



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

**RNDr. Bohuslav Uher, Ph.D.**

**uherius@sci.muni.cz**



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Důležitá literatura a informace

- Kalina T. a Váňa J., 2005: Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. - Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum, 583 pp.
- [is.muni.cz](http://is.muni.cz) (studijní materiály)

# Kryptogamologie

## - nauka o nižších rostlinách

- Kryptos + gammos + logos (řečtina)
- Kryptos = skrytý, tajný, neviditelný, zakrytý
- Gammos = vdaný, manželský, zasnoubený, „snubný“
- Fykologie/Algologie
- Mykologie
- Lichenologie
- Bryologie (mechorosty historicky řazeny mezi nižší rostliny, v současné biologii patří mezi vyšší rostliny)

# ALGAE s.l.

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



# Proč je takový zájem o řasy?

- Rozhodující z hlediska funkčnosti biosféry Země
- Zdroj potravy pro člověka (přímo nebo nepřímo)  
– plankton, rybolov
- Nori (= *Porphyra*) v suši (Japonsko)
- Dulse (= *Palmaria palmata*) v Irsku
- Cochayuyo (= *Durvillea antarctica*) v Čile
- Toxiny
- Sekundární metabolity (účinné léčiva, probiotiká)
- Zásobní olejové látky (bionafta)

# Nori – ruducha *Porphyra*



# Dulse – ruducha *Palmaria palmata*



# Cochayuyo – chaluha

## *Durvillea antarctica*

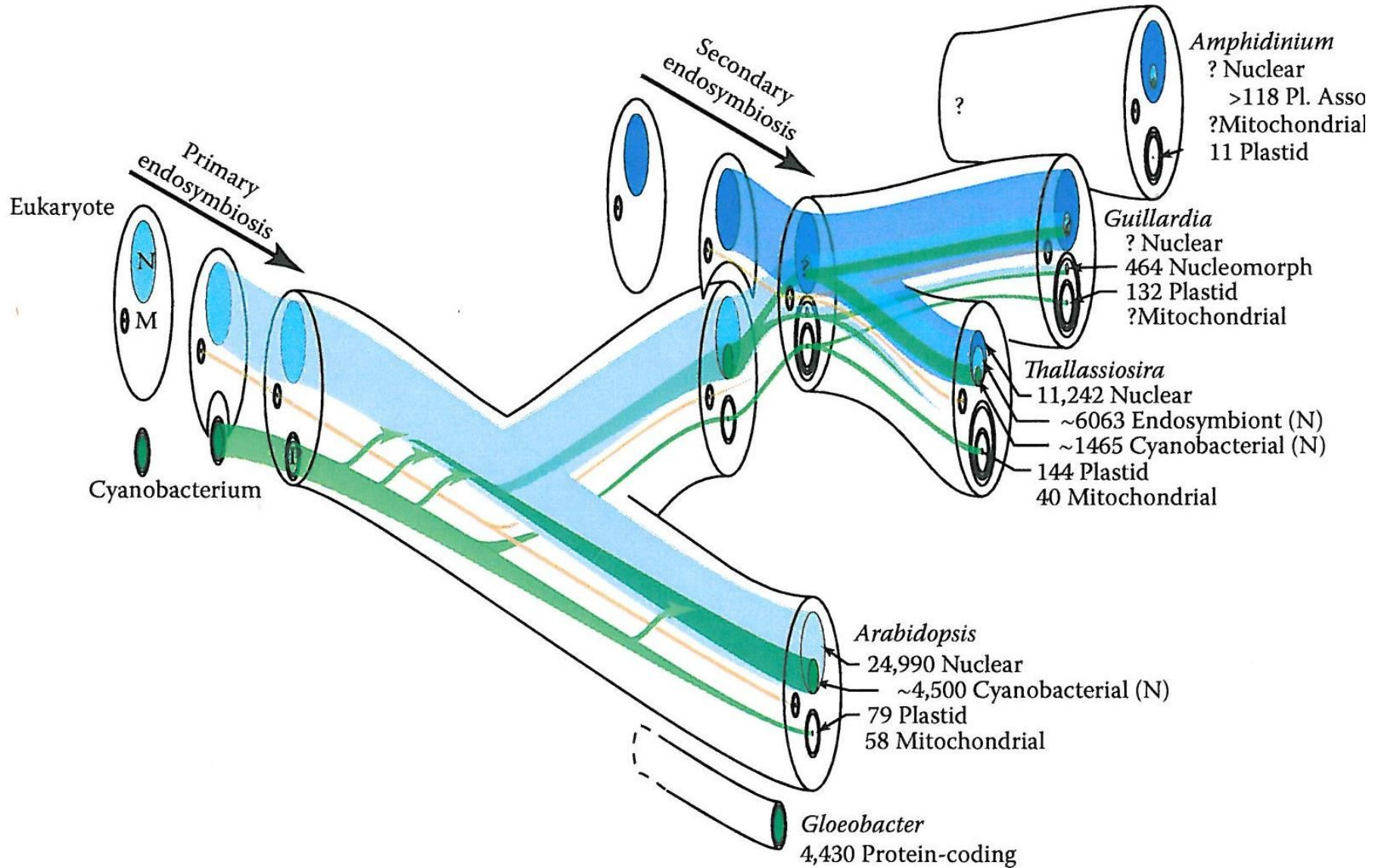


# Taxonomie

- Konstrukt lidí
- Konsenzus
- Dosáhnout „perfektní“ klasifikaci
- Kontroverzní výsledky
- Strom života
- Metody molekulární biologie
- Mitochondrie, plastidy, jejich DNA, RNA
- Ultrastruktura
- Ontogeneze



# Transport genů v evoluci



# Plastidy

- Endosymbióza
- Hledání univerzálních znaků života
- Adaptace na souš – zvýšení pigmentace a změny ultrastruktury plastidů
- Složitá plastidová evoluce
- Vertikální i horizontální přenos
- Konvergentní evoluce (silně redukované genomy plastidů)

# 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



# Přehled hlavních skupin řas se sekundárně získanými plastidy

Skupina řas	Membrány	Pigmenty	Nukleomorf
Chlorophyta	2	a, b	?
Chlorarachniophyta	4	a, b	+
Euglenophyta	3	a, b	—
Glaucophyta	2	fykobilizomy	?
Rhodophyta	2	fykobilizomy	?
Cryptophyta	4	a, c, fkp	+
Heterokontophyta	4	a, c	—
Haptophyta	4	a, c	—
Dinophyta	3	a, c	—
Apicomplexa	4	—	—

# 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]

# 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

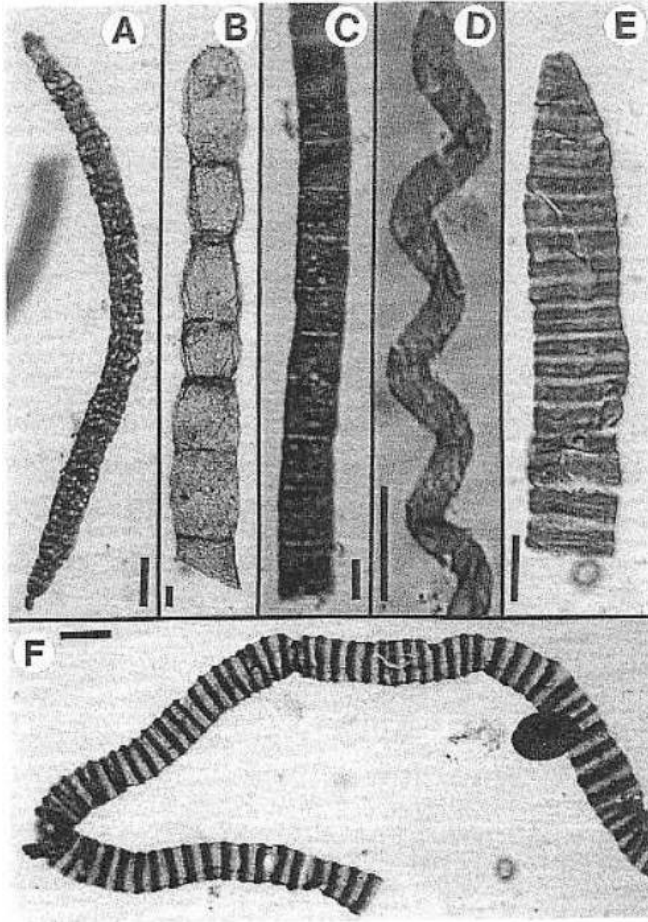
# Stromatolity

## 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  $\mu\text{m}$

J. W. Schopf:

Cradle of Life (1999).

# Série názvů pro sinice

- **Cyanophyta** (1849) - kyanos = modrý
- Schizophyta (1907) - schizo = rozštěpit
- Myxophyta (1914) - myxo = sliz, hlen
- **Cyanobacteria** (1978)
- Oxyphotobacteria (1988)
- **Cyanoprokaryota** (1998)

# Etymologie slova „sinice“

- Jedinečný název převzat z polštiny do češtiny v roce 1934 a do slovenštiny 1940
- Ostatní jazyky je nazývají v překladu jako „modré nebo modro-zelené řasy“:
- Blau-Algen (něm.)
- Blue-green algae (angl.)
- Sinozelenyie vodorosly (rus.)
- Kék moszatok (maď.)
- Algas verde-azules (špan.)



# 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:

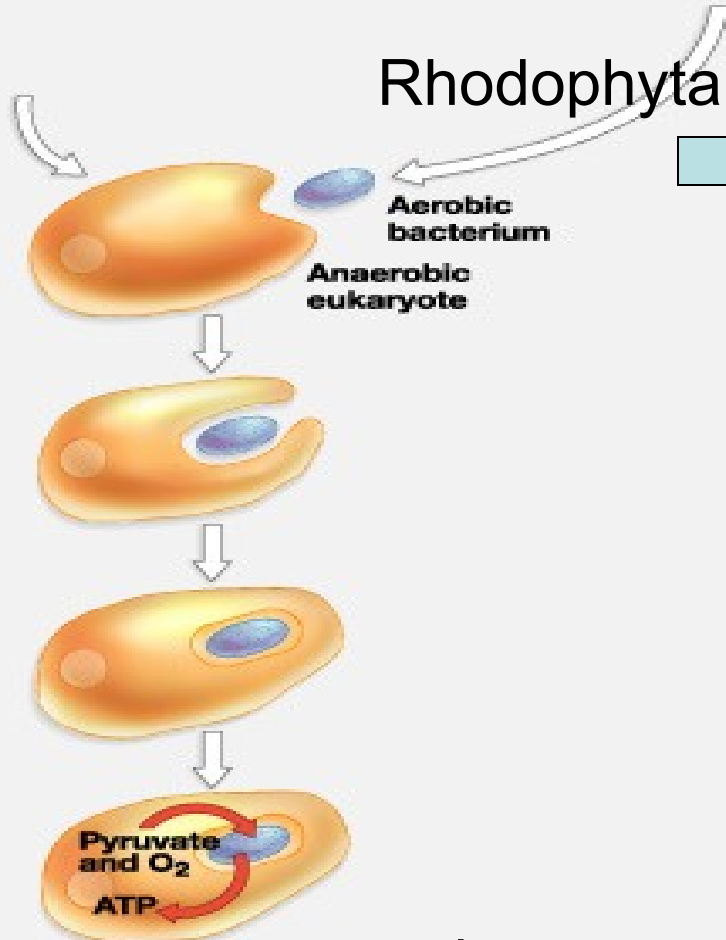
- Prokaryoty
- Peptidoglykany
- Murein
- Kys. diaminopimelová
- G- bakterie
- Typ buněčného dělení

# Paradox v evoluci = „Staré a statické“ sinice vyvolaly „velký třesk“ v evoluci života na Zemi

- Sinice se morfologicky nezměnily za celé své období existence na Zemi (důkaz → prekambričké fosílie), avšak geneticky ano!
- Sinice - evoluční revoluce, a to „jen“ kvůli kyslíku, který byl „odpadem“ jejich jedinečné fotosyntézy (důkaz → ozónová vrstva, ochrana před UV-zářením)
- Sinice - vhodnými partnery pro různé organizmy (houby, živočichy, prvoky a rostliny), což dokazuje samotná existence chloroplastů (důkaz → endosymbióza)

# Od sinic ke řasám

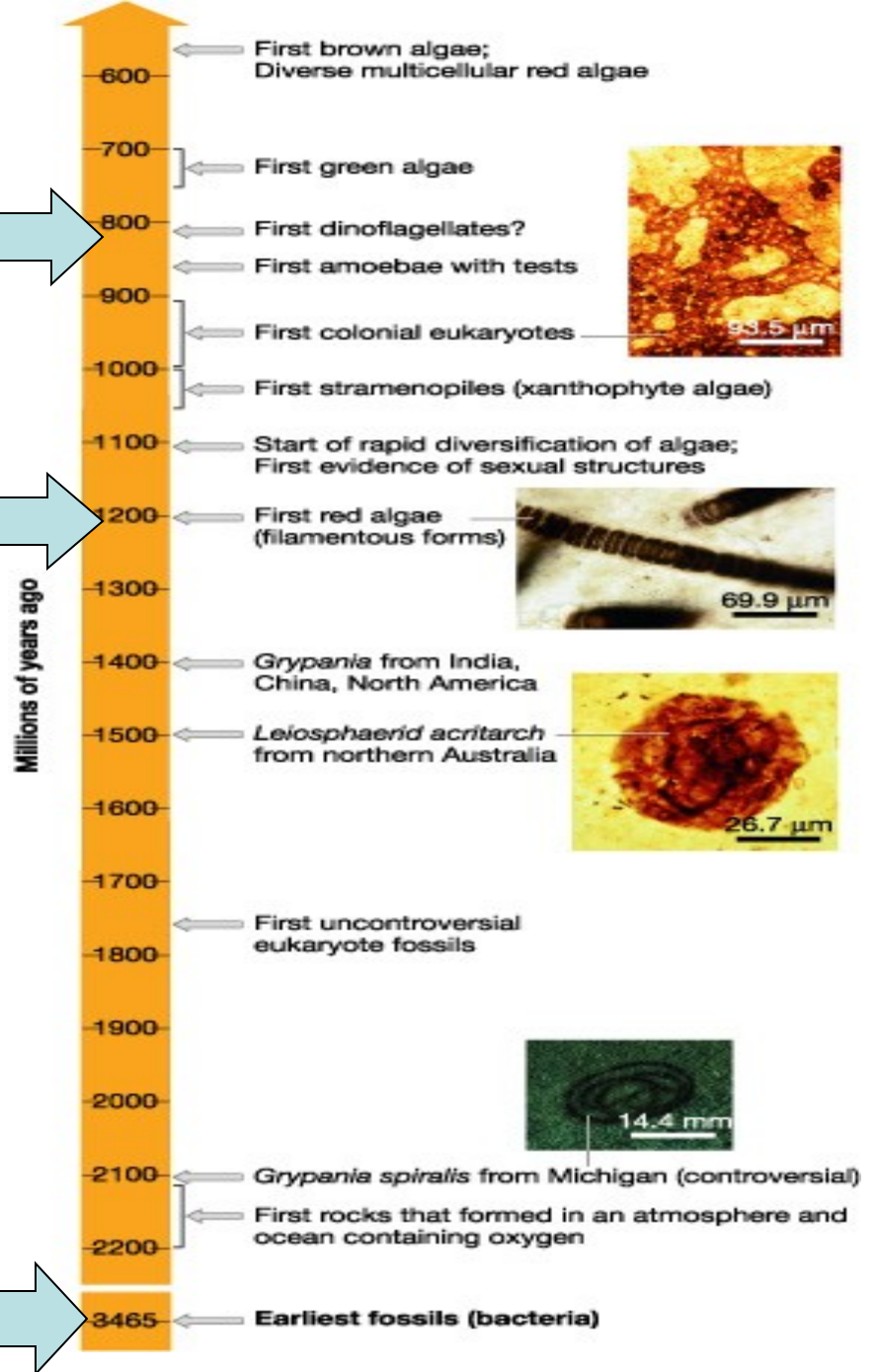
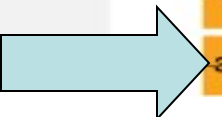
THE ENDSYMBIOTIC THEORY



Dinophyta

Rhodophyta

prokaryota



# System a taxonomie sinic

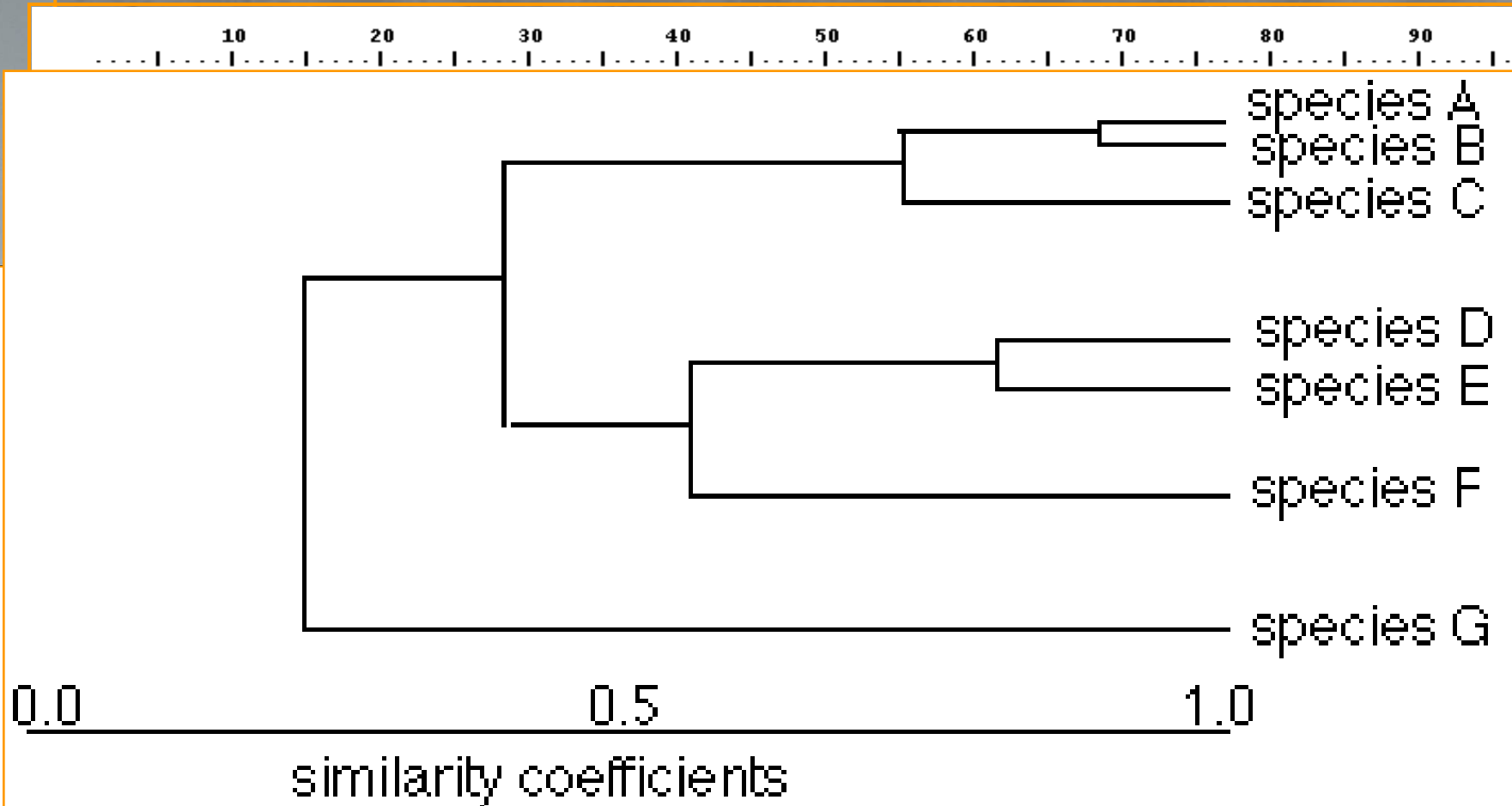
- Ultrastruktura (TEM)
- Uspořádaní tylakoidů
- Typ stélky
- Akinety
- Baeocyty
- Heterocyty
- Hormogonie
- Neklidické buňky
- Větvení
- Slizové obaly, pochvy
- Kolonie
- Ekologie

- Sekvence
- Gen 16S rDNA
- Gen rbcL (Rubisco)
- tRNA<sup>Leu</sup> (UAA) Intron
- Gen hetR

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

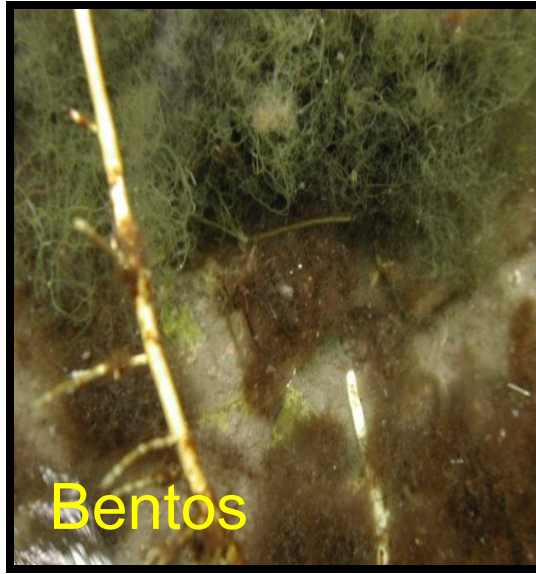
Slizové obaly, pochvy

Parenchym

Pravé větvení

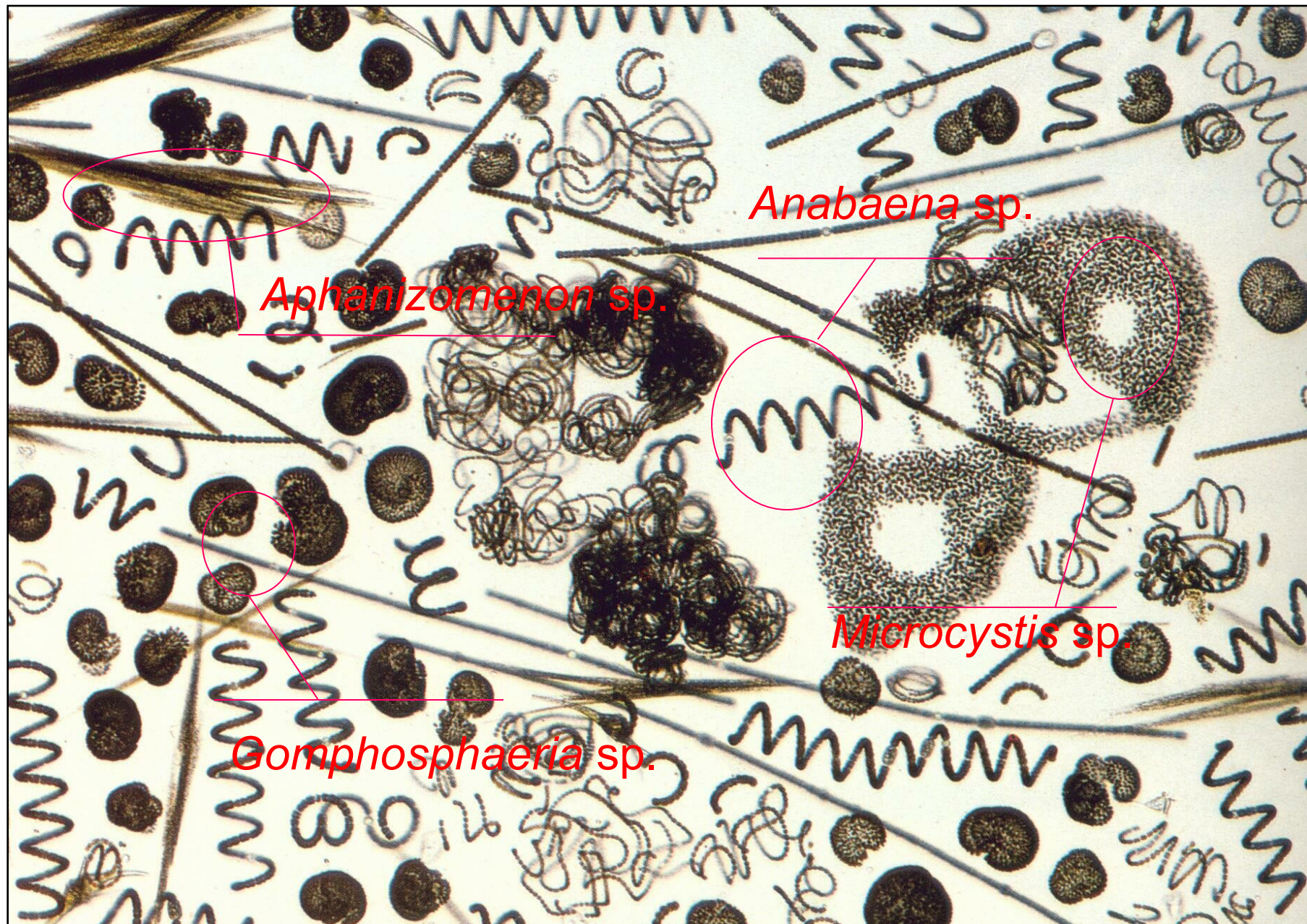


# Ekologie sinic





# Sinicový vodní květ v mikroskopu





# Chroococcales

## *Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli

**Popis:**

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

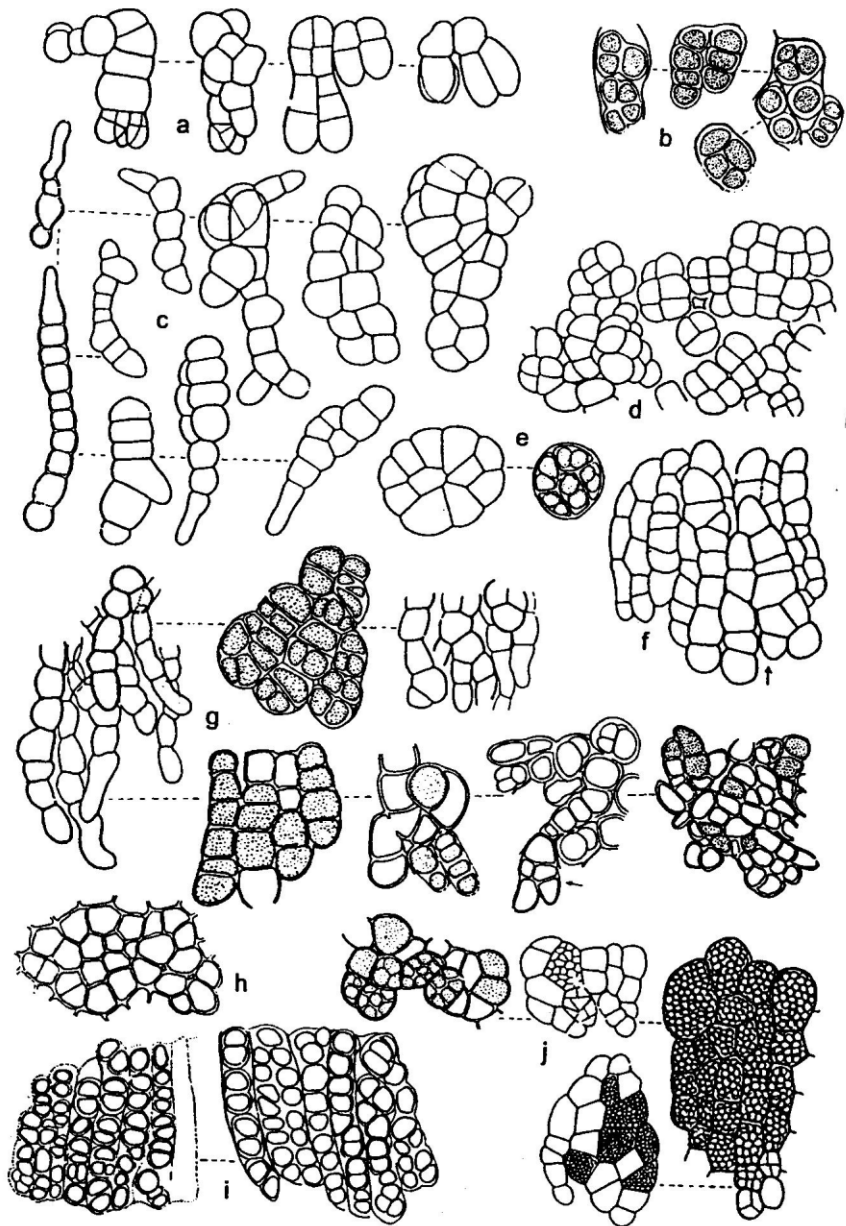
**Buňky v 2–4-četných seskupeních,  
sférické, subsférické až  
elipsovité, 2,5–5  $\mu\text{m}$  v průměru.**

**Slizové obaly jemné, bezbarvé.**

10  $\mu\text{m}$



© orig. Uher B.



## *Pleurocapsa minor* Hansgirg

**Popis:**

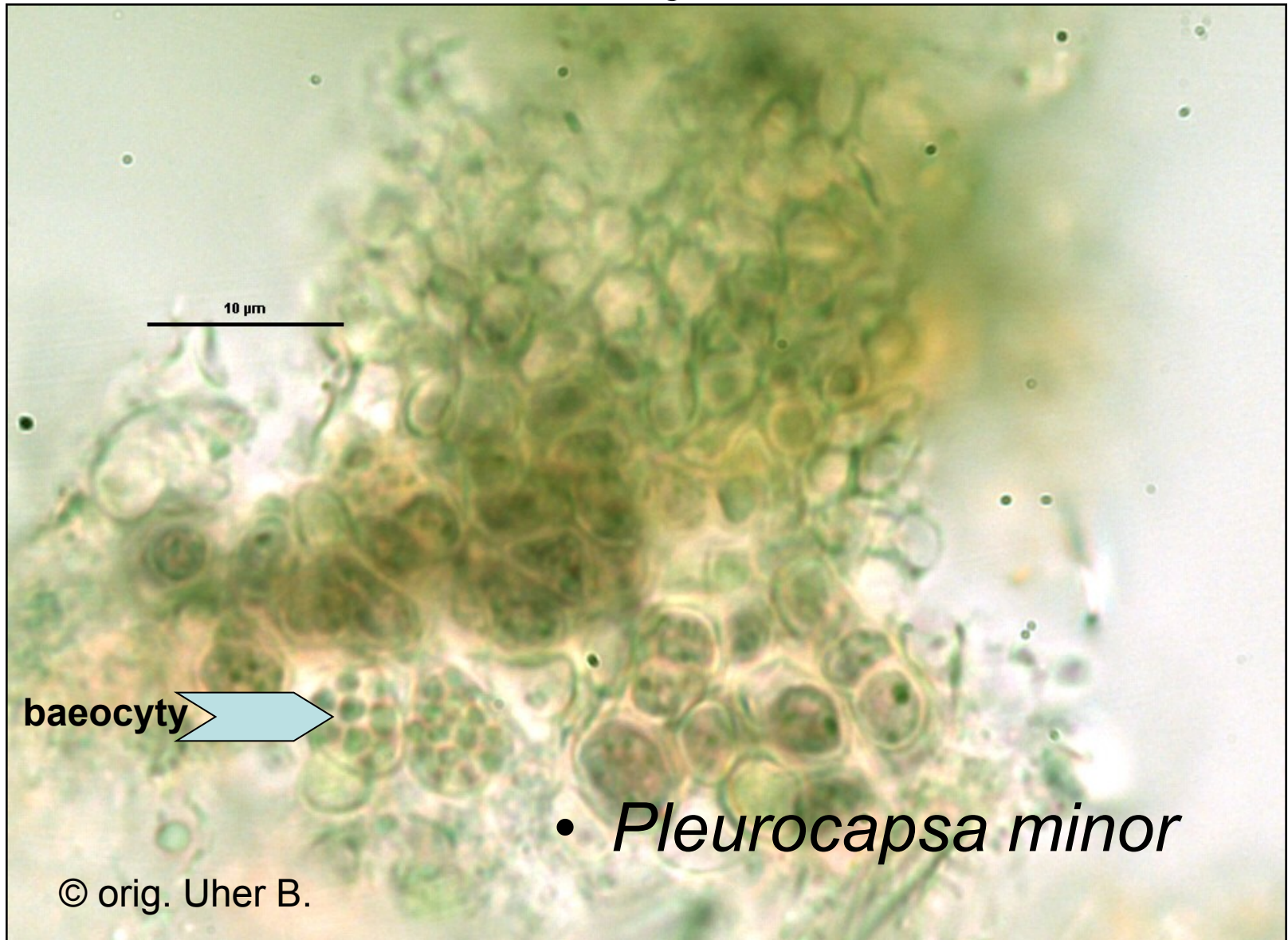
**Mikroskopické kolonie tvořící  
pseudoparenchymatické vrstvy**

**Pseudofilamenty 3–10  $\mu\text{m}$  široké**

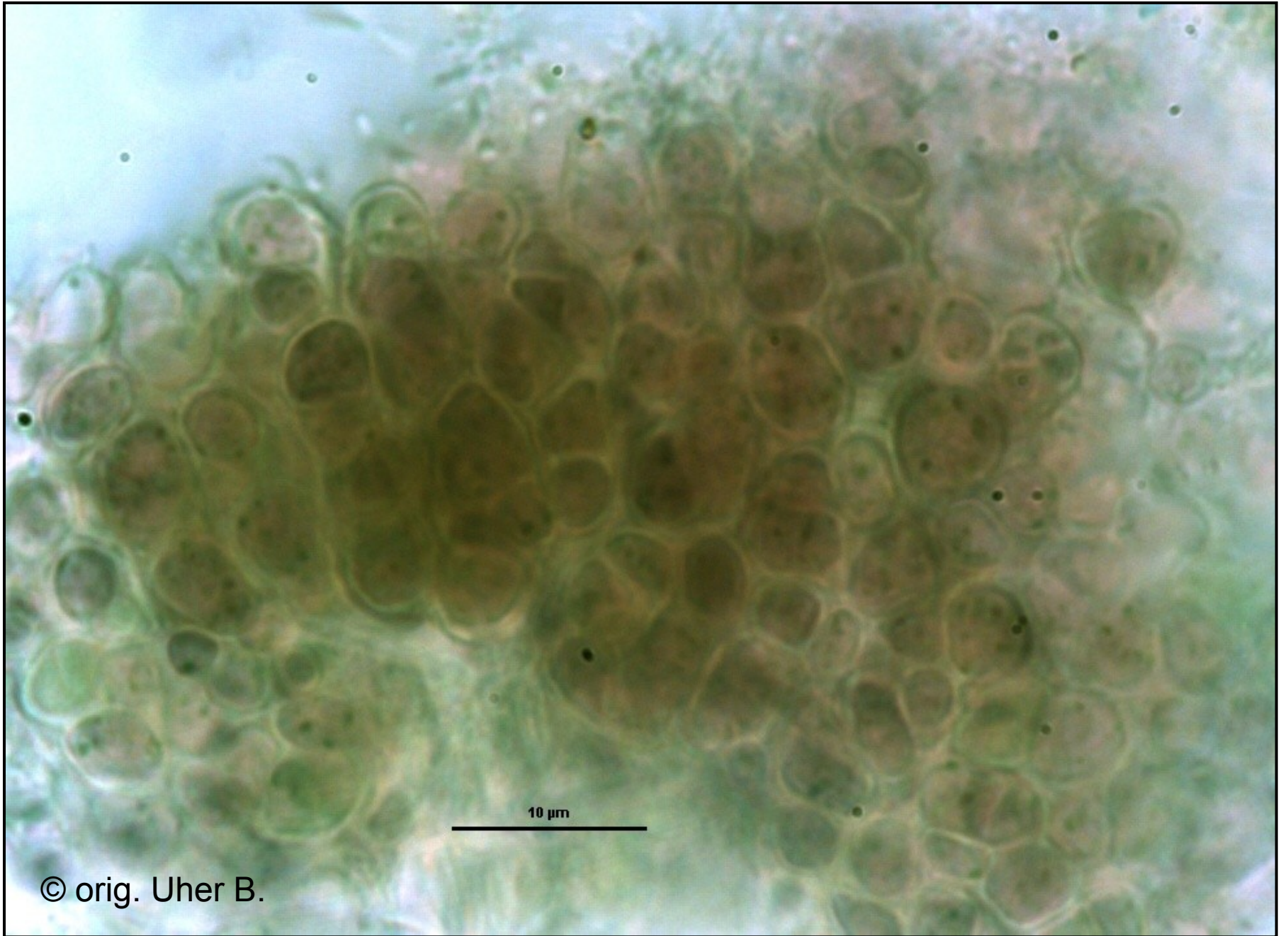
**Buňky soudkovité až polygonální, 2,5–12,5  
 $\mu\text{m}$  v průměru**

**Pochvy tenké, bezbarvé**

# Pseudoparenchymatické sinice



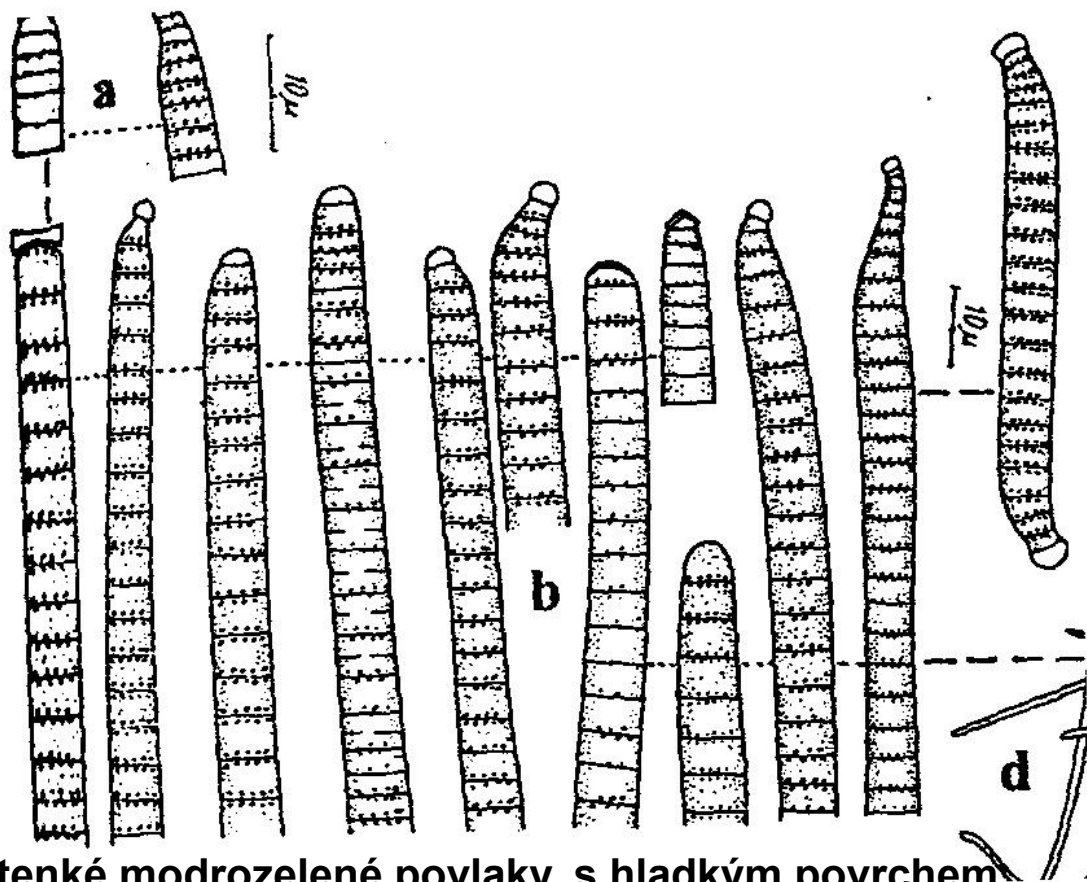




© orig. Uher B.

**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

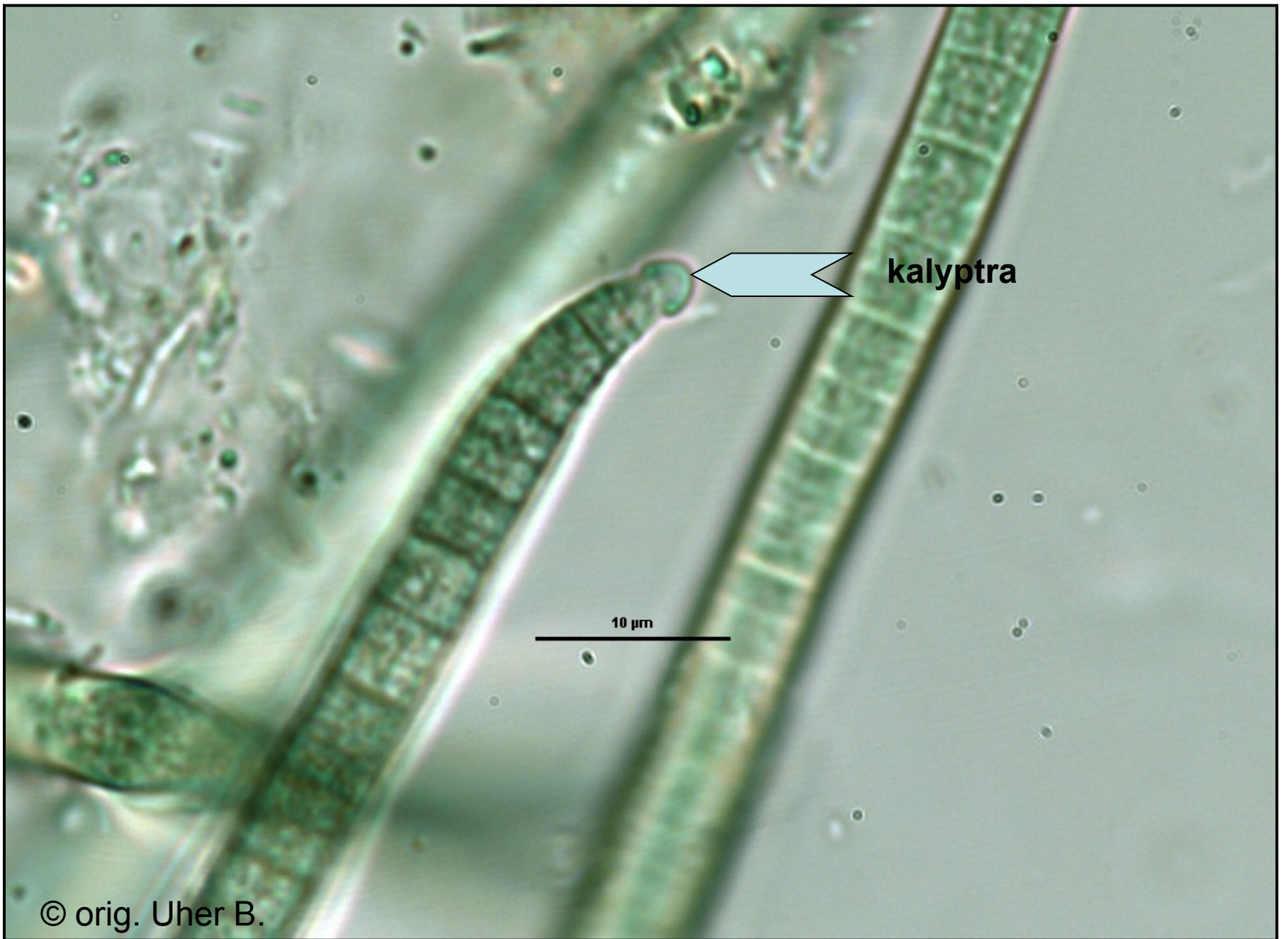
Buňky izodiametrické, apikální buňky užší s kalyptrou





© orig. Uher B.





kalyptra

10 µm

© orig. Uher B.

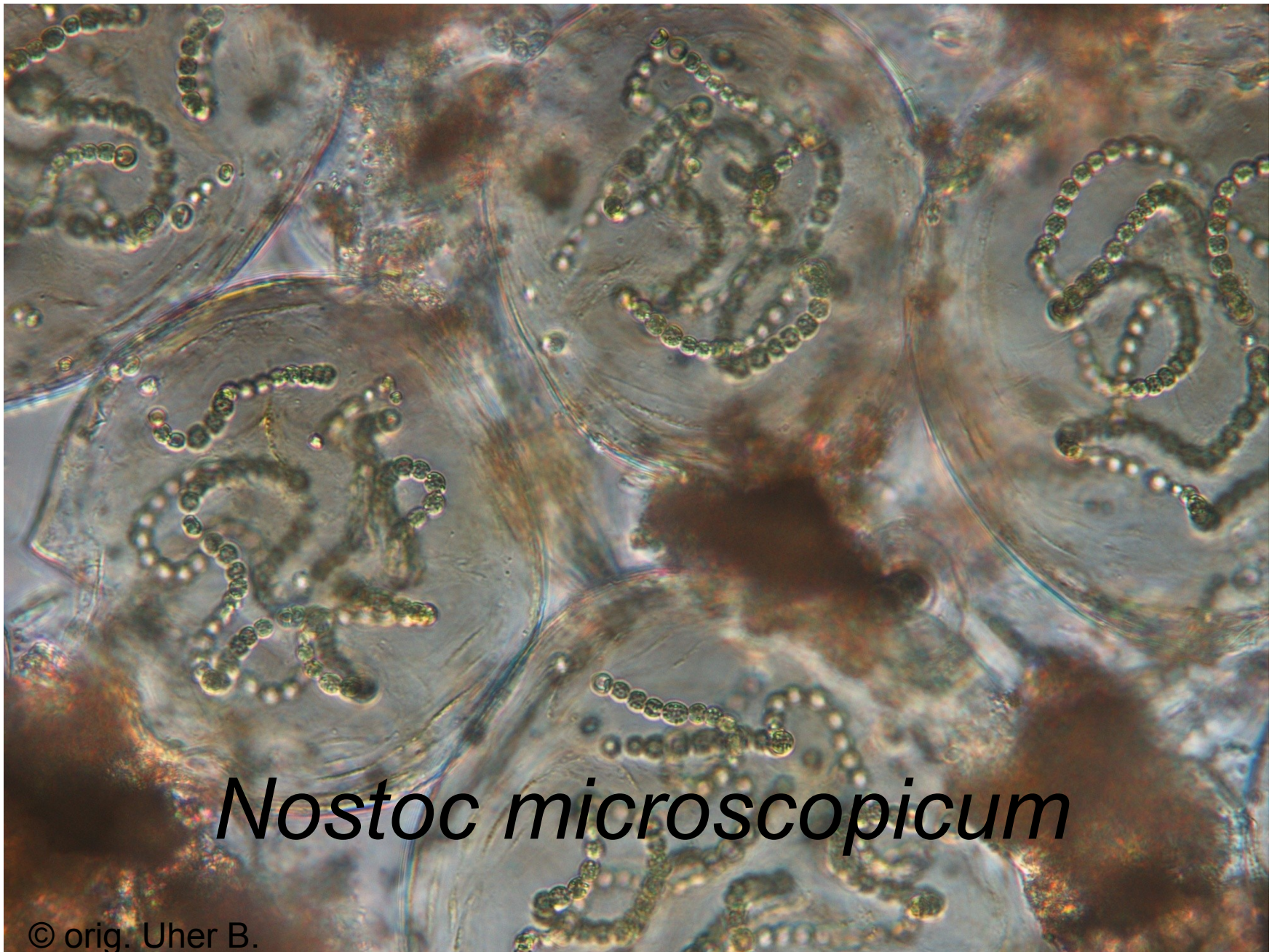


10 µm

© orig. Uher B.

# Nostocales





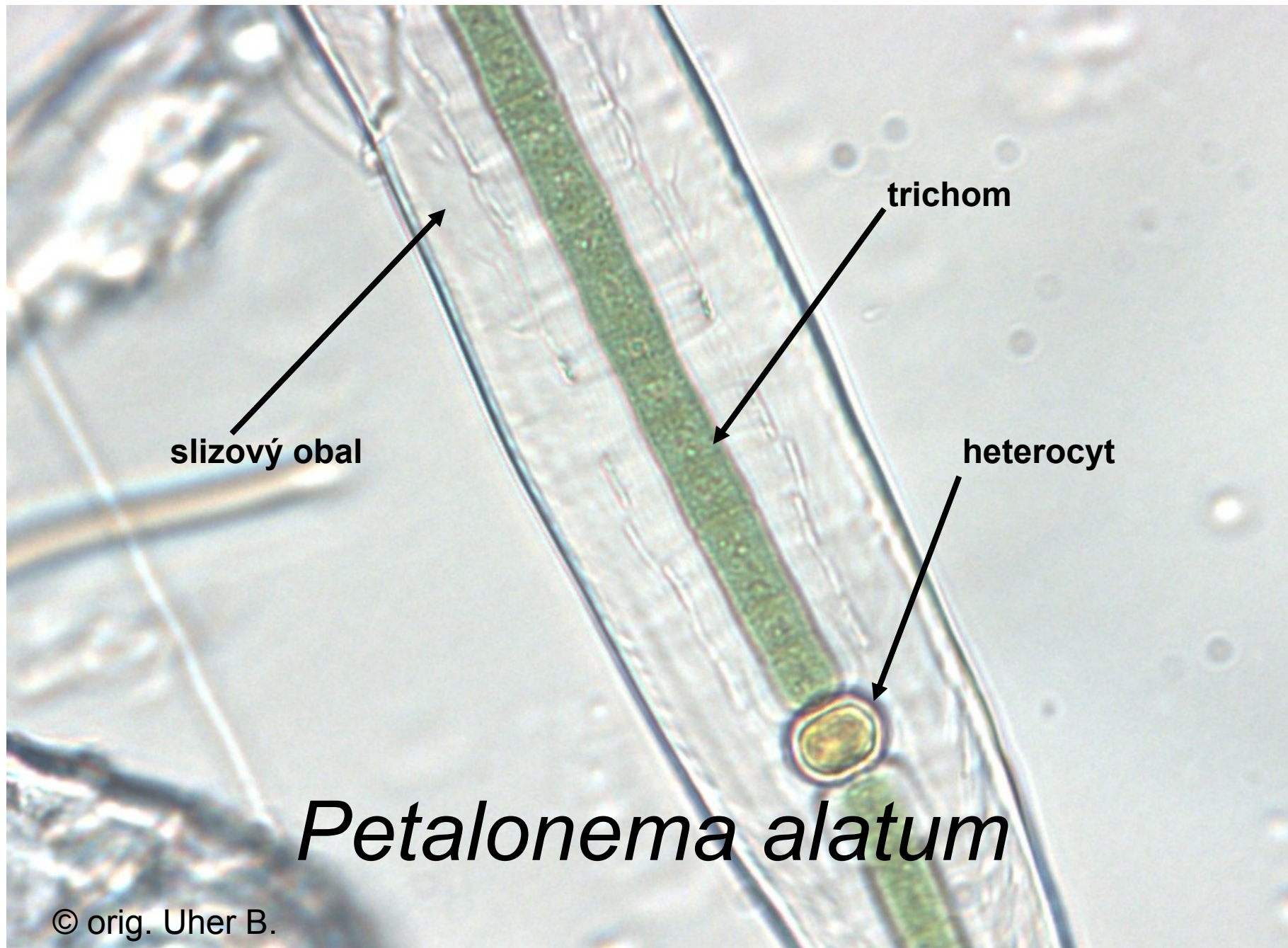
*Nostoc microscopicum*





© orig. Uher B.





slizový obal

trichom

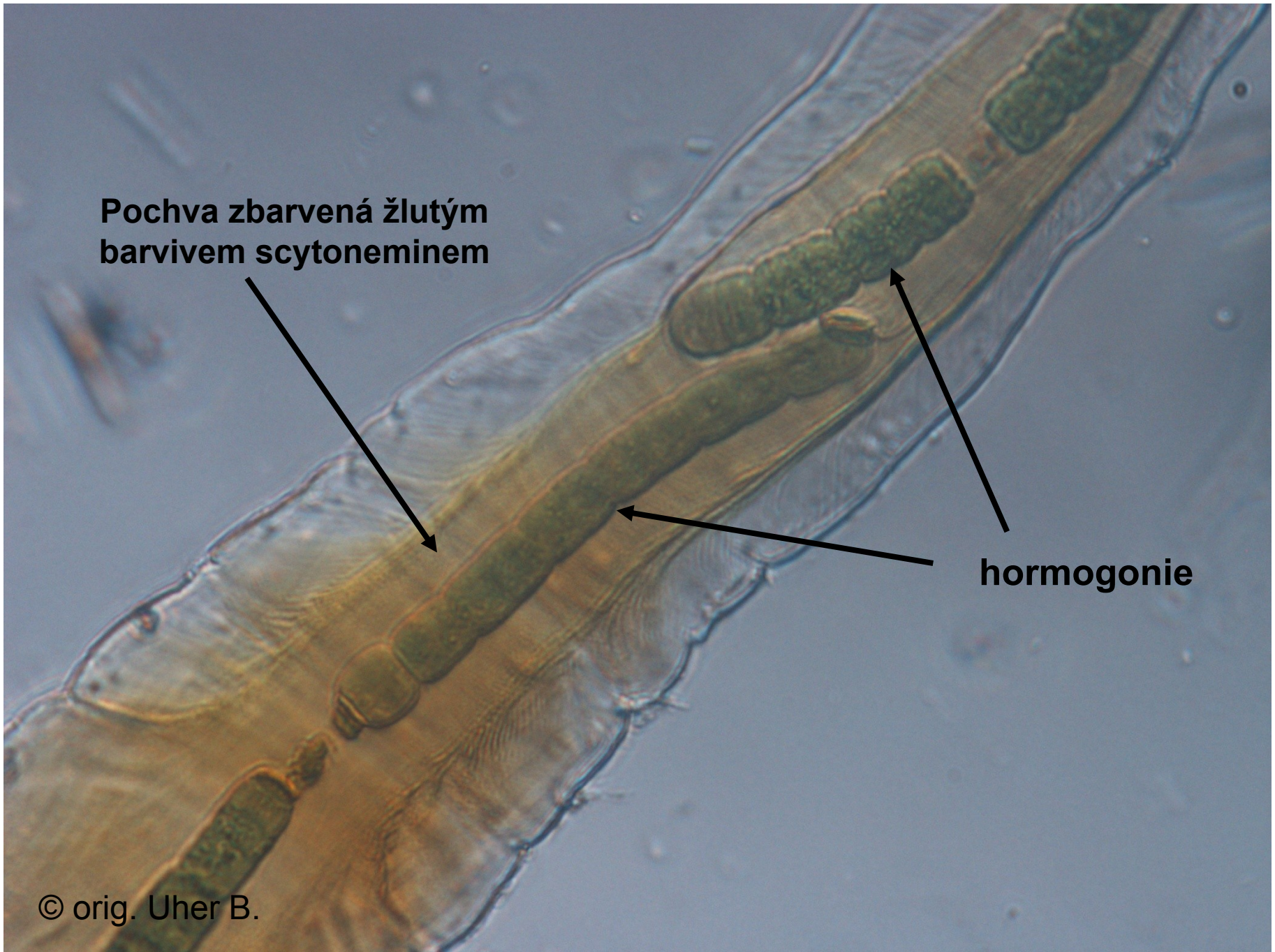
heterocyt

*Petalonema alatum*




**Pochva zbarvená žlutým  
barvivem scytoneminem**

**hormogonie**

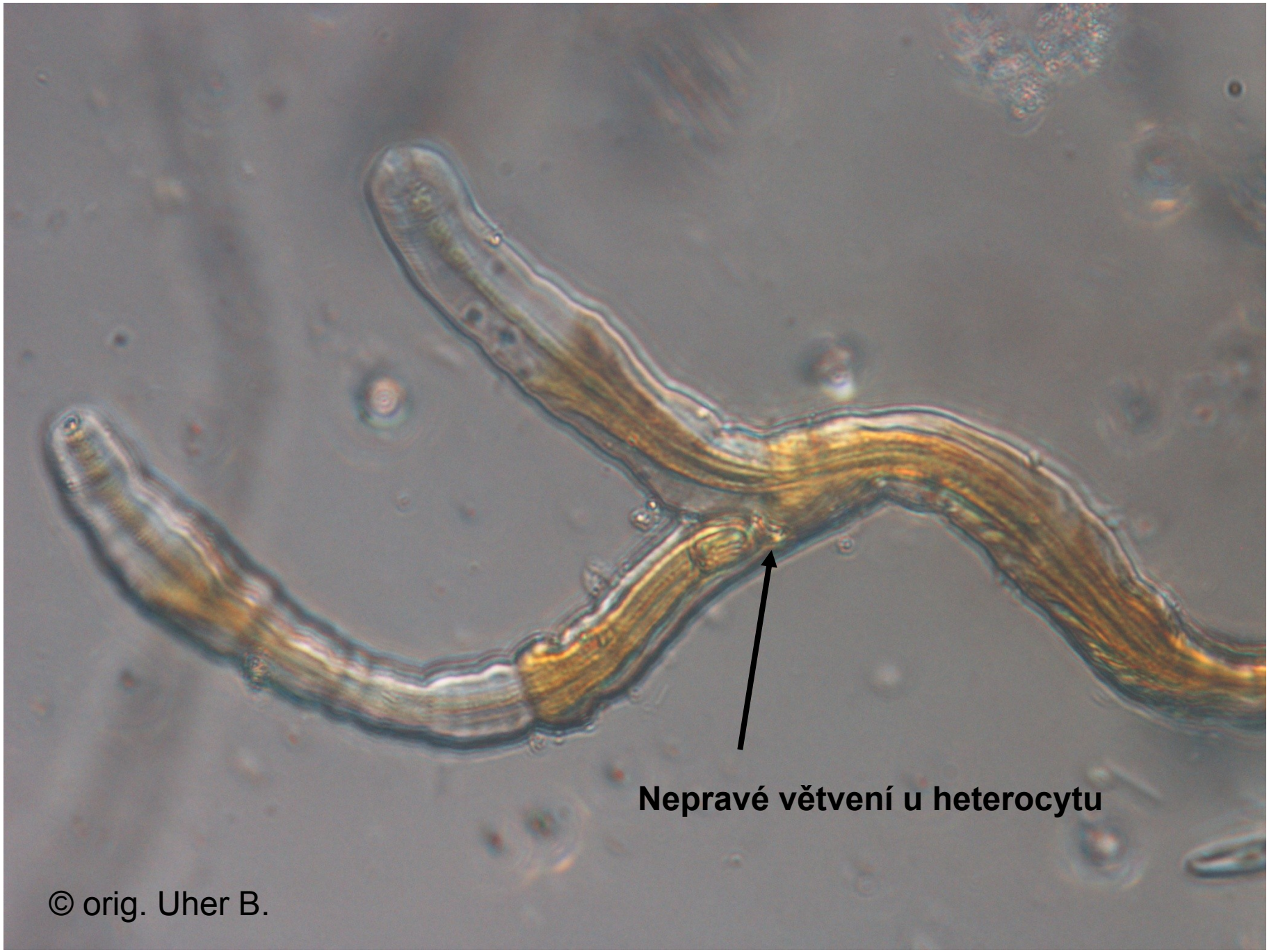




A detailed microscopic image of a segmented worm, likely a polychaete, showing its internal anatomy. The worm is curved, revealing a central gut tube and a network of blood vessels. The body wall is composed of numerous segments, each with a distinct pattern of cilia. A black arrow points to the cilia on the ventral side of one segment, which are arranged in a way that suggests they interlock to form a structured mucus layer.

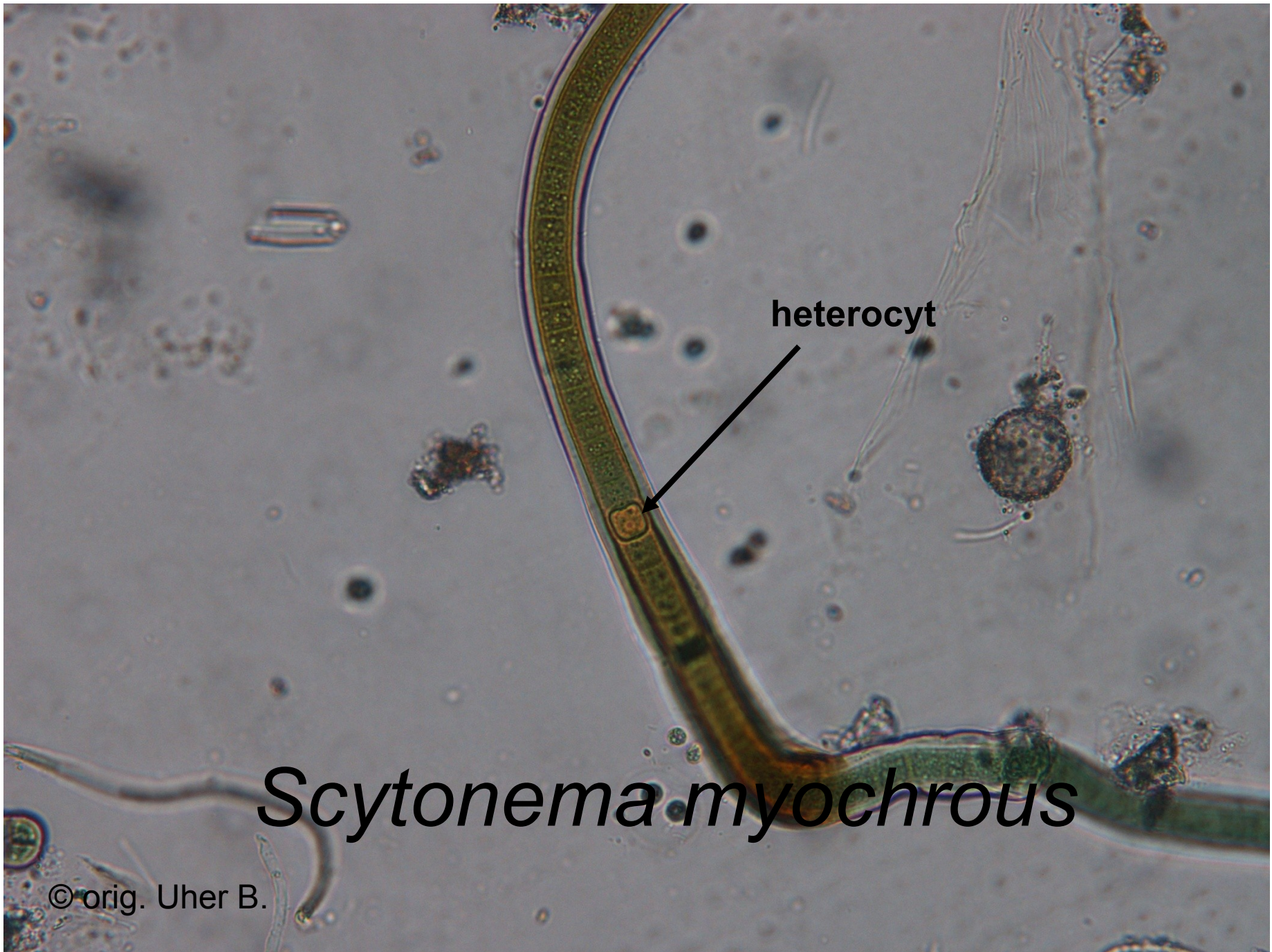
**Strukturovaný sliz v podobě  
do sebe zapadajících trychtýřů**





**Nepravé větvení u heterocytu**





heterocyt

*Scytonema myochrous*

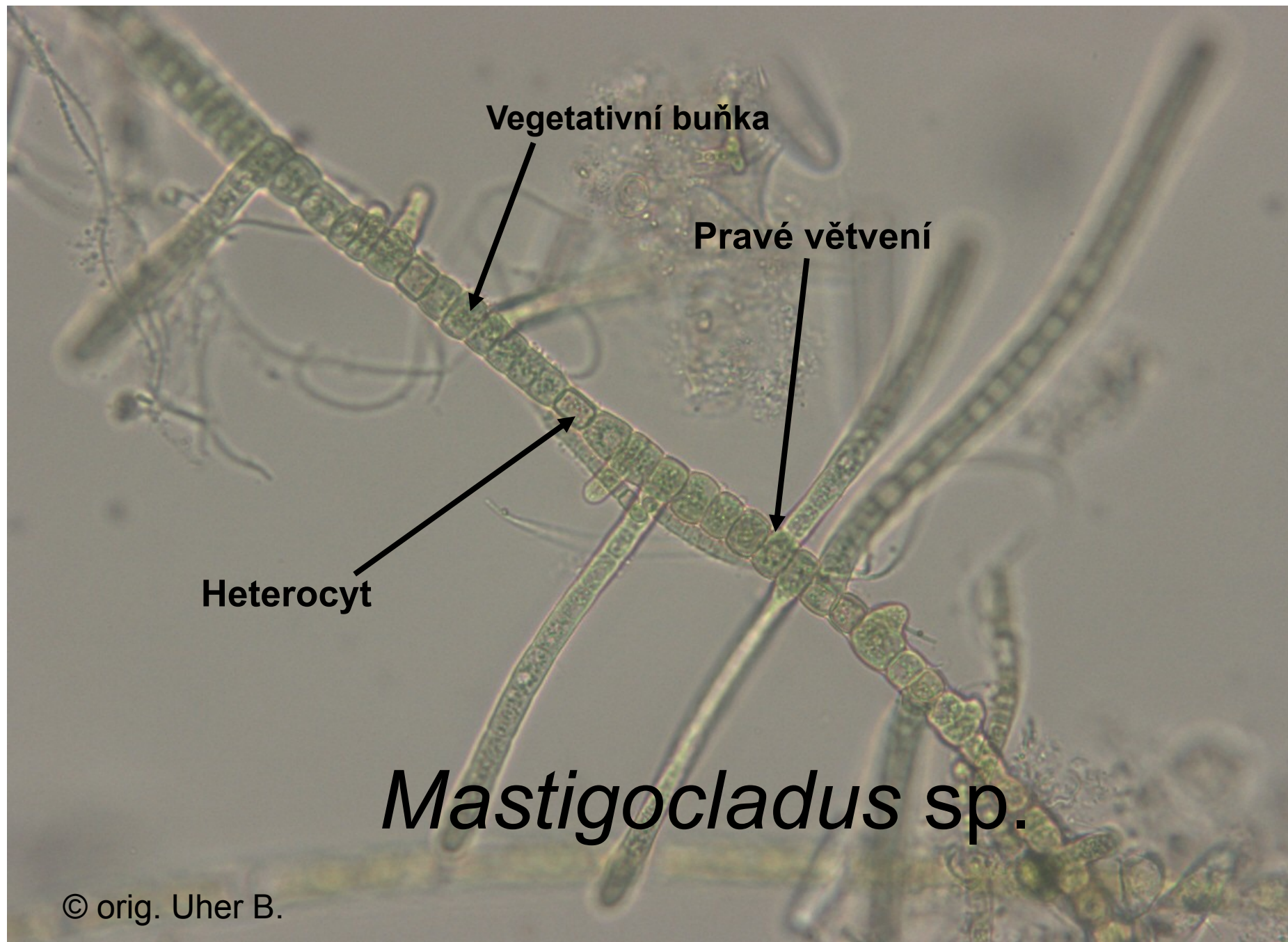




**Nepravé větvení u  
nekridické buňky**

# Stigonematales





*Mastigocladus* sp.



# Jaký je metodický přístup při zkoumání sinic a řas?

Lokalita: Dóm sv. Martina



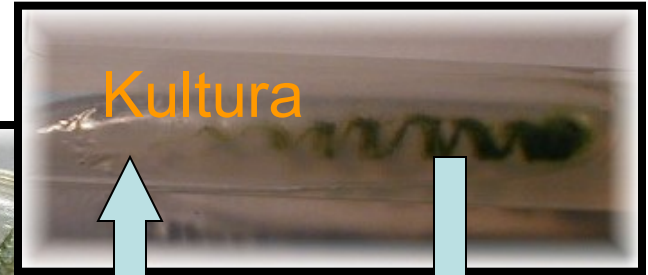
Místo odběru



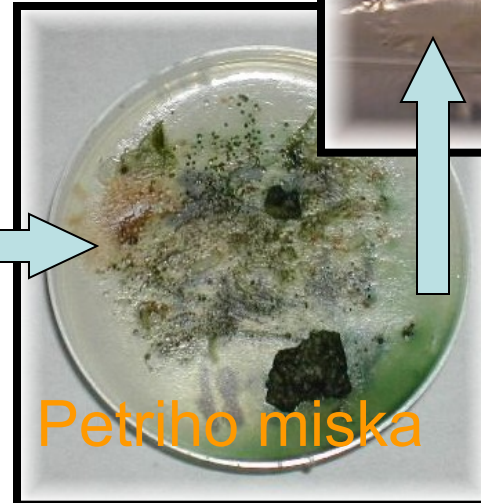
Detail povrchu substrátu



Kultura



Petriho miska



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

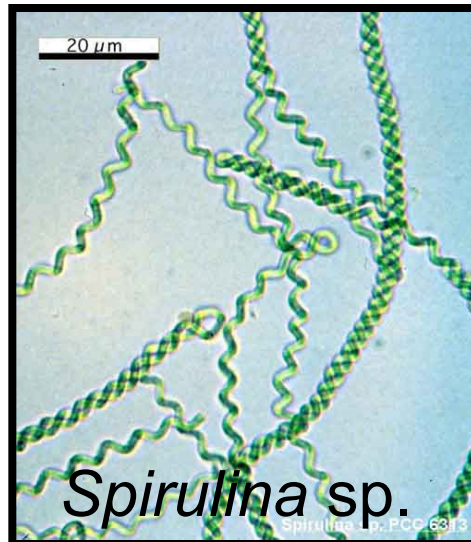


Afrika



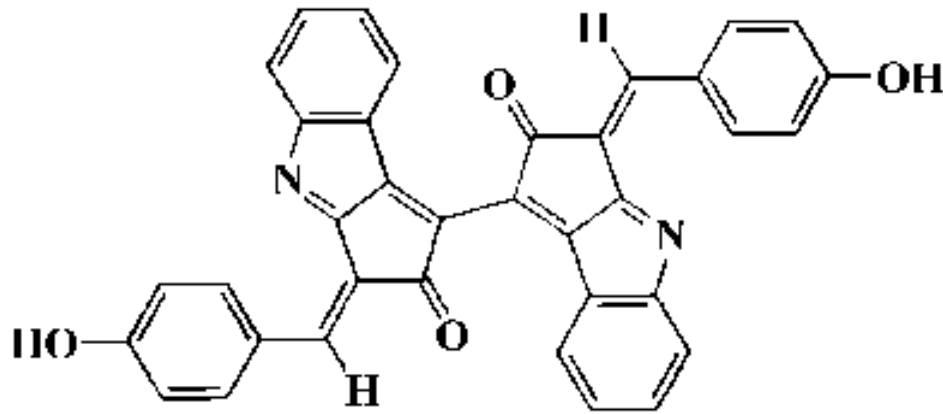
Amerika

Pěstování sinic  
Zdroj obživy

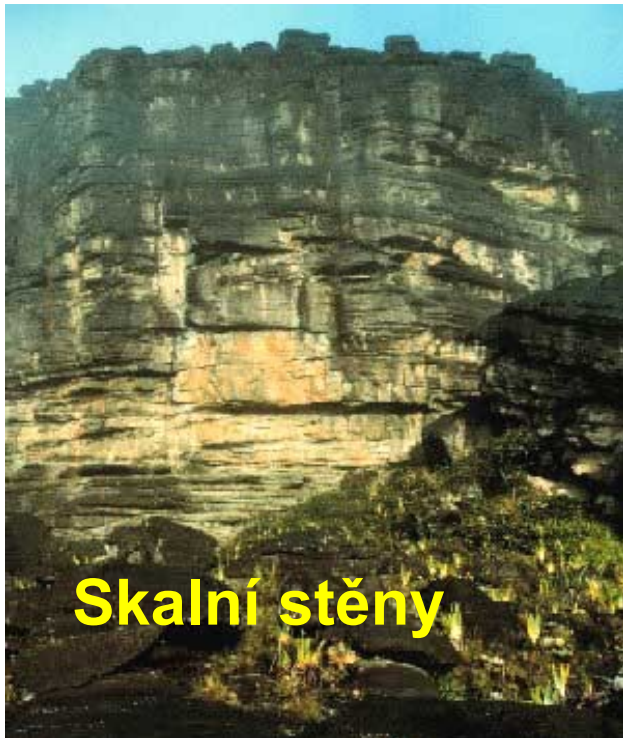


Aztékové

# Scytonemin – zajímavá sinicová látka



Žlutá látka v obalech sinic



**Skalní stěny**

Aktivní UV-ochrana

Evoluční výhoda

Využití v kosmetice



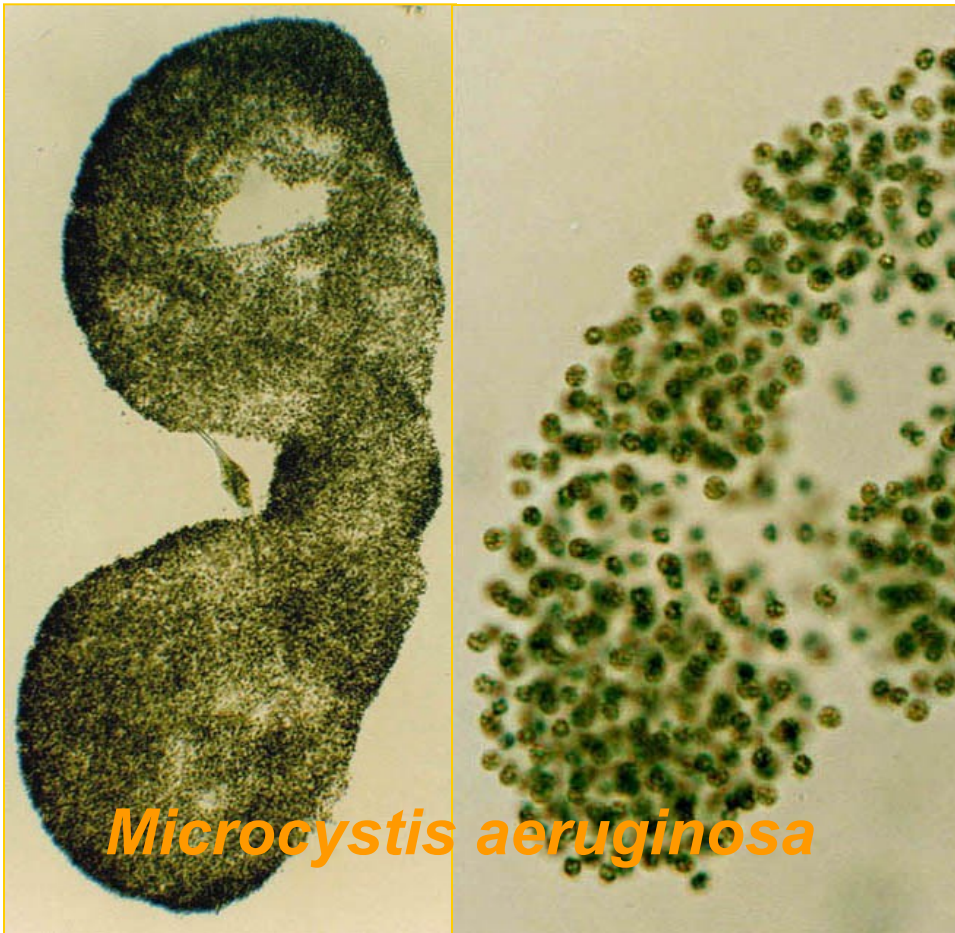
35μm



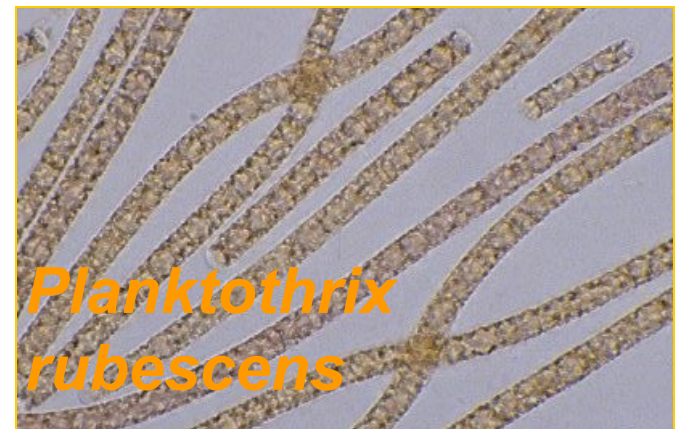
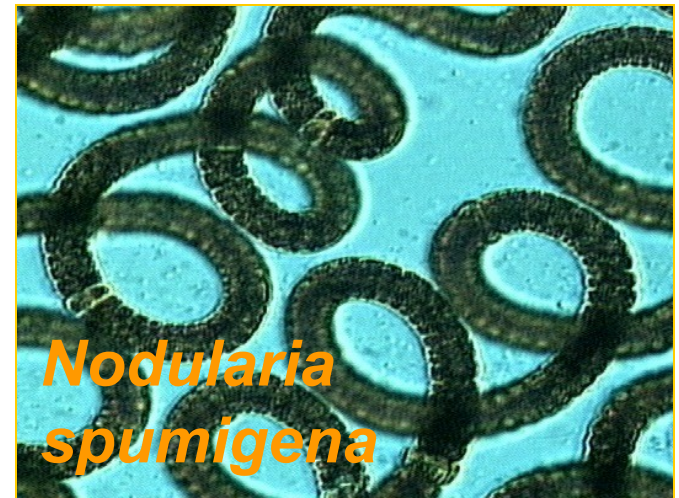
# Nebezpečné sinice!

## nebo biologické zbraně...

Toxin: mikrocystin



Toxin: nodularin



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





Děkuji za pozornost

