

Masarykova Univerzita v Brně

Přírodovědecká fakulta

Ústav botaniky a zoologie

# SINICE/CYANOBAKTÉRIE

&

# RIASY

- ako ich (ne)poznáme

RNDr. Bohuslav Uher, PhD.

[uherius@sci.muni.cz](mailto:uherius@sci.muni.cz)

# ÚVOD alebo 7 otázok

- KTO? ČO?
- KDE A S KÝM/ČÍM?
- KEDY?
- AKO? AKÝM SPÔSOBOM?
- PREČO?
- NA ČO? KVÔLI ČOMU?
- MÁ TO VÔBEC VÝZNAM?

Jeden vedec povedal:

„Am Anfang war Dunkelheit und Nichts;  
dann kamen die Blaualgen.“

„Na začiatku bola tma a ničota;  
potom prišli sinice.“

[H. Ettl, 1978]

# SINICE

## Čo ste a odkiaľ a kam kráčate? alebo Quo vadis Cyanophyta?

- **Veľmi staré – 3.4 až 3.5 milárd rokov (raný život v Prekambriu, 7/8 histórie Zeme!!!)**
- **Biolitogénne mikroorganizmy (stromatolity alebo algolitické vápence)**
- **Tvorba a premena atmosféry a litosféry veľmi dlhé obdobie (asi 1 miliardu rokov)**
- **Vysoký energetický potenciál spolu s riasami v rôznych ekosystémoch (voda, kameň, vzduch, pôda, sneh, ľad...)**
- **40% (spolu s riasami) primárnej produkcie na Zemi**
- **99,99% (spolu s riasami) primárnej produkcie v oceánoch**
- **Aký máme my (ľudia) vzťah ku siniciam? – to radšej neskôr...**



# Stromatolity

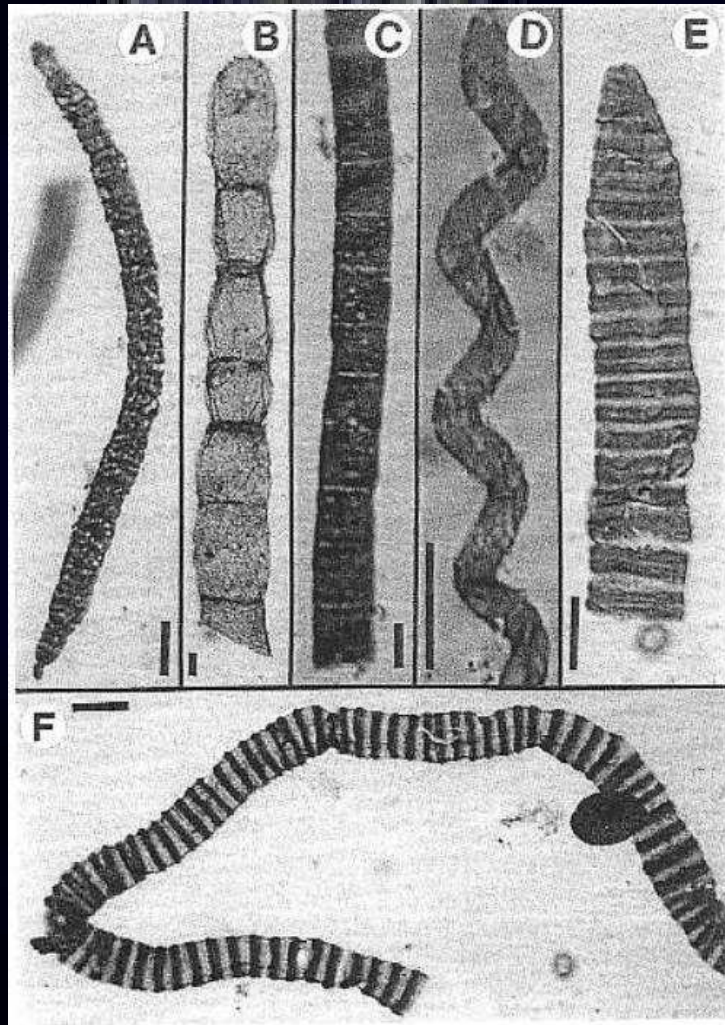
## najstaršie žijúce fosílie Zeme



1. Pohľad na kolóniu stromatolitov neďaleko Shark bay, Western Central Australia
2. Aktívny povrch stromatolitu tvorený najmä sinicami

# Najstaršie fosílie Zeme

– prekambrické sinice (3,5 mld rokov)



(A) *Primorivularia*;

(B) *Trachytrichoides*;

(C) *Partitiofilum*;

(D) *Heliconema*;

(E,F) *Calyptothrix*;

mierka = 10  $\mu\text{m}$

J. W. Schopf:

*Cradle of Life* (1999).



# EŠTE TROCHU FAKTOV Z HISTÓRIE ŠTÚDIA SINÍC

- Prvá nepriama zmienka o siniciach už v renesančných básňach dokonca v staročeštine (Bohuslav Hasištejnský z Lobkovic, \*1461- †1510)
- 1753 Carl Linné: *Species plantarum*
- Prvý vedecký záujem o sinice až v 19. storočí – Agardh 1814: *Species algarum*, Carmichael 1827, Nägeli 1849, Gomont 1892, Bornet et Flahault 1886-1888
- Rozmach vedeckých štúdií siníc v 20. storočí (Geitler 1925, Elenkin 1936, Desikachary 1959, Starmach 1966, Bourelly 1970, Kondrateva 1975, Stanier et al. 1978, Anagnostidis & Komárek 1985)
- Sinice mali zdĺhavú sériu mien: Cyanophyta (1849), Schizophyta (1907), Myxophyta (1914), Cyanobacteria (1978), Oxyphotobacteria (1988), Cyanoprokaryota (1998)...

# Bohuslav Hasištejnský z Lobkovic

(humanistický básník a prozaik pôvodom z hradu Hasištejn u Chomutova)

## Prolog

...I prameni wznešený Anténorského Timáwa

Ty spolu, genž wynikáš neybližšij Rénu sinému

Oslawený zdrogi neynábožněgšjho ze králú

Karla hrobem. Gakové tady wjry wzhúru wypauštj!

Wiz gak rozmanitau kamenj tam objčeno barwau,

Kamkoliw odplývá! Takowýmito barwami ledwa

Duha se zaskwjwá. Blaho po wěky peyšti se, wřjdo

Poswátné, a budiž rodu lidskému zdrawonosné!

Starcowi silu wracug, stydliwé učarug tady panně...

# Územie Slovenska z pohľadu štúdia siníc (ale aj rias) v čase

- **1865 Kalchbrenner Károly:** „A szepesi moszatok jegyzéke“
- **1925 Silvestr Prát:** „The culture of calcareous Cyanophyceae“
- **1934 F. Nováček:** „Epilithické sinice serpentínů mohelenských“

Ďalšie významné osobnosti, ktoré ovplyvnili výskum siníc a rias na území Slovenska:

- **Adolf Pascher (\*1881-†1945) – Praha**
- **Bohuslav Fott (\*1908-†1976) – Praha**
- **Jiří Růžička (\*1909-†1993) – Praha**
- **Uherkovich Gábor (\*1912-†2002) – Dobšiná, Budapešť**
- **Ladislav Hanuška (\*1920-) – Bratislava, Praha**
- **Jiří Komárek (\*1931-) – Praha, České Budějovice**
- **František Hindák (\*1937-) – Bratislava**

# JAZYKOVÉ OKIENKO

alebo etymológia slova „sinice“

- Sinice – jedinečný názov z poľštiny, prevzatý do češtiny (1934) a do slovenčiny (1940)
- Ostatné jazyky: blue-green algae (angl.), blau-algen (nem.), sinozelenyje vodorosly (rus.), kék mozsatok (mad'), algas verde-azules (špan.) = „modro-zelené resp. modré riasy“

# SINICE

## Prokaryotické rastliny alebo baktérie?

V prospech siníc:

- Fykobilizómy
- Tylakoidy
- Volutín
- Intróny v DNA a RNA
- RNA sekvencia
- Rastlinný typ fotosyntézy
- Heterocyty (N-asimilácia)
- Akinéty
- Hormogóniá
- Malý počet ribozómov
- Ekologická funkcia

V prospech cyanobaktérií:

- Prokaryoty
- Peptidoklykany
- Mureín
- Kys. diaminopimelová
- G- baktérie
- Typ bunkového delenia

# Paradox v evolúcii?

„Staré a statické“ sinice vyvolali „veľký tresk“ v evolúcii života na Zemi

- Sinice sa morfologicky nezmenili za celé svoje obdobie existencie na Zemi (dôkaz → prekambriické fosílie), avšak geneticky áno!
- Sinice však spôsobili evolučnú revolúciu a to „len“ kvôli kyslíku ktorý bol „odpadom“ ich jedinečnej fotosyntézy (dôkaz → ozónová vrstva, ochrana pred UV-lúčmi)
- Sinice sú veľmi vhodnými partnermi pre rôzne organizmy (huby, živočíchy a rastliny), čo dokazuje samotná existencia chloroplastov (dôkaz → endosymbióza)



# Prečo práve sinice?

## Nie sú to bludy?...

- Možno aj sú, ale treba sa odpútať od antropocentrizmu
- Asi využili už v Prekambriu extrémne podmienky a boli schopné aj napriek nehostinnosti prežiť a rozmnožovať sa, i keď asexuálne!
- A následne ako vládli na Zemi 1 miliardu rokov, sami sa „odpísali“ tým že pripravili perfektne atmosféru na nástup „vlády“ eukaryotov, teda aj rias! ...
- Z toho vyplýva, že aj riasy sú vlastne tiež výsledkom koevolúcie a priamo súvisia so sinicami, keďže ich chromatofory/chloroplasty sú vlastne už „poriadne“ zmenené, pôvodné sinice!!!

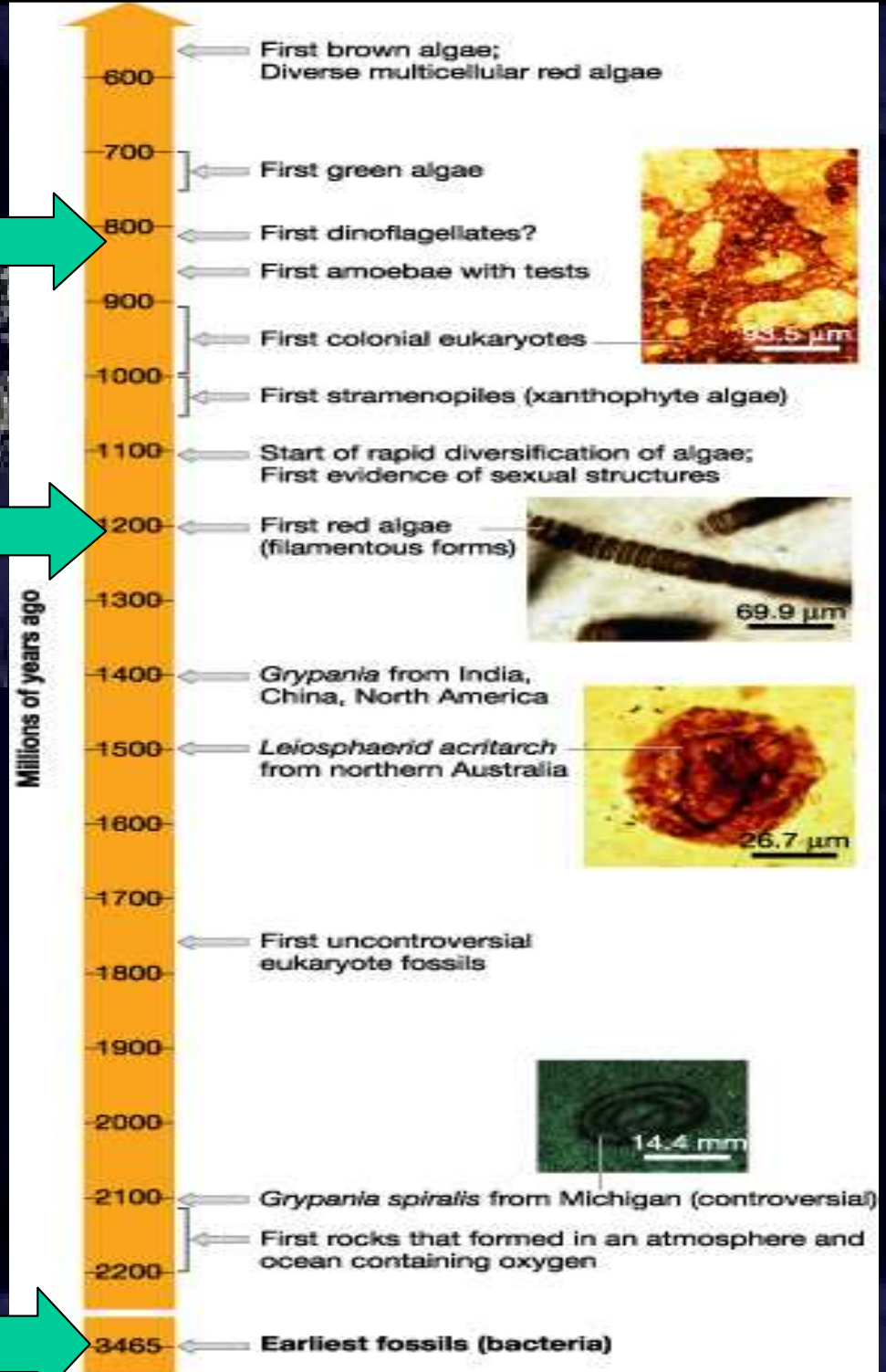
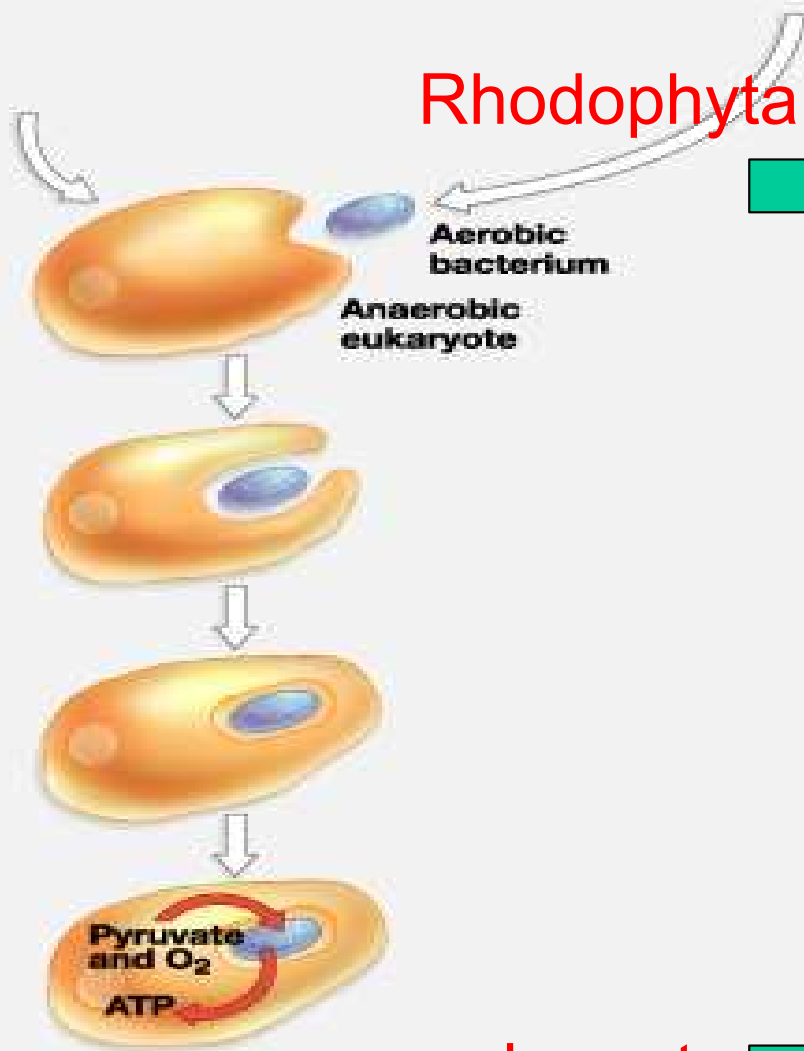
# Od siníc ku riasam

Dinophyta

Rhodophyta

prokaryoty

## THE ENDSYMBIOTIC THEORY

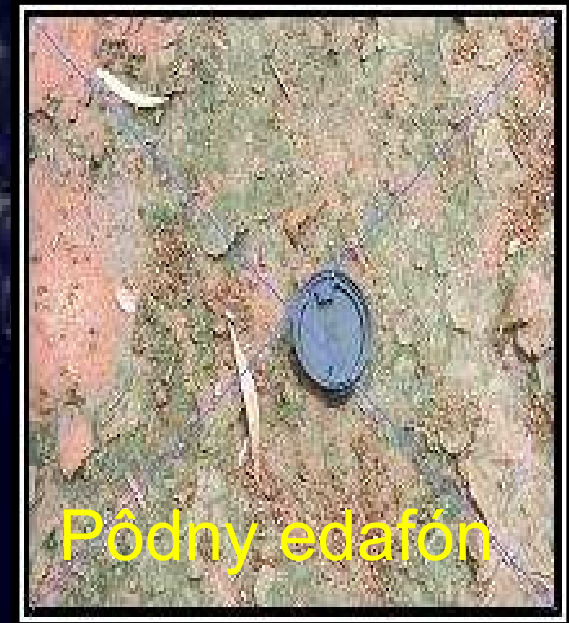


# Sinice a riasy - nerozlučné kamarátky alebo prečo to tak je, že sú v jednom „koši“?

- Odnepamäti boli študované spolu, jedine poľština dokázala jazykovo odlíšiť sinice od rias (ostatné jazyky výrazne zaostávali, resp. museli počkať na vedecké objavy)
- Stredobodom záujmu fykológie/ algológie
- Spoločne vytvárajú spoločenstvá ako fytoplanktón, fytobentos, neuston, kryoseston, epilíton, perifyton...; teda sú si ekologicky blízke.



# Sinice a riasy voľným okom





# Fykologická antarktická výprava 2003



Antarktída



Velrybí stavec



Zelený sneh



Antarktická dutohlávka



# Ako na ne?

## Alebo čo si počat' so „slizom“ ?

- Nadšenie
- Zanietenie pre prácu v extrémnych podmienkach (nebezpečenstvo pošmyknutia)
- Trpezlivosť (najmä pri „love“ rias a následne pri pozorovaní)
- Zmysel pre humor, teda nedať sa len tak vysmiať vzorkou, ktorej vôbec ale vôbec nechápete
- Radosť z objavovania nových vecí pod mikroskopom
- Talent pre prácu jednak v teréne a v laboratóriu

# Aký je metodický prístup pri skúmaní siníc a rias?

Lokalita: Dóm sv. Martina



Miesto odberu



Detail povrchu  
substrátu



Kultúra



Petriho miska



Mikroskop





# Náhľad do „riasarskeho“ laboratória



Flowbox



Kultivácia



Konzultácia



Izolácia

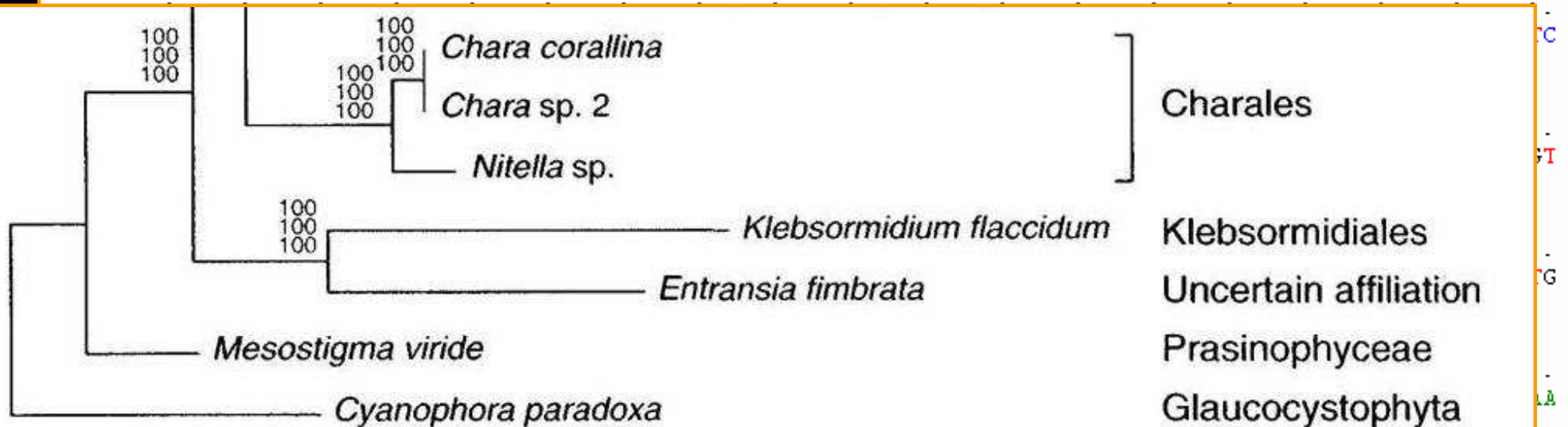


Experiment



# Molekulárna taxonómia analýzy SSU a LSU rRNA

10 20 30 40 50 60 70 80 90  
 1 CGCTTCGGGACGCAGCCCATCTTTTAAAGACGTTTCAGTCAAGAGAAGGGCCCTCTTTGCCGCGTCAGACC GCCCGACGGTAAAAATCTGRAGCAAC  
 110 120 130 140 150 160 170 180 190  
 101 AGCTGCTCTACAGCAAACGTC AACCTCAAAGAGGTGAGGGGAGGCTGCGGCTGGTATAAATCGGGTTGGACAGAAATCATAACTTGA TTCGAGGATGC  
 210 220 230 240 250 260 270 280 290



610 620 630 640  
 601 TGCCGGTCCTTAACTTGATTCCTTCTGCAGGTTTCCACA

# Môže byť mikrosvet siníc a rias zaujímavý pre človeka?



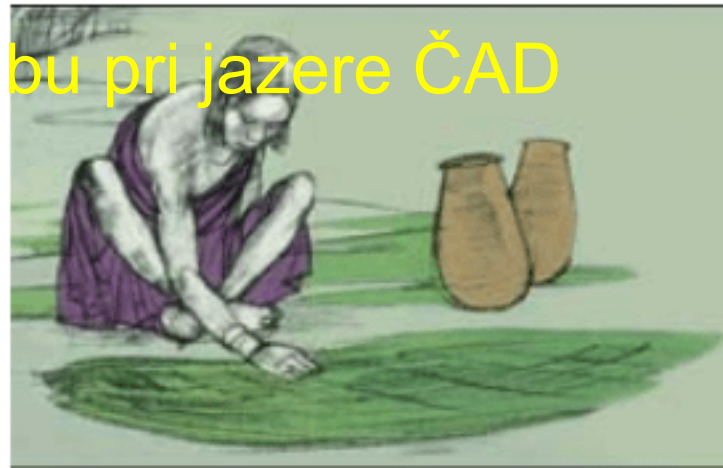
- Variabilita fenotypová i genotypová
- Diverzita druhov
- Adaptabilita na rôzne podmienky
- Všadeprítomnosť
- Dostupnosť
- Rôzne životné stratégie
- Biomedicínsky a farmaceutický výskum
- Vodohospodársky význam
- Testy toxicity
- Génová banka
- Modelové organizmy
- Bioremediácie, detoxikácia kontaminovanej pôdy, vody
- Záchrana ľudstva - výživa
- Extrémne biotopy – Antarktída, púšte, termálne pramene...
- Kozmický výskum

# Ako človek využíval a využíva sinice a riasy?

Ženy z kmeňa Kanembu pri jazere ČAD

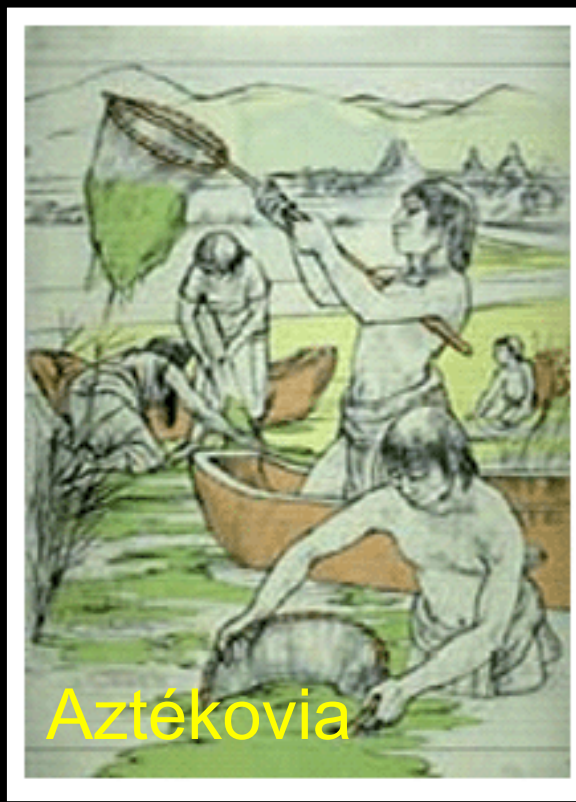
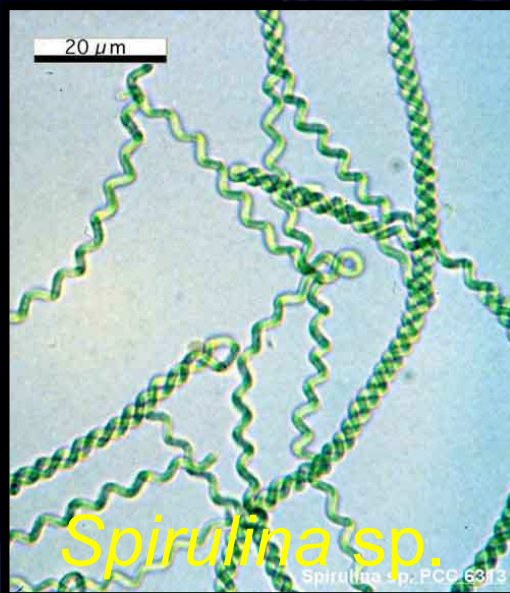


Afrika



Amerika

Pestovanie siníc  
Zdroj obživy



Aztékovia



# „Moderné“ využitie sinice *Spirulina* spp.

Plantáže



⇒ Karotenoidy

⇒ Fykoerytrín, fykocyanín

⇒ Proteíny, sacharidy

⇒ Inhibícia replikácie HIV-1 vírusu

⇒ Inhibícia Herpes simplex vírusu

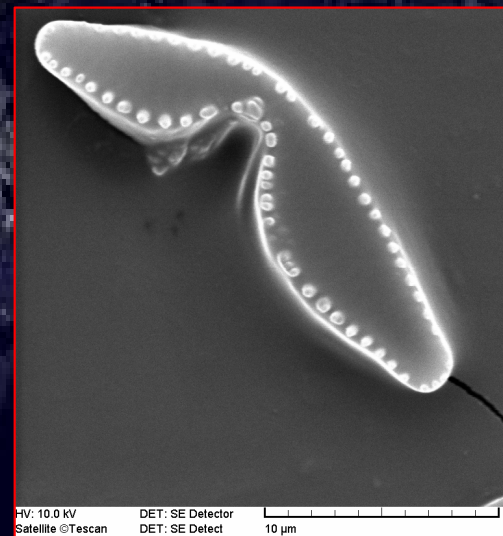
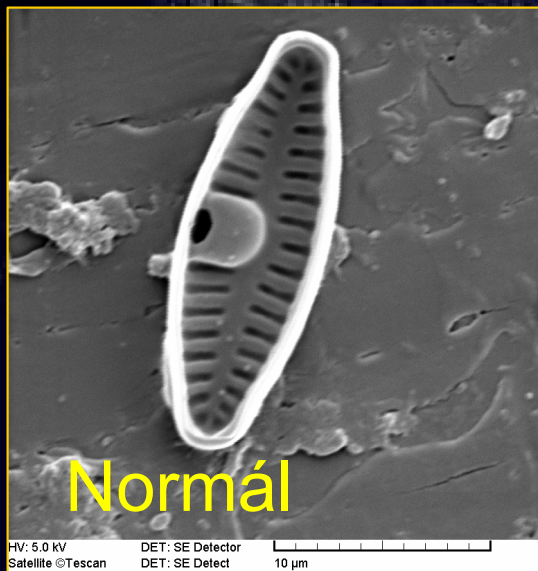
⇒ Chemoprevencia pred rakovinou



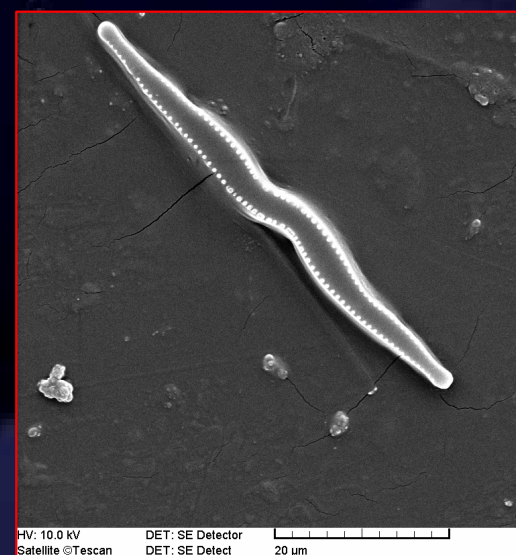
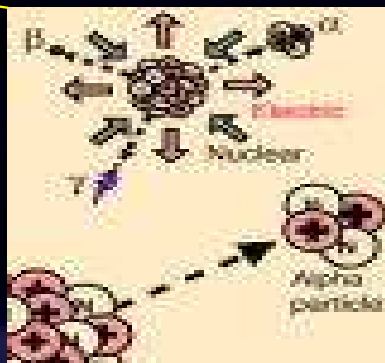
Tablety



# Rozsievky – detektory radiácie a t'azkých kovov (Pb, Cd, Hg)!

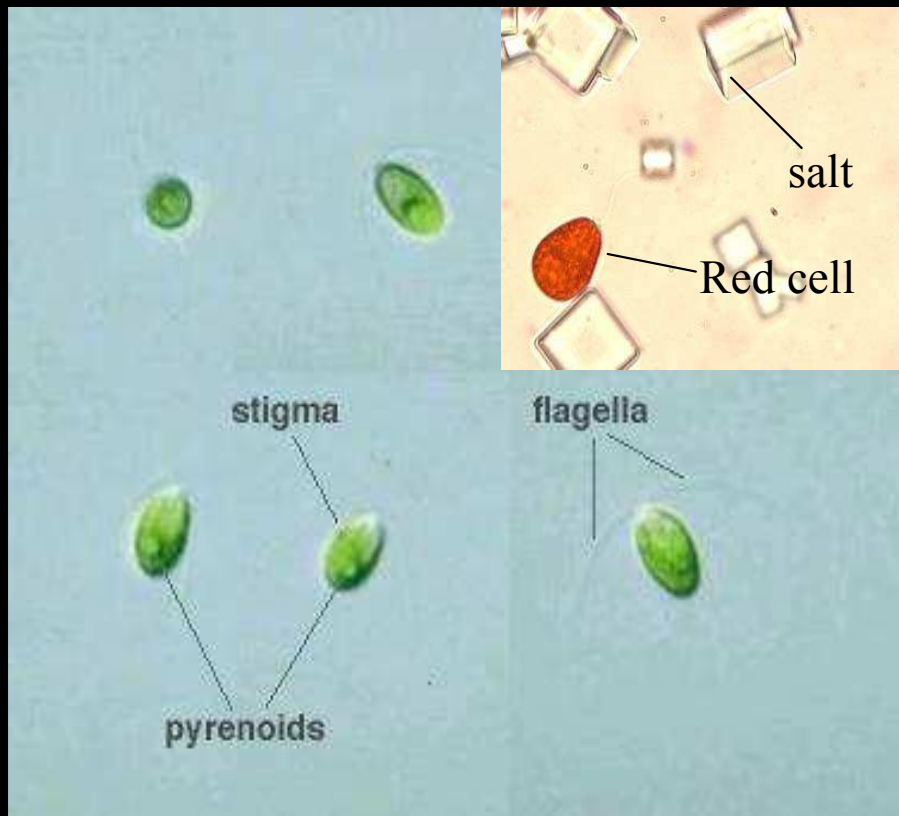


Radiáciou  
poškodené formy





# „Moderné“ využitie riasy *Dunaliella salina*



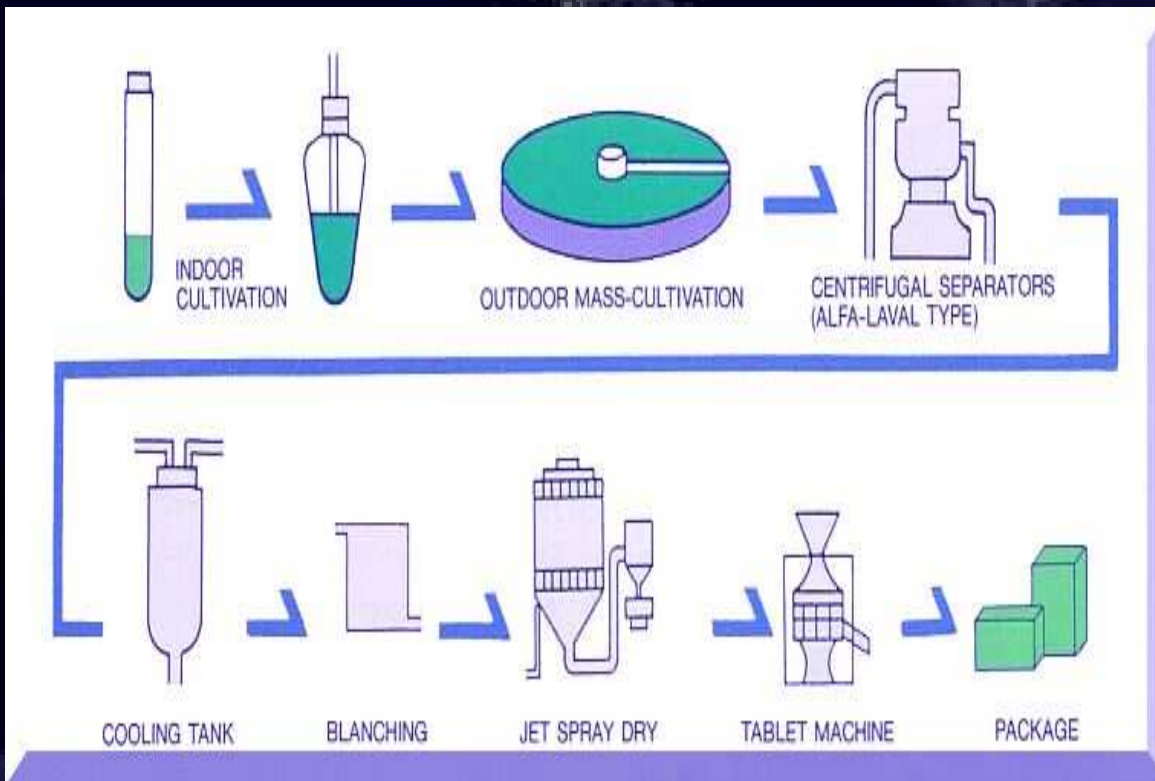
⇒ Karotenoidy

⇒ UV-ochranné faktory

⇒ Farbívá v  
potravínárstve, kozmetike



# „Moderné“ využitie riasy *Chlorella* spp.



⇒ Proteíny

⇒ Karotenoidy

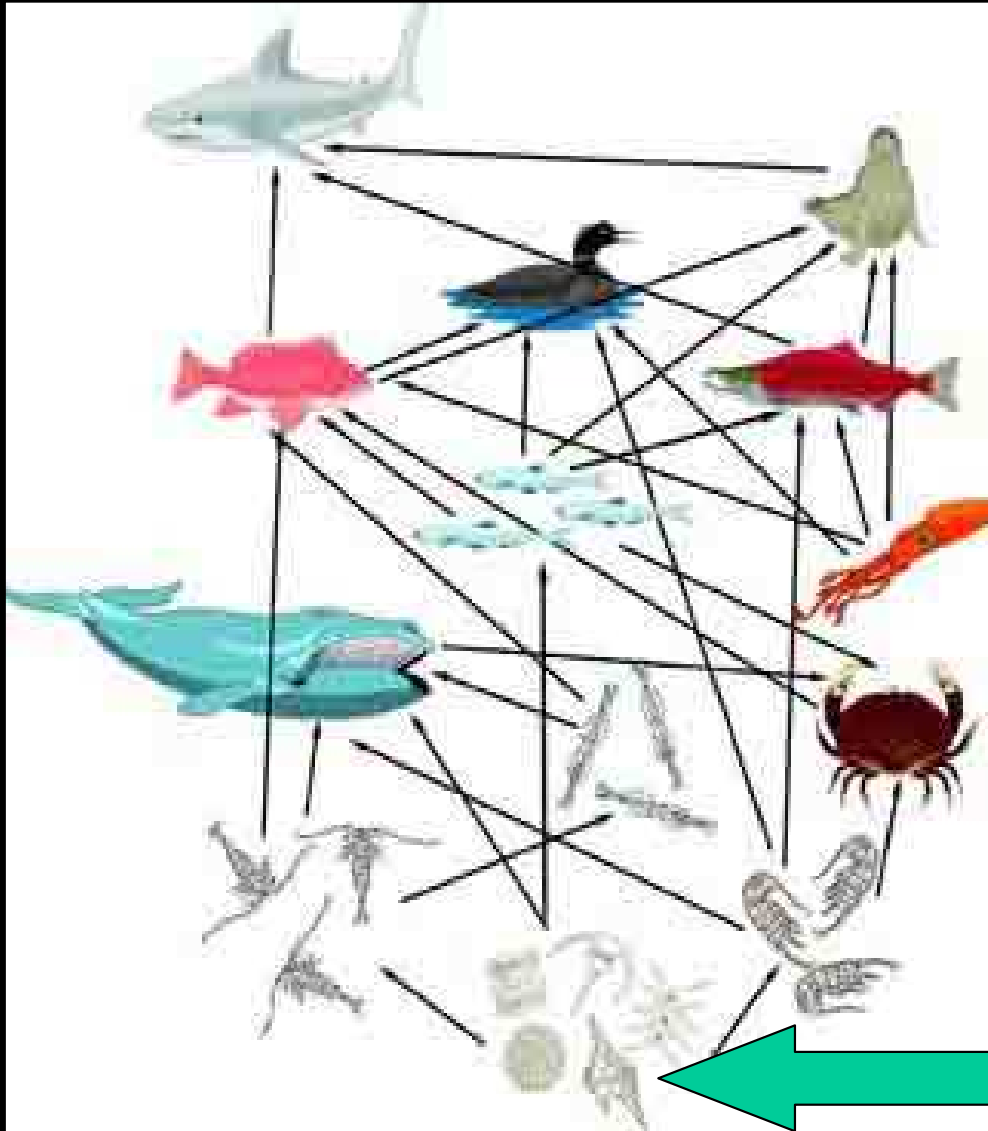
⇒ Posilnenie imunity

⇒ Liečenie ekzémov

⇒ Liečenie malígnych tumorov



# Aké majú postavenie v ekosystémoch, alebo systémoch?



PRIMÁRNE PRODUCENTY  
(PRÍZEMIE POTRAVOVEJ  
PYRAMÍDY)

Nezávislé od iných  
organizmov!

Na nich sú závislé mnohé  
organizmy „fykofágy“ 😊, celé  
ekosystémy (napr. koralové  
útesy)

Sinice a riasy

# Prečo sú plameniaky ružové?



LEBO SINICE!

Pigment astaxantin



*Spirulina platensis*

UTEX # 1926  
*Spirulina platensis*



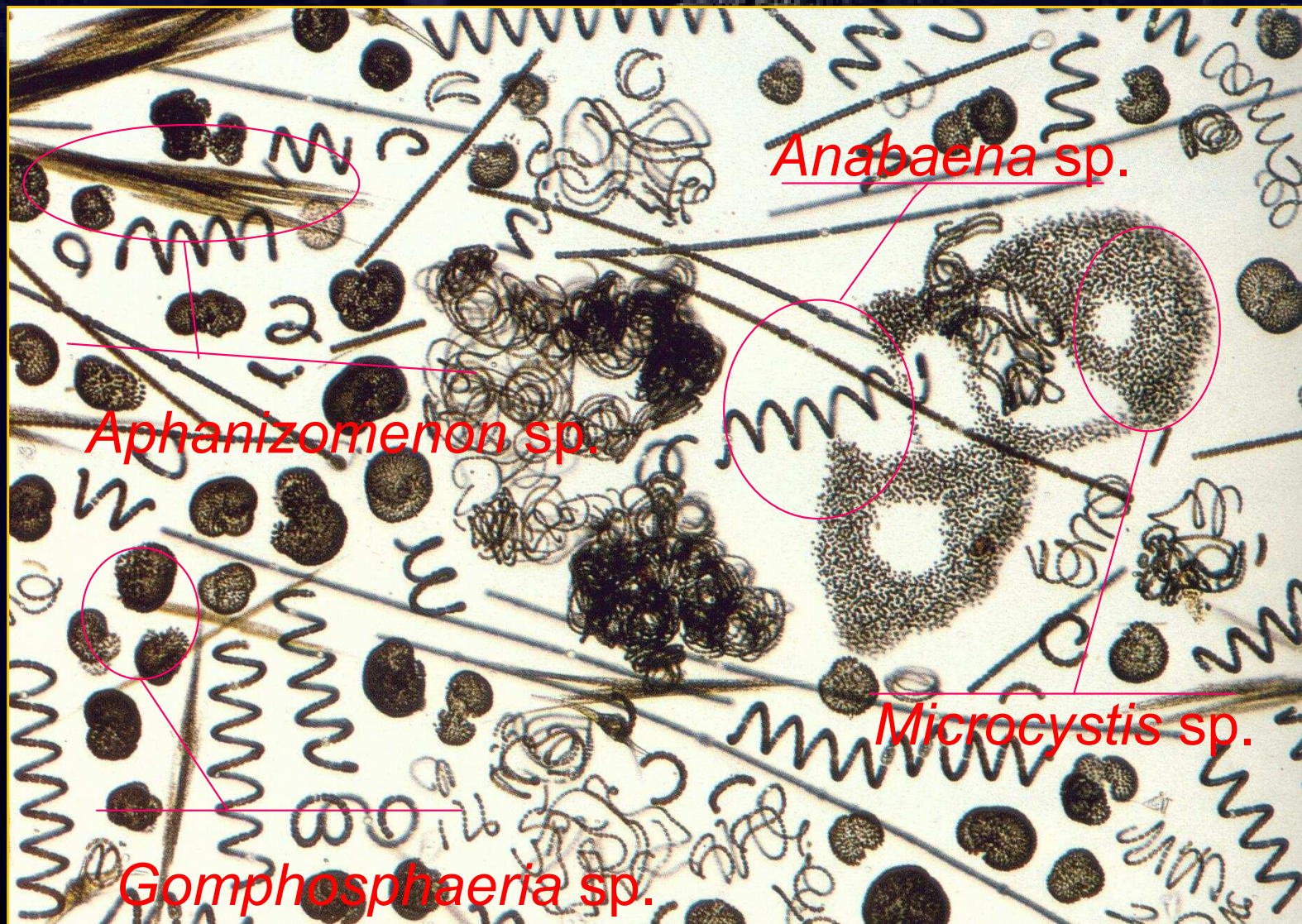
# Kráska siníc a rias... alebo ako sú vo svojej plnej paráde

## CYANOPHYTA





# Vodný kvet v mikroskope



*Anabaena* sp.

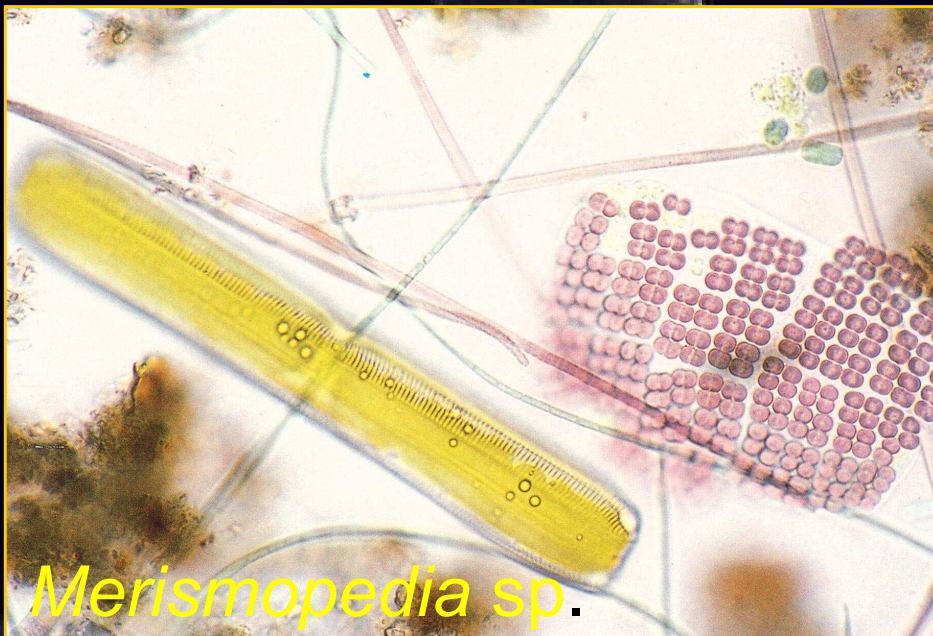
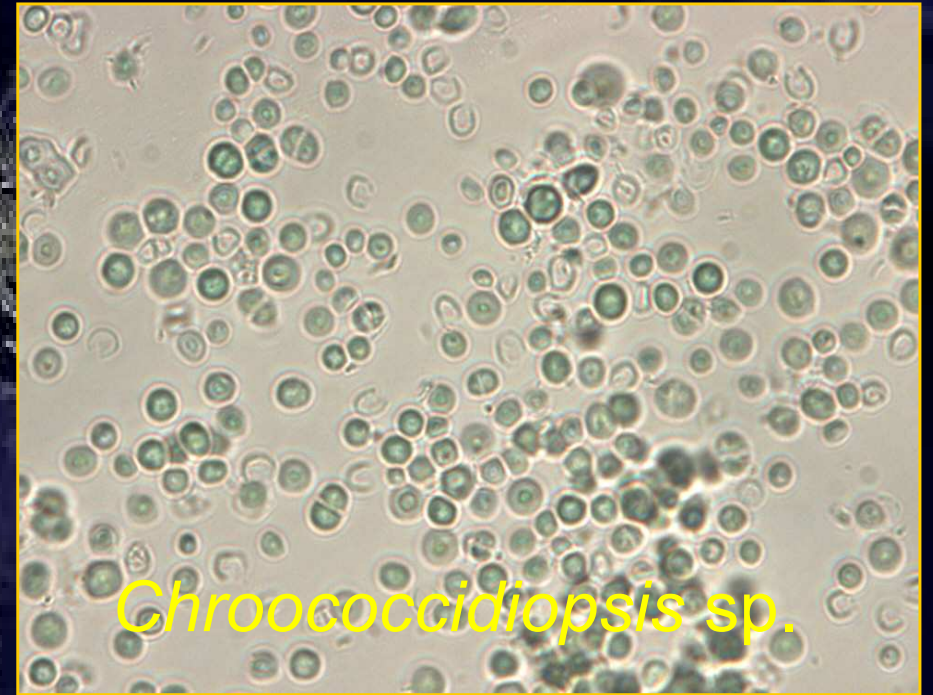
*Aphanizomenon* sp.

*Microcystis* sp.

*Gomphosphaeria* sp.



# CYANOPHYTA





# RHODOPHYTA





**DINOPHYTA**



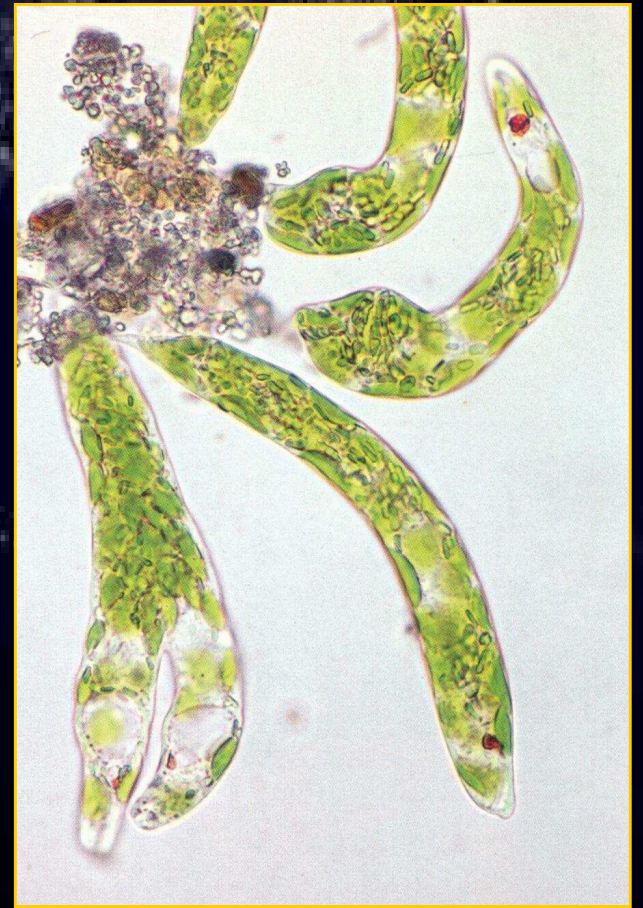
*Ceratium* sp.

**CRYPTOPHYTA**



*Cryptomonas* sp.

**EUGLENOPHYTA**

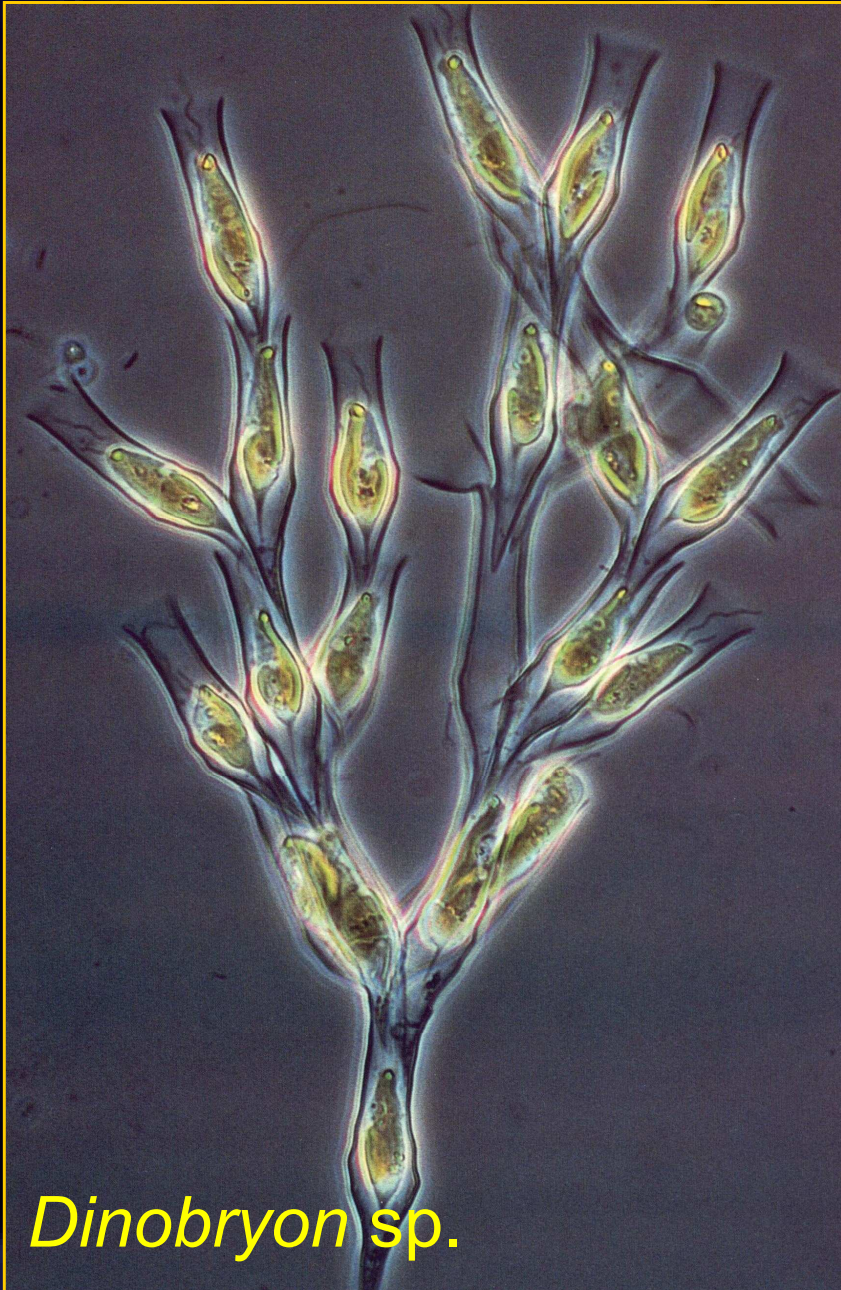


*Euglena* sp.



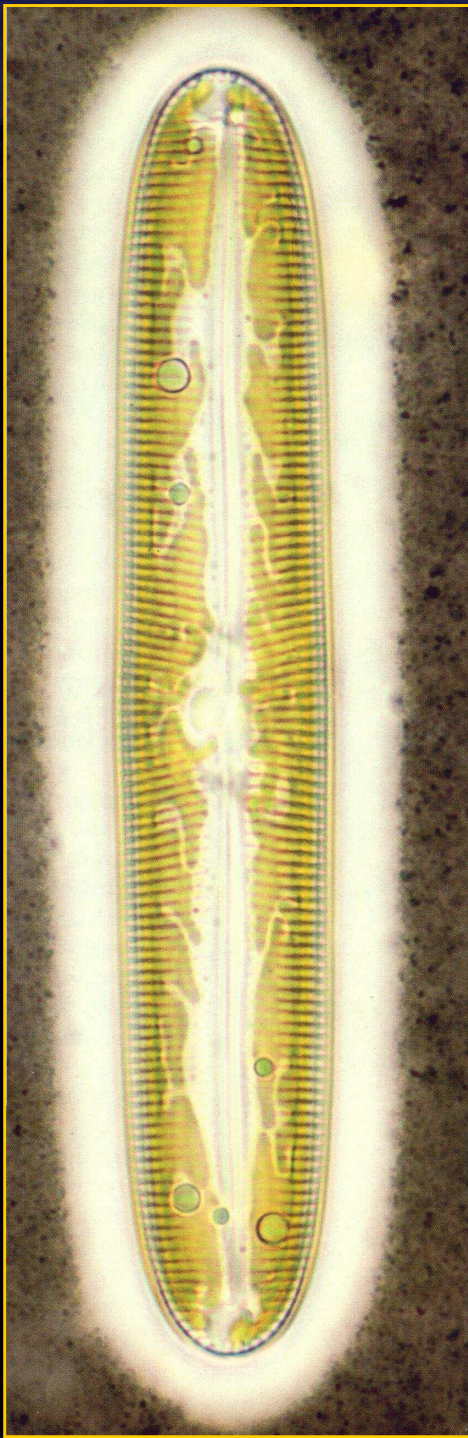
# HETEROKONTOPHYTA

## Chrysophyceae

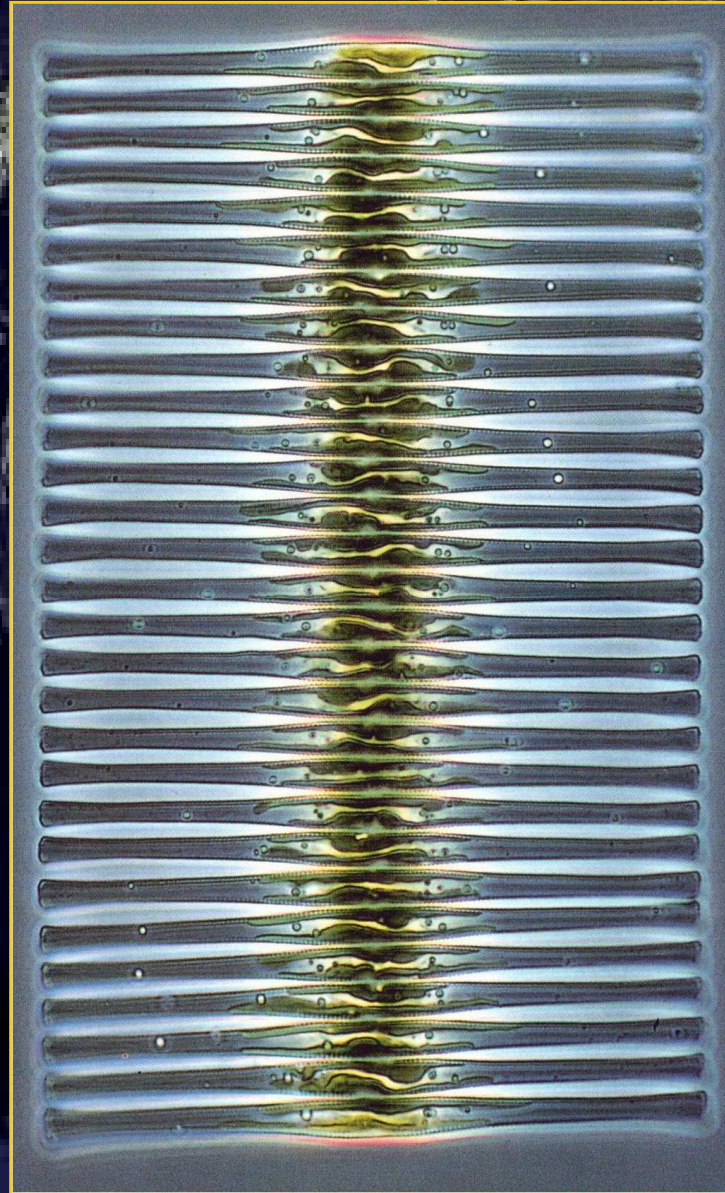




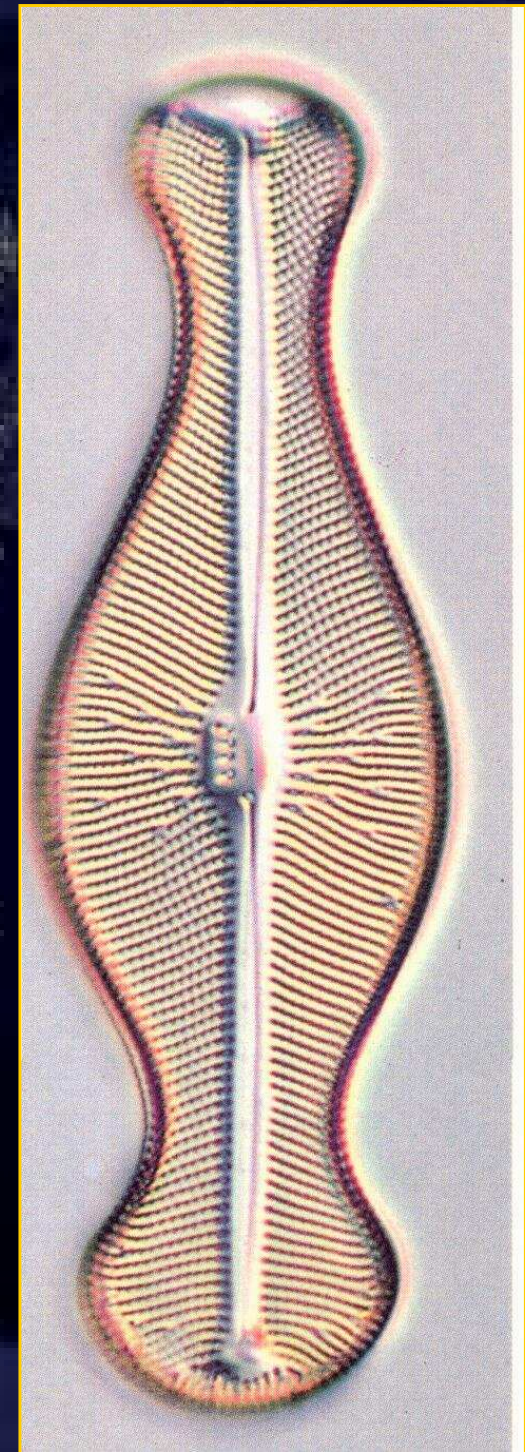
# Bacillariophyceae



*Pinnularia* sp.



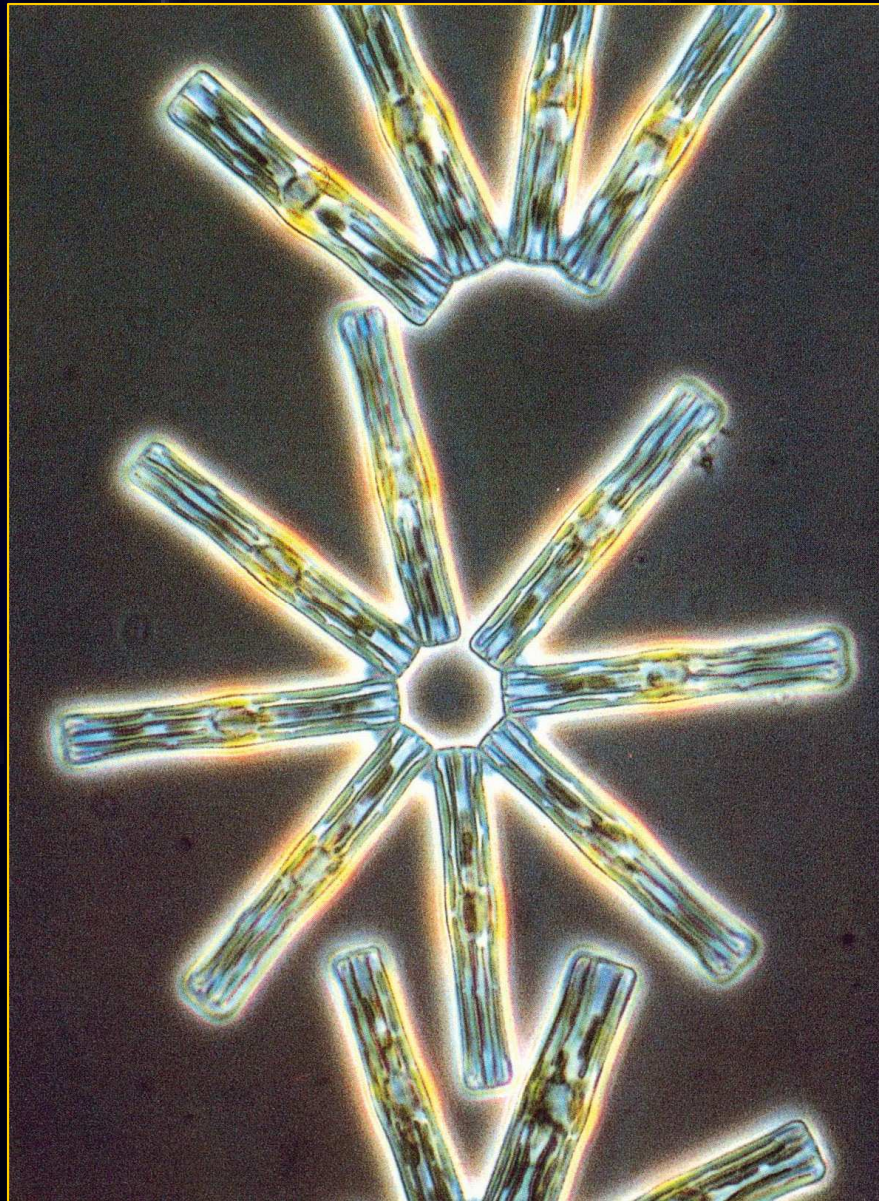
*Fragilaria* sp.



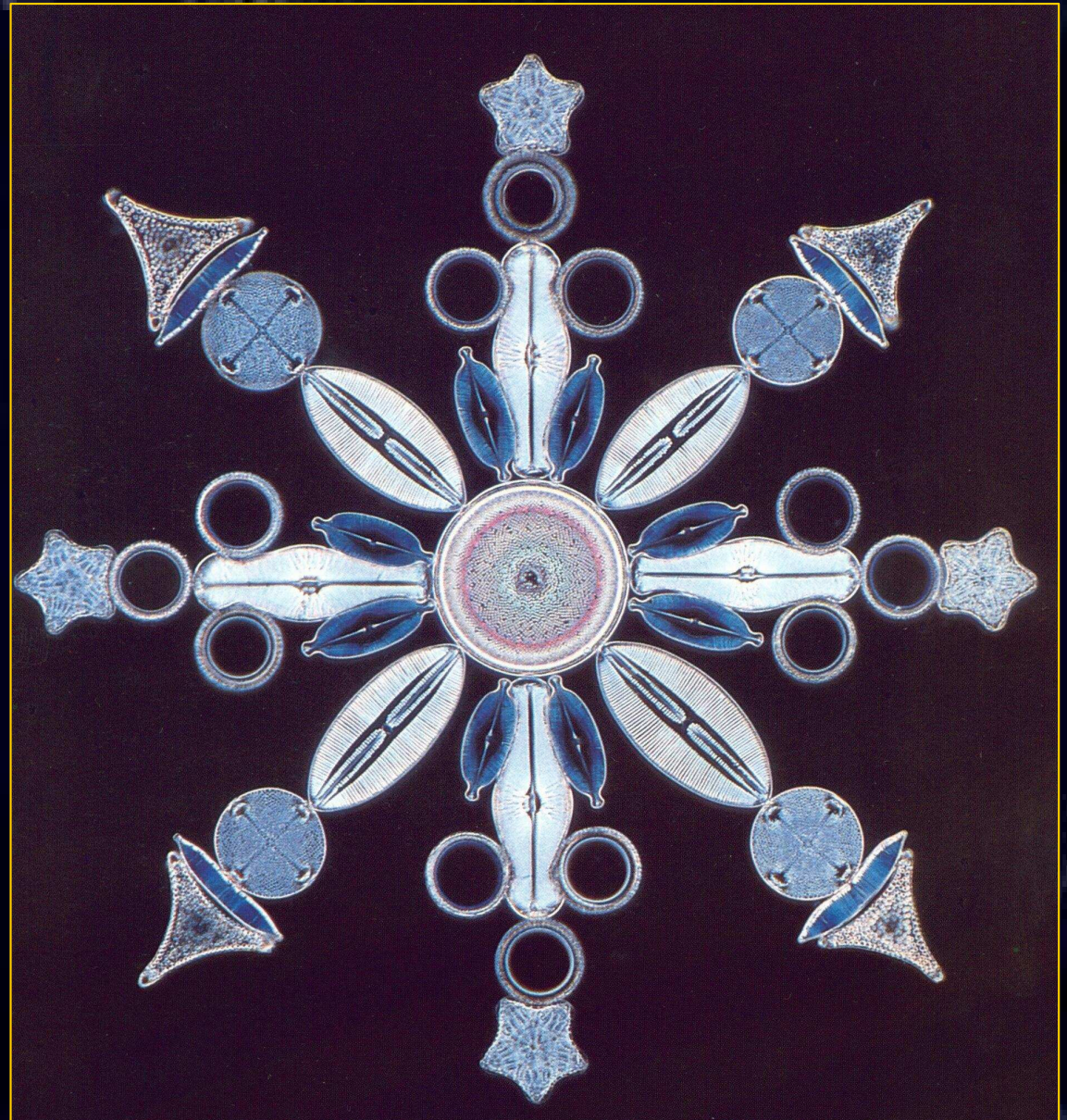
*Didymosphaeria* sp.



# Bacillariophyceae



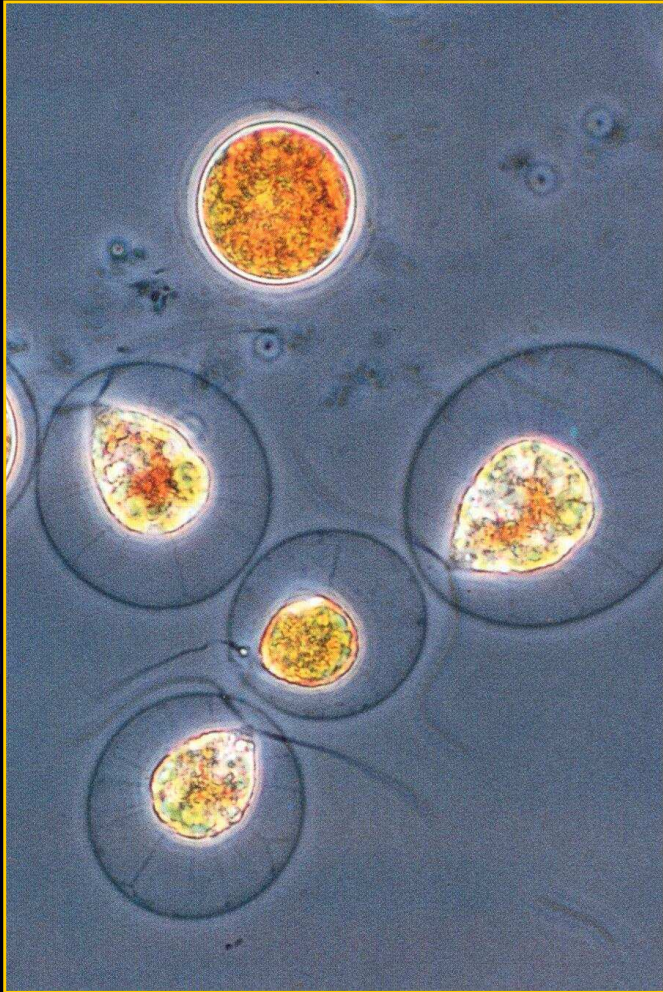
*Asterionella* sp.



Mikrodielo z fosílnych rozsievok



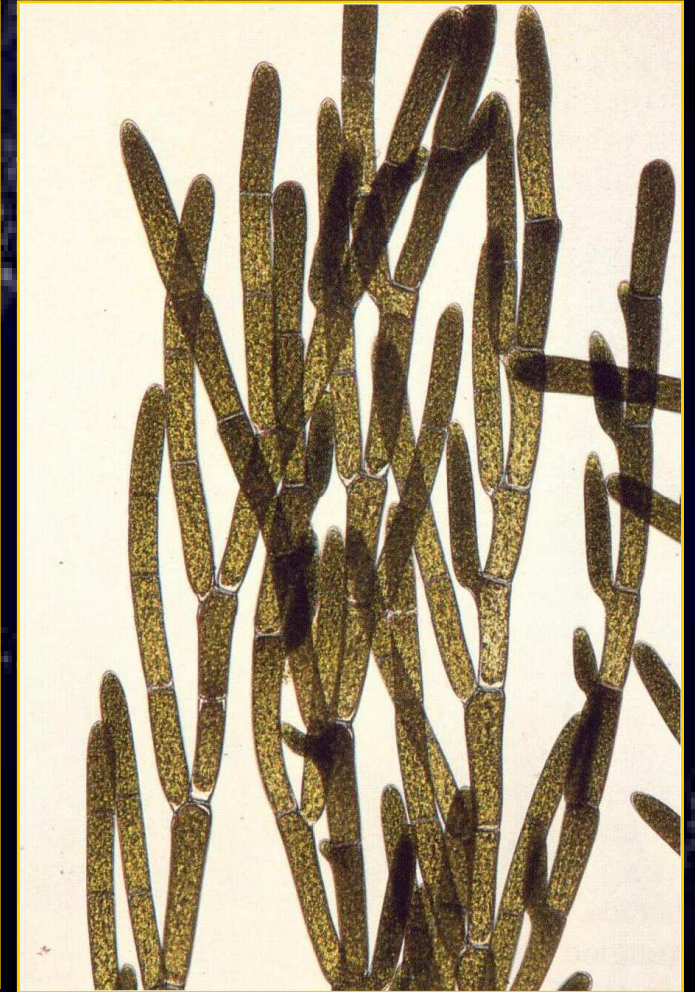
# CHLOROPHYTA



*Haematococcus* sp.



*Micrasterias* sp.



*Cladophora* sp.



# POZOR!!!



## NEBEZPEČNÉ SINICE A RIASY...

- Planktón – biocenózy voľnej vody
- Vodný kvet
- Fykológia a ekotoxikológia
- Toxíny siníc a rias (evidencia od roku 1978)
- Eutrofizácia (Dusík, Fosfor...)
- Ohrozenie celého ekosystému (intoxikácia iných organizmov)
- Fosfor – limitujúci faktor
- Ako obmedziť rozvoj toxických siníc a rias?
- Treba začať od seba, v domácnosti  $\Rightarrow$  pranie bez fosfátov!

# Ohrozenie nielen v pobrežných vodách oceánov...

Kvôli medzinárodnému obchodu s morskými produktami je človek vystavovaný toxínami siníc a rias konzumáciou intoxikovaných morských živočíchov....

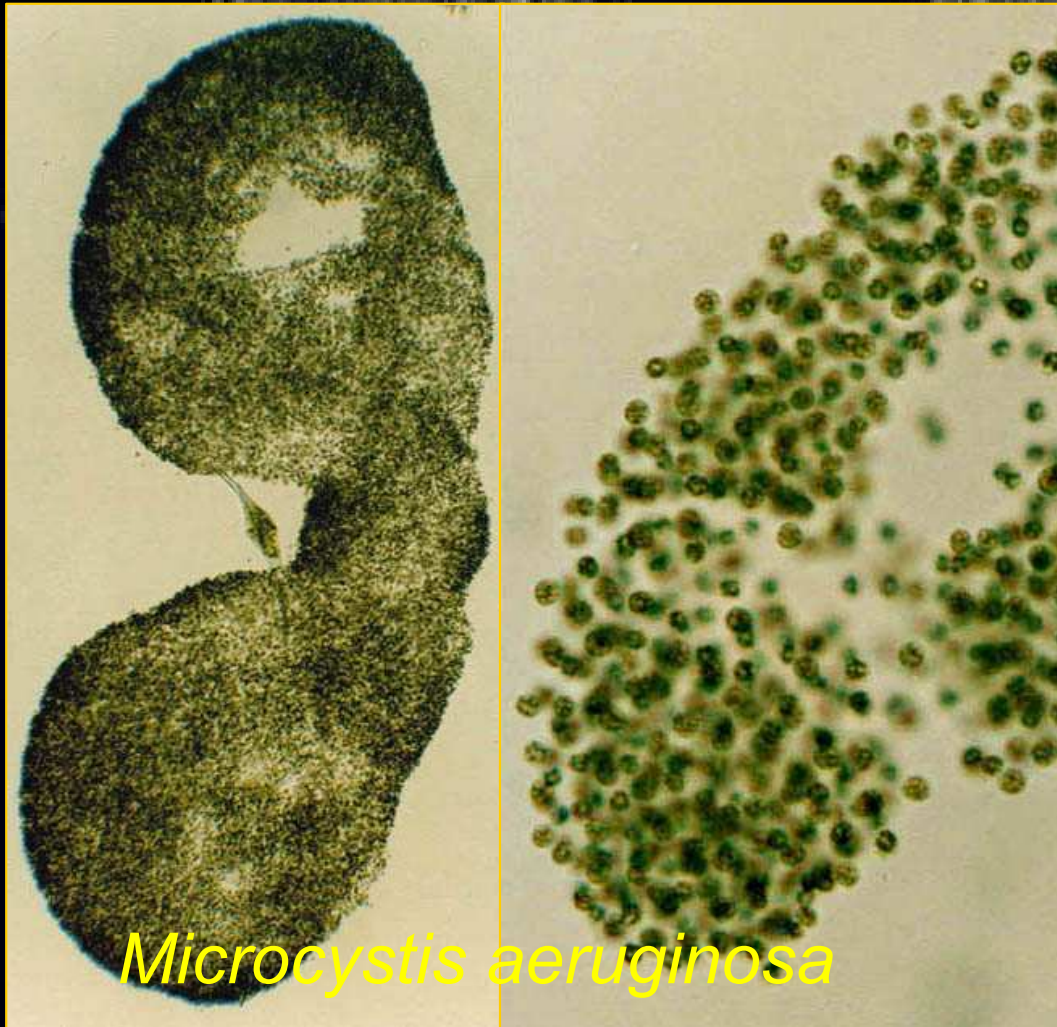
Symptómy sú rôzne, rozlišujeme 5 typov otráv:

- ⇒ASP otravy – gastroenteritída, dýchacie ťažkosti, až kóma!
- ⇒CFP otravy – poruchy termoregulácie, kardiovaskulárne poruchy
- ⇒DSP otravy – gastroenteritída, dávenie
- ⇒NSP otravy – nervové poškodenia dokonca vodným aerosolom!!!
- ⇒PSP otravy – neurologické prejavy až zástava dýchania

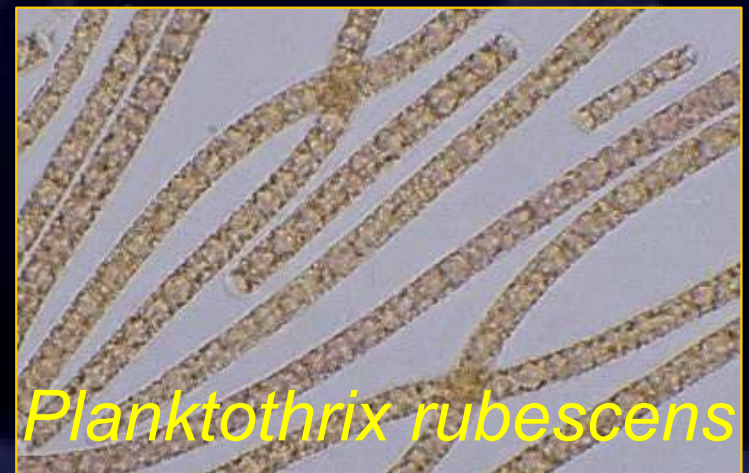


# Nebezpečné sinice! alebo biologické zbrane...

Toxín: mikrocystín



Toxín: nodularín



# Najnebezpečnejšie riasy!

Saxitoxín



Brevetoxín – paralýza!!!



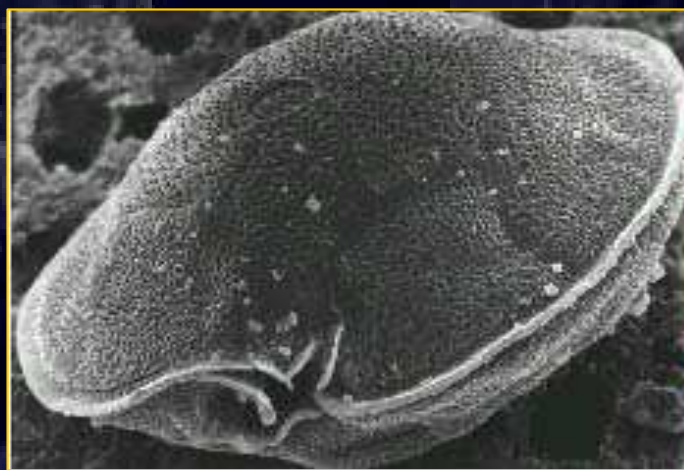
Červené prílivy... (red tides)





# Ďalšie nebezpečné riasy...

Toxín: kyselina domoiková a kys. okadaiková



**Ale predsa existujú  
organizmy, čo tieto toxické  
sinice a riasy obl'ubujú...**



*Ciliophora sp.*

**Požiera vlákna siníc ako špagety**



# Internetové odkazy, infošky



<http://www.sinice.cz>

<http://www.spirulinasource.com/movies.html>

<http://www.sinicearasy.cz>

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resourcesquality/toxiccyanbact/](http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/toxiccyanbact/)

<http://www.thallobionta.szm.sk/algae/algae.htm>

<http://www.cyanobacteria.com>

<http://unio.igb-berlin.de/abt3/mitarbeiter/hepperle/phycology/algae.html>

[http://www.biol.uni.lodz.pl/~kes/wersja\\_ang/phytoplankton.html](http://www.biol.uni.lodz.pl/~kes/wersja_ang/phytoplankton.html)

<http://www.murraybluegreenalgae.com/images.html>

<http://www-cyanosite.bio.purdue.edu/images/images.html>

<http://www.biologie.uni-rostock.de/oekologie/isiA.html>

<http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/cyanointro.html>

**ĎAKUJEM ZA POZORNOST!**

