



Úvod do sinic/cyanobakterií a řas & Sinice/cyanobakterie/cyanoprokaryoty

RNDr. Bohuslav Uher, Ph.D.

uherius@sci.muni.cz



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Fykologie / Algologie

- Nauka o autofototrofních organismech - sinicích a řasách
- **Fykos + logos / algae + logos**
- 1753 Species Plantarum - Carl Linné
- **1820 Species Algarum - Carl Adolf Agardh**
(1785–1859) švédský botanik

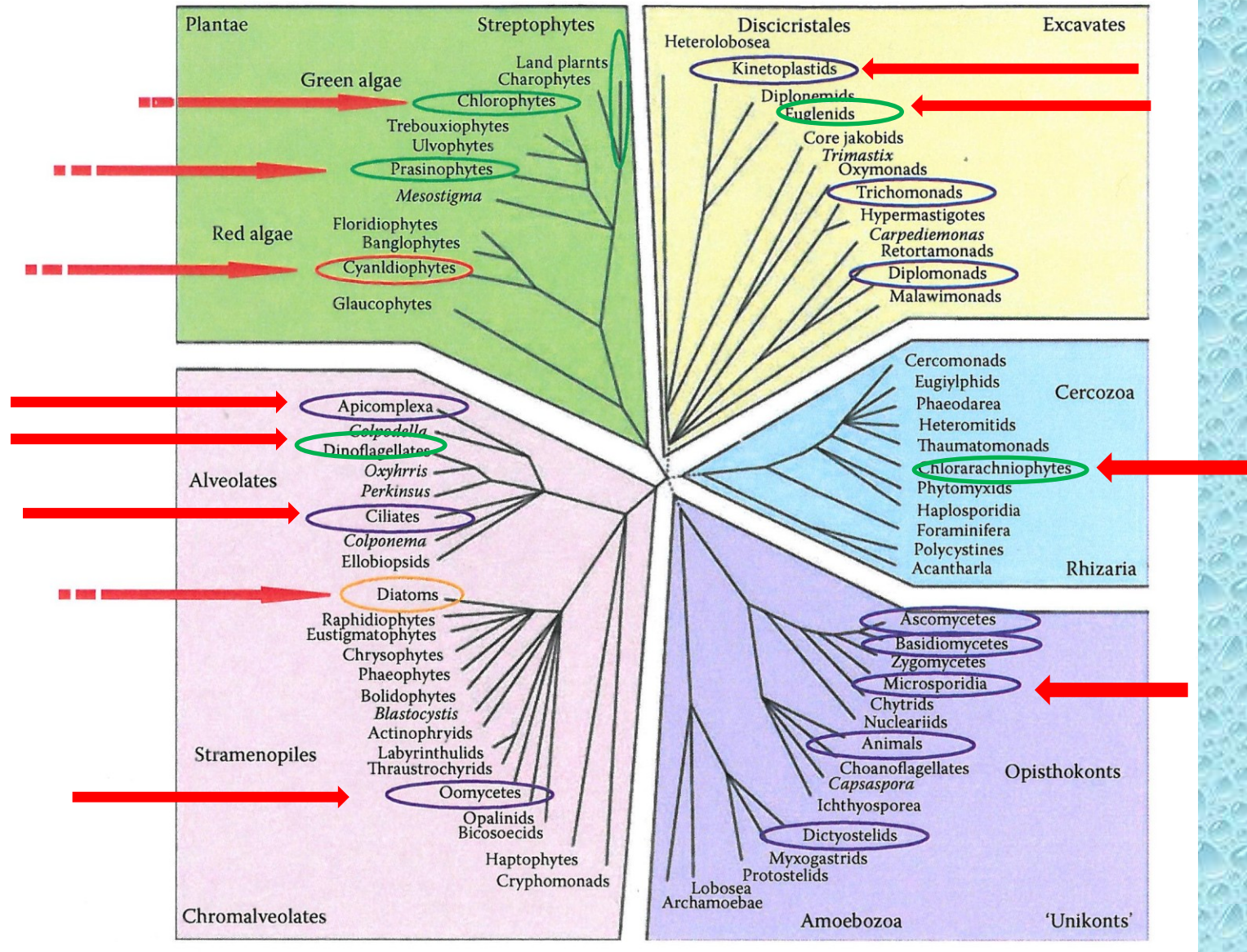
ALGAE s.l.

- Široká superskupina organismů
- „Svět řas“ fenomén endosymbiózy
- Plastidy – společný znak
- Příčina – cyanobakterie (předchůdci plastidů)
- Cryptogamia („tajnosnubní rostliny“) – Linnaeus 1753

Evolve a vztahy řas ve stromě života

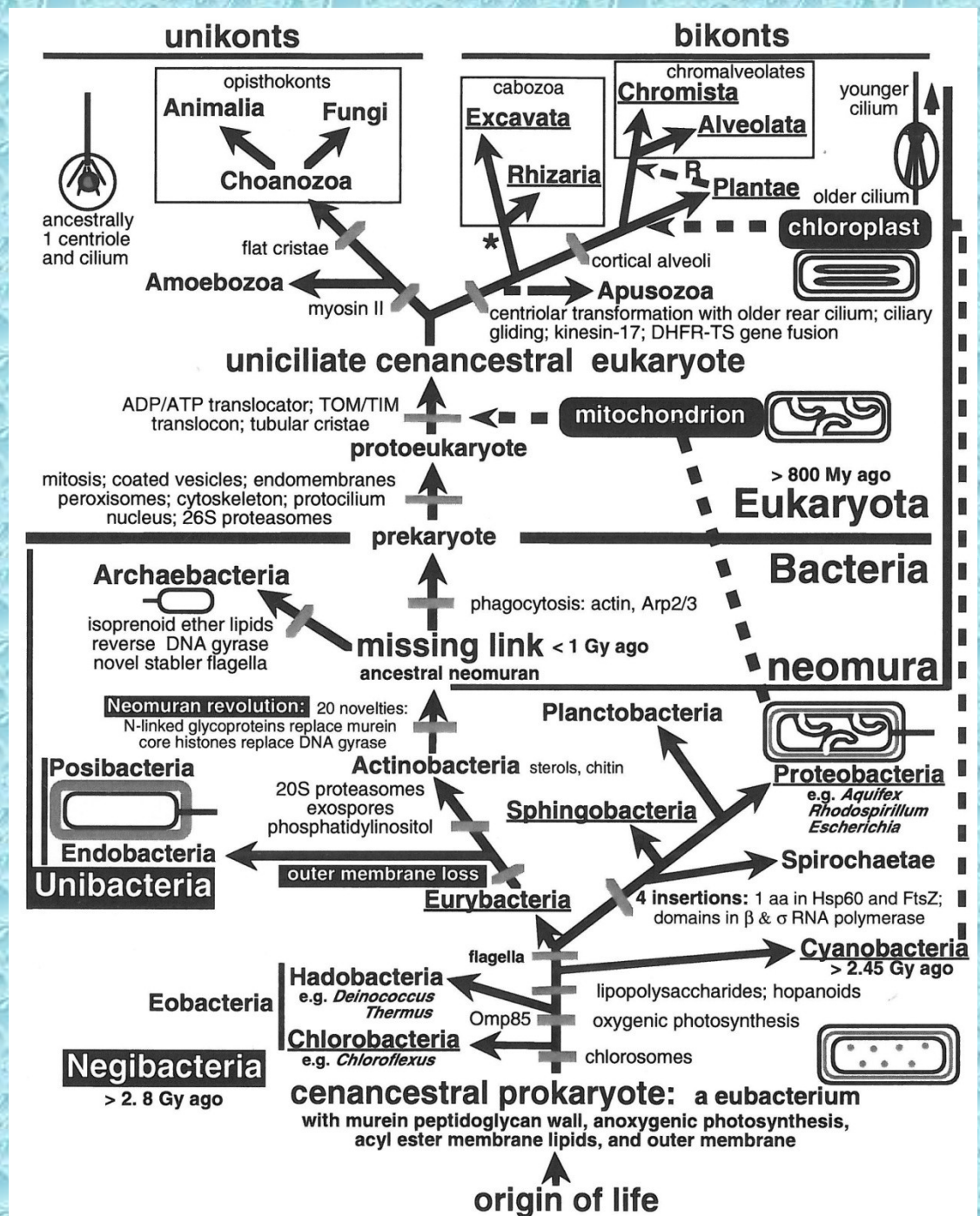
- Fotosyntéza rostlinného typu
- Proalgae = „prvořasy“ = prokaryotické řasy (Cyanophyta)
- Meta-algae = „přechodné“ řasy
- Eualgae = ruduchy, zelené řasy (Plantae)
- Chromophyte algae = endosymbiont ruducha

Fotosyntetické eukaryoty



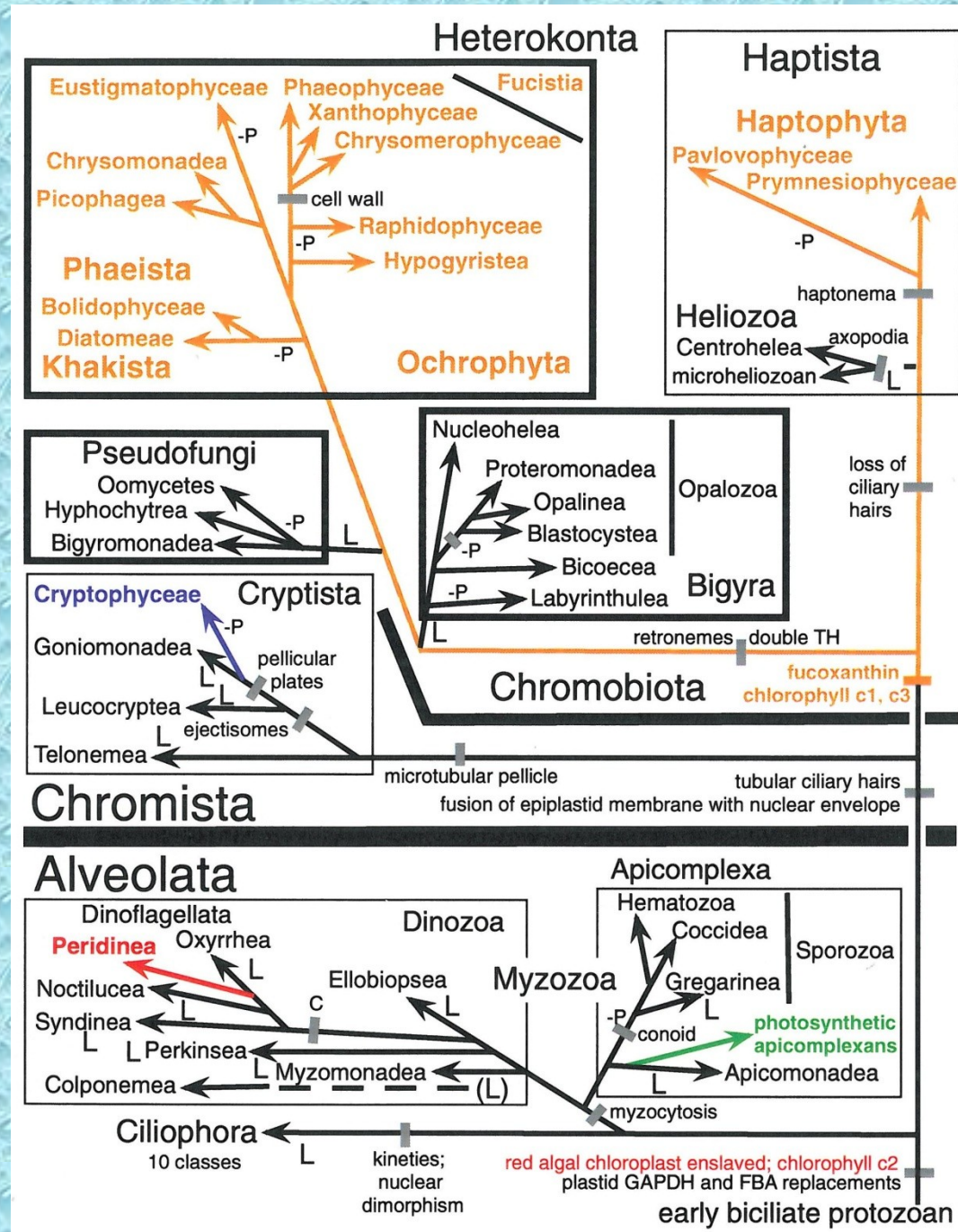
Strom života

- UNIKONTA
- BIKONTA
- Chromista
- Heterokonta
- Haptista
- Cryptista
- Alveolata
- Dinozoa
- Apicomplexa
- Plantae
- Glaucophyta
- Rhodophyta
- Chlorophyta
- Charophyta



Chromalveolata

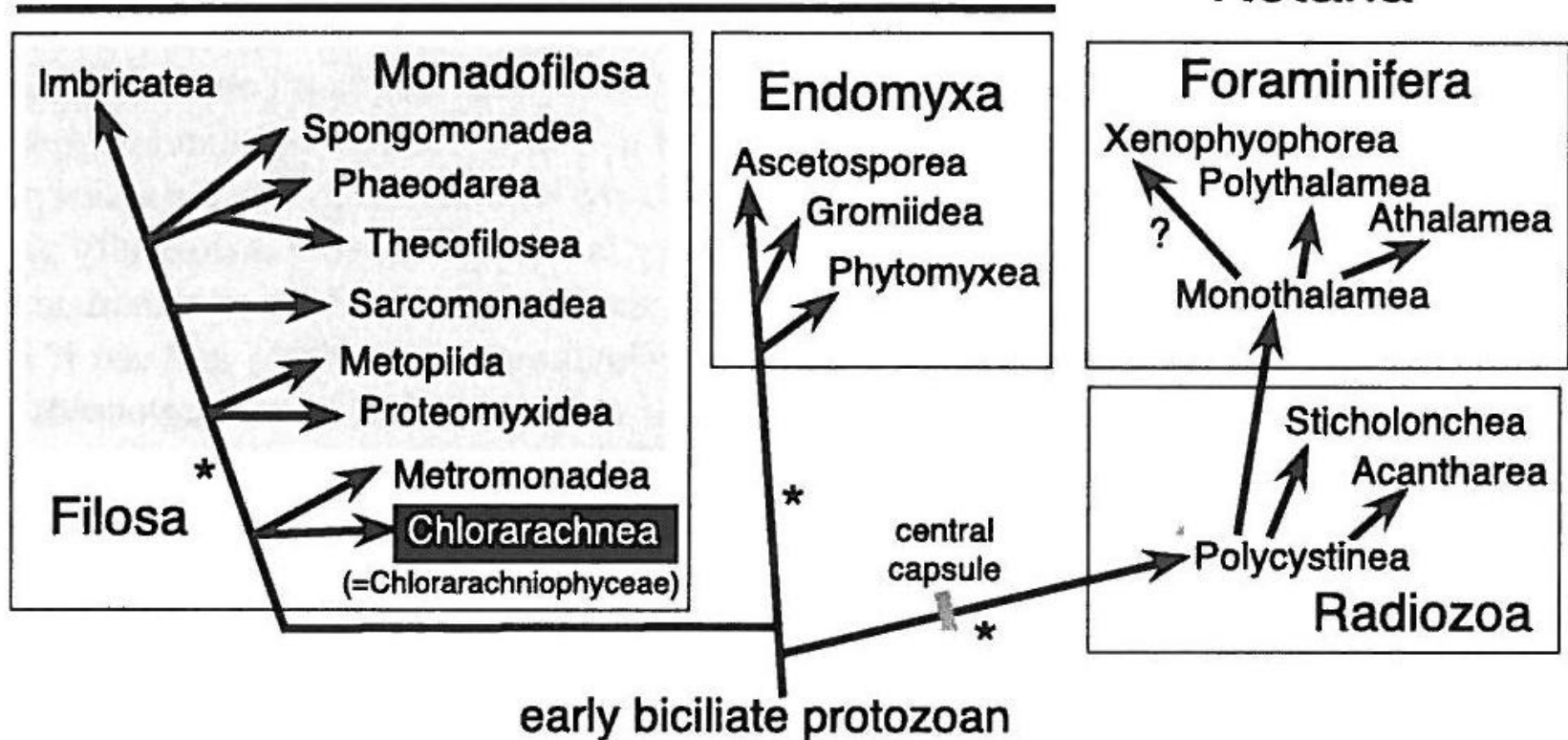
- Chromista
- Trubicovité vlášení
- Fuze epiplastové membrány s obalem jádra
- Alveolata
- Přemístění plastidových proteinů GAPDH a FBA
- Myzocytóza (buněčný vampirismus)



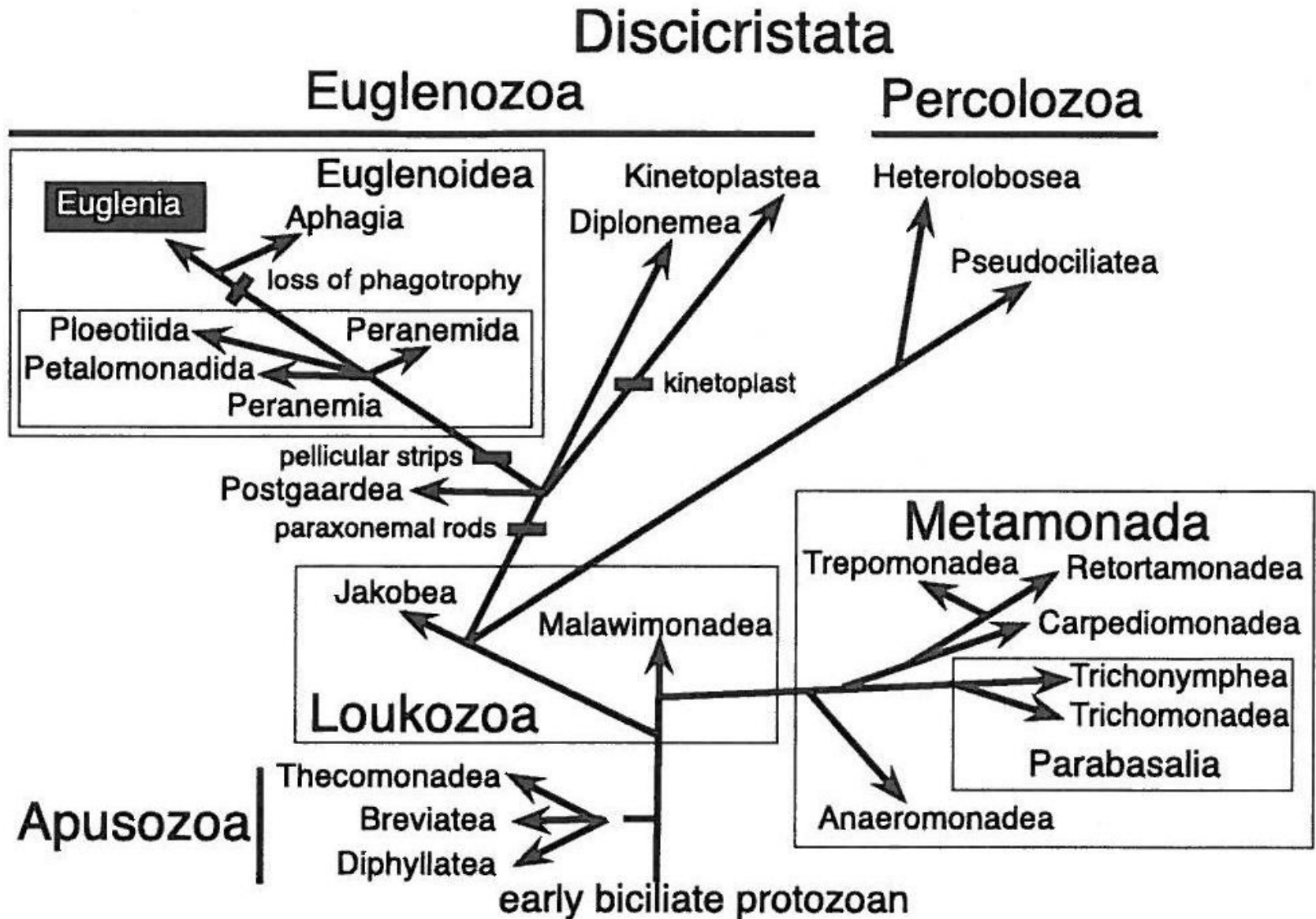
Pozice Chlorarachneí v evoluci

Cercozoa

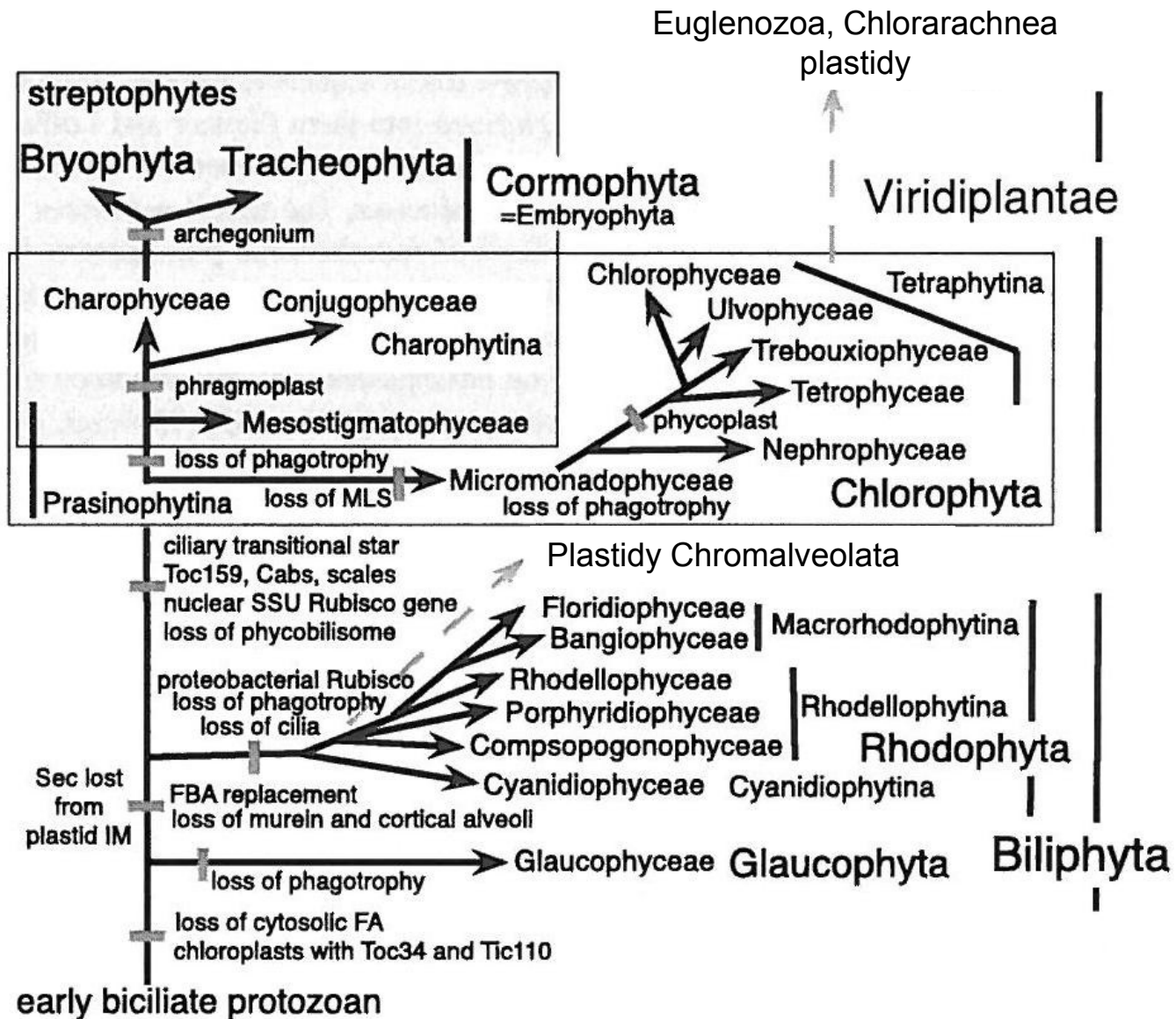
Retaria



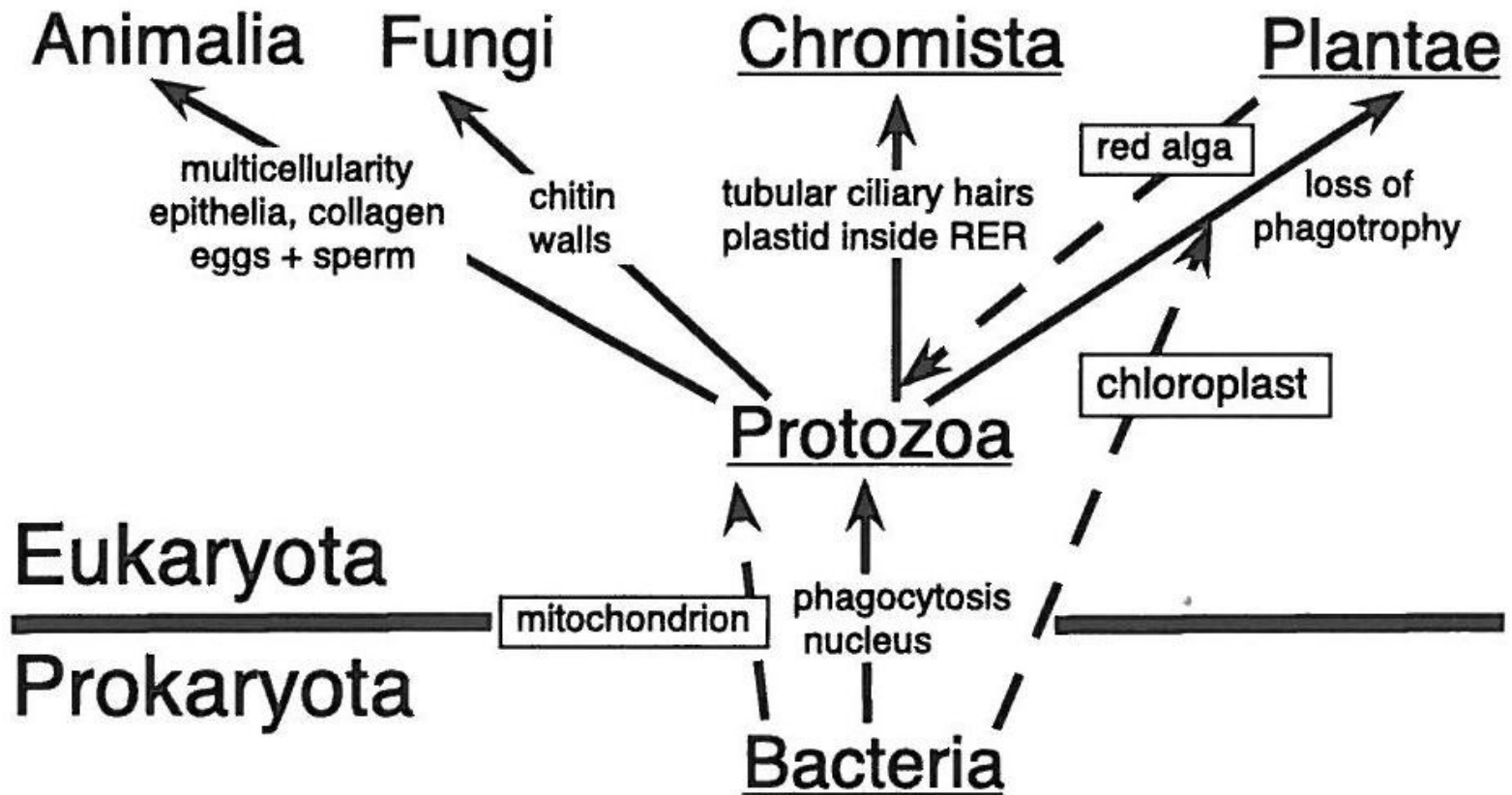
Pozice krásnooček v evoluci



Postavení „eualgae“



Šest říší a dvě impéria?



Cyanophyta/Cyanobacteria

Prokaryotické rostliny

nebo

Bakterie

nebo?

Jeden vědec řekl:

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

„Na počátku byla tma a nicota;
pak přišly sinice.“

[H. Ettl, 1978]

Dva základní přístupy

- Jedna skupina biologů se na ně dívá jako na bakterie, pro koncepty druhů i vyšších taxonomických skupin užívá tzv. bakteriologického kódu – CASTENHOLZ 2001. Tento přístup uplatňuje většinou moderní metody zkoumání mikroorganismů – zejména metody molekulární biologie. Protože však pracuje zejména s laboratorními kulturami sinic a protože mnohé ze sinic v laboratorních podmínkách nerostou, nepostihuje tento přístup celou diversitu sinic (CASTENHOLZ 2001 rozeznává pouze 61 rodů sinic.)
- Druhá skupina badatelů jsou botanici, kteří se na sinice dívají jako na primitivní mikroskopické rostliny a užívají pro popis druhů tzv. botanického kódu – GEITLER 1932, DESICACHARY 1959, STARMACH 1966. Tato skupina užívá klasických metod bádání (nejčastěji optickou mikroskopií), a používá zejména morfologické znaky (rozeznává víc než 200 rodů sinic). Mnohé z těchto znaků však nejsou příliš stálé a např. v průběhu životního cyklu nebo při změně podmínek prostředí se mění.

Jaké jsou sinice?

- Moc staré evolučně
- 3,4-3,5 mld. let
- 7/8 historie Země
- Biolitogenní organismy
- Stromatolity
- Algolitické vápence
- Fotosyntéza
- Proměna atmosféry zásluhou fotosyntézy
- Ozónová vrstva
- Vysoký potenciál - různé biotopy
- 40% primární produkce na Zemi (spolu s řasami)
- 99% primární produkce v oceánech

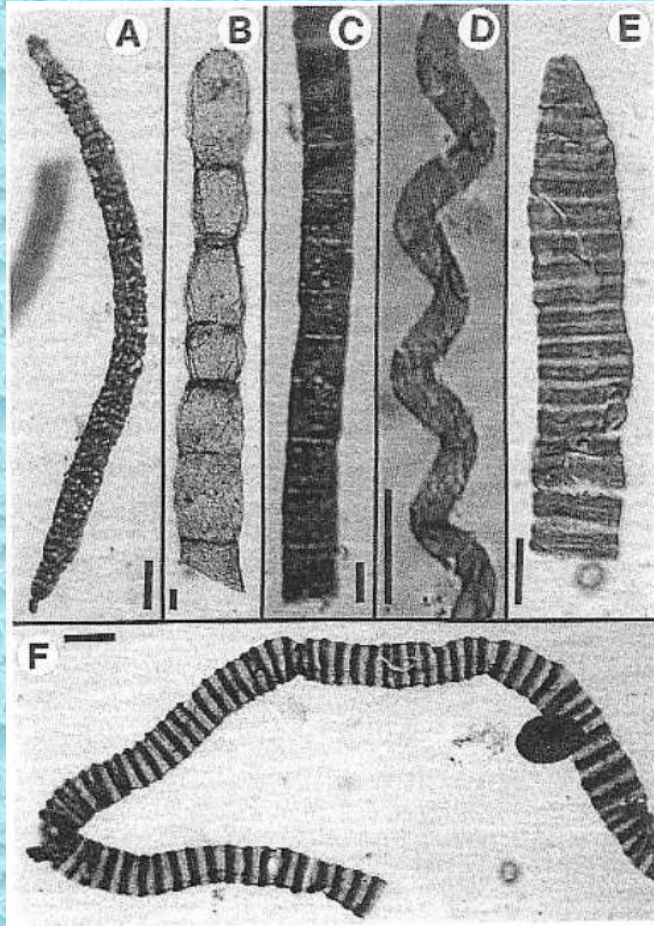
Stromatolity

nejstarší žijící fosilie na Zemi



1. Pohled na kolonii stromatolitů nedaleko Shark bay, Western Central Australia
2. Aktivní povrch stromatolitu tvořen hlavně sinicemi

Nejstarší fosilie na Zemi – prekambrické sinice (3,5 mld. let)



(A) *Primorivularia*;

(B) *Trachytrichoides*;

(C) *Partitiofilum*;

(D) *Heliconema*;

(E,F) *Calyptothrix*;

Měřítko = 10 μm

J. W. Schopf:

Cradle of Life (1999).

SINICE

Prokaryotické rostliny nebo bakterie?

V prospěch sinic:

- Fykobilizomy
- Tylakoidy
- Volutin
- Introny v DNA a RNA
- RNA sekvence
- Rostlinný typ fotosyntézy
- Heterocyty (N_2 -asimilace)
- Akinety/Arthrocyty
- Hormogonie
- Malý počet ribozomů
- Ekologická funkce

V prospěch cyanobakterií:

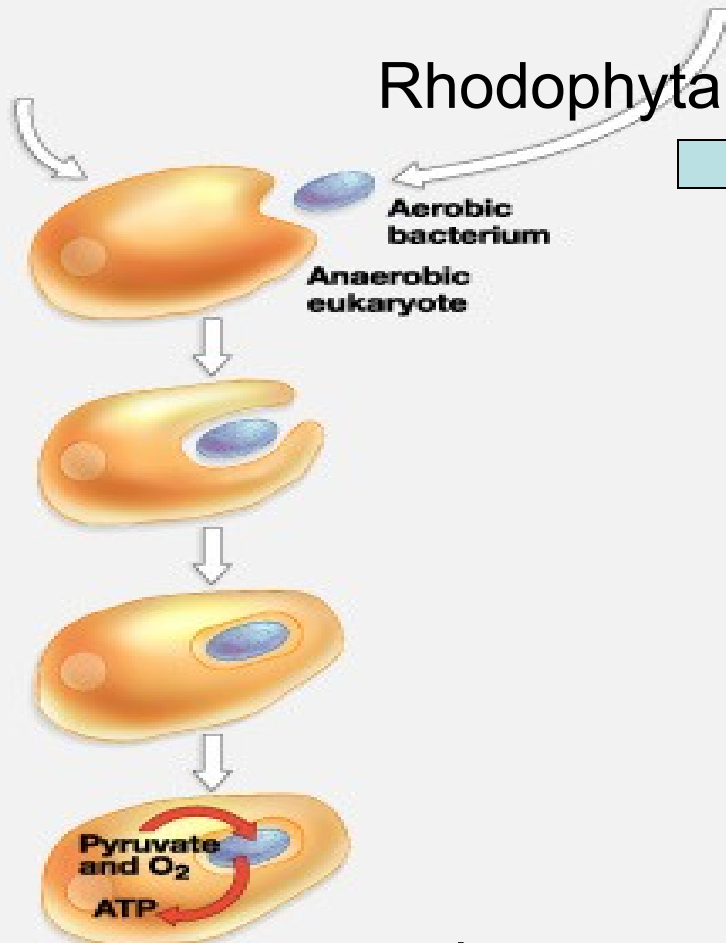
- Prokaryoty
- Peptidoglykany
- Murein
- Kys. diaminopimelová
- G- bakterie
- Typ buněčného dělení

Endosymbiotická teorie

- Dr. Lynn Mergulisová (1981) - teorie
- Důkazy - chloroplastová DNA, sinice
- Primární endosymbióza (Plantae)
- Sekundární endosymbióza - nukleomorf (Chromista)
- Terciární endosymbióza (Dinophyta)
- Kleptoplastidy :-)

Od sinic ke řasám

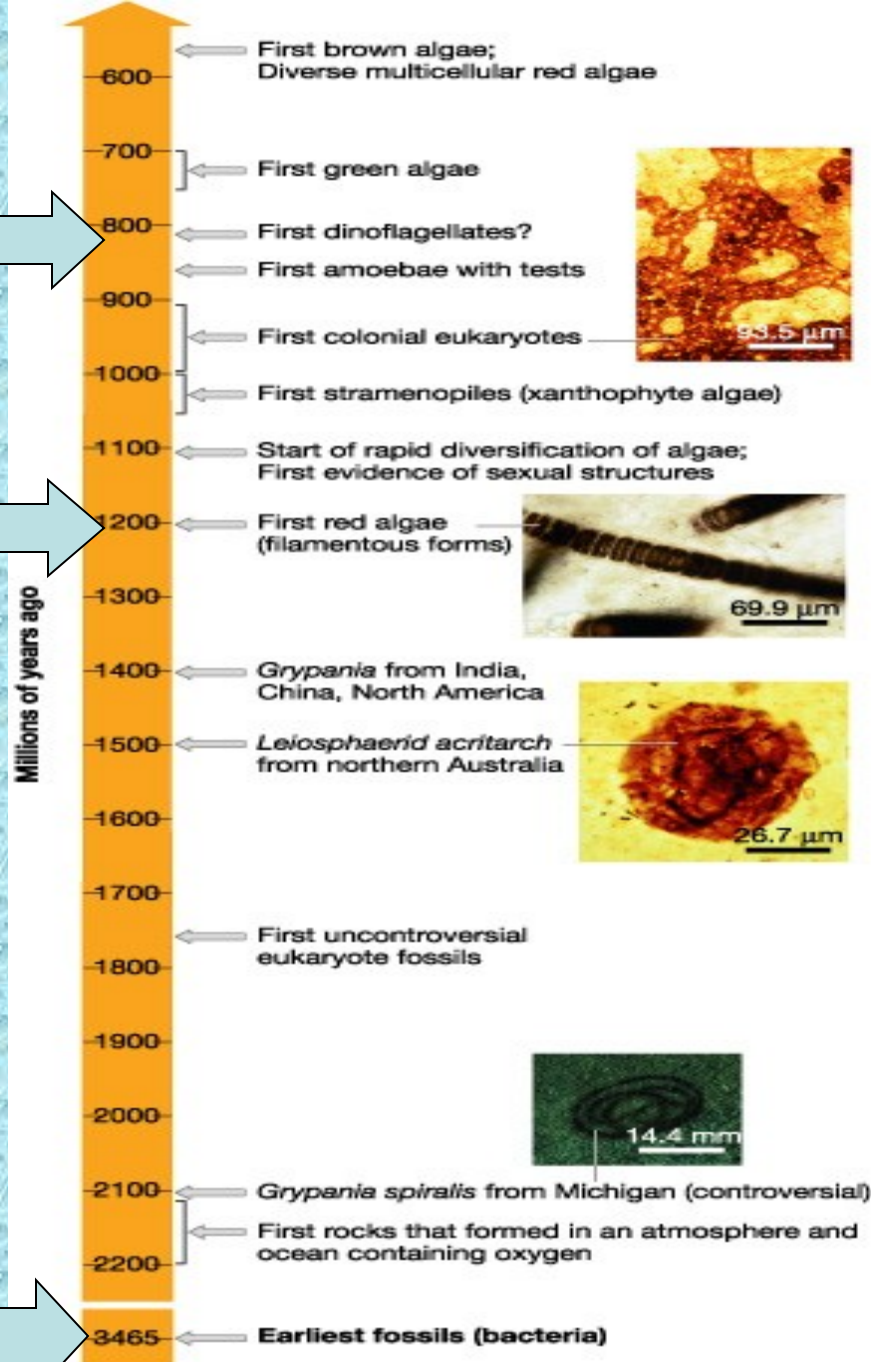
THE ENDOSYMBIOTIC THEORY



Dinophyta

Rhodophyta

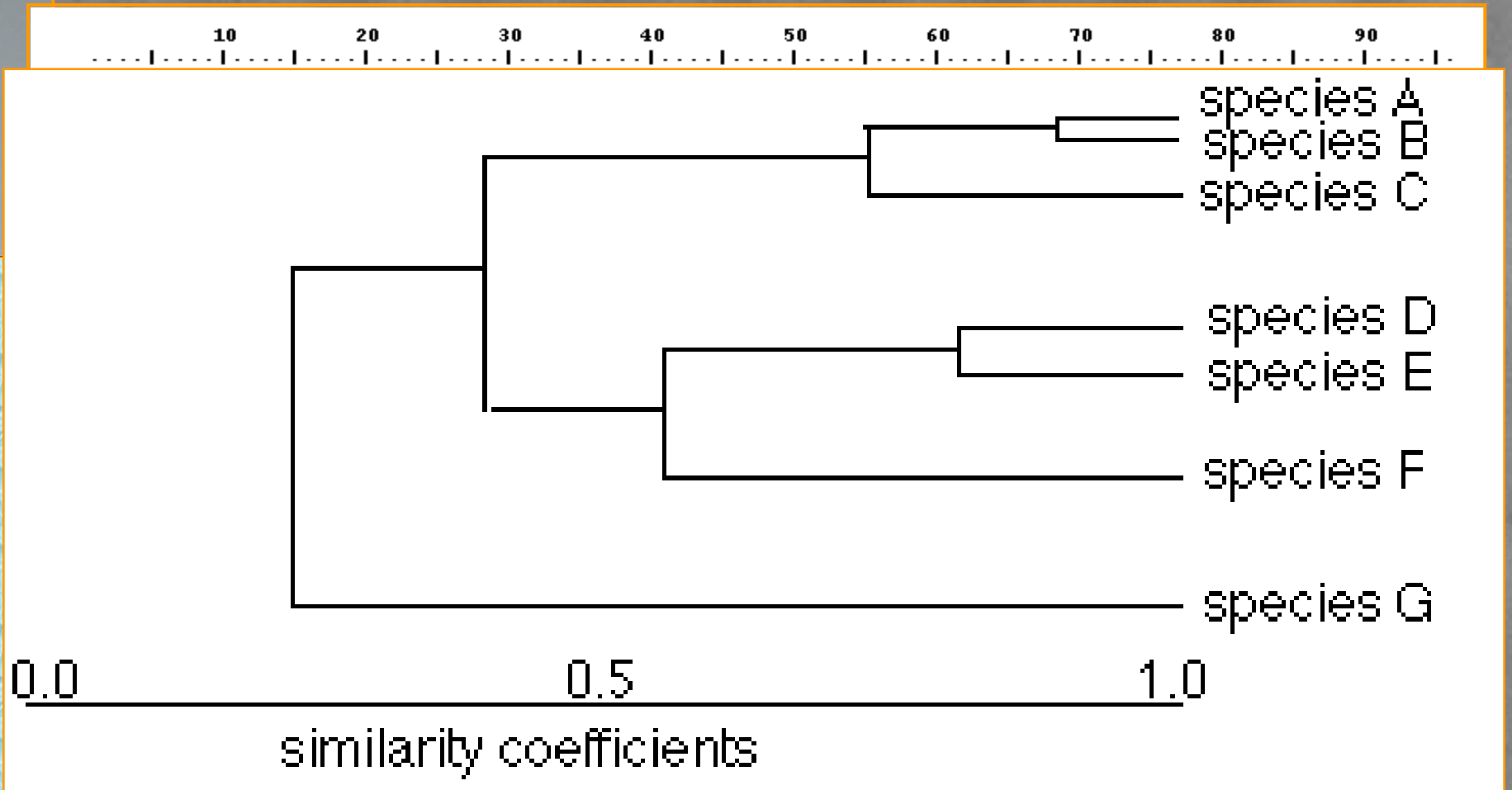
prokaryota



System a taxonomie sinic

- Ultrastruktura (TEM)
 - Uspořádaní tylakoidů
 - Typ stélky
 - Akinety
 - Baeocyty
 - Heterocyty
 - Hormogonie
 - Nekridické buňky
 - Větvení (Pravé, nepravé)
 - Slizové obaly, pochvy
 - Kolonie
 - Ekologie
 - Sekvence
 - Gen 16S rDNA
 - Gen rbcL (Rubisco)
 - tRNA^{Leu} (UAA) Intron
 - Gen hetR
 - ITS
- Nejnovější výsledky:
- Stélka - adaptace na ekologické podmínky
 - Ultrastruktura koresponduje s molekulárními analýzami
 - Hledání univerzálního biologického systému pro sinice

Molekulární taxonomie analýzy SSU a LSU rRNA



Přehled systému sinic

- Chroococcales

Kokální sinice

Baeocyty

Slizové obaly

Pseudovlákná

Pseudoparenchym

Kolonie

- Oscillatoriales

Vláknité sinice

Slizové obaly, pochvy

Hormogonie

Nekridické buňky

Nepravé větvení

Kolonie

- Nostocales

Vláknité sinice

Heterocyty

Akinety / arthrocyty

Hormogonie

Slizové obaly, pochvy

Nekridické buňky

Nepravé větvení

- Stigonematales

Vláknité sinice

Heterocyty

Akinety / arthrocyty

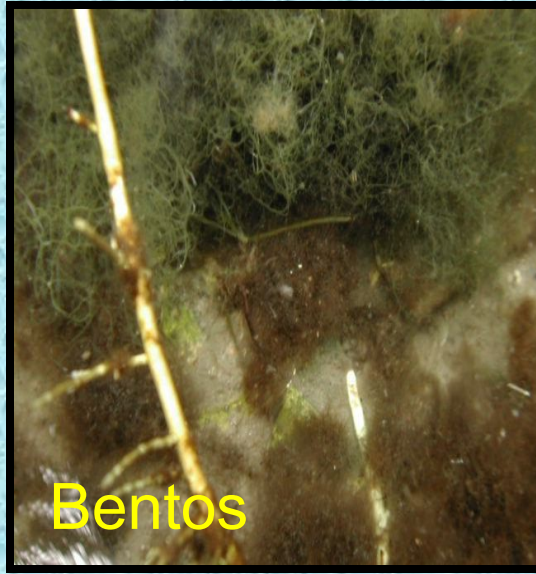
Hormogonie

Slizové obaly, pochvy

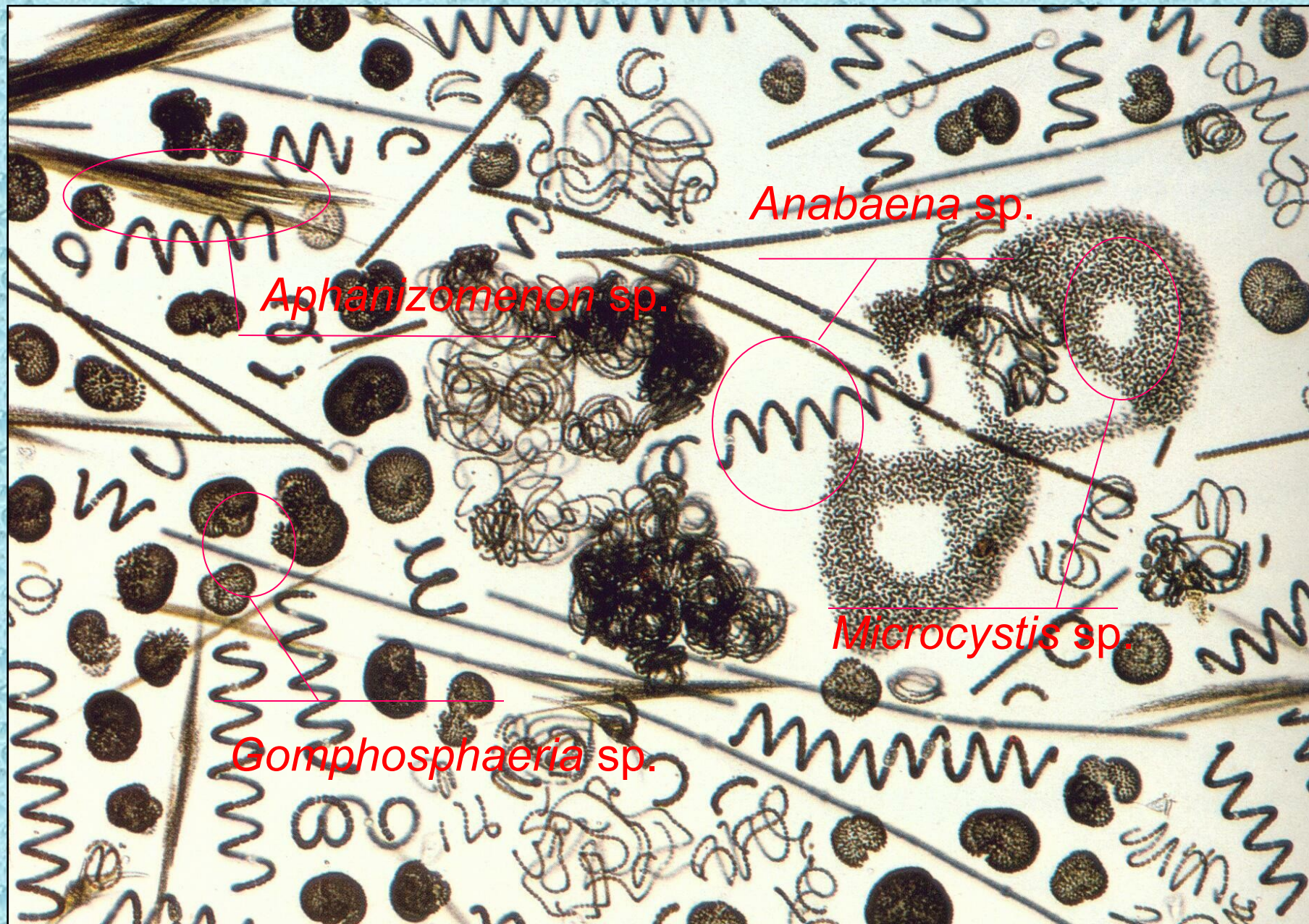
Parenchym

Pravé větvení

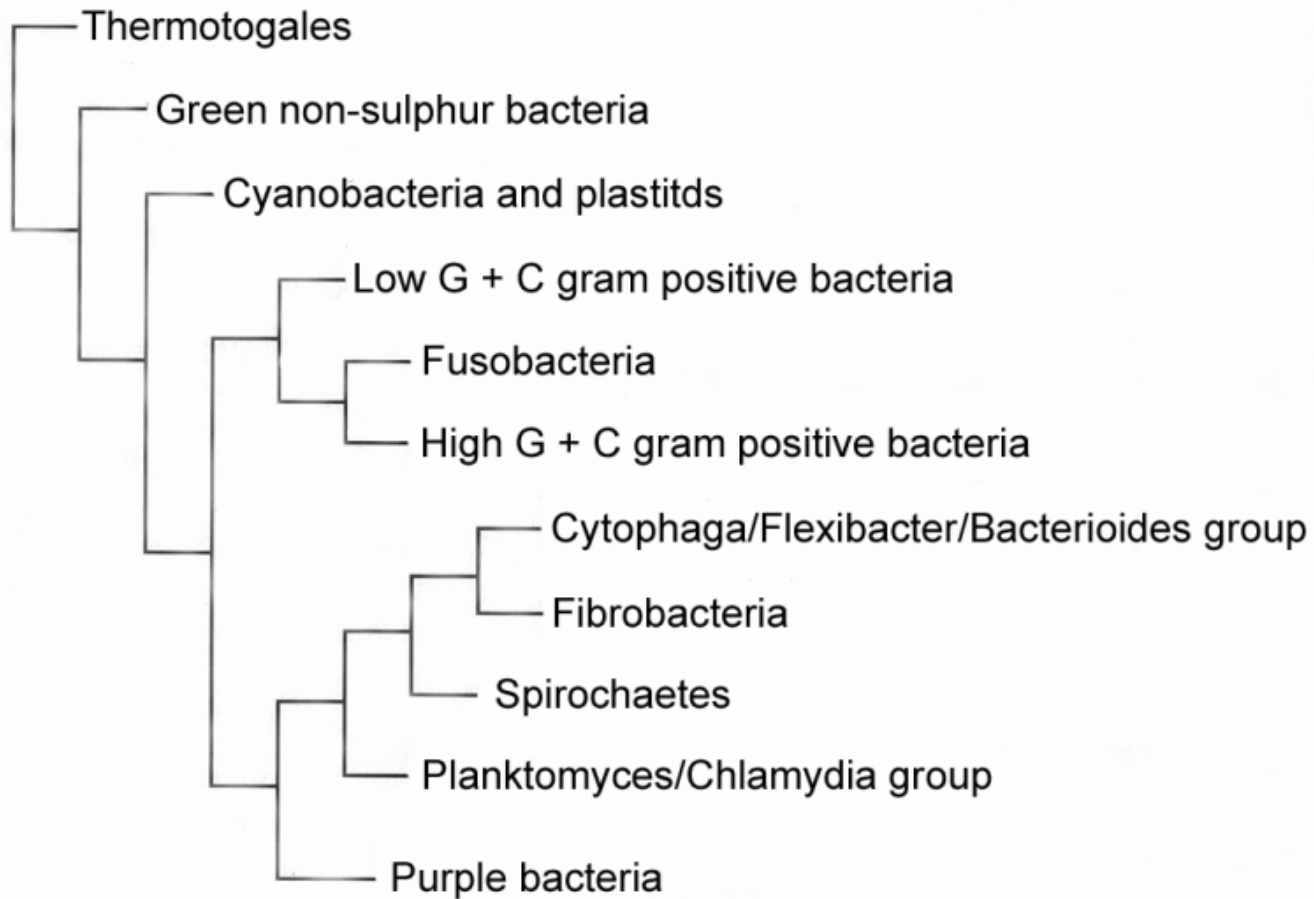
Ekologie sinic



Sinicový vodní květ v mikroskopu



Evoluční strom bakterií

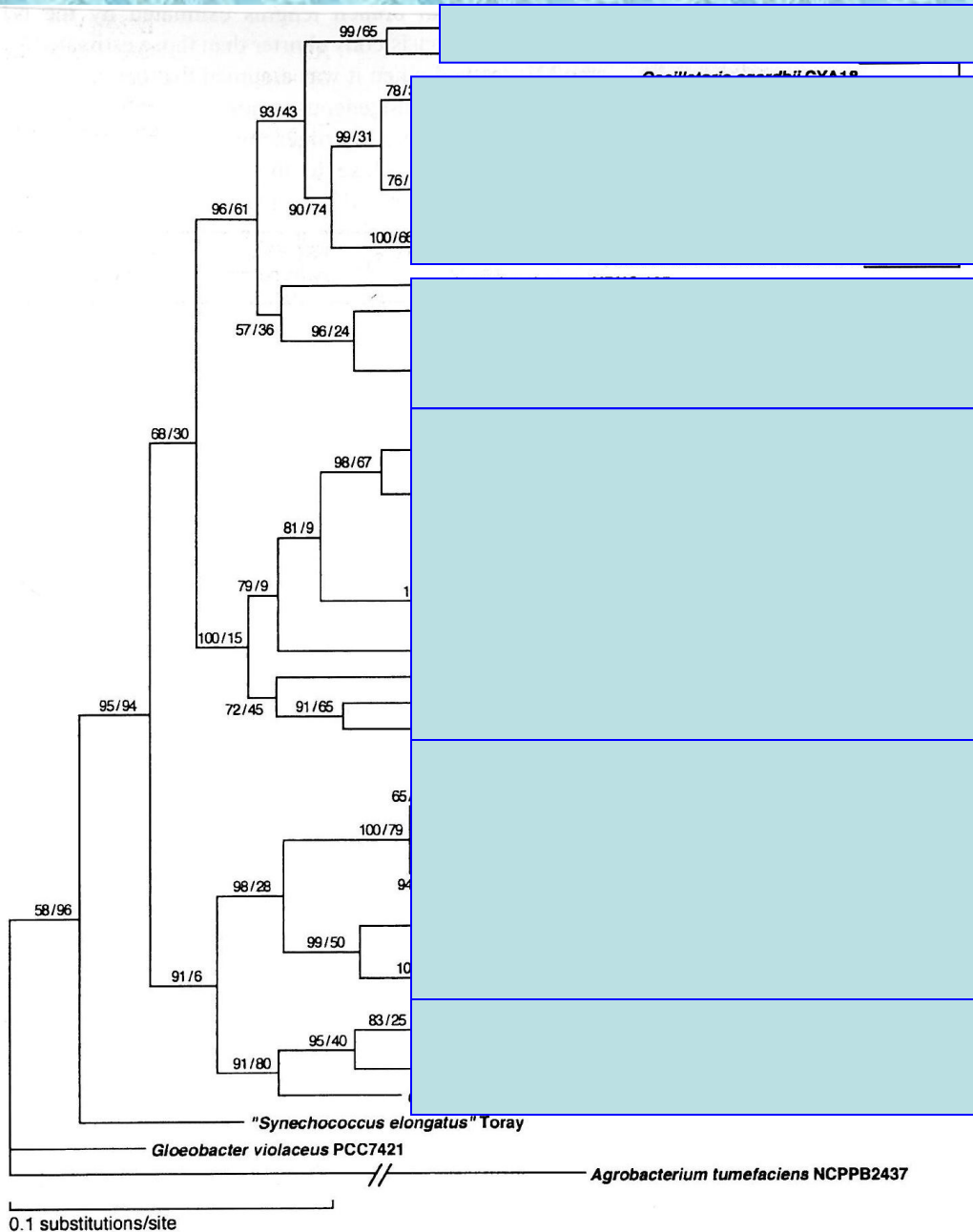


Fylogeneze cyanobakterií

- 7-8 evolučních kladů

Důležité znaky:

- Tylakoidy
- Heterocyty
- Pravé větvení



Chroococcales

***Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli**

Popis:

**Mikroskopické slizovité kolonie,
nepravidelné, špinavě
modrozelené až olivově zelené.**

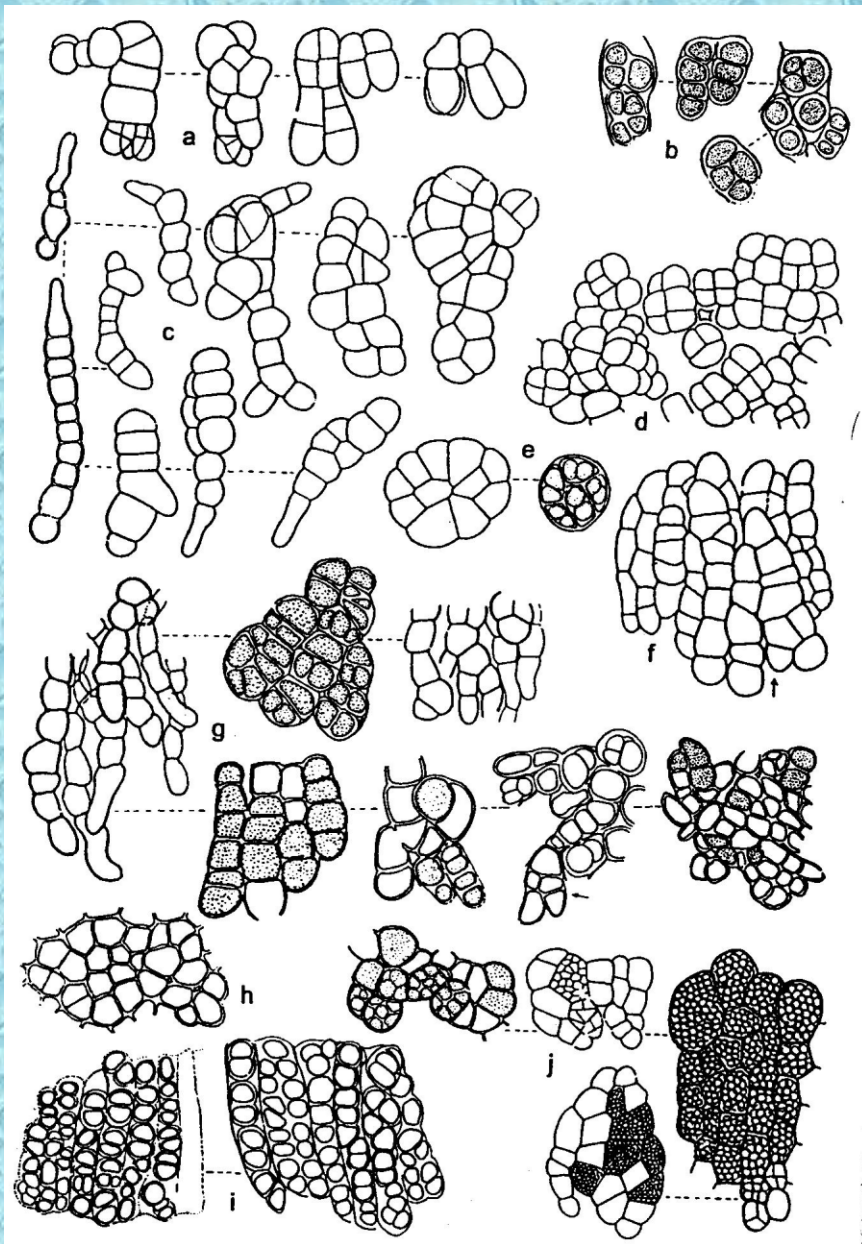
**Buňky v 2–4-četných seskupeních,
sférické, subsférické až
elipsovité, 2,5–5 μm v průměru.**

Slizové obaly jemné, bezbarvé.

10 μm



© orig. Uher B.



***Pleurocapsa minor* Hansgirg**

Popis:

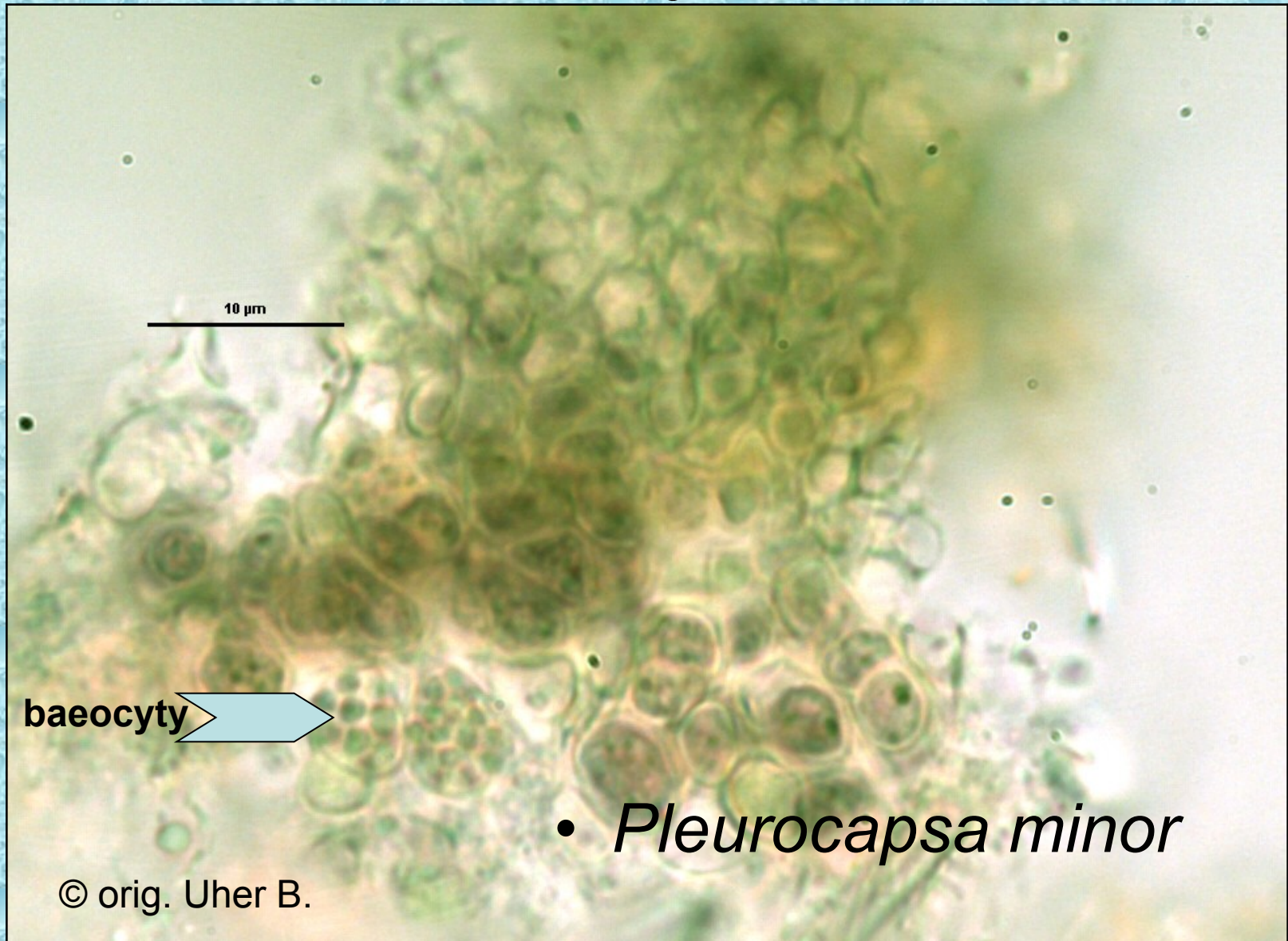
**Mikroskopické kolonie tvořící
pseudoparenchymatické vrstvy**

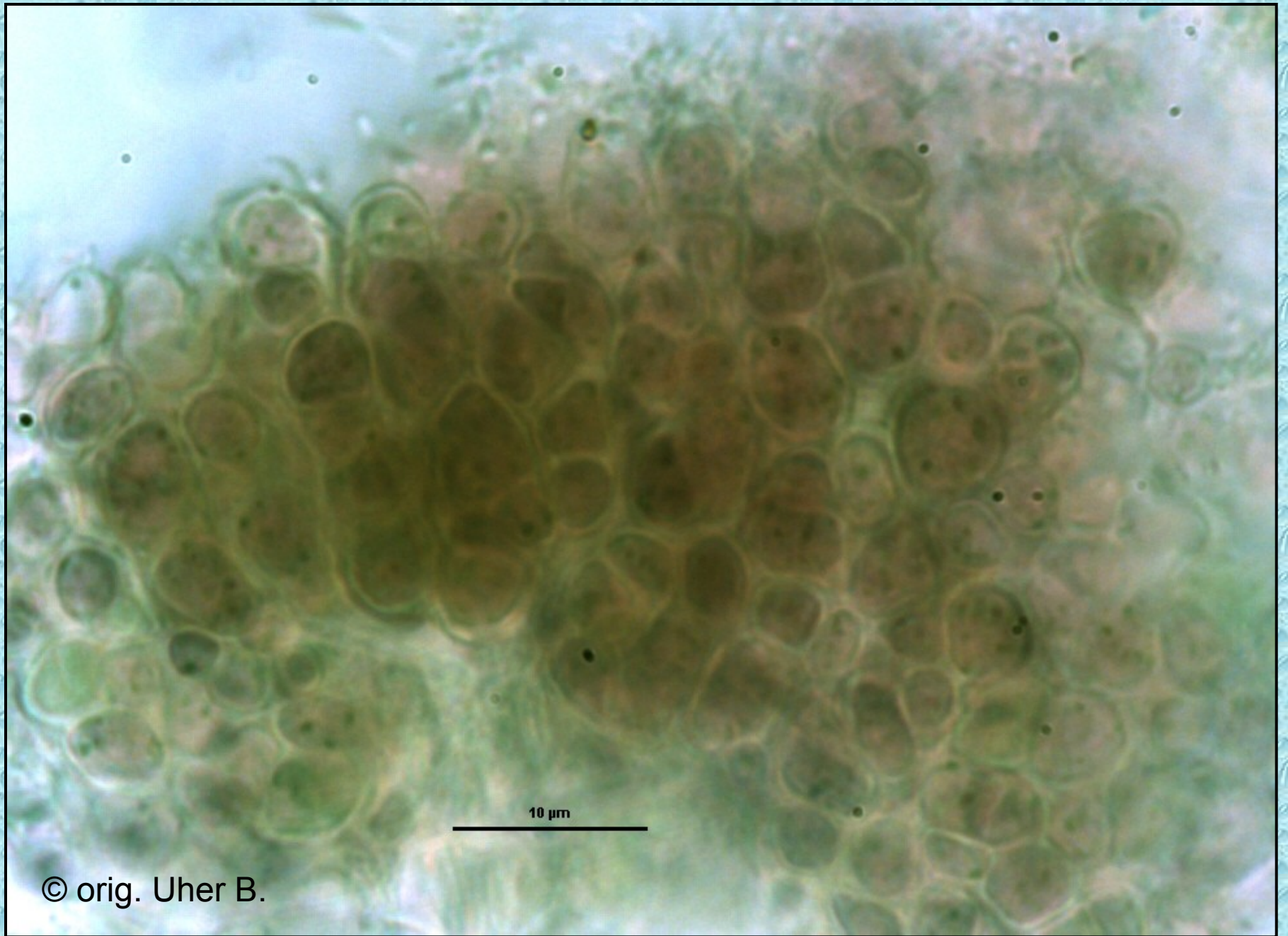
Pseudofilamenty 3–10 µm široké

**Buňky soudkovité až polygonální, 2,5–12,5
µm v průměru**

Pochvy tenké, bezbarvé

Pseudoparenchymatické sinice



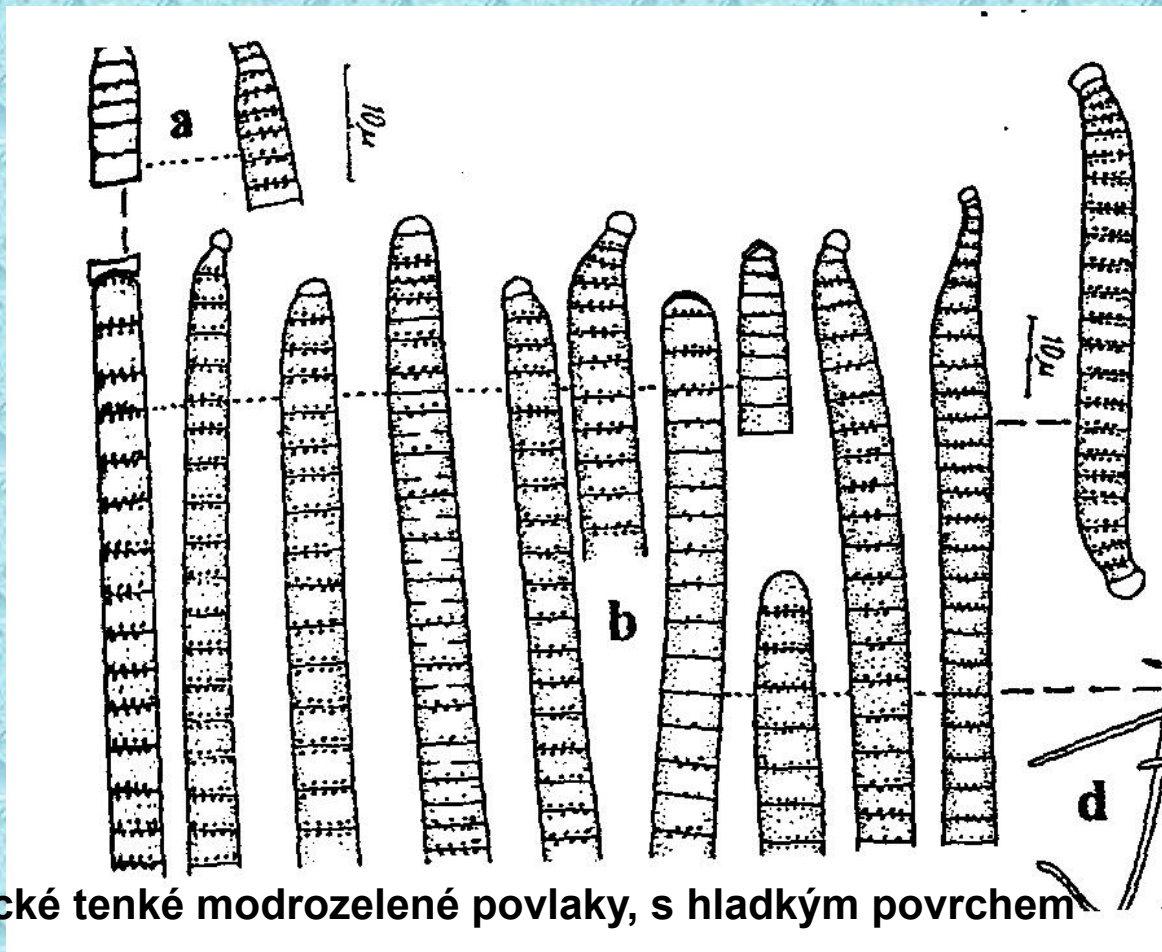


10 μm

© orig. Uher B.

Oscillatoriales

Phormidium fonticolum Kützing ex Gomont



Popis:

Makroskopické tenké modrozelené povlaky, s hladkým povrchem

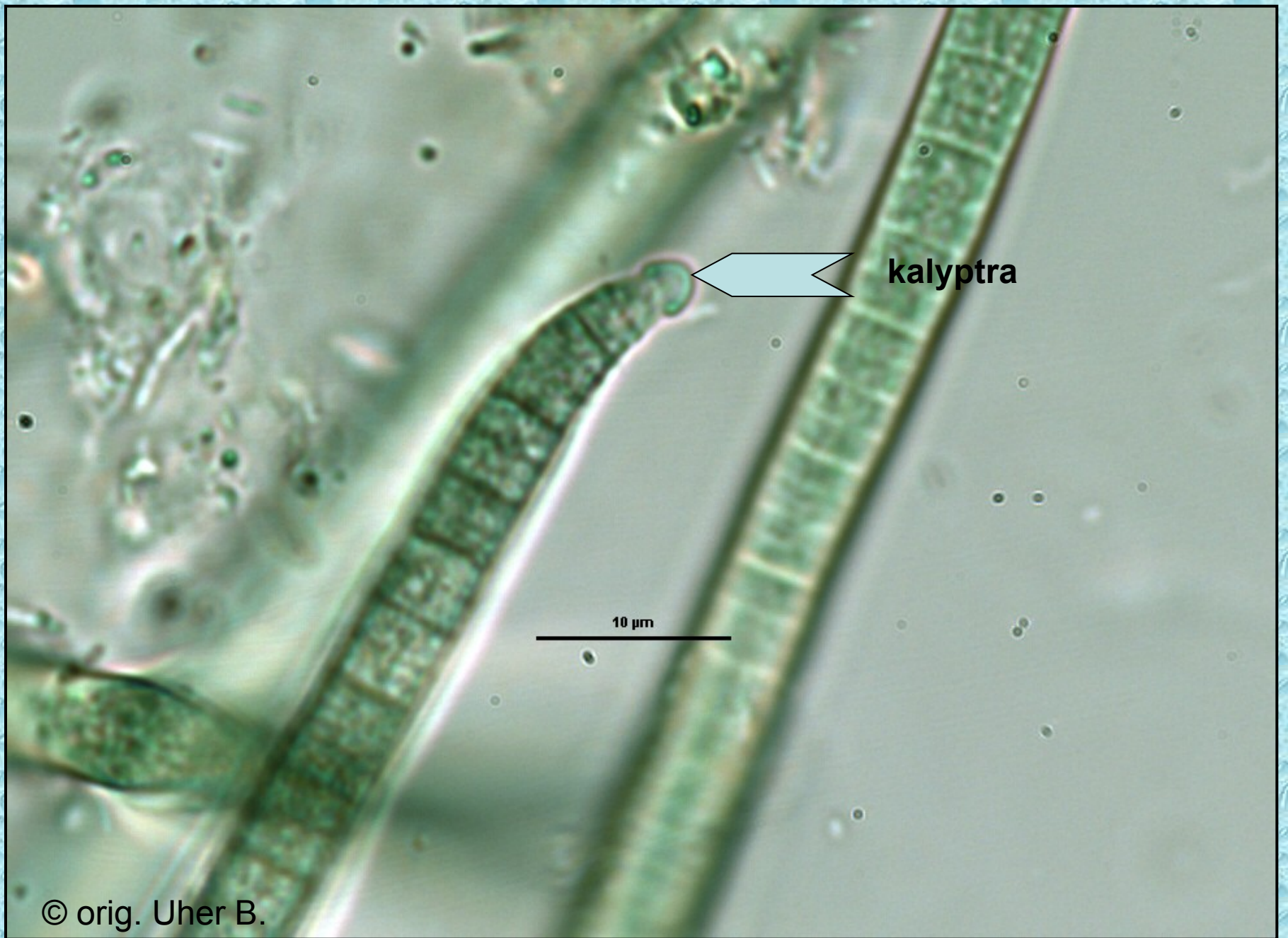
Trichomy 4,5–6,5(–7) µm široké, bez pochvy, u přepážek nezaškrcované

Buňky izodiametrické, apikální buňky užší s kalyptrou



100 µm

© orig. Uher B.



kalyptra

10 µm

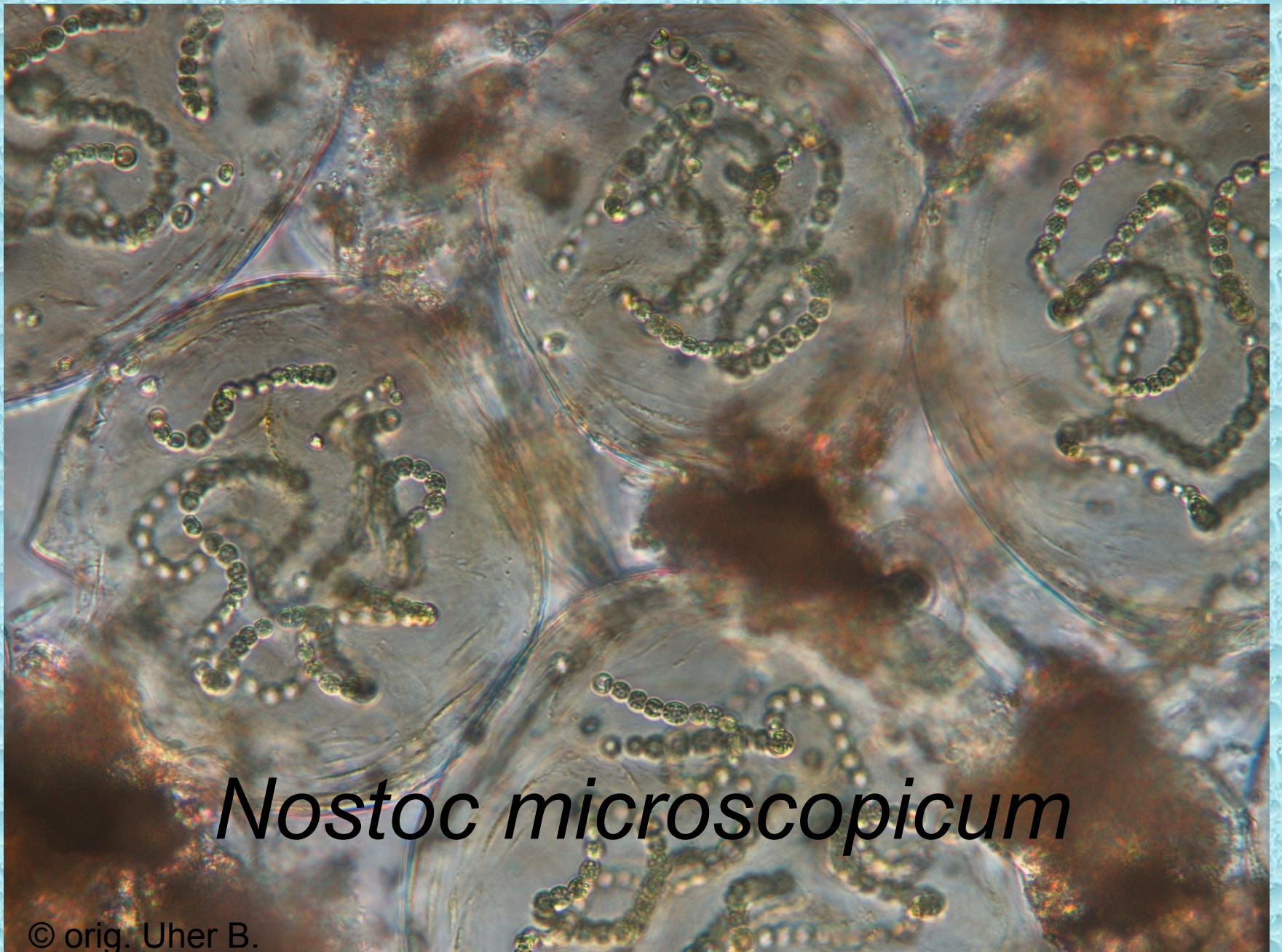
© orig. Uher B.



10 µm

© orig. Uher B.

Nostocales

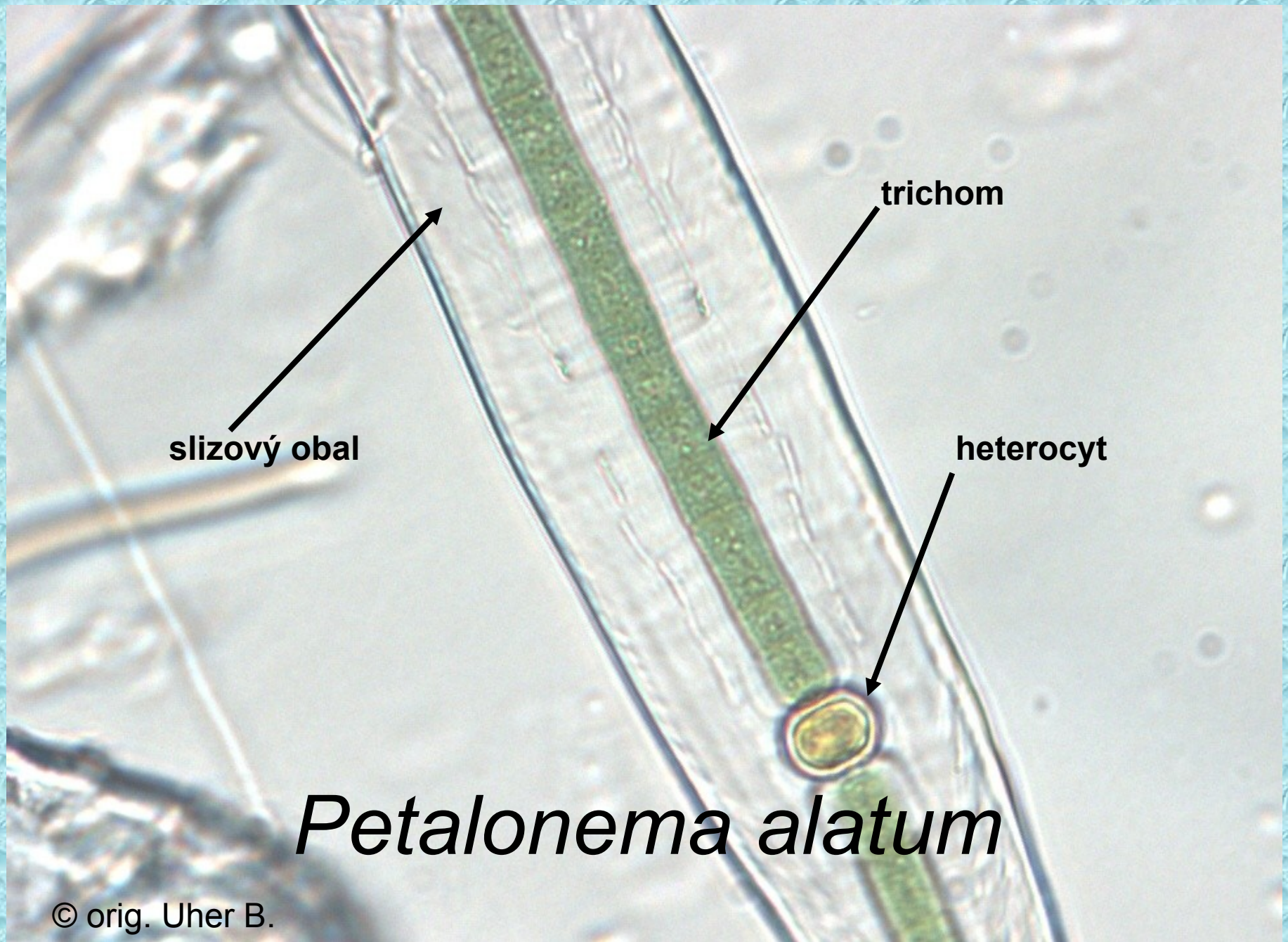


Nostoc microscopicum

© orig. Uher B.



© orig. Uher B.



slizový obal

trichom

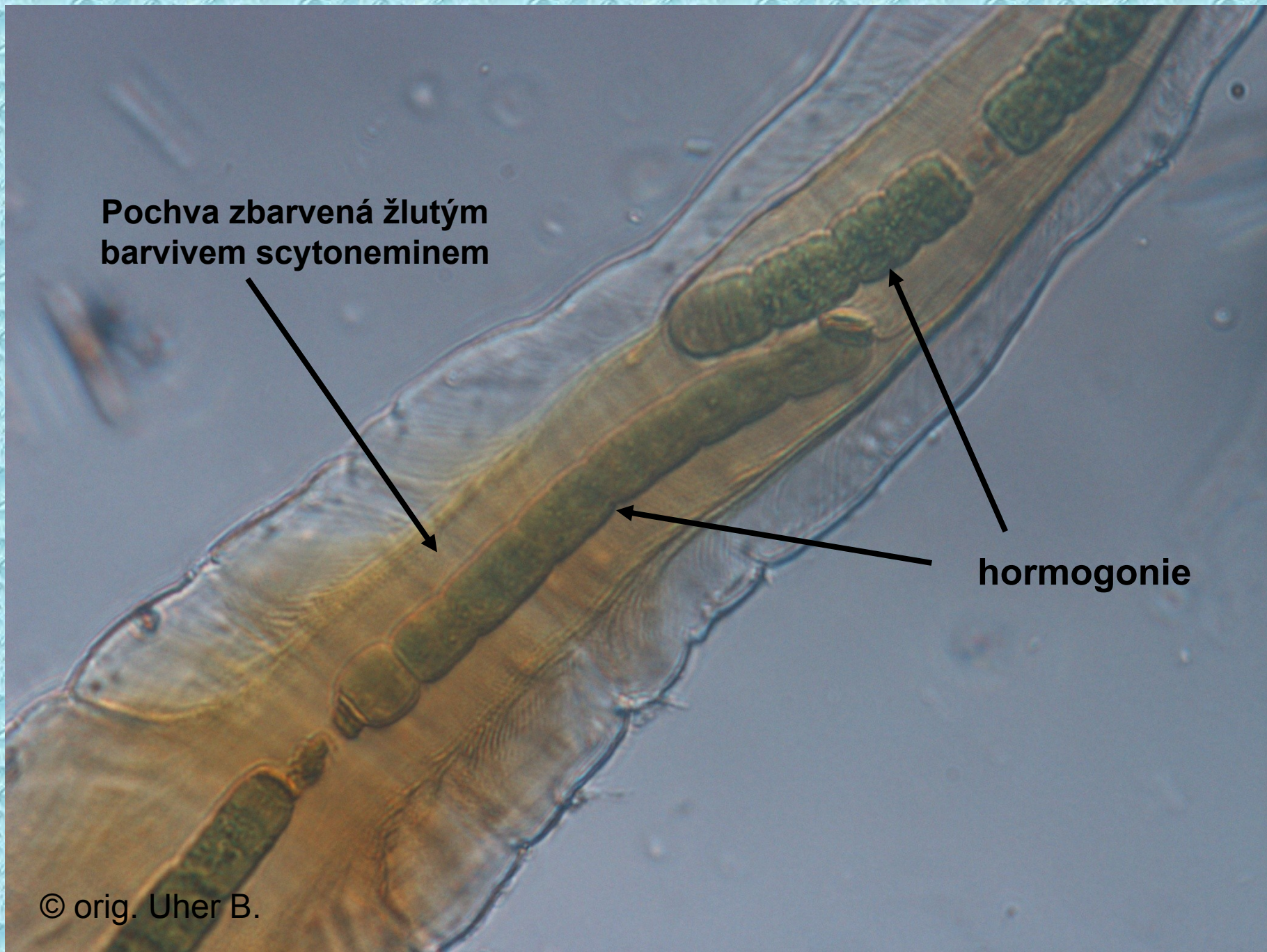
heterocyt


Petalonema alatum

© orig. Uher B.

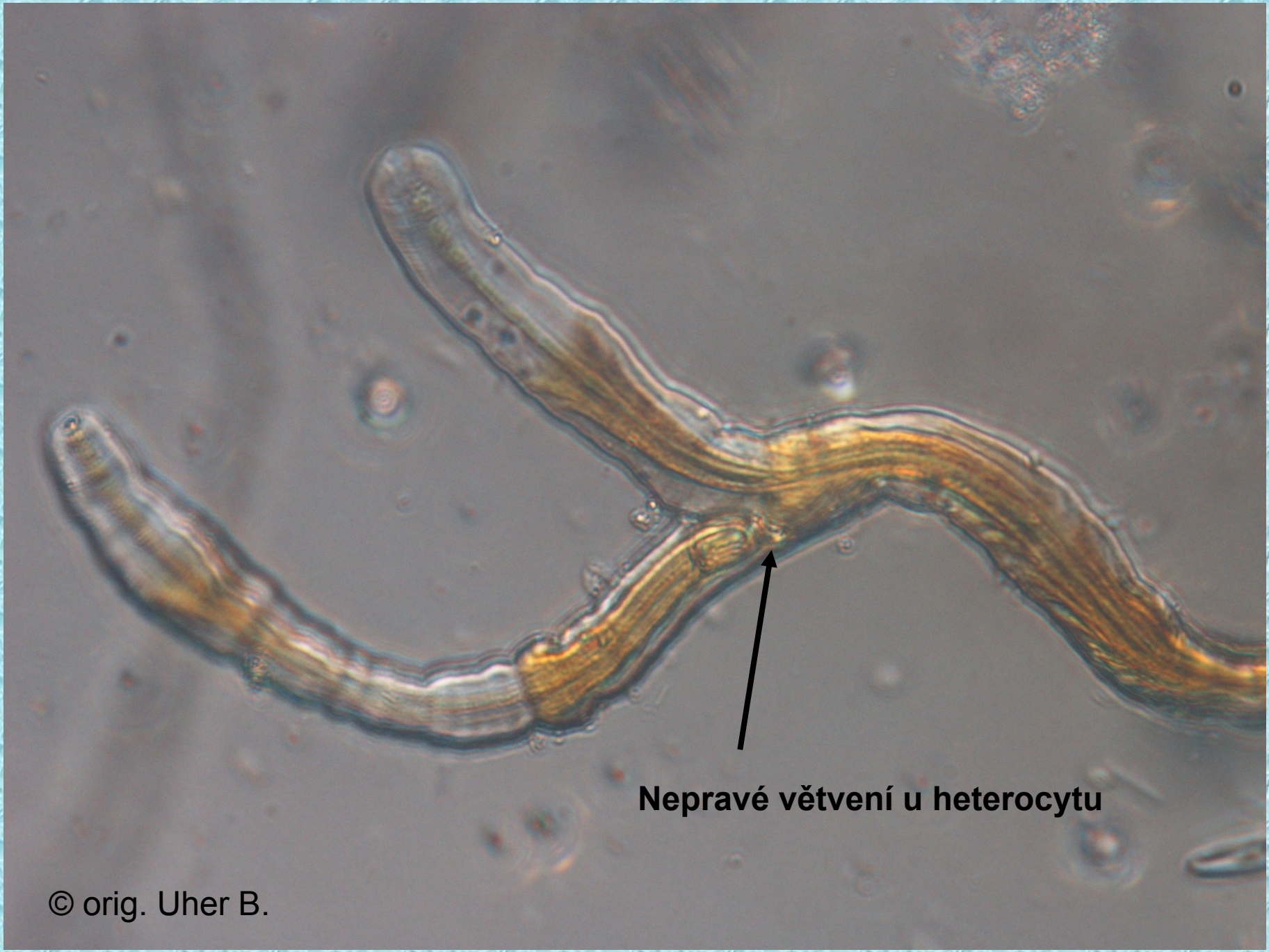
**Pochva zbarvená žlutým
barvivem scytoneminem**

hormogonie



A detailed microscopic image of a segmented worm, likely a polychaete, showing its internal anatomy. The worm is curved, revealing its segmented body. A prominent feature is the internal structure of the body wall, which consists of numerous fine, parallel, overlapping layers of cilia (parapodia) that form a complex, interlocking pattern. This structure is highlighted by a black arrow pointing to the text below. The worm's body is translucent, allowing the internal organs and structures to be clearly visible. The background is a light blue, slightly textured surface.

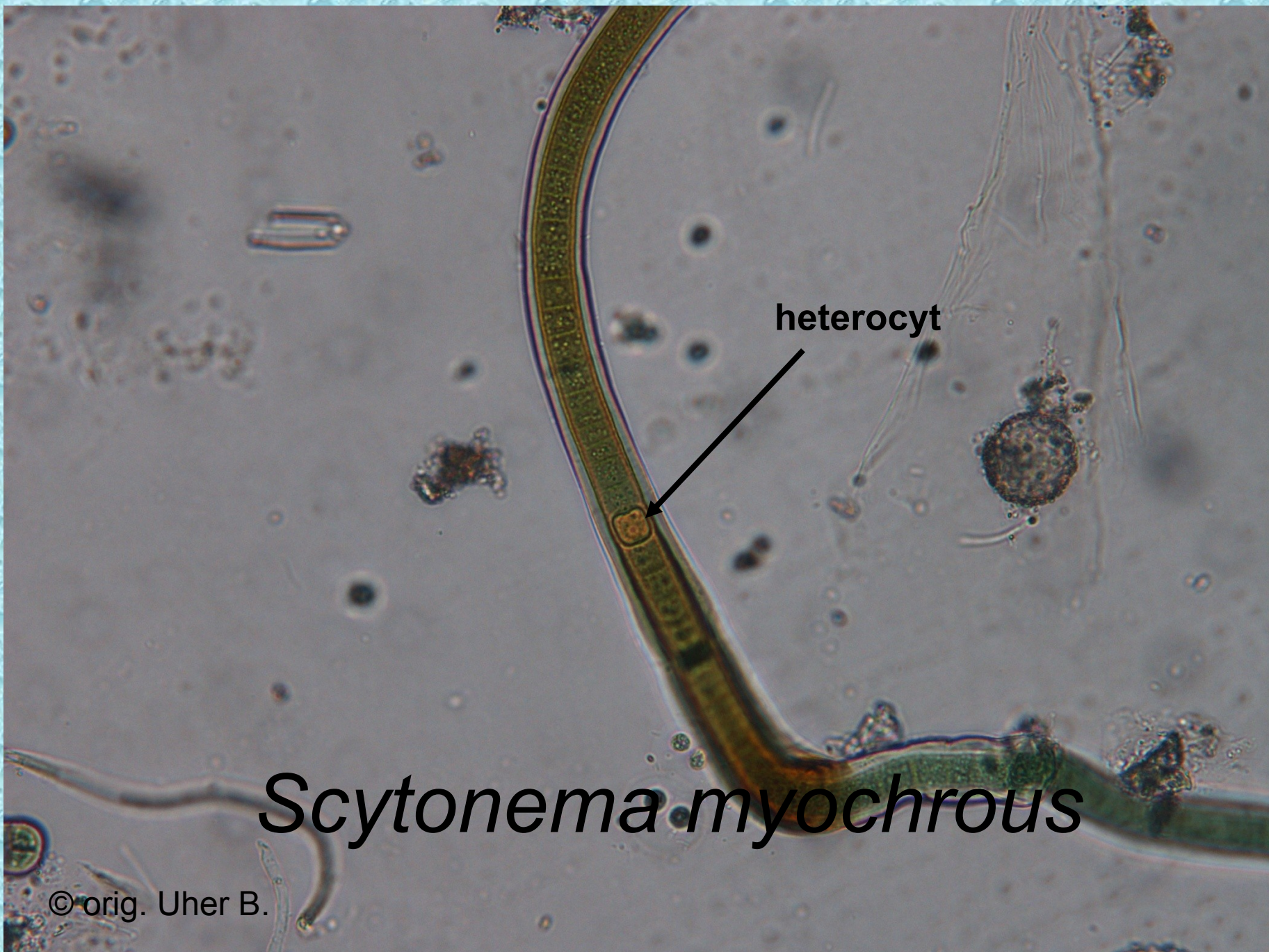
**Strukturovaný sliz v podobě
do sebe zapadajících trychtýřů**



Nepravé větvení u heterocytu



© orig. Uher B.



heterocyt

Scytonema myochrous

**Nepravé větvení u
nekridické buňky**

Stigonematales



Mastigocladus sp.

Jaký je metodický přístup při zkoumání sinic a řas?

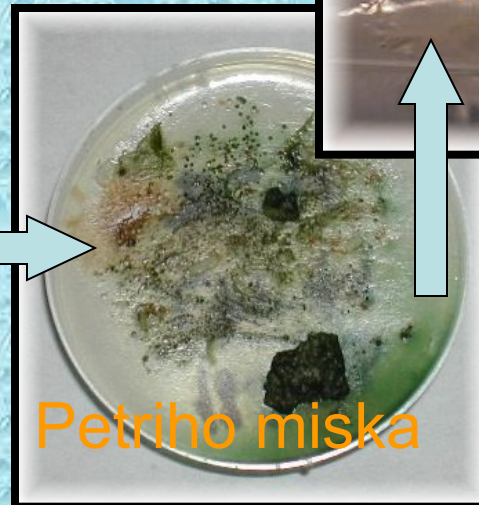
Lokalita: Dóm sv. Martina



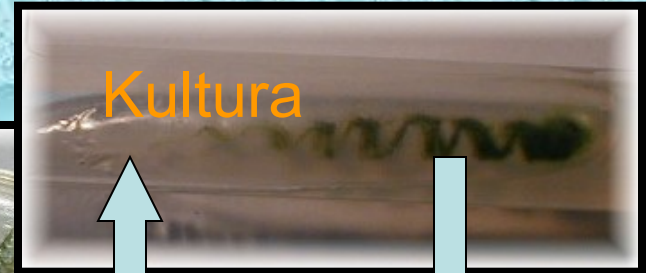
Místo odběru



Detail povrchu substrátu



Kultura



Mikroskop



Nahlédnutí do fykologické laboratoře



Flowbox



Kultivace



Konzultace



Izolace



Experiment



Může být mikrosvět sinic a řas zajímavý pro člověka?

- Variabilita fenotypová i genotypová
- Diverzita druhů
- Adaptabilita na různé podmínky
- Všudepřítomost
- Dostupnost
- Různé životní strategie
- Biomedicínský a farmaceutický výzkum
- Vodohospodářský význam
- Testy toxicity
- Genová banka
- Modelové organismy
- Bioremediace, detoxikace kontaminované půdy, vody
- Záchrana lidstva – výživa
- Extrémní biotopy – Antarktída, pouště, termální prameny...
- Kosmický výzkum

Jak člověk využíval a využívá sinice?

Ženy z kmenu Kanembu u jezera Čad



Afrika

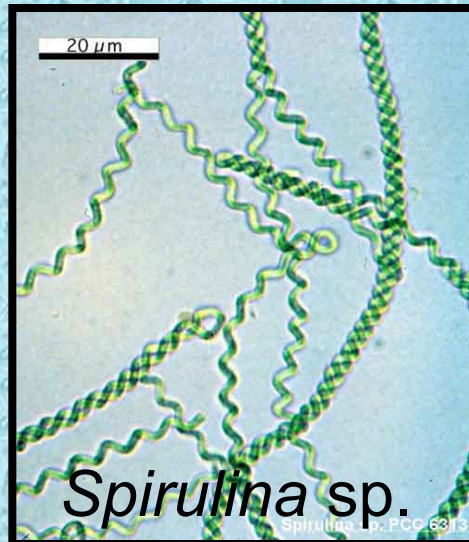


Amerika

Pěstování sinic
Zdroj obživy

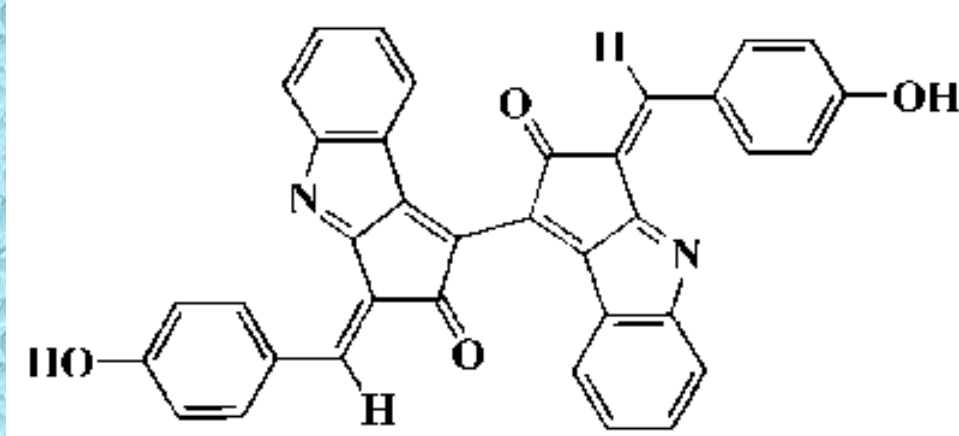


Aztékové

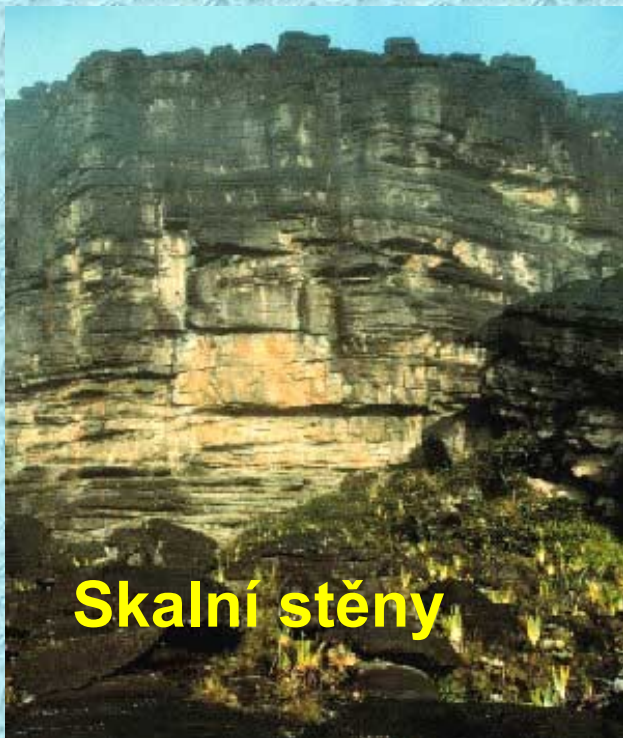


Spirulina sp. PCP 6313

Scytonemin – zajímavá sinicová látka



Žlutá látka v obalech sinic



Aktivní UV-ochrana

Evoluční výhoda

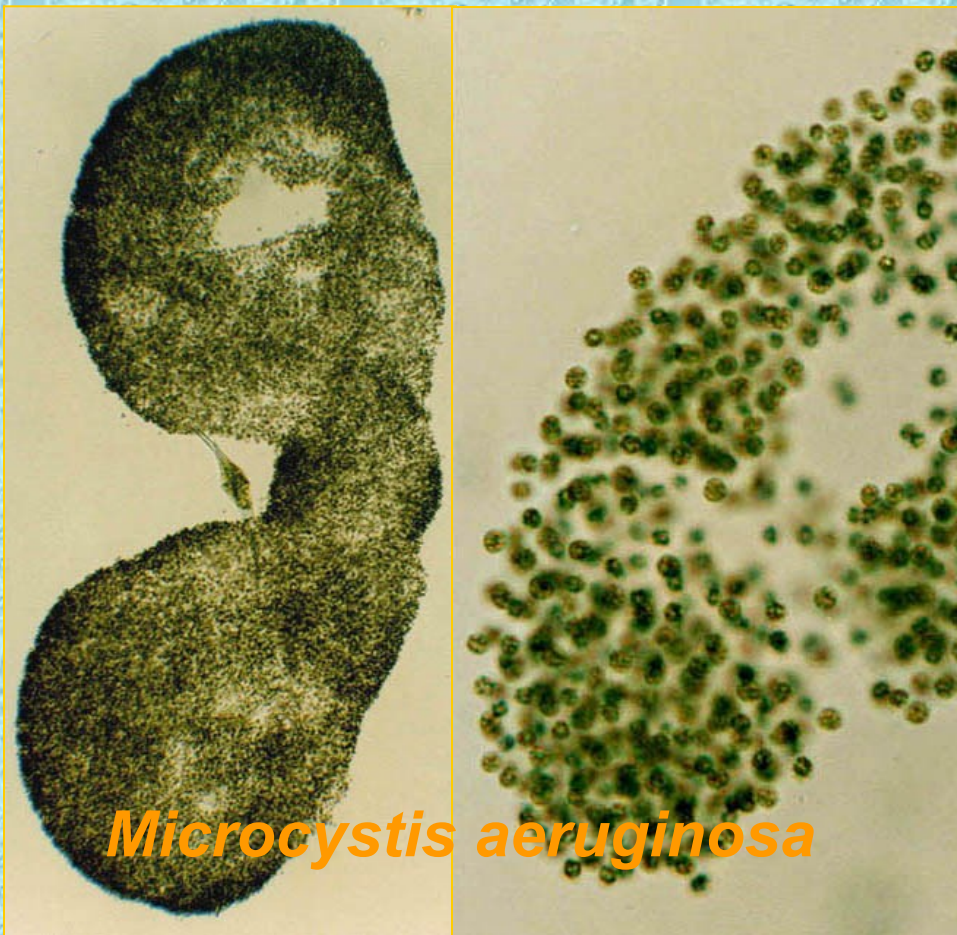
Využití v kosmetice



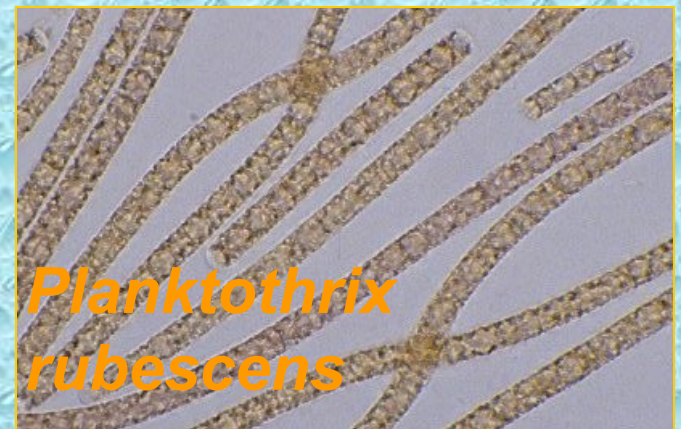
Nebezpečné sinice!

nebo biologické zbraně...

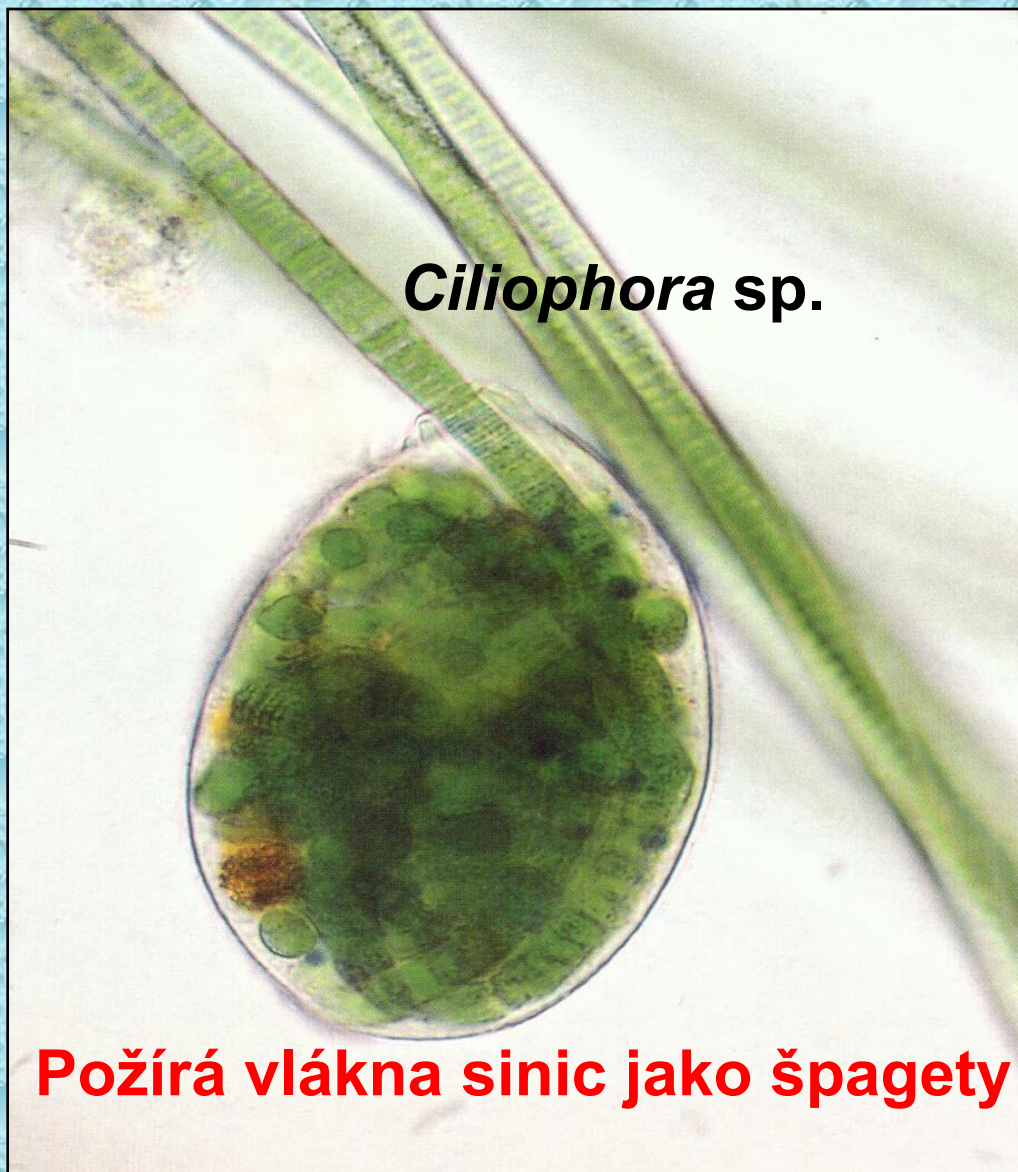
Toxin: mikrocystin



Toxin: nodularin



Ale přece existují organismy, co tyto toxické sinice mají v oblibě ...



Děkuji za pozornost

