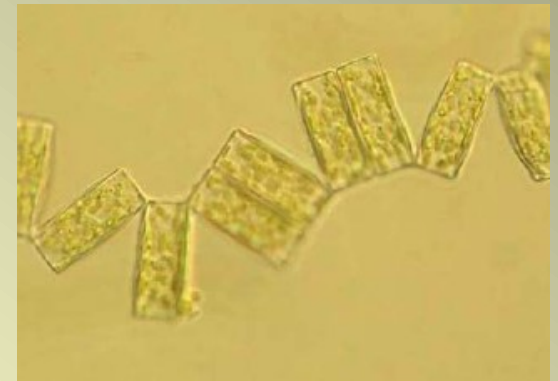
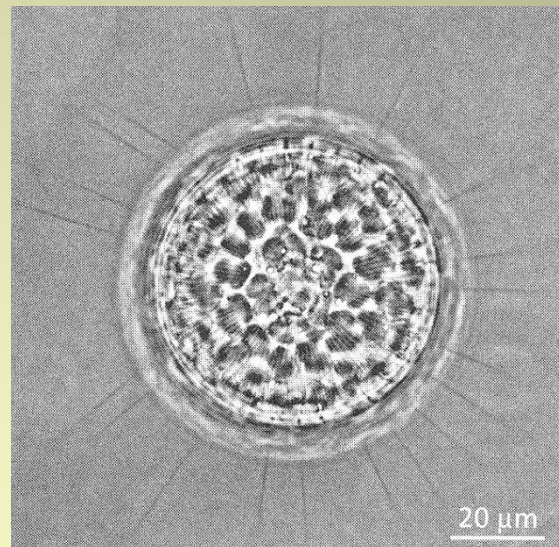
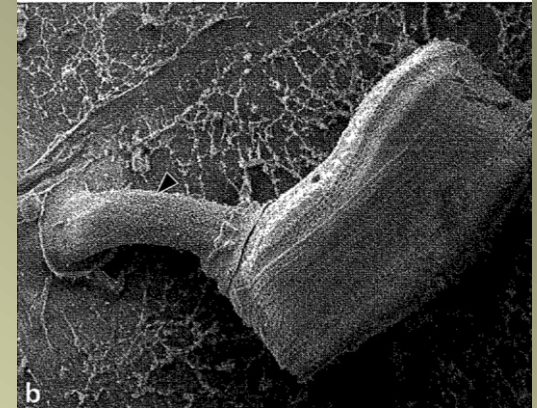
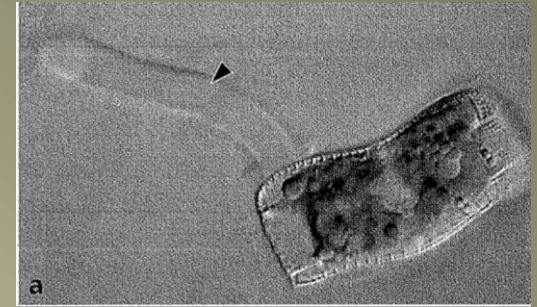
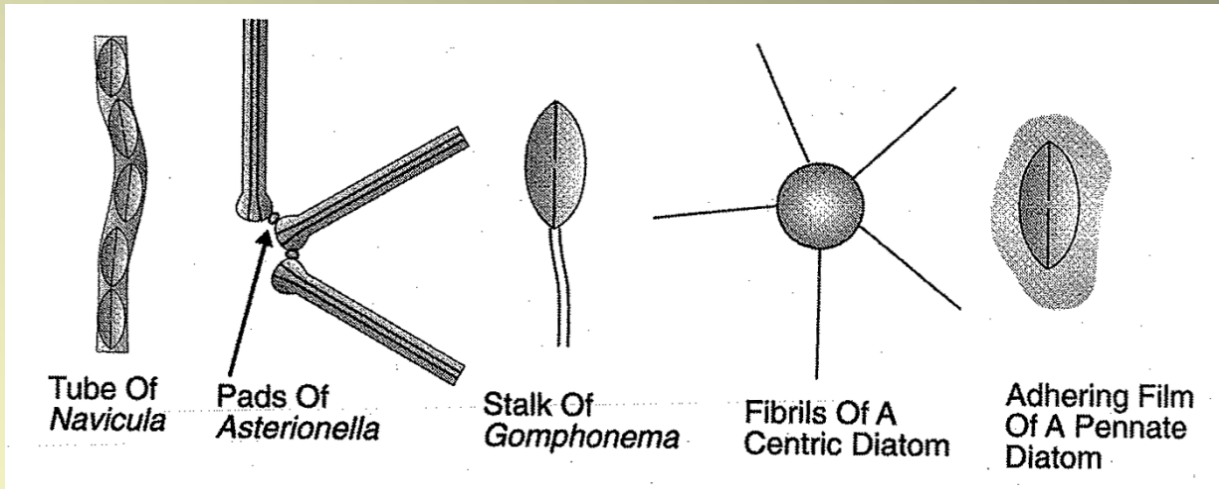


proč jsou úspěšné?

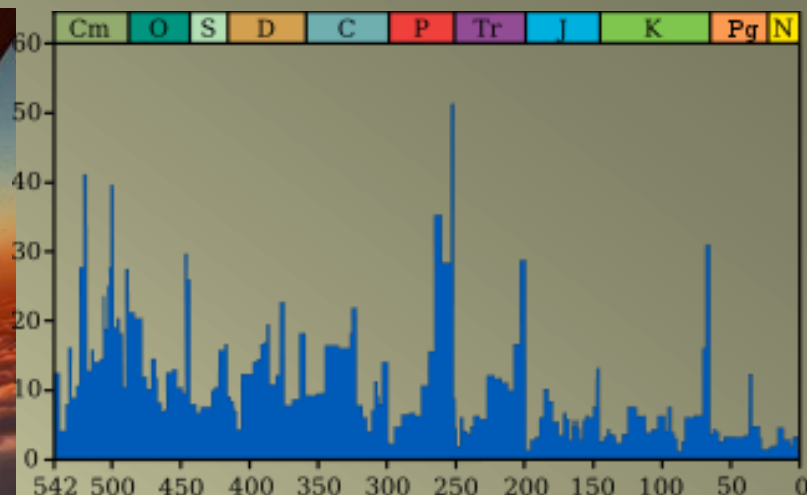
Diatoms vs. Silicate



Adaptace k různým typům prostředí

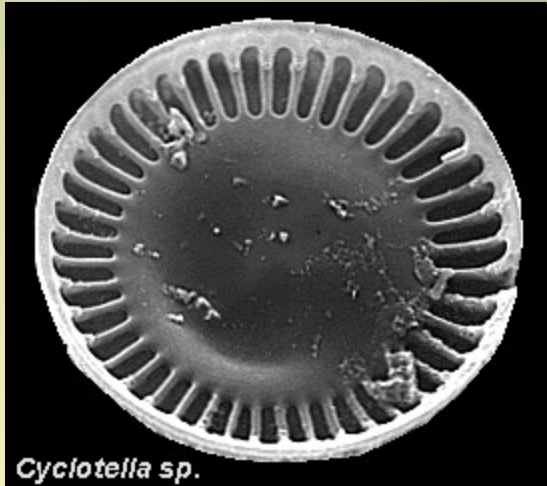


ECM extracelulární matrix

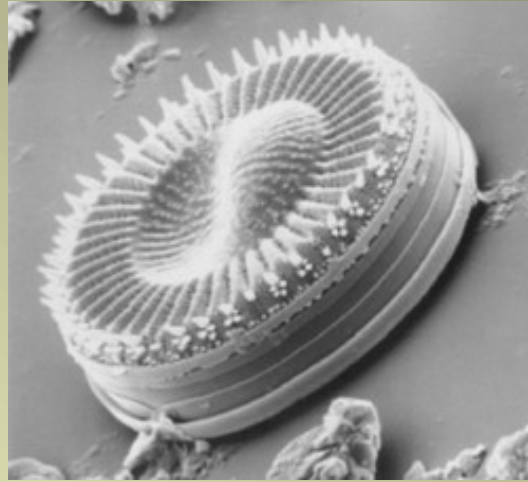


- nejstarší centrické rozsivky - starší křída (120 mil. let);
- nejstarší penátní rozsivky – 70 mil. let
- extinkce na konci Permu před 250 mil. let (vyhynulo 96% mořských druhů – nové niky
- dominantní skupinou - od miocénu (cca 20 mil. let);
- bioindikační význam - vodohospodářství;
- kolik je na světě rozsivek - spory ohledně globální biodiverzity

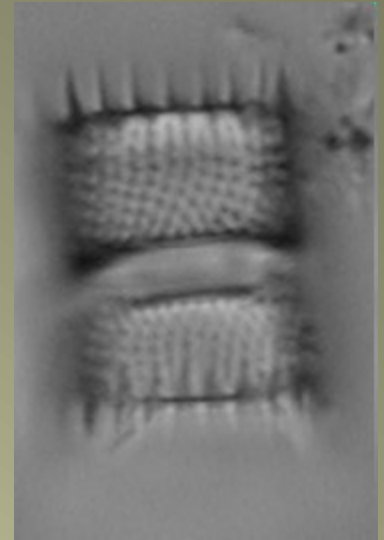
Cyclotella



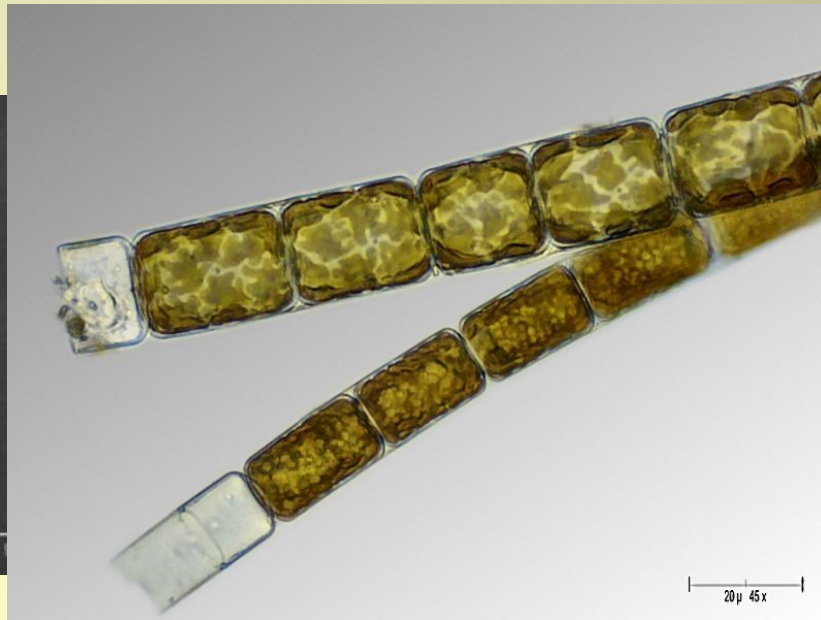
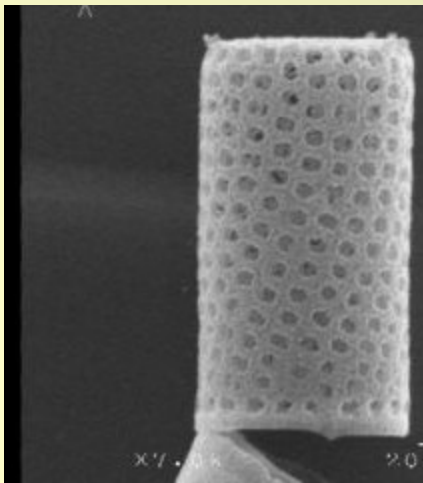
Stephanodiscus



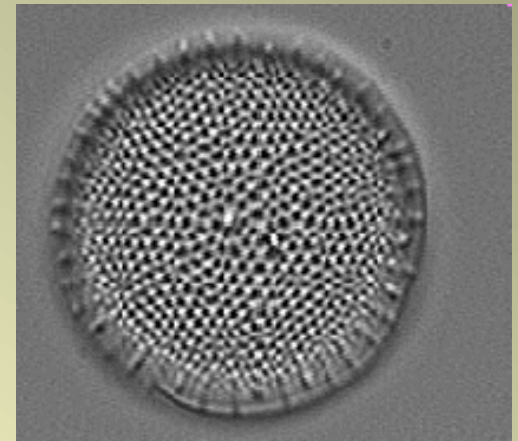
Aulacoseira



Melosira



Thalassiosira



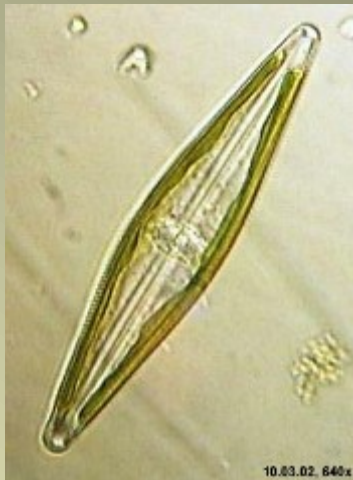
Pinnularia



2 raphe

Navicula

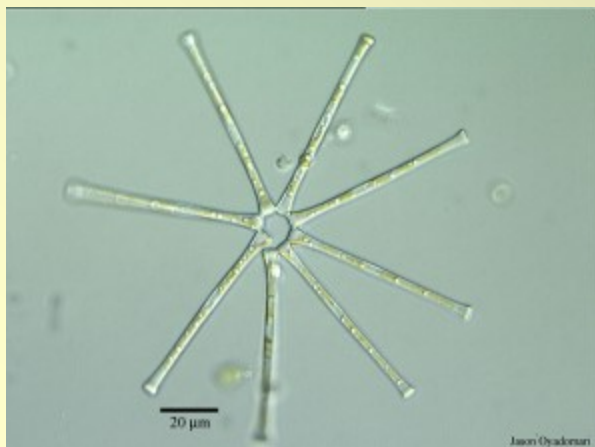
Loděňka



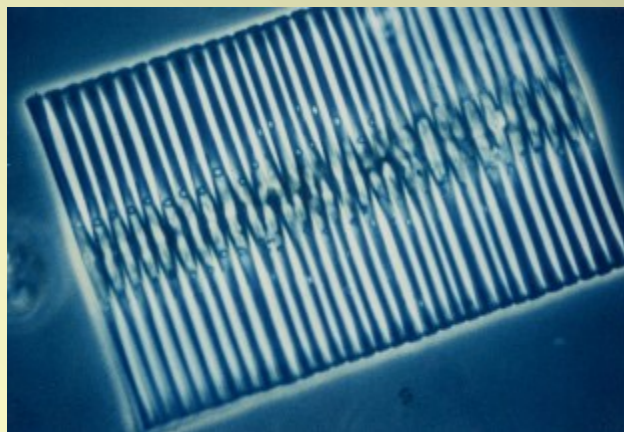
Cymbella



Asterionella



Fragillaria



Diatoma

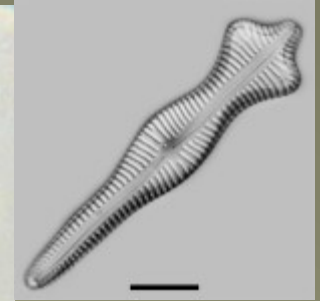
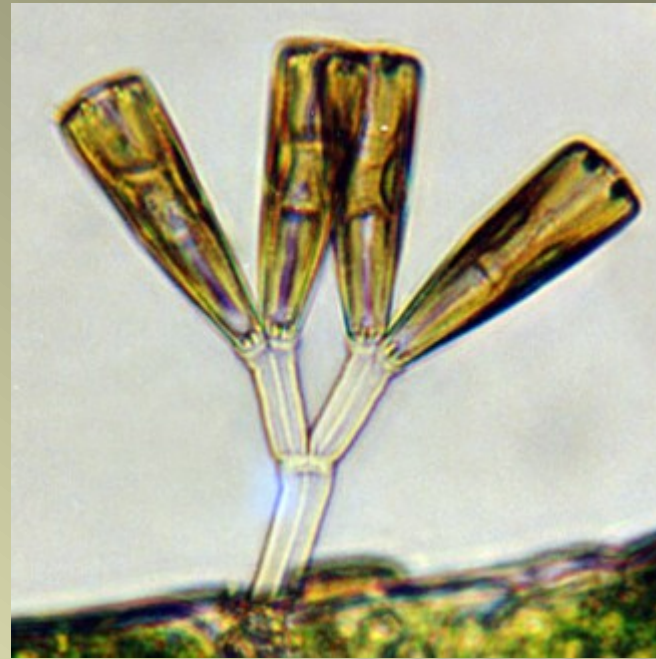


bez raphe

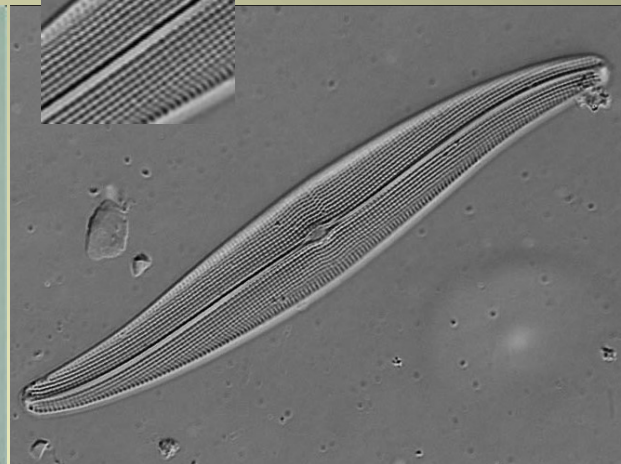
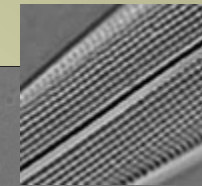
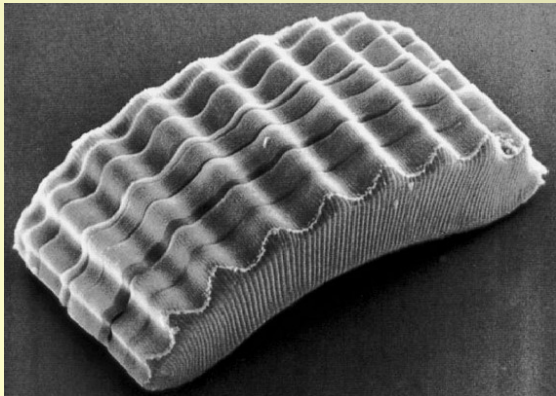
Eunotia



Gomphonema

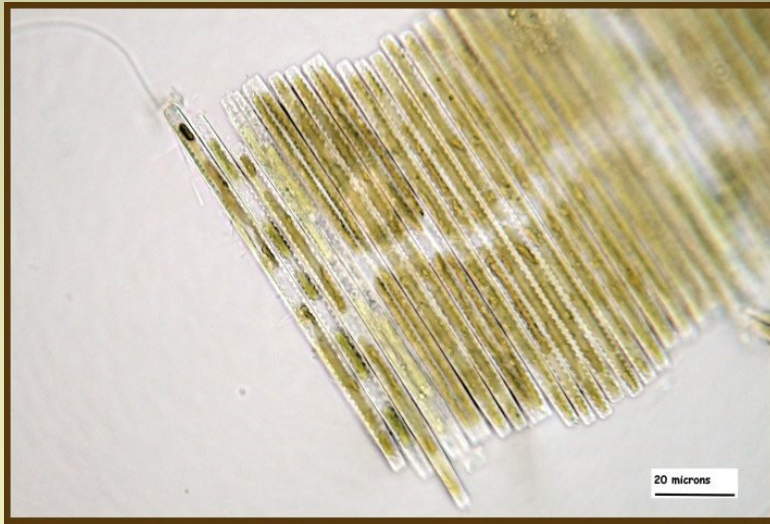


Gyrosigma

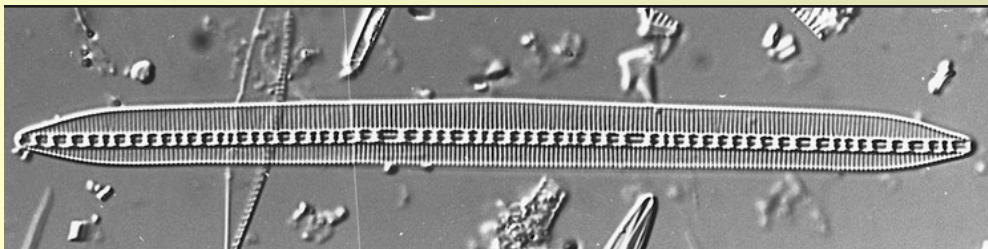


15:00

Bacillaria paxillifer



frustuly po sobě vzájemně kloužou
(zářez a žebro na přilehlých raphe)
„natahování“ kolonie tak, že se sousedící
frustuly překrývají jen na $\frac{1}{4}$ délky



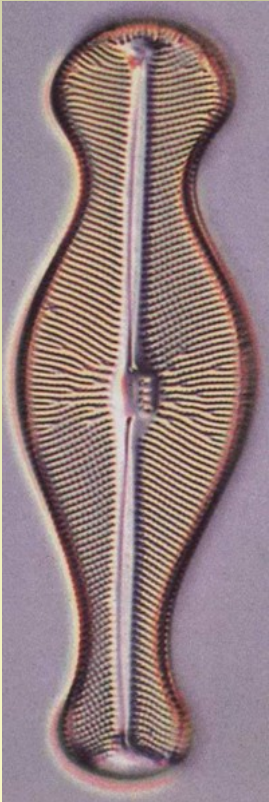
Didymosphenia geminata

invazní druh

<https://www.youtube.com/watch?v=Wcp719utyms>

Didymo around the globe

The map shows areas where scientists have confirmed the presence of *D. Geminata*, or "rock snot." Scientists warn that this algae, which fouls intake grates and may adversely affect fish populations, could spread to many parts of the globe.



nedostatek P

© BTh

YOUR BOAT MAY NOW BE CARRYING DIDYMO PLEASE CLEAN USING APPROVED METHODS



PROTECT OUR WATERS

Help stop the spread of Didymo and other aquatic pests



CHECK

Remove all obvious clumps from items that have been in the water.



CLEAN

Soak and scrub all items for at least one minute with any of the following:

- hot (60°C) water
- 2% solution of household bleach
- 5% solution of salt
- 2% solution is 200ml, a 5% solution is 500ml (two large cups), with water added to make 10 litres.
- 5% solution of nappy cleaner
- 5% solution of antiseptic hand cleaner
- 5% solution of dishwashing detergent



DRY

If cleaning is not practical, dry items completely and then leave for at least 48 hours.

www.biosecurity.govt.nz

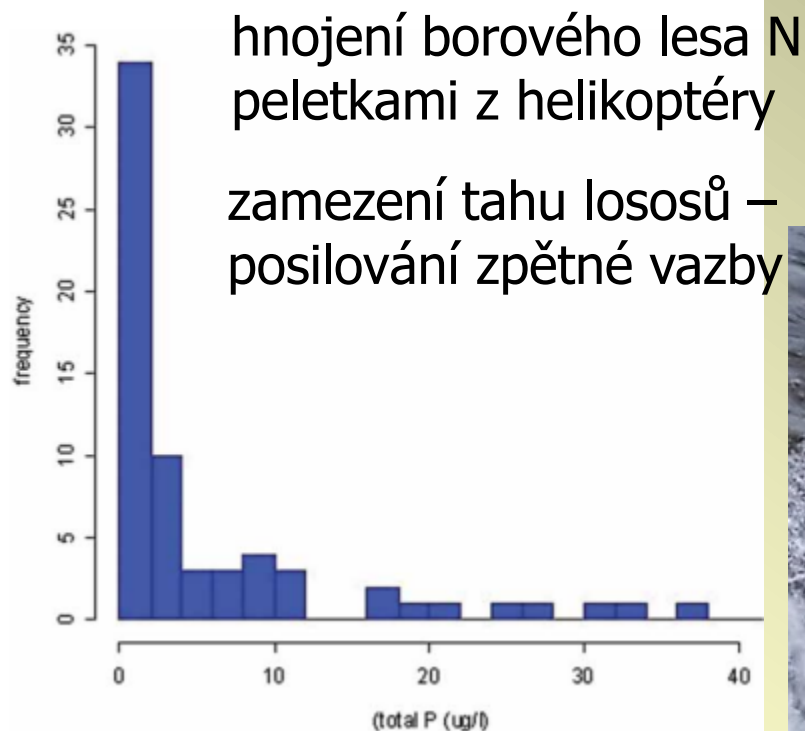


BIOSECURITY
NEW ZEALAND

První přemnožení v Britské Kolumbii - 80. léta

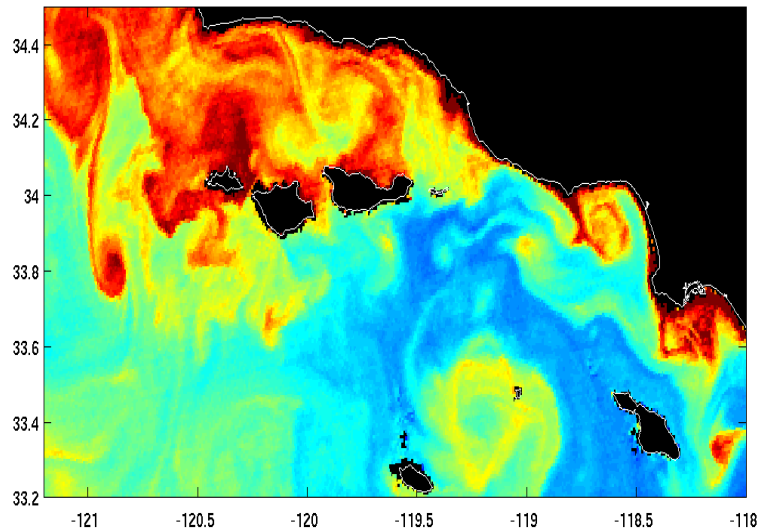
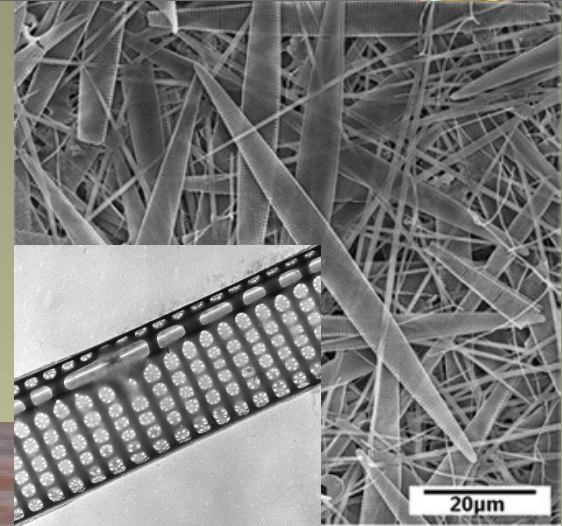
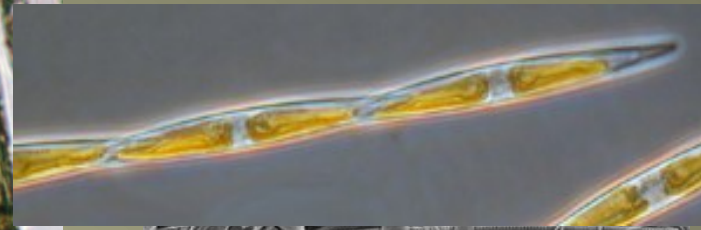
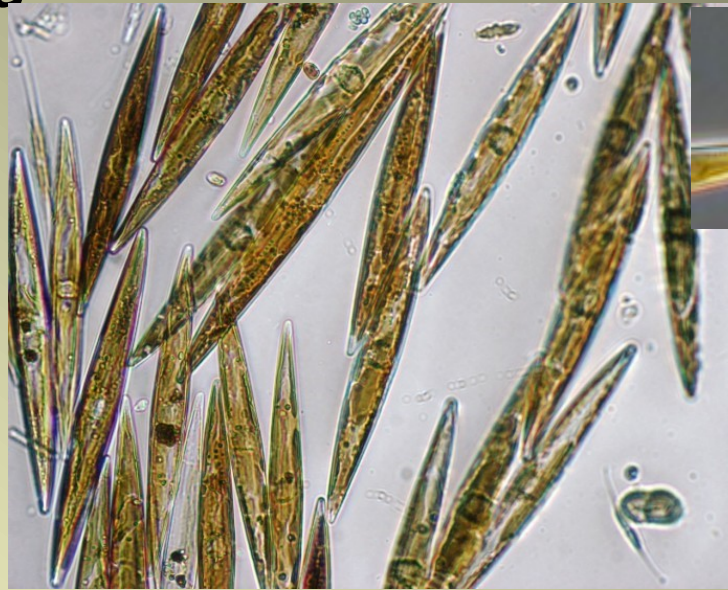


experimenty s fosforem



Pseudo-nitzschia

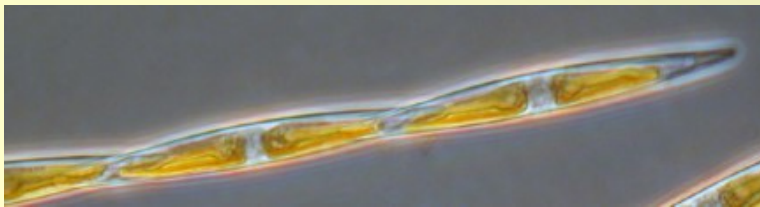
neurotoxin –
kyselina domoová;
poškození neuronů,
dezorientace,
krátkodobá ztráta
paměti



Santa Barbara Basin únor 2006



pláže Santa Cruz - Kalifornie
12/2012; tisíce vyvržených
kalmarů peruánských (*Dosidicus
gigas*) dorůstá až 1,5 m
dezorientováni po požití toxické
rozsivky *Pseudo-nitzschia*





18.8.1961 hejno dezorientovaných ptáků zaútočilo na domy v okolí Monterey Bay (Kalifornie)



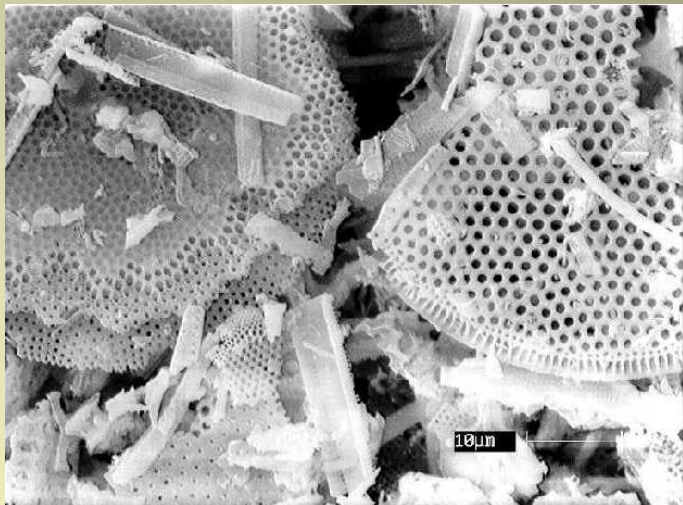
Buřňák tmavý



Film Alfréda Hitchcocka Ptáci (1963)

Využití

třetihorní jezerní i mořské sedimenty



Křemelina / diatomit



Borovany – křemelinový důl

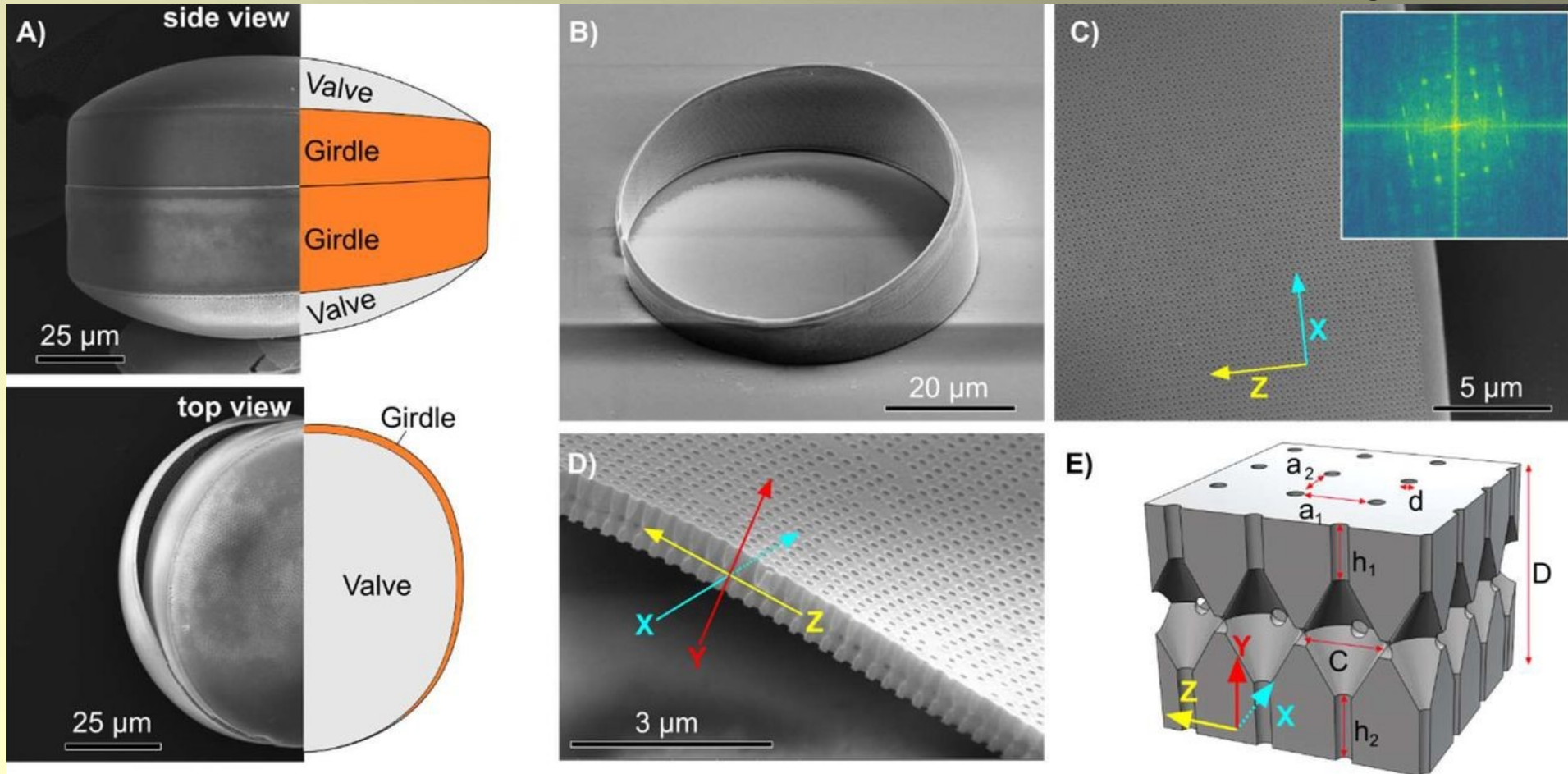
filtrace, izolace, dříve dynamit
(s nitroglycerinem)



Nanotechnologie

Rozsivky představují žijící fotonické krystaly – materiály se schopností kontrolovat šíření světla tím, že propouštějí pouze některé vlnové délky

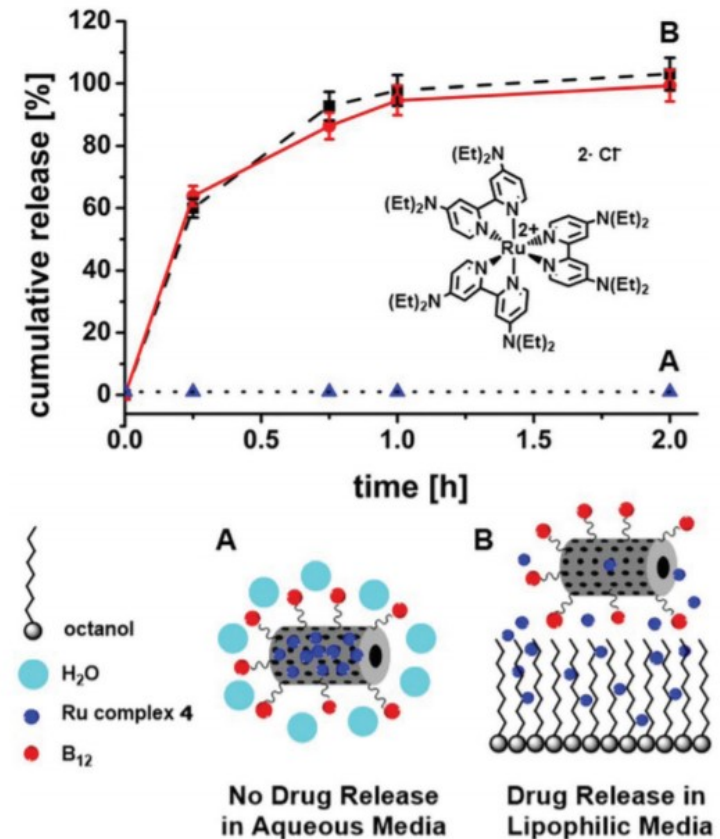
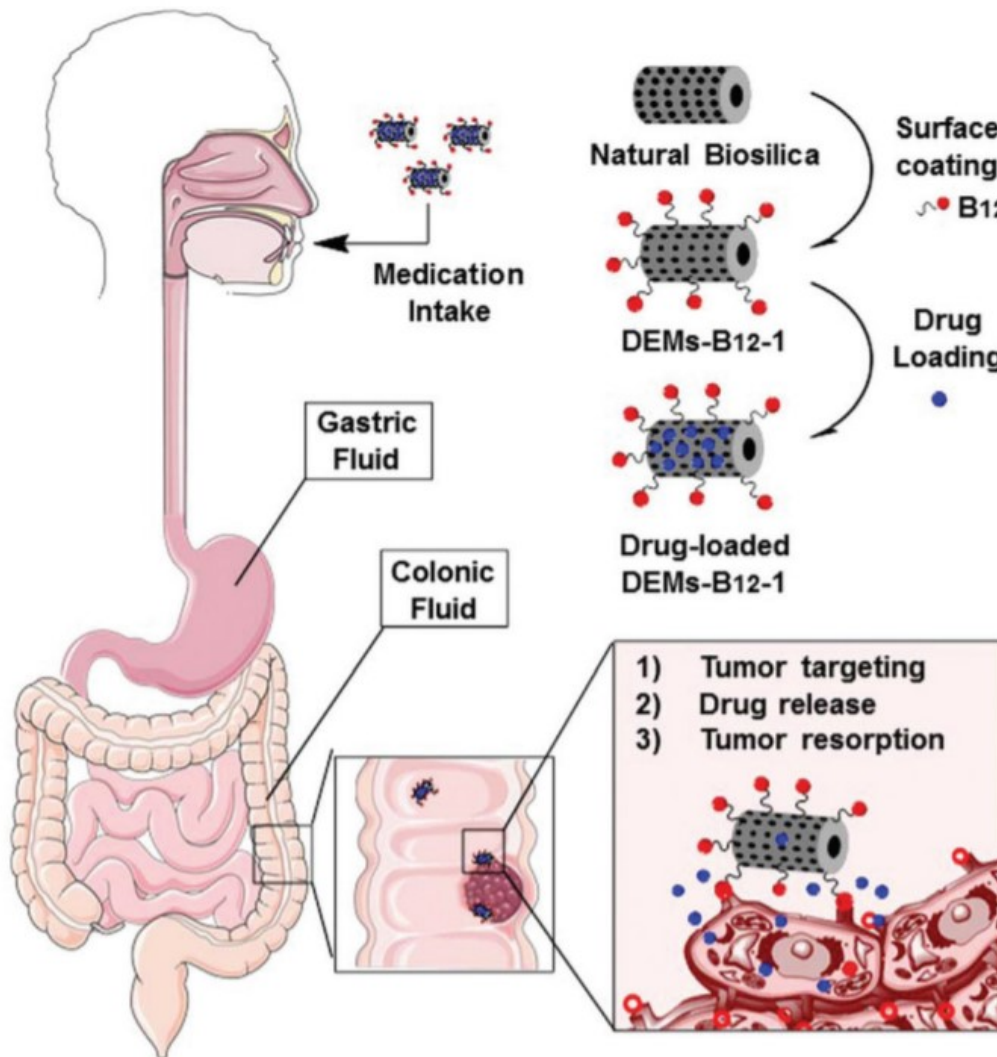
Goessling et al. 2020



využití ve výrobě mikro-opto-elektromechanických systémů (MEMS)

Křemičité struktury jako nosiče léčiv (drug delivery systems)

biokompatibilita, biodegradabilita, teplotní stabilita, inertní materiál



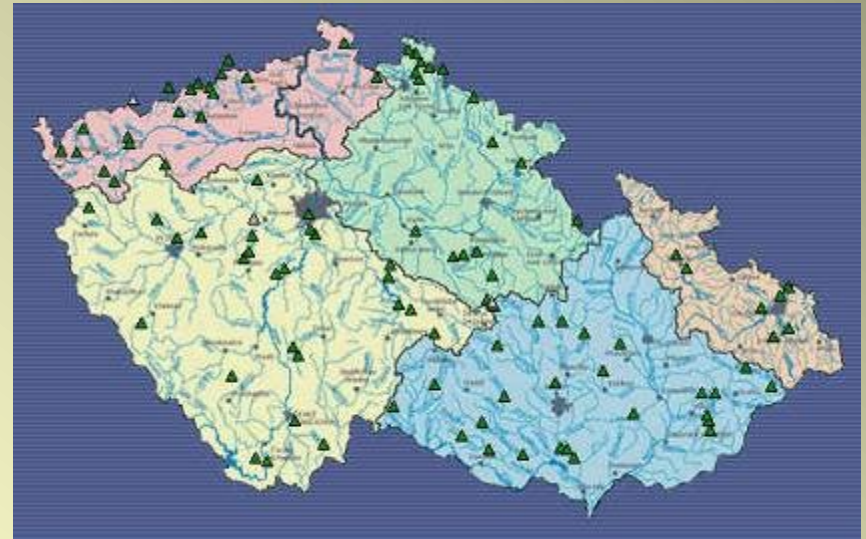
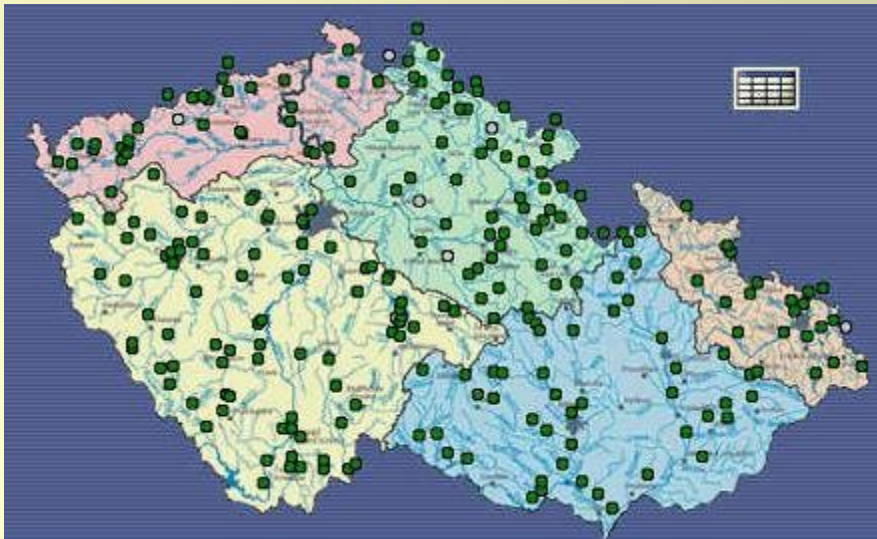
aplikovaná algologie - vodohospodářství a biotechnologie

SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2000/60/ES se stanoví rámec pro činnost EU v oblasti vodní politiky (Water Framework Directive)

- snaha dosáhnout tzv. "dobrého ekologického stavu" vodních ekosystémů
- monitoring ekologického stavu povrchových vod (fytoplankton, fytoENTOS (rozsivky))

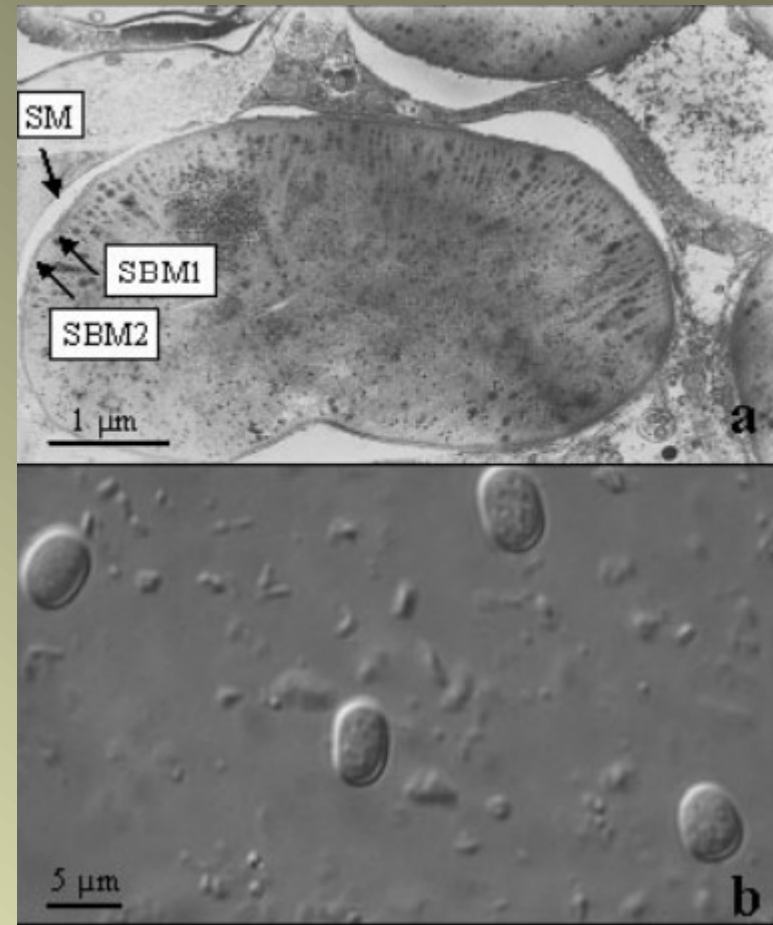
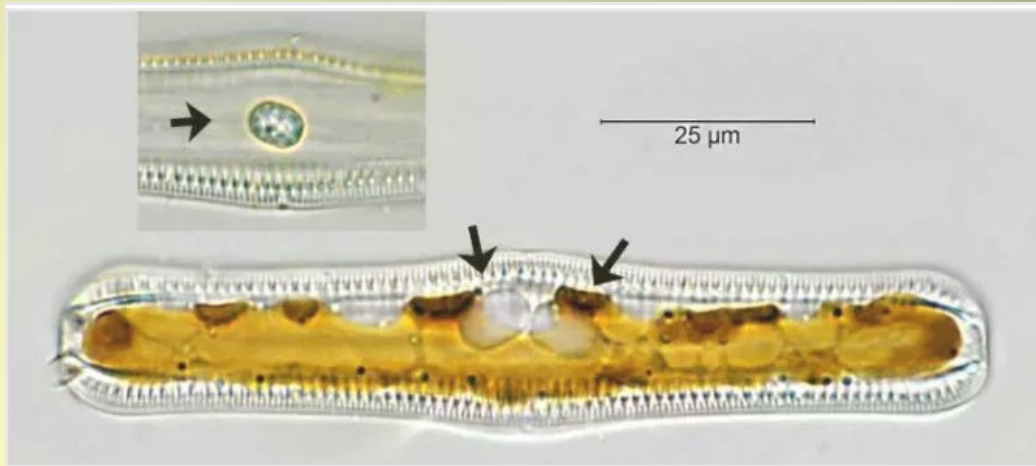
algologie ve vodohospodářství - povodí řek, hygienické stanice, vodárny
rezortní kontrolní a výzkumné instituce - SZÚ, VÚVH (Praha, Brno)

aplikovaná algologie ve výzkumu - MBÚ AV ČR Třeboň, BÚ AV ČR Brno, VŠCHT Praha
podnikatelská sféra



Symbionti příbuzní sinicím uvnitř rozsvivky

Genom blízce příbuzný volně žijící
sinici *Cyanothece* sp.

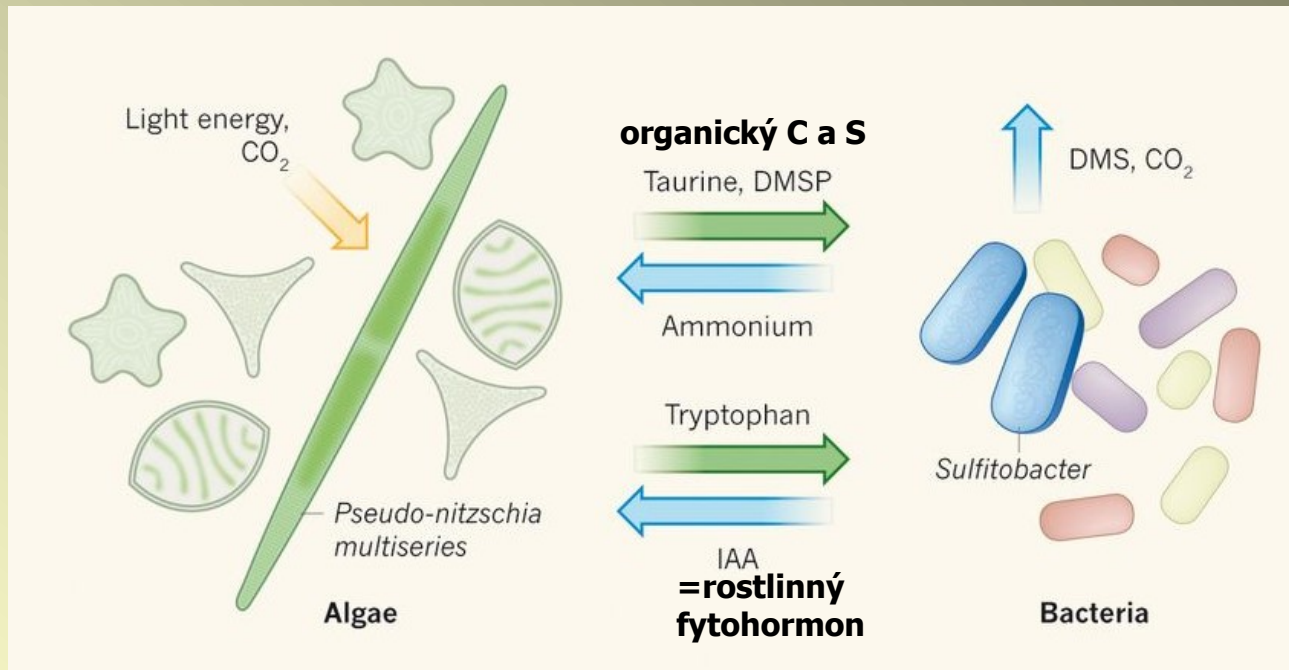


Intracellular Spheroid Bodies of *Rhopalodia gibba* Have Nitrogen-Fixing Apparatus of Cyanobacterial Origin

Hypotéza: kulovitá tělíska představují vertikálně děděné stádium permanentního symbionta – přechod mezi volně žijící sinicí a organelou fixující vzdušný dusík

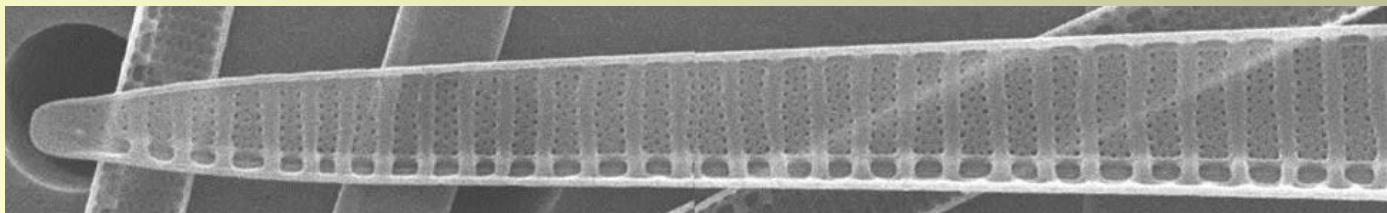
West and Fritsch 1927, popsali, že je velmi běžná na všech lokalitách v UK. Dnes se jeví spíše jako velmi vzácná

Interakce a signalizace mezi fytoplanktonem a asociovanými bakteriemi



rozsivka *Pseudo-nitzschia*

Sulfitobacter bakterie žijící ve fykosféře rozsivky



Amin et al. 2015 Nature Letters

Design inspirovaný rozzivkami

diatom cell wall?



Poitou-Charentes, FR



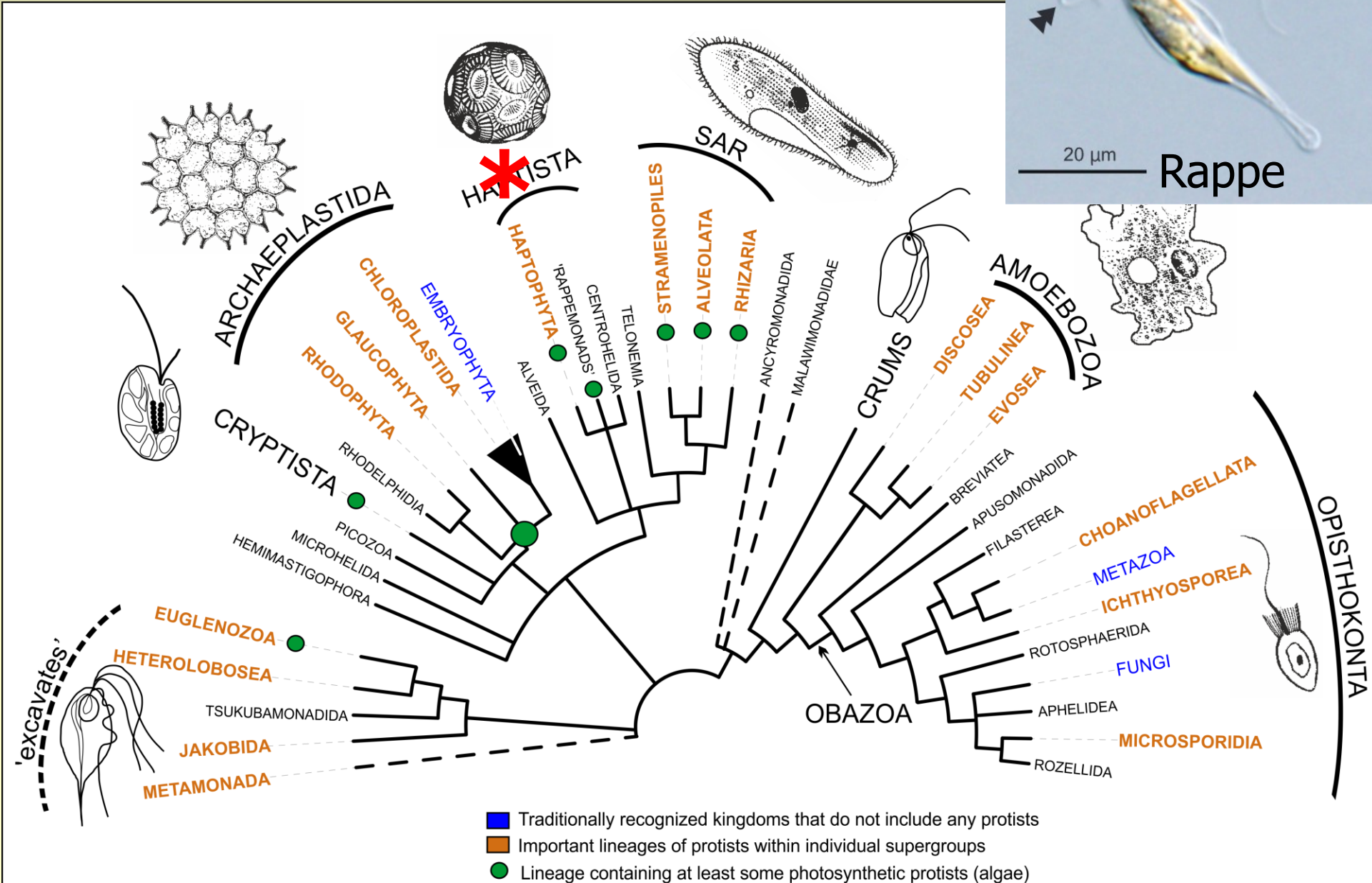
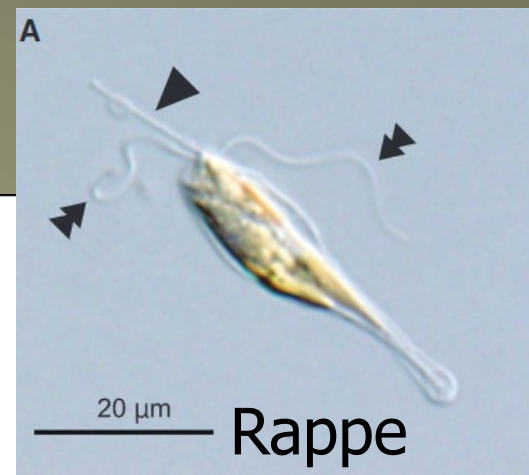
Oculus – World Trade Center Transportation Hub, NY



Galleria Vittorio Emanuele II - Milan



Haptista



Kde v systému se nacházíme?

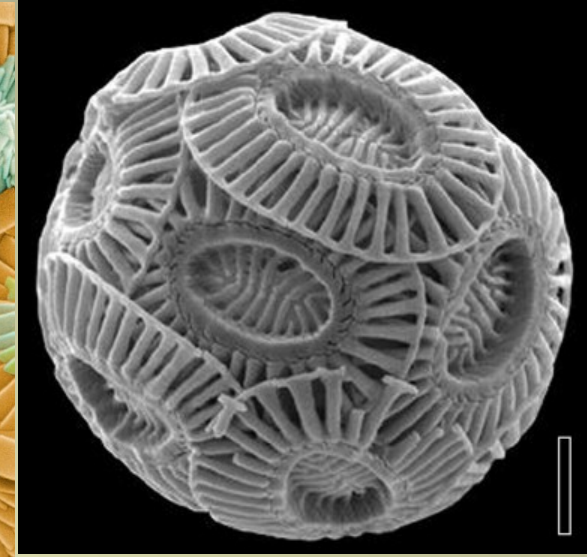
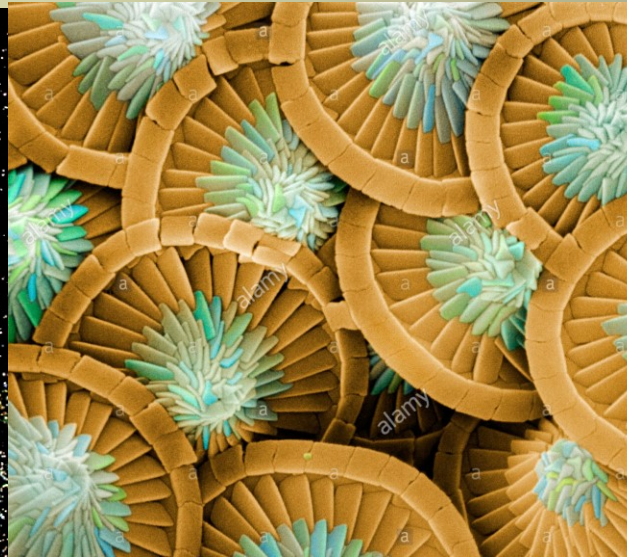
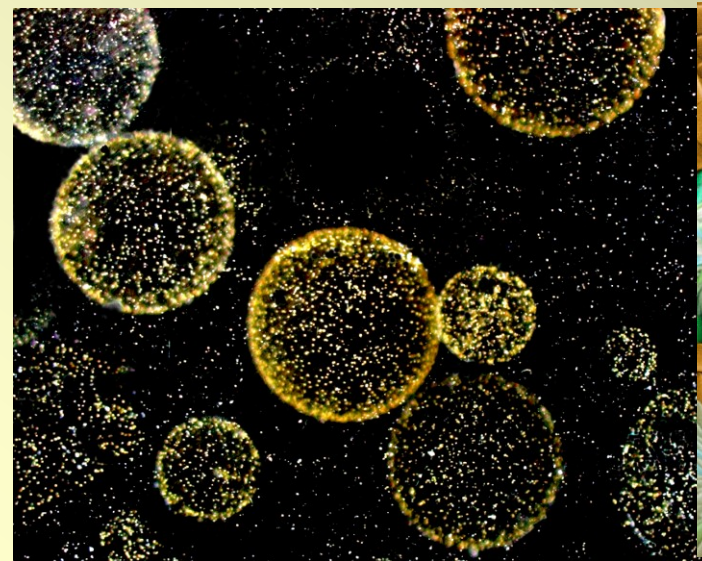
Eukaryota

Haptista

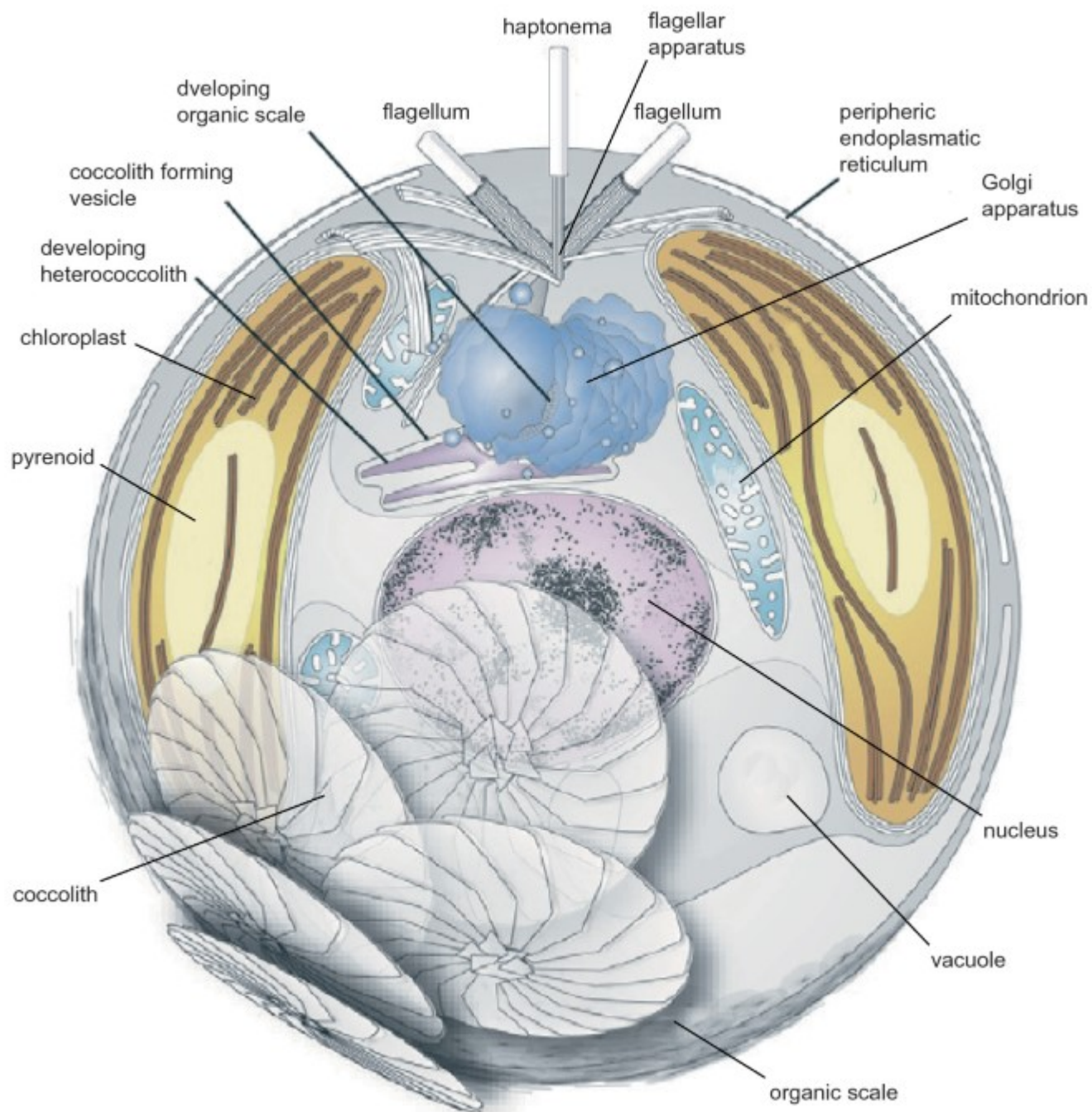
Haptophyta



skupina zahrnující organismy se zásadním významem pro fungování globálního ekosystému (cyklus uhlíku, dimethylsulfid); cca 2000 tisíce druhů



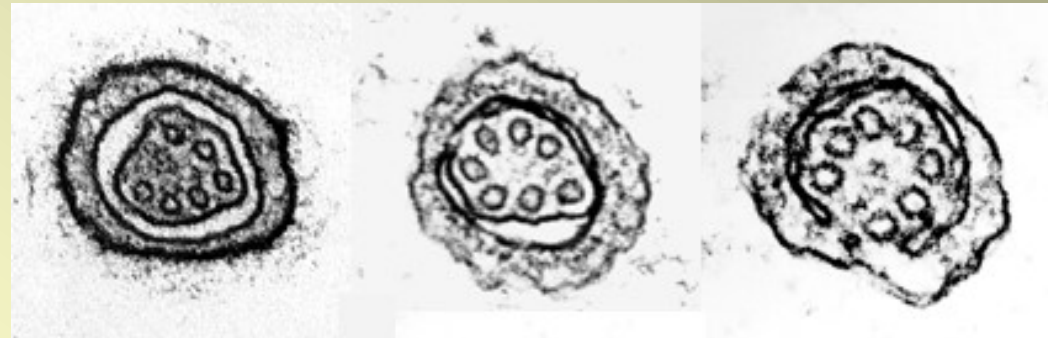
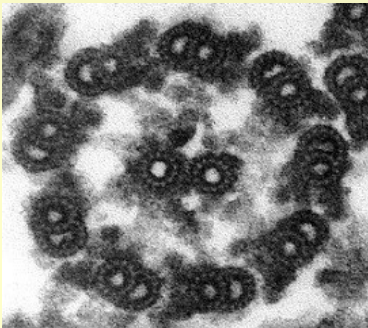
nejstarší nálezy - karbon, 362 miliónů let

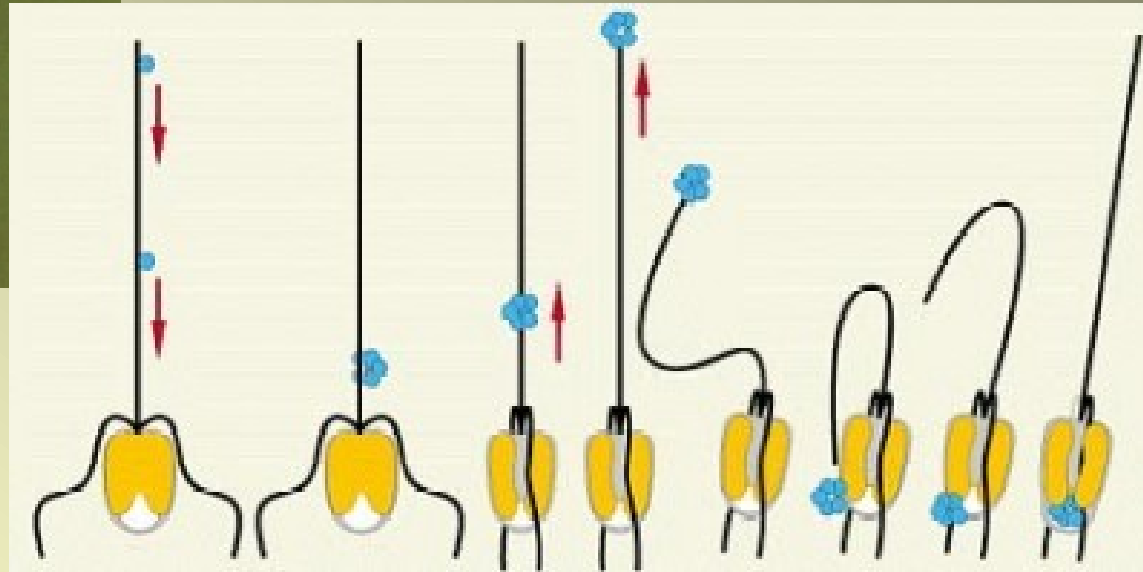
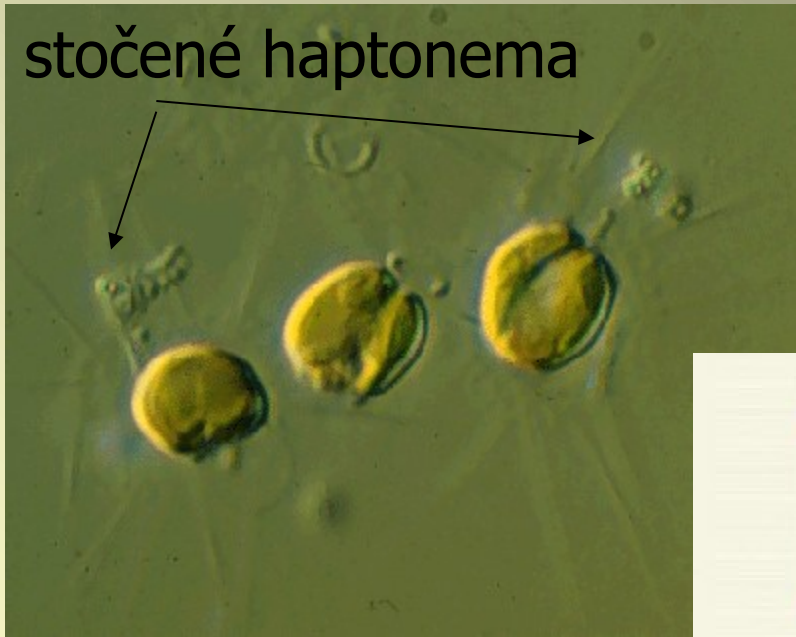


Bičíky a haptonema

Haptonema

- tenká struktura připomínající bičík
- variabilní délka
- nepoužitelné pro pohyb buňky (ovládá pouze ohyb a kontrakci - šroubovitě svinutí)
- na průřezu 6-7 MT





Chrysochromulina. Bakteriální částice se přichytí na haptonema, jsou transportovány dolů do agregačního centra, shluk přemístěn na konec haptonemy a doručen k posteriornímu konci buňky, kde pohlčen fagocytózou.

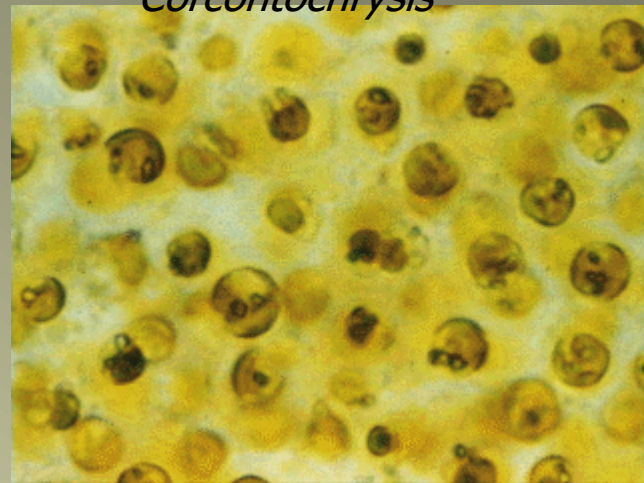
Prymnesium



DMS
toxiny
úhyn ryb

ovlivněna propustnost buněk
ve skřelích

Diacronema noctivaga (krkonošenka noční) *Corcontochrysis*



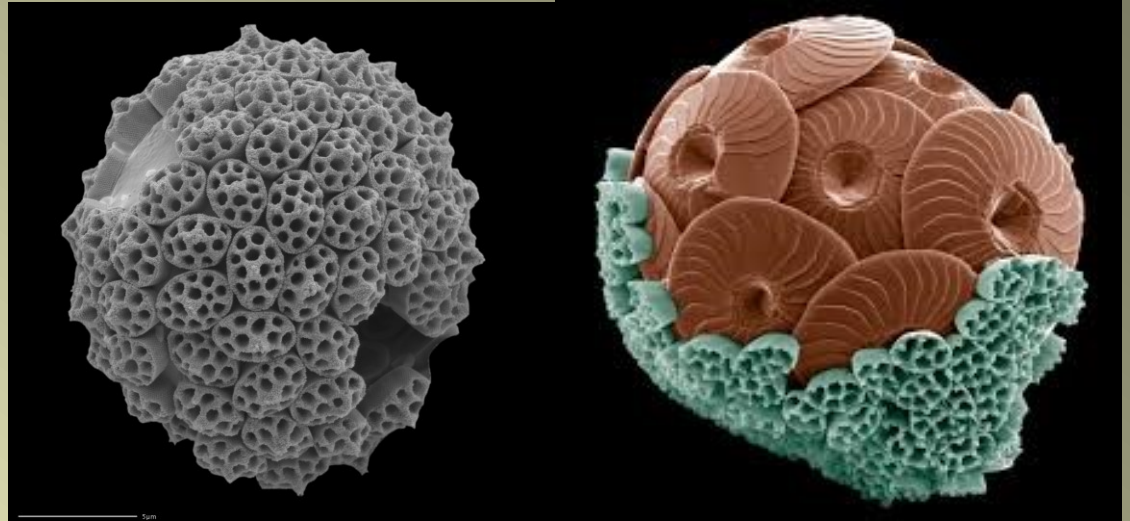
Úpské rašeliniště

2022 Odra - masivní úhyny ryb, Polsko, Německo

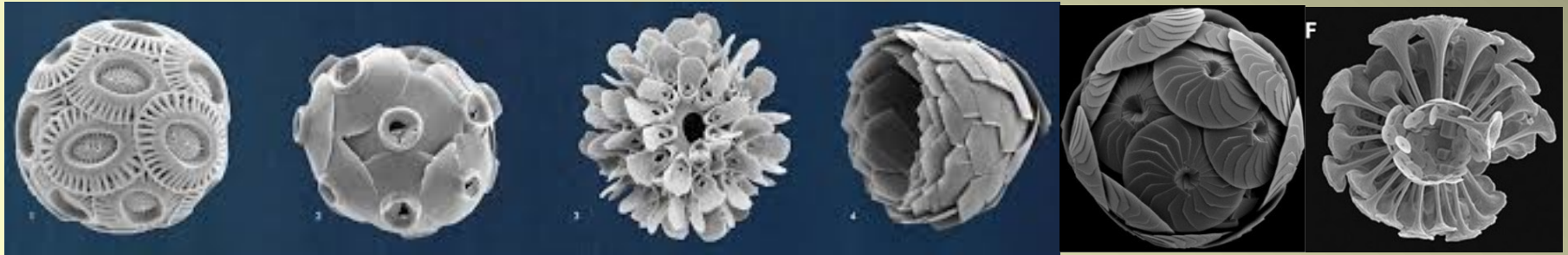


kokolity - vápencové destičky na povrchu buňky, fce
(*Coccolithophorida*)- kokolitky

holokokolity -
vznikají
externě na
buňce



heterokokolity - vznik uvnitř buňky, komplikované 3D tvary

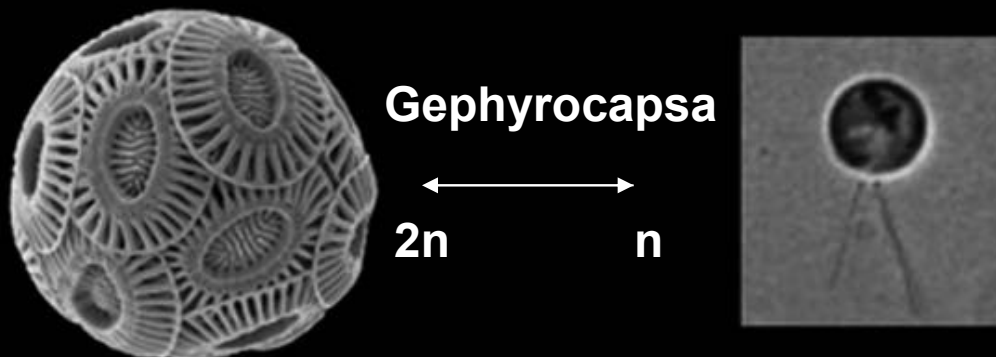
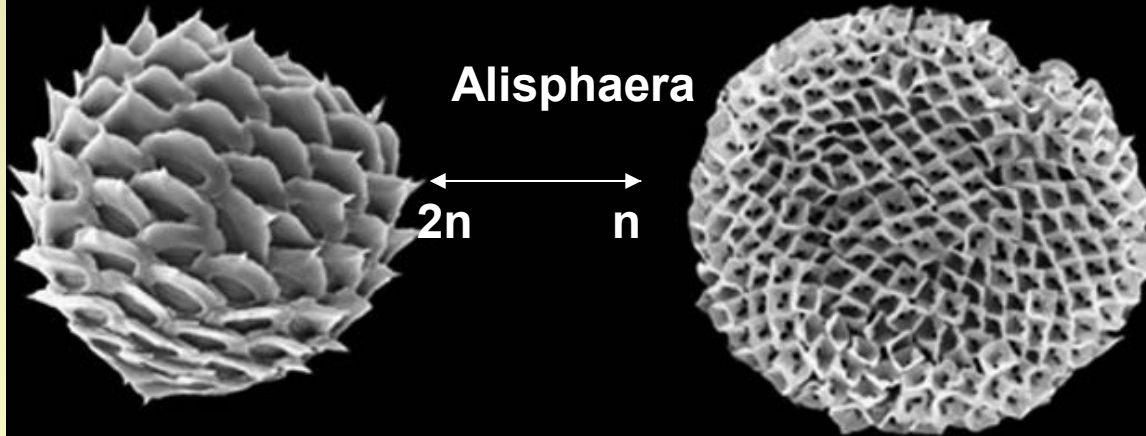
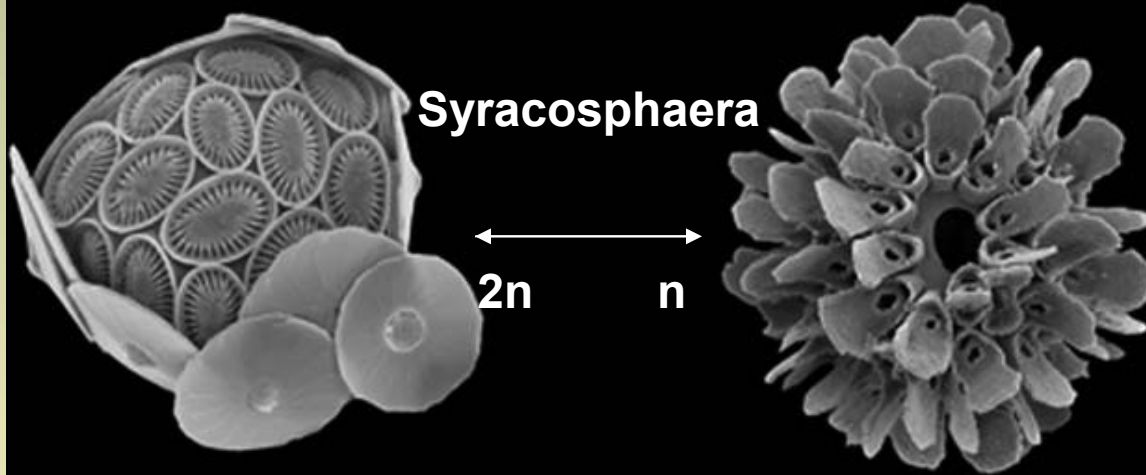


rovnice kalcifikace: $2 \text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
tj. při intenzivní kalcifikaci uniká vždy jedna molekula CO_2 na jednu molekulu uhličitanu vápenatého;

cca 25% celk. transportu uhlíku do oceanických sedimentů!

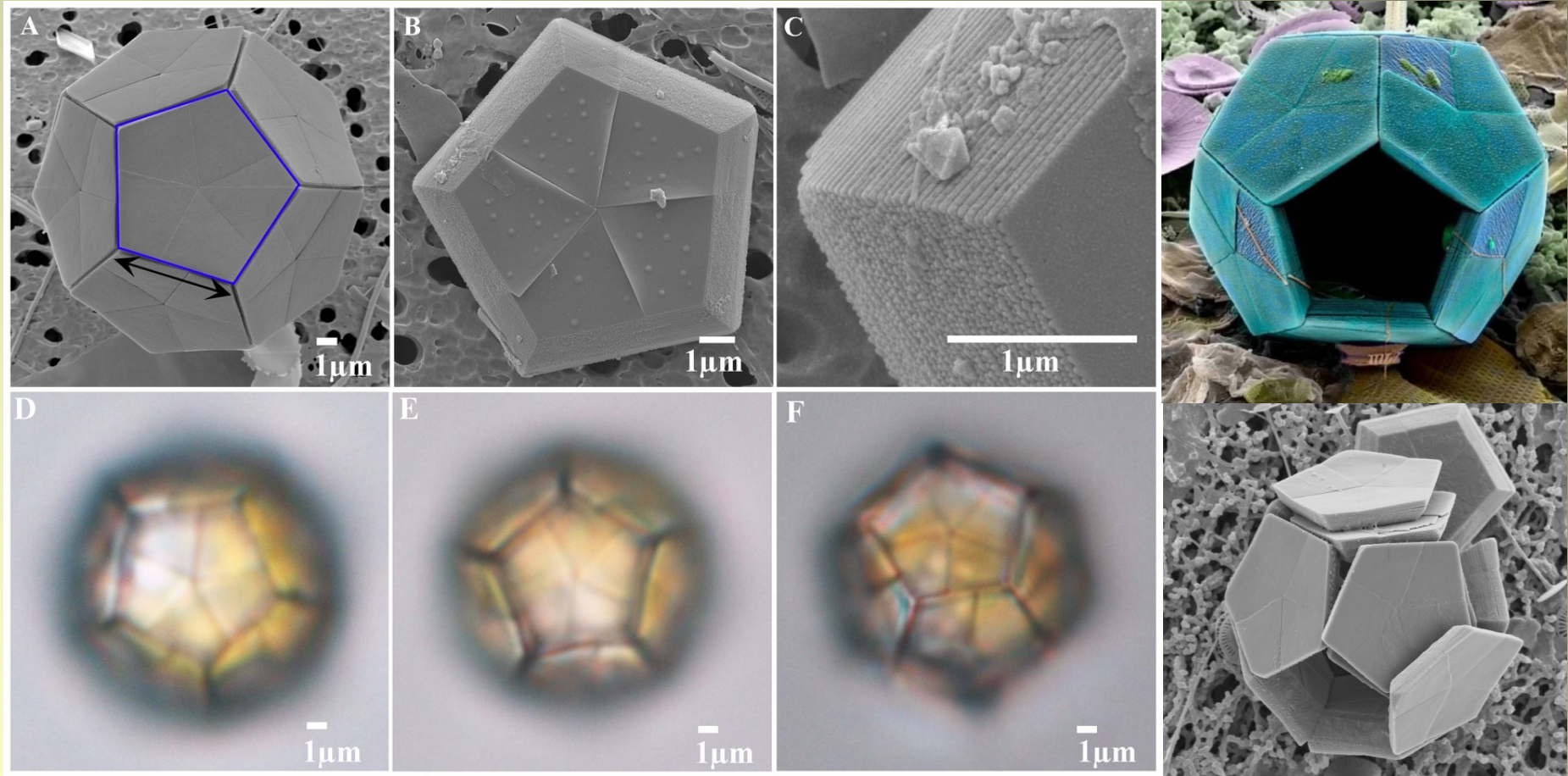
holokokolity a
heterokokolity
součástí jednoho
životního cyklu

„Dvojitý život“
co přepíná???



de Vargas et al. 2007

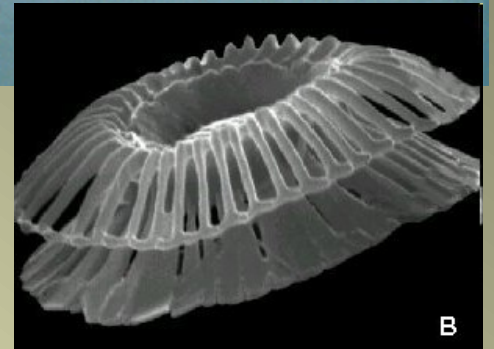
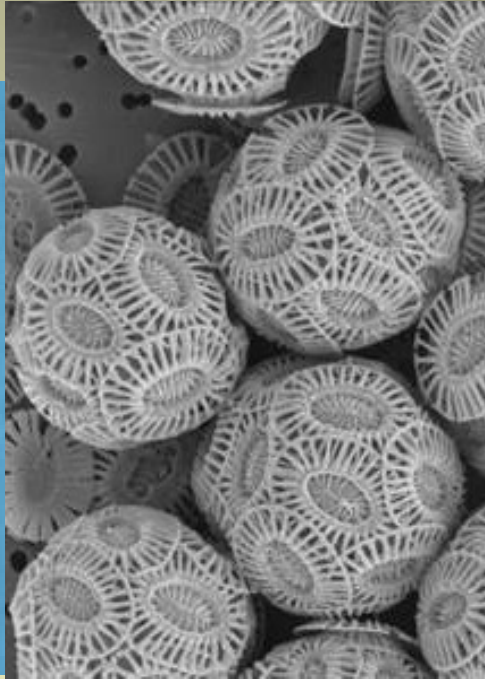
Braarudosphaera bigelowii



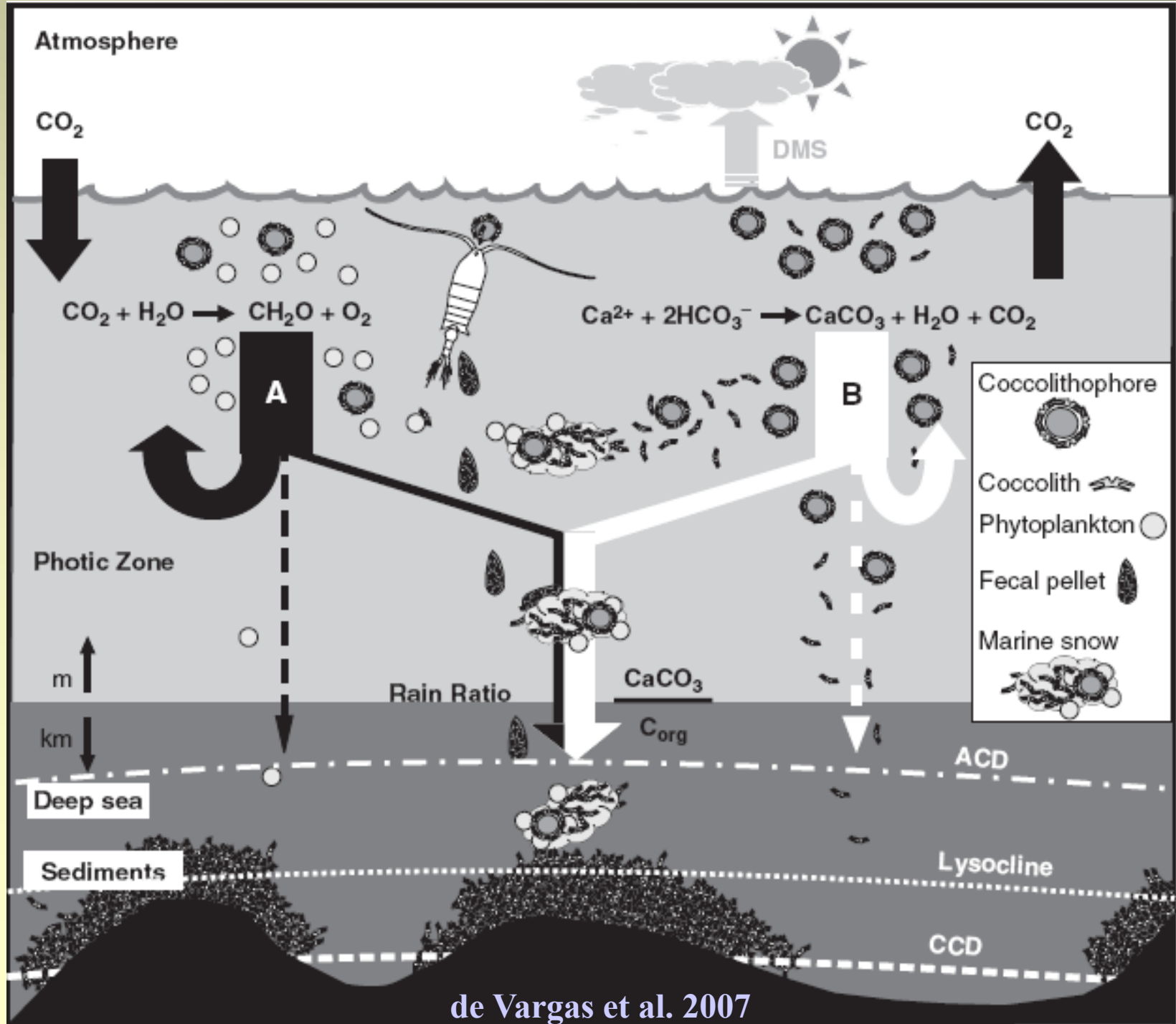
kokolitka s kokolity ve tvaru pravidelného pětiúhelníku (pentality), byňku obklopuje 12 kokolitů - tvoří pravidelný dvanáctistěn

(Emiliana huxleyi) - jeden z nejdůležitějších organismů na planetě

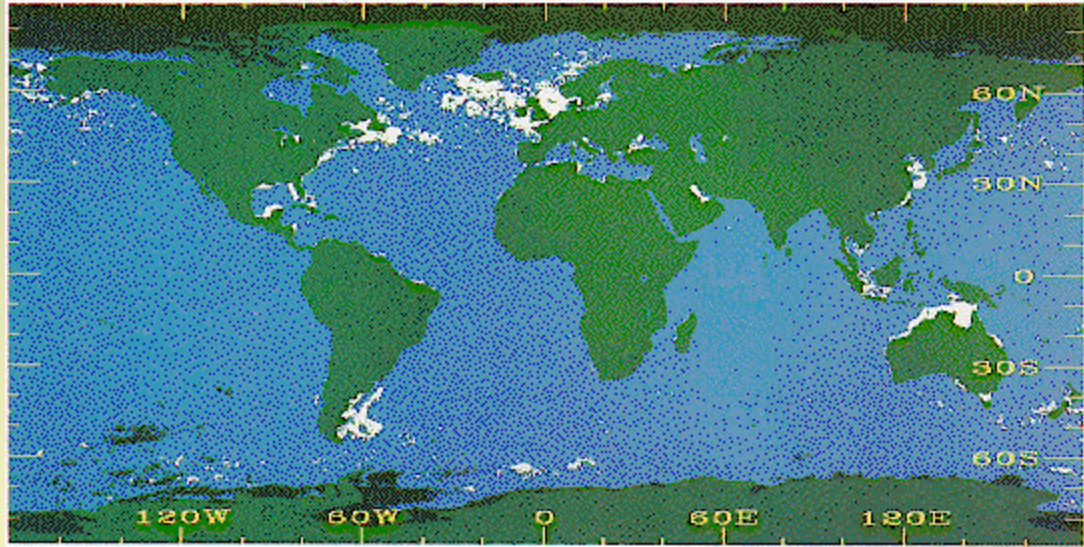
Gephyrocapsa huxleyi



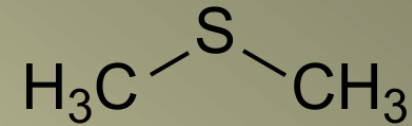
max. rozvoj - 90-65 mil. let - křídové sedimenty, fosilizace kokolitů



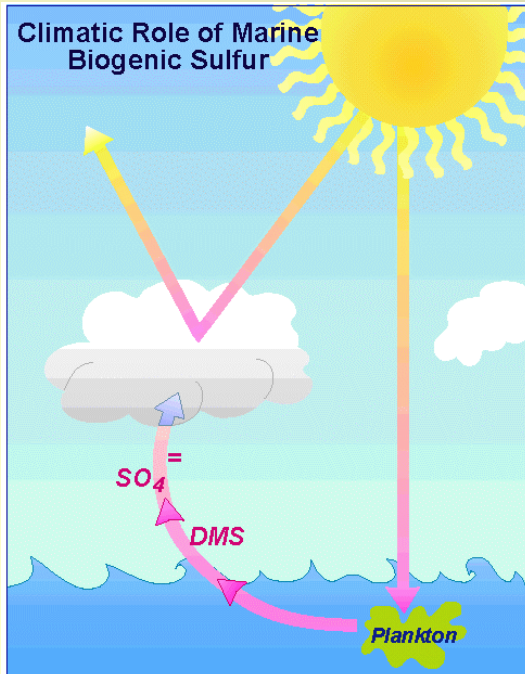
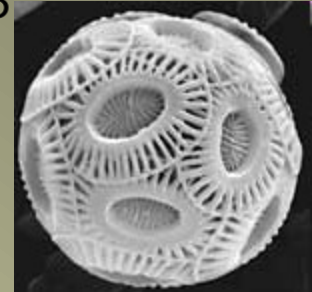
white tides



a navíc - dimethylsulfid -
kondenzační
jádra oblaků



osmoticky aktivní
antipredační



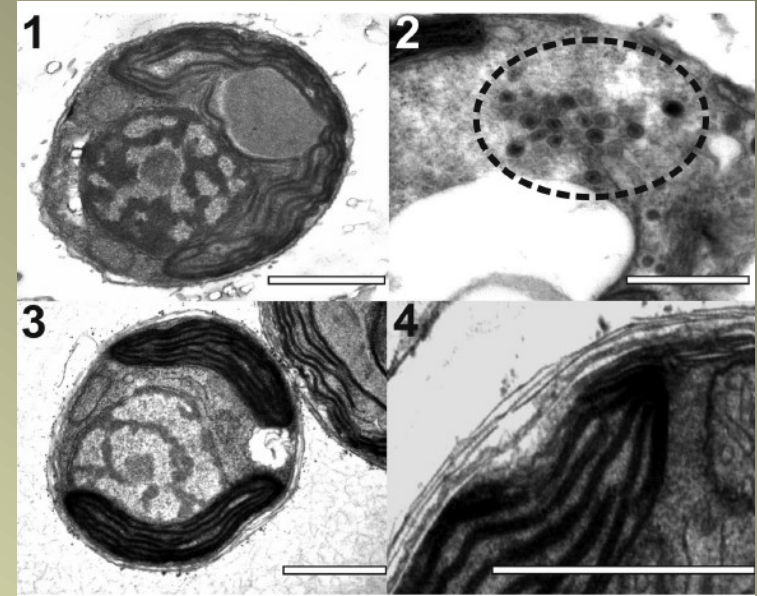
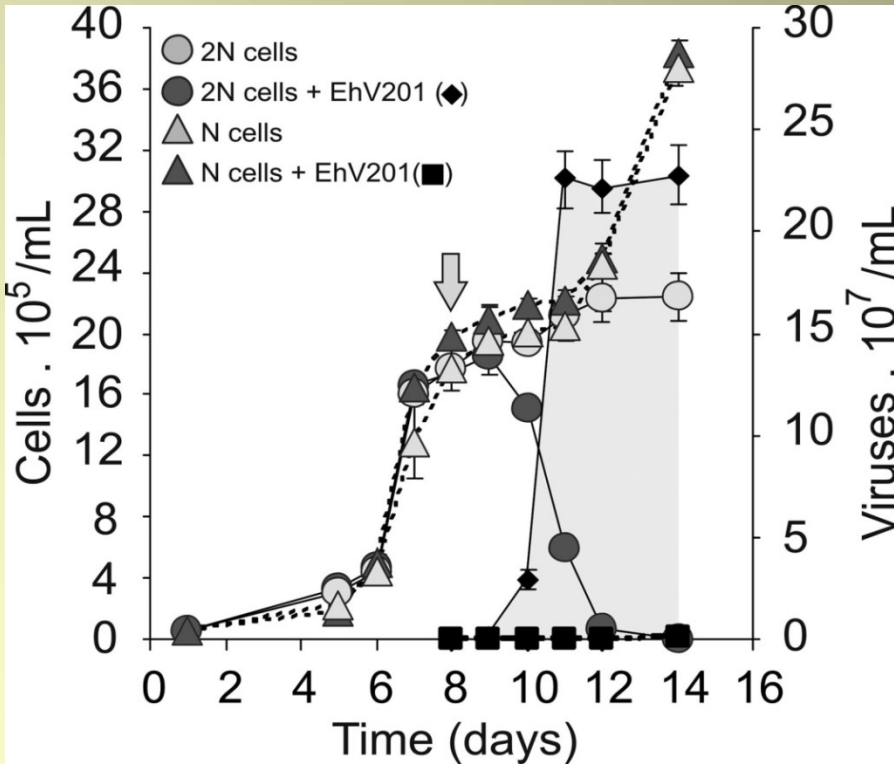
Hypotéza Gaia – vědecky formulována 1960 James Lovelock



biosféra a fyzikální součásti Země (atmosféra, kryosféra, hydrosféra a litosféra) tvoří jeden komplex

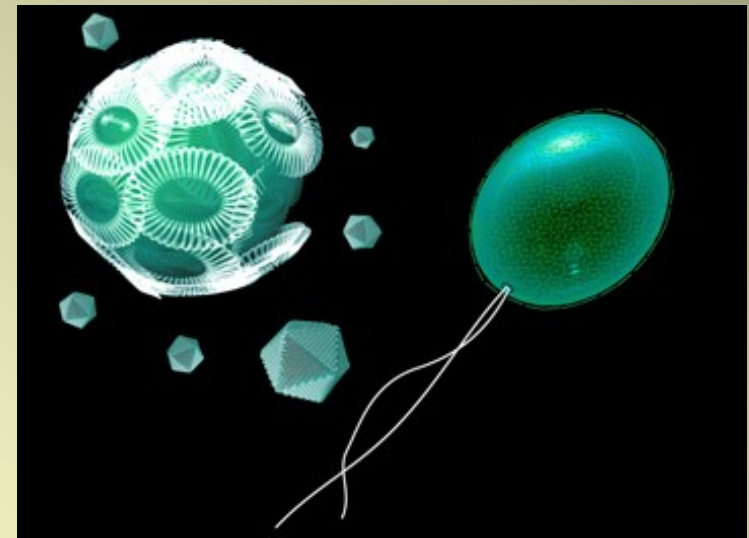
Země funguje jako jediný organismus – udržuje klimatické a biogeochemické podmínky v homeostázi

Strategie úniku *Gephyrocapsa (Emiliana) huxleyi* před virovou infekcí: $n \rightarrow 2N$; haploidní jedinci vůči viru EhVs imunní

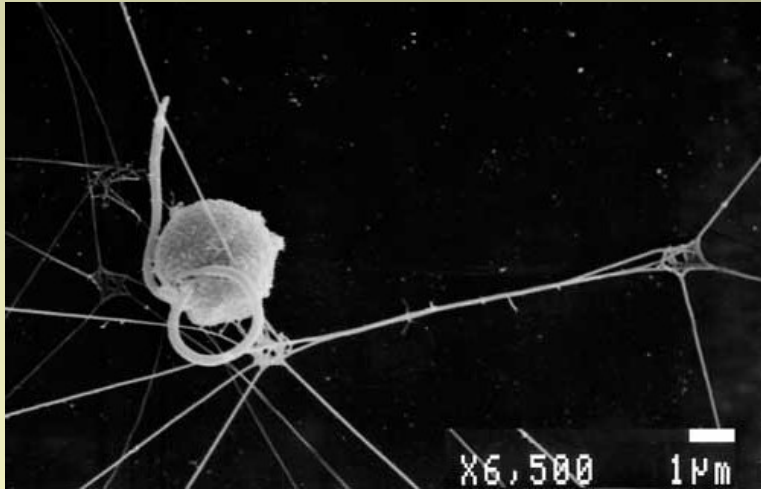


Schopnost kočky Šklíby uniknout problému změnou formy

(Frada et al. 2008)



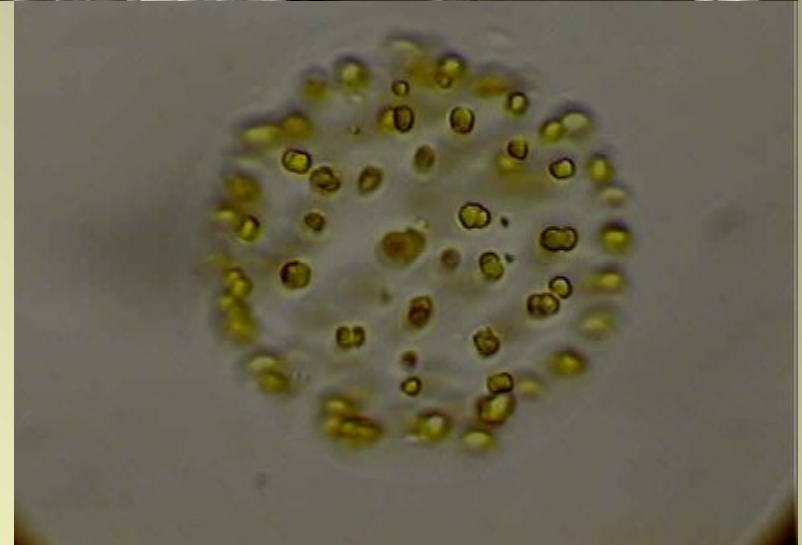
Phaeocystis - bičíkovec s chitinovými vyvrstvenými vlákénky



Hollywood Beach in Oxnard, CA USA
after 2012 earthquake in Chile.

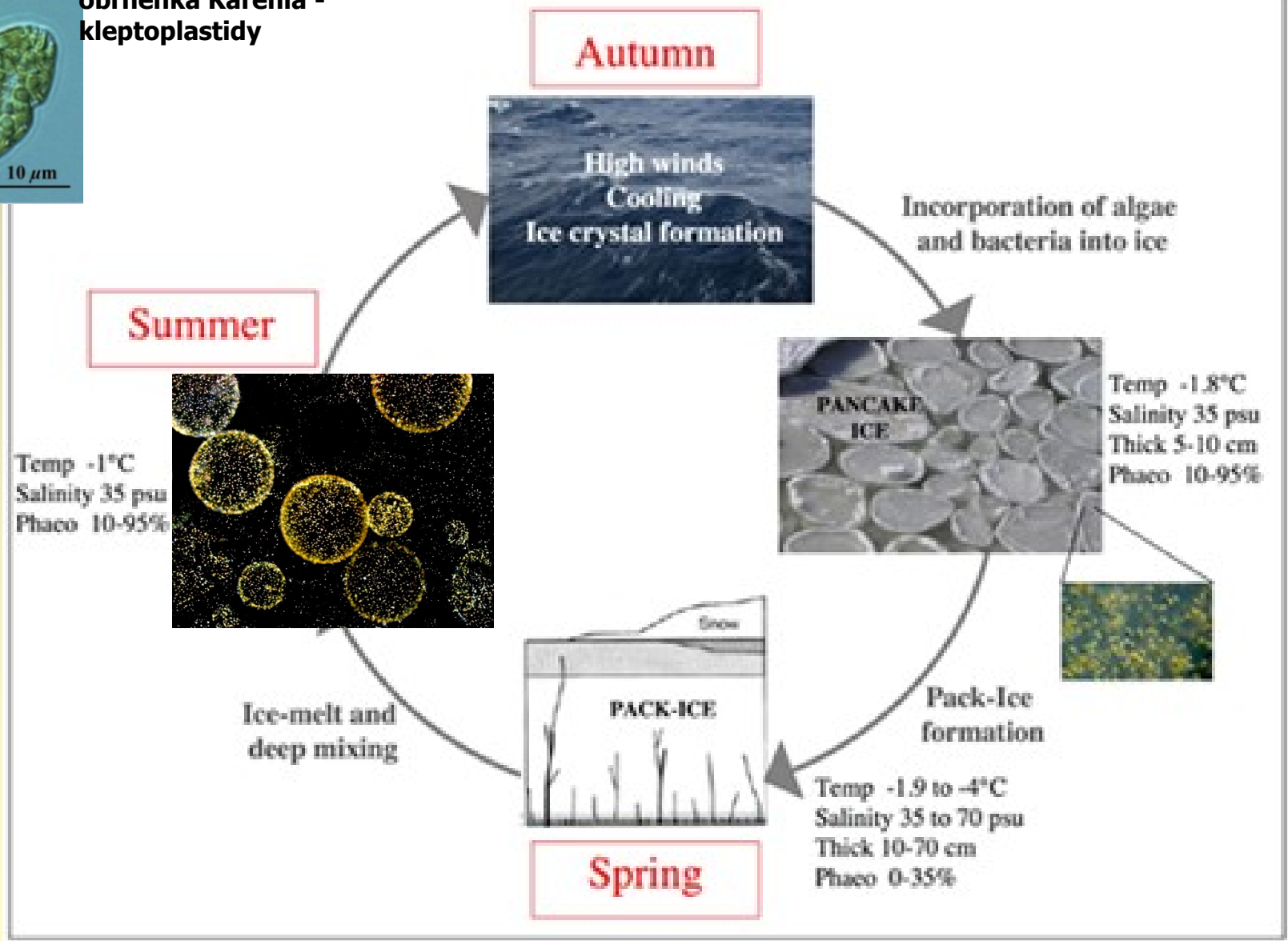


Yamba, Australia, August 2007



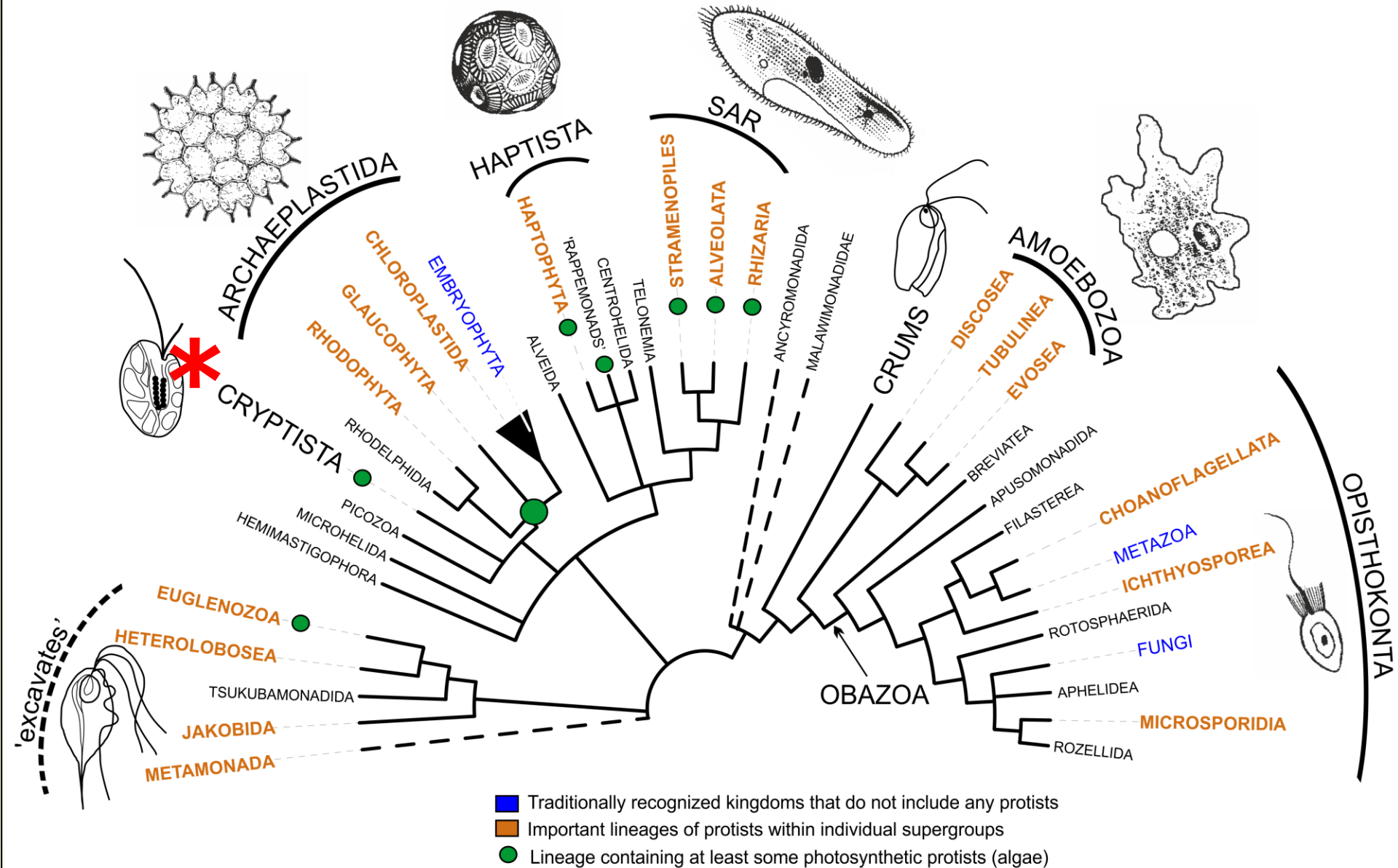
rod *Phaeocystis* - cca 10% světové produkce DMS

obrněnka Karenia -
kleptoplastidy



Sezonní cyklus *Phaeocystis antarctica* v jižním Atlantickém oceánu (<http://phaeocystis.org>)

Cryptista



Kde v systému se nacházíme?

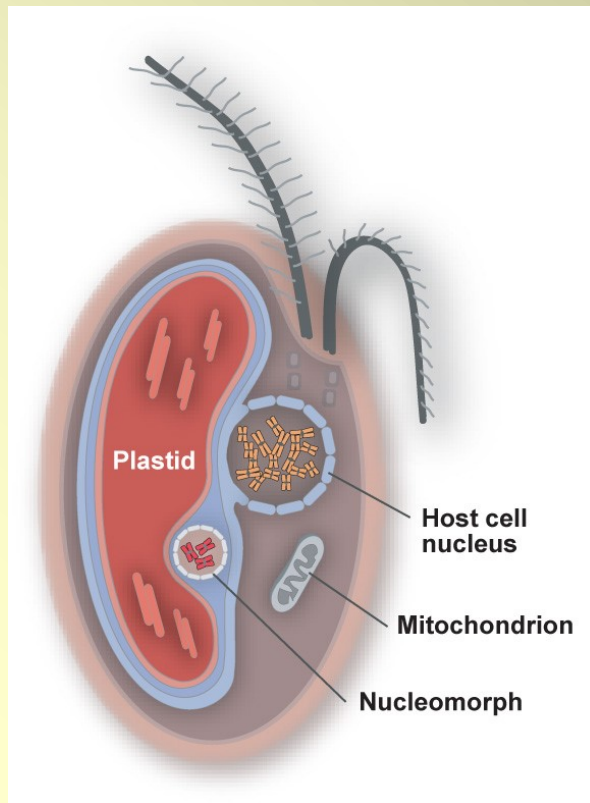
Eukaryota

***Cryptista* - skrytěnky**

bičíkovci s nukleomorfem,
fykobiliproteiny a ejektozómy



Copyright © 2008 [Kerstin Hoef-Emden](#)



Chroomonas



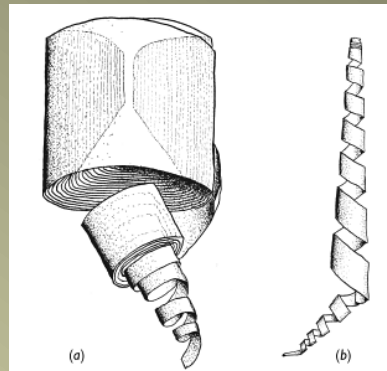
Rhodomonas



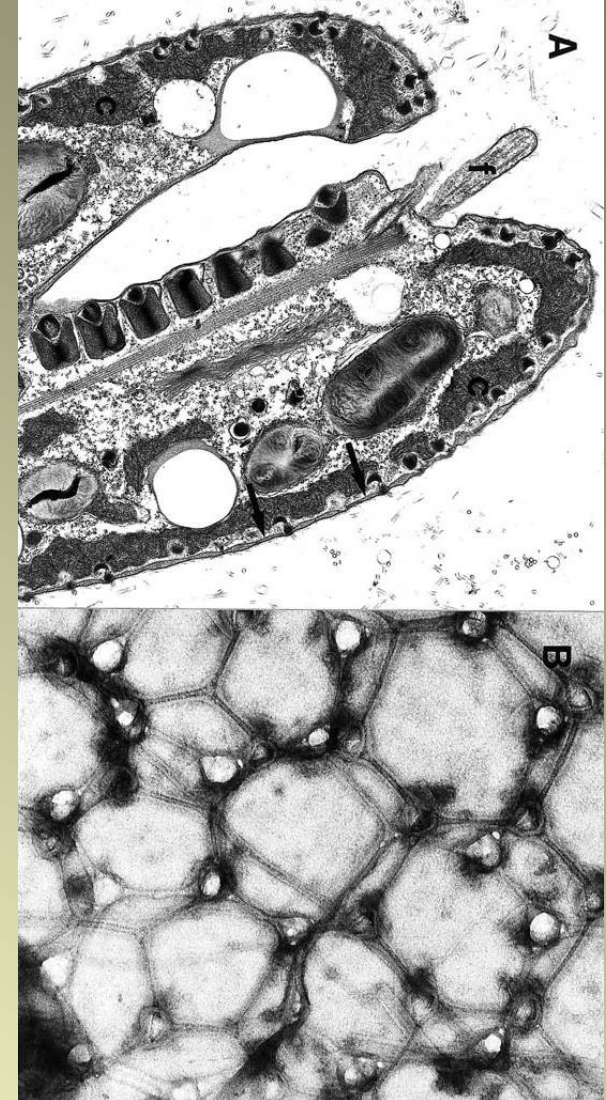
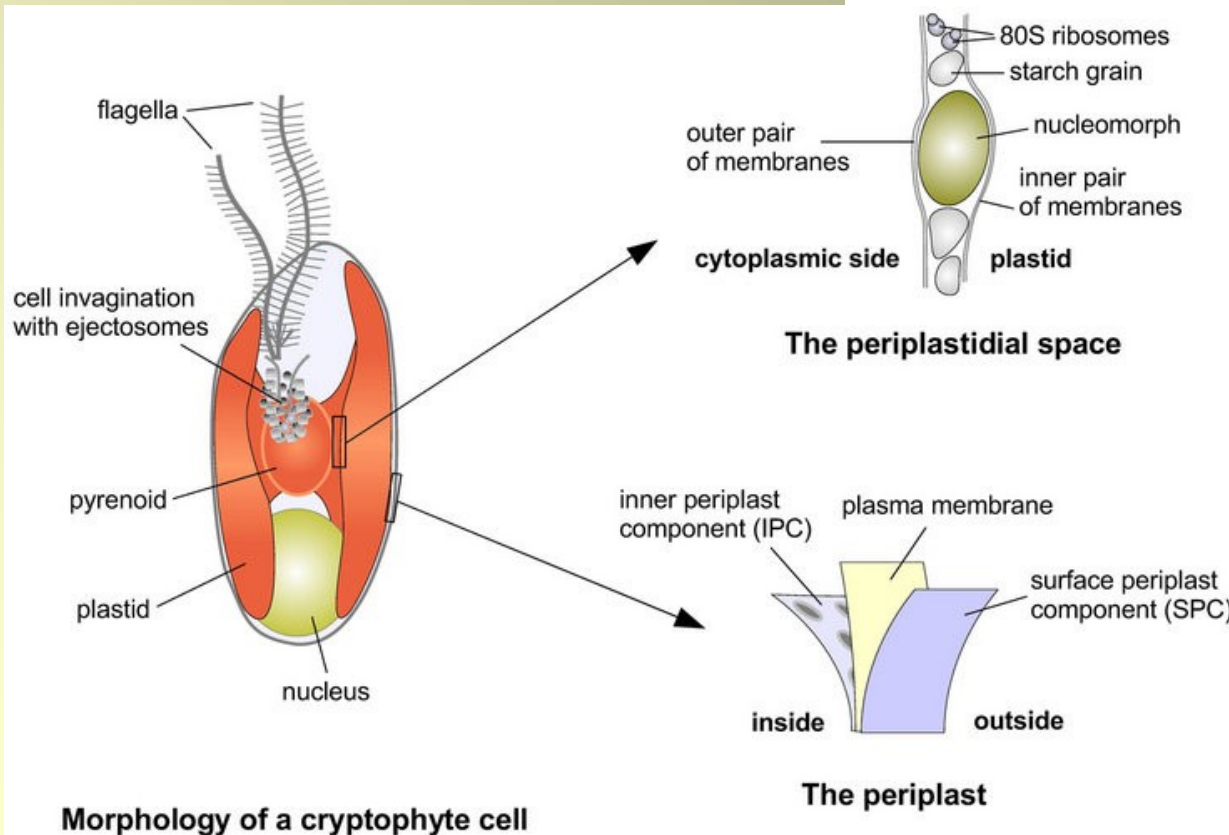
Cryptomonas

plankton sladkých vod i moří, zatím jen asi 200 druhů

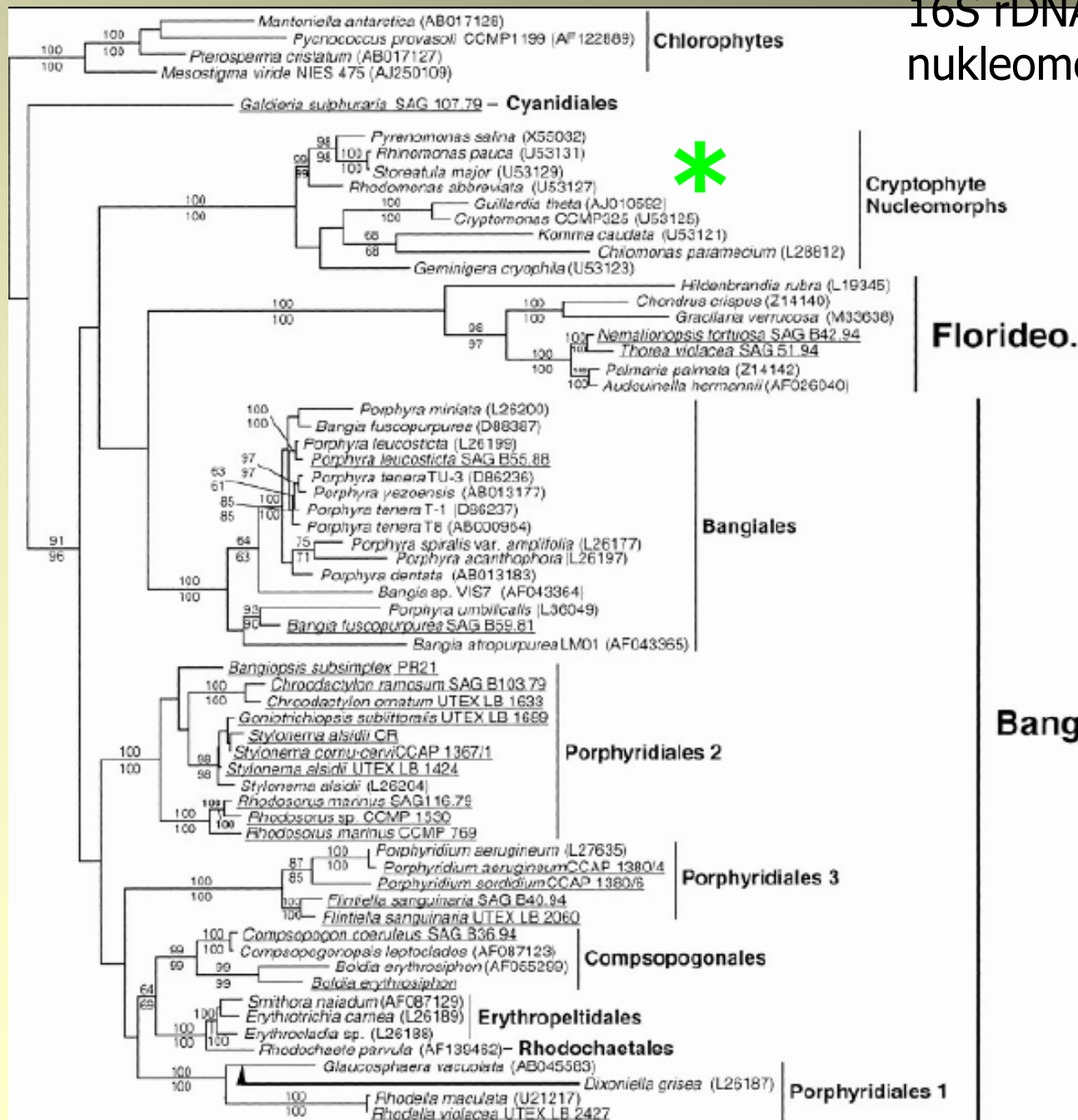
Morfologie buňky, periplast



ejektozóm

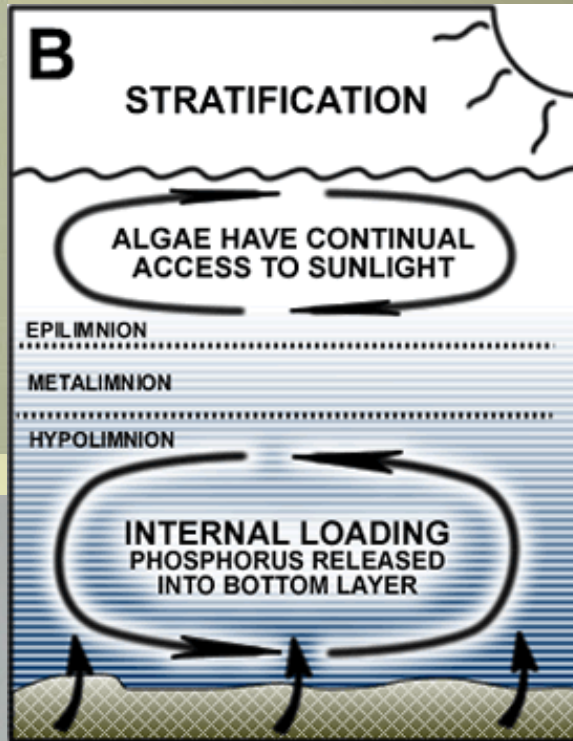


16S rDNA nukleomorfy skrytěnek a ruduchy



Müller et al. 2001

Cryptomonas - nejhojnější sladkovodní rod



stojaté vody, vertikální migrace

Rhodomonas



Chroomonas

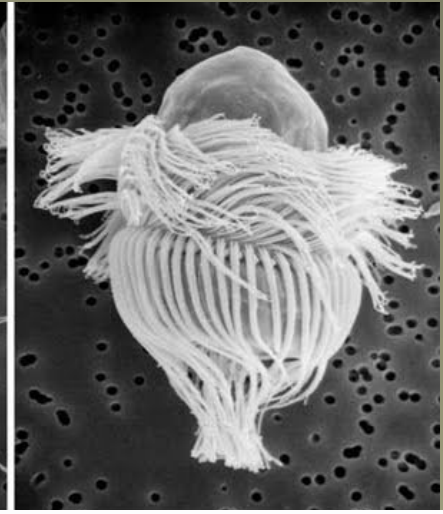
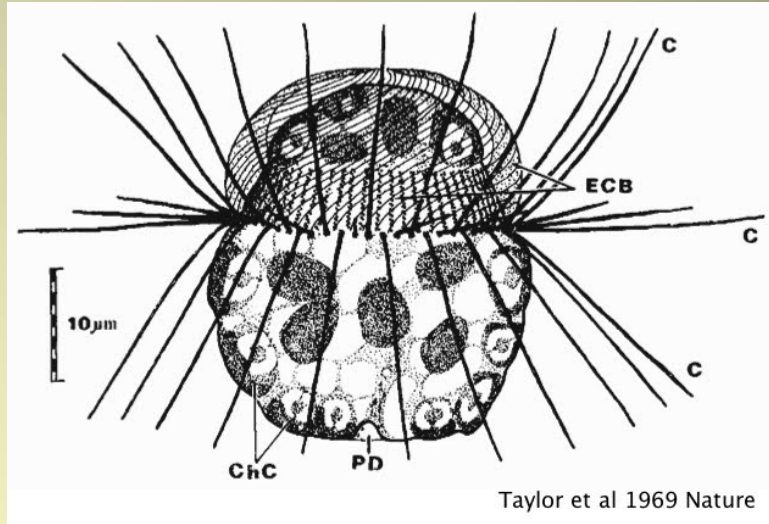


mělká moře

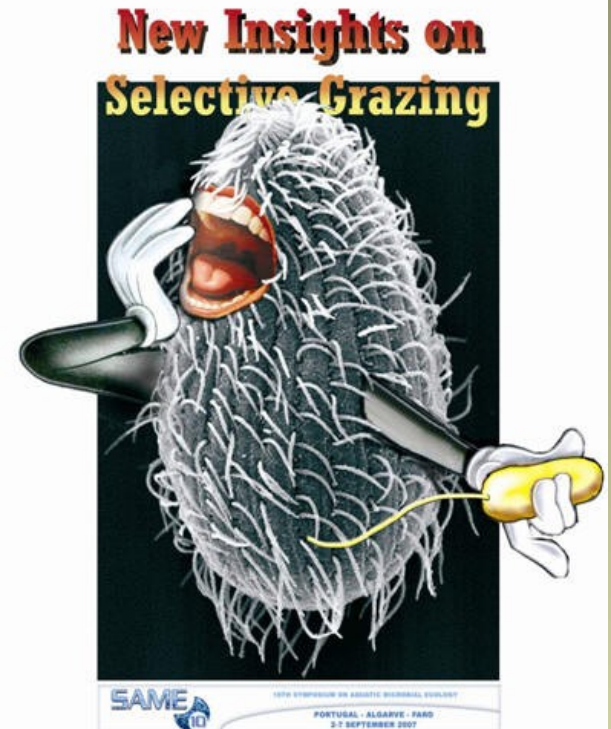


chromatická adaptace

Myrionecta rubra - nálevník



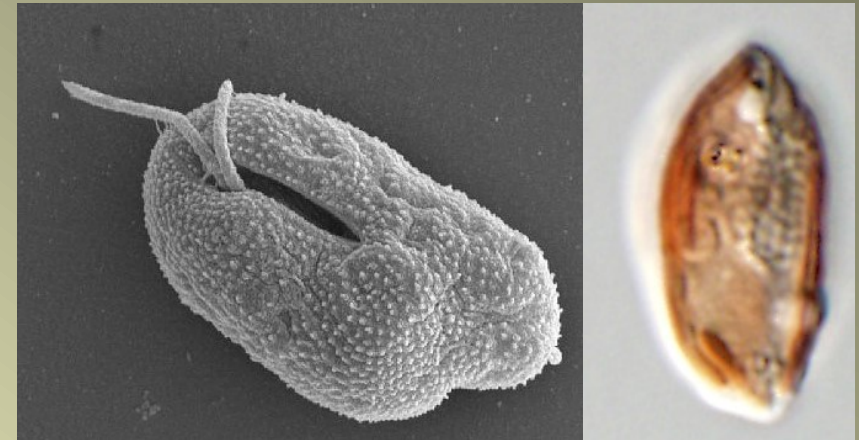
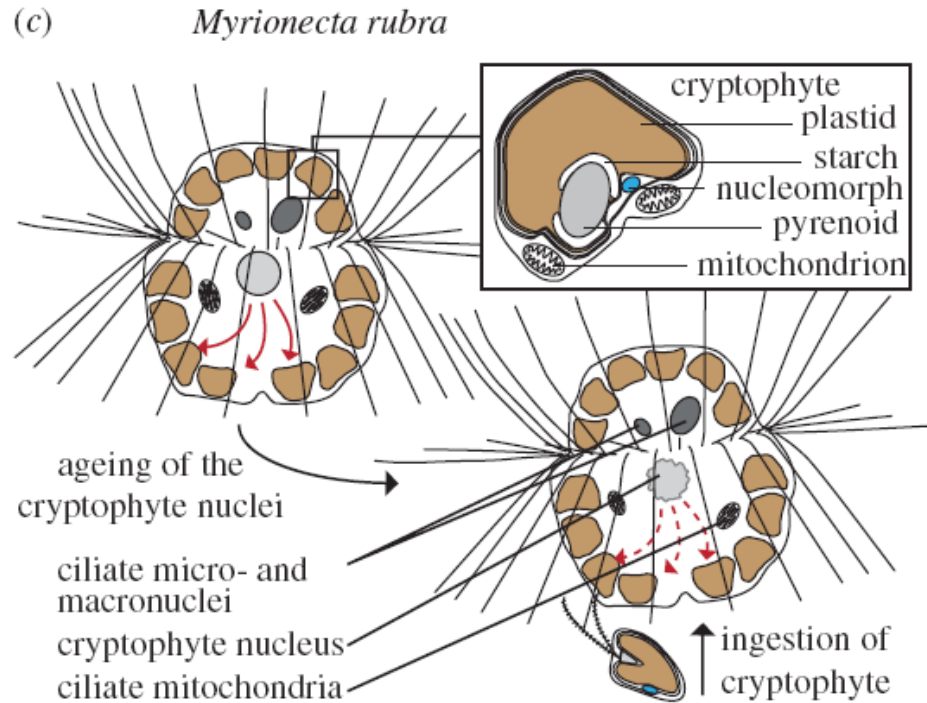
Myrionecta rubra bloom in the Columbia River, estuary (Oregon). Photo Alex Derr



Karyokleptie

Proč je *Myrionecta* tak úspěšná?

2-7 m·h⁻¹, fototrofní, rychlá
fotosyntéza



Geminigera cryophila

