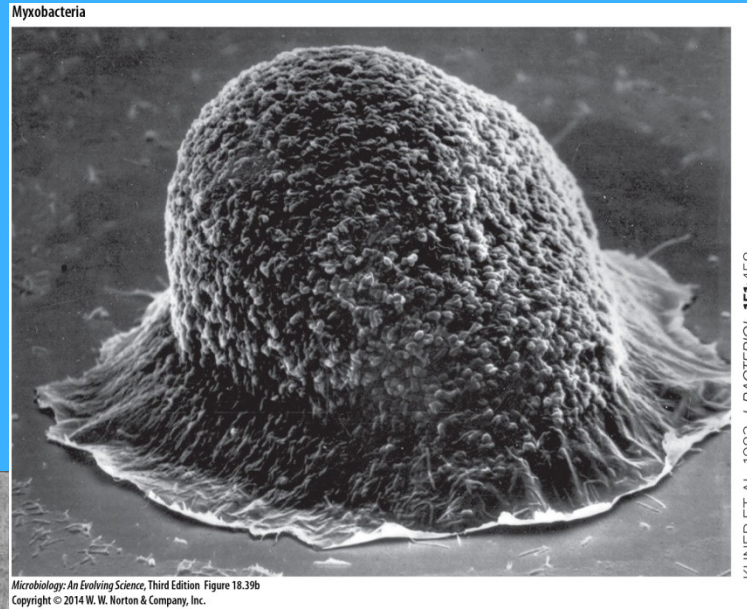
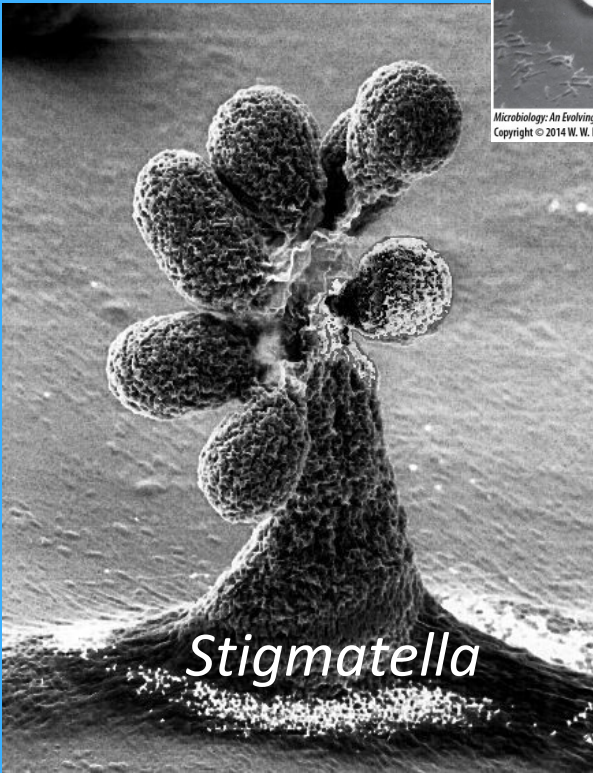


Komplexní růstové cykly bakterií



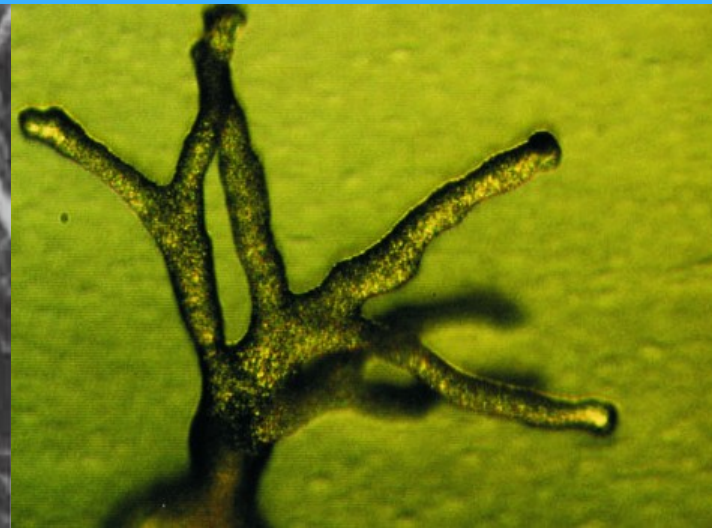
Myxobakterie
Actinomycetales



Myxobakterie



- G- půdní bakterie
- klouzavý pohyb (gliding motility)
- komplexní růstový cyklus s tvorbou plodnic a klidových stádií – myxospor
- nejprostudovanější druhy – *Myxococcus xanthus* a *Stigmatella aurantiaca*



Morfologie myxobakterií

vegetativní buňky – 0,5–1 mm x 3-8 mm

- štíhlé se špičatými konci (*Cystobacterinae*)
- robustní s kulatými konci (*Soranginae*)

plodnice – 50 - 500 mm

- často pestře zbarvené – karotenoidní pigmenty
- různého tvaru a složitosti

myxospory – refraktilní, odolné vůči vysychání (přežívání prokázáno 10 let), částečně odolné vůči UV, odolnost vůči teplotě nízká – 50 °C – 60°C, primárně vznikají v plodnicích, laboratorně – chemická indukce

Životní cyklus myxobakterií

vegetativní buňky – sliz, klouzavý pohyb, binární dělení, tvorba shluků a koordinovaný pohyb

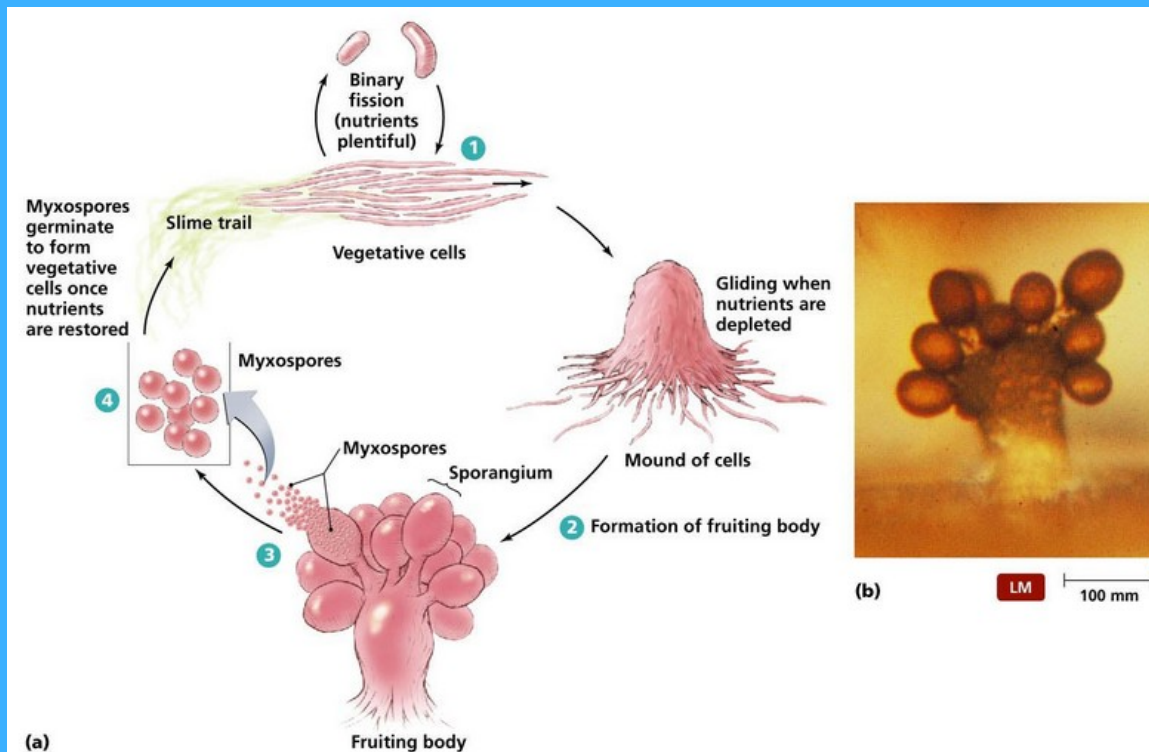
- pohyb za novým zdrojem živin – slizové cestičky

tvorba plodnic – shlukování a diferenciacce

- impulsem vyčerpání živin

Tvorba plodnic

- indukce
- agregace buněk
- vylučování molekul, které umožní propojení buněk
- rearrangement
- sp. strukturní elementy
- tvar plodnice
- maturace – myxospory



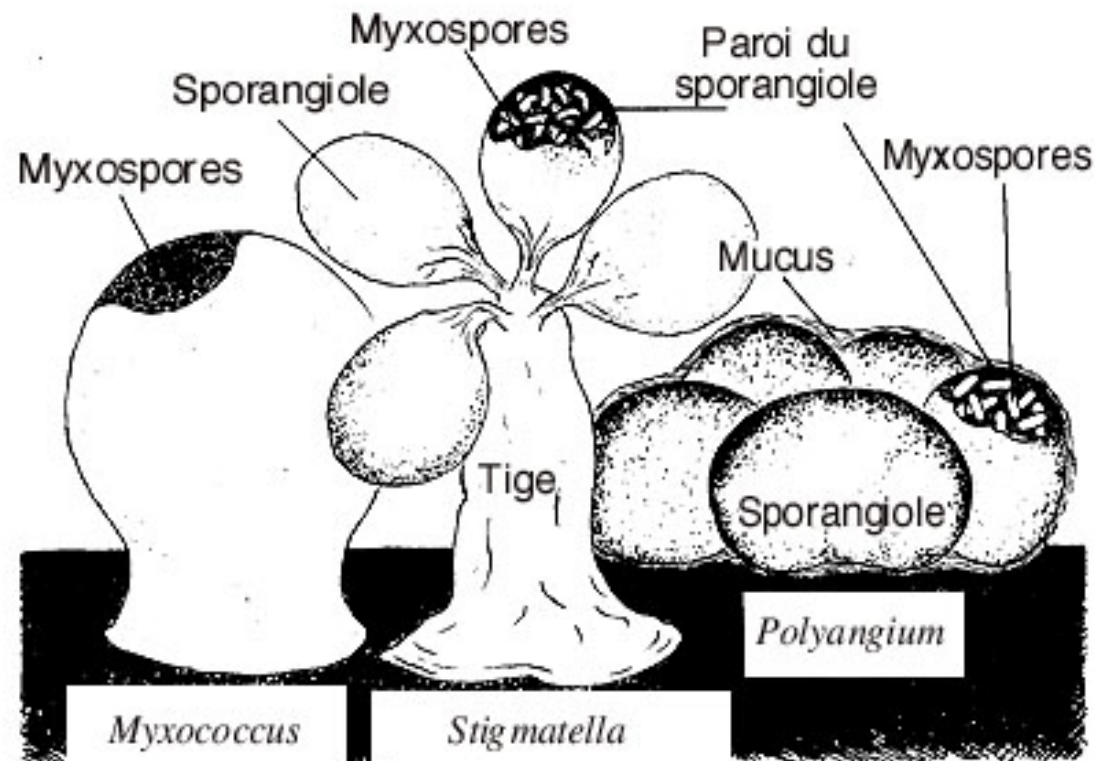


Plodnice jsou tvořeny

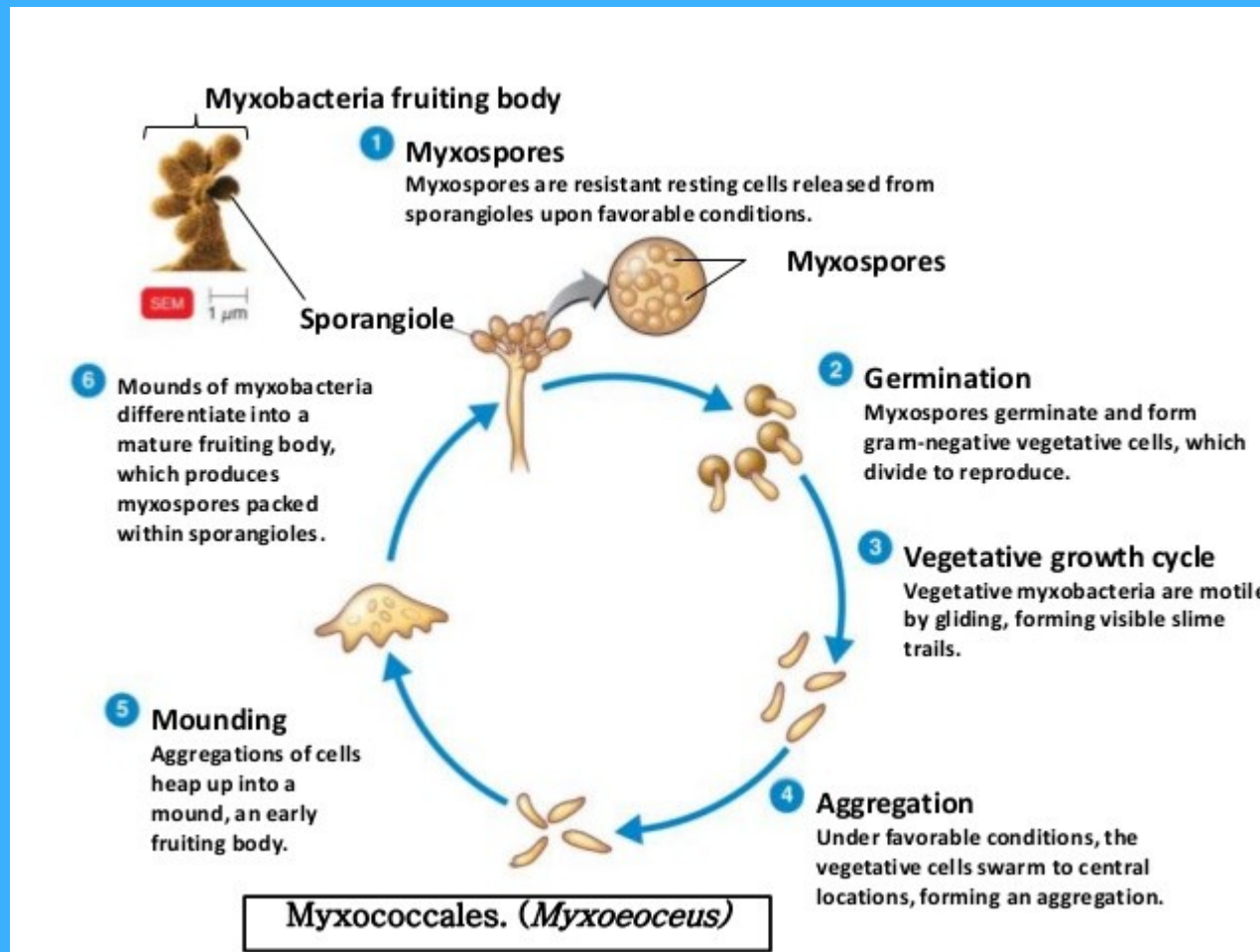
- měkkou slizovitou strukturou
- tuhou slizovitou strukturou
- sporangioly



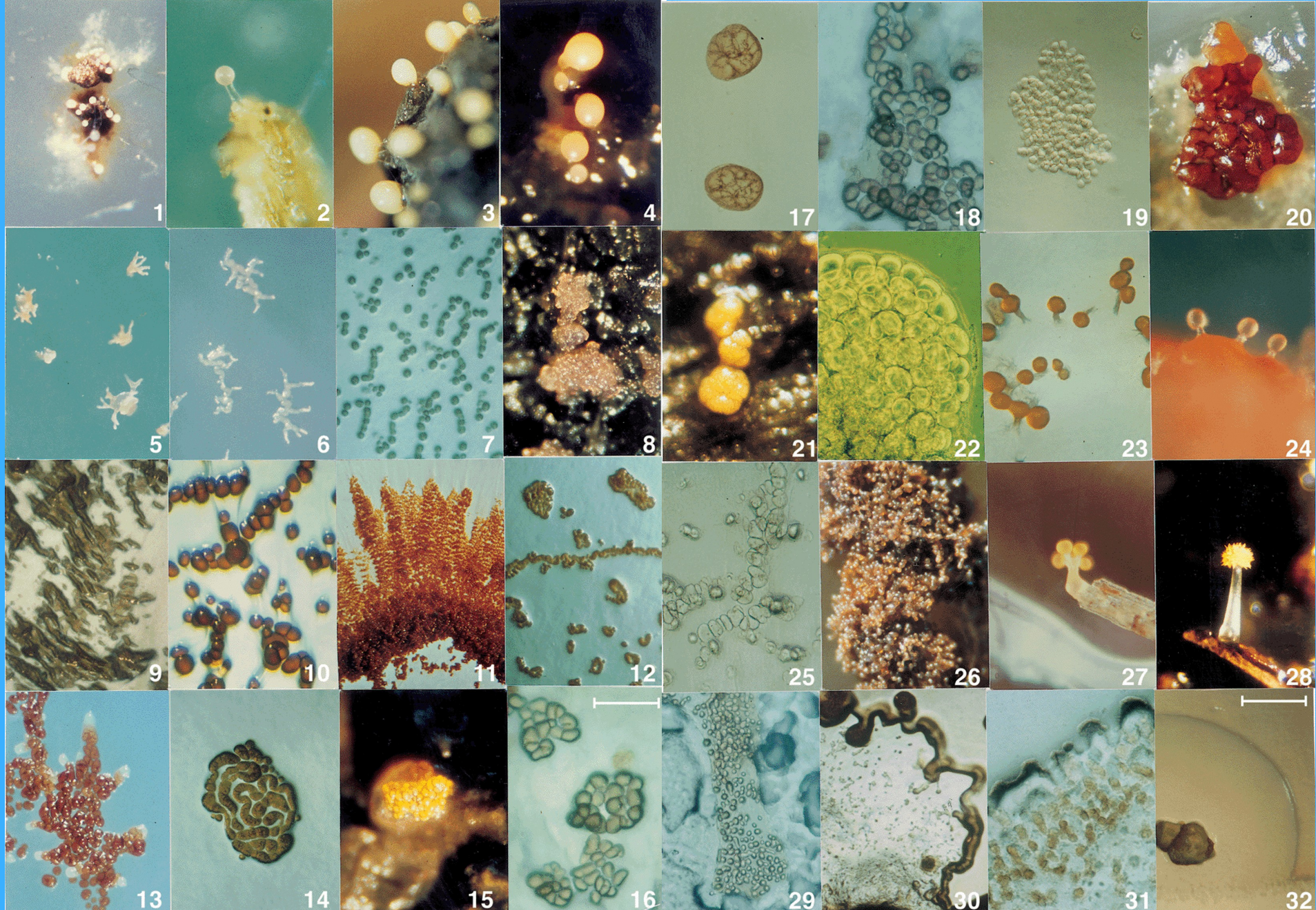
Sporangioly – sférický nebo ovoidní tvar, jasně zbarvené, pevná stěna, jsou v nich uzavřeny latentní buňky



Uvnitř dozrávajících plodnic se vegetativní buňky zkracují, ztlušťují a přeměňují se do fyziologicky neaktivních myxospor.



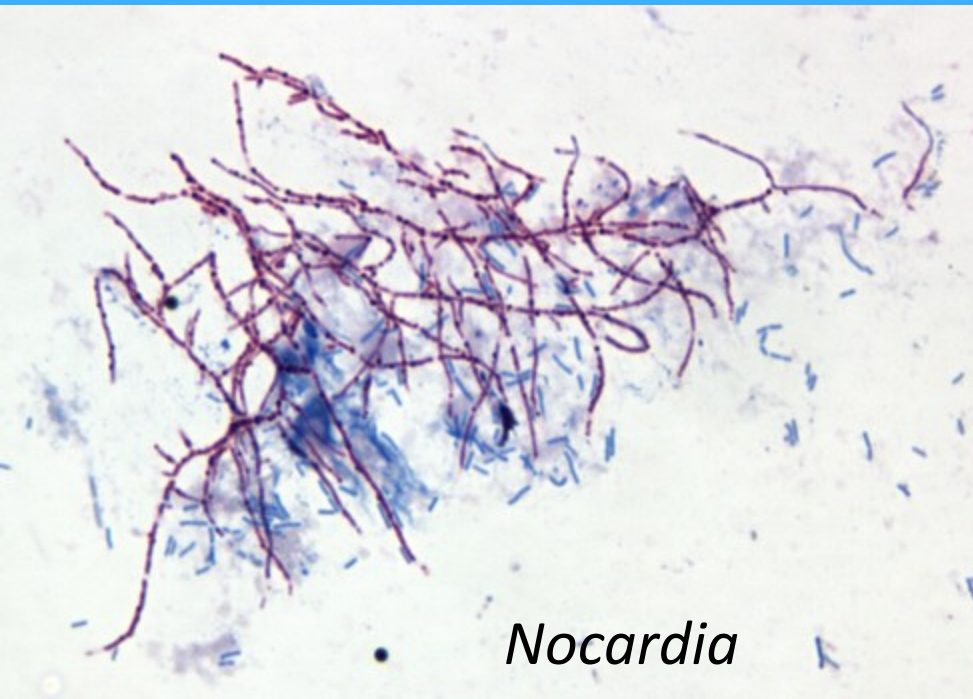
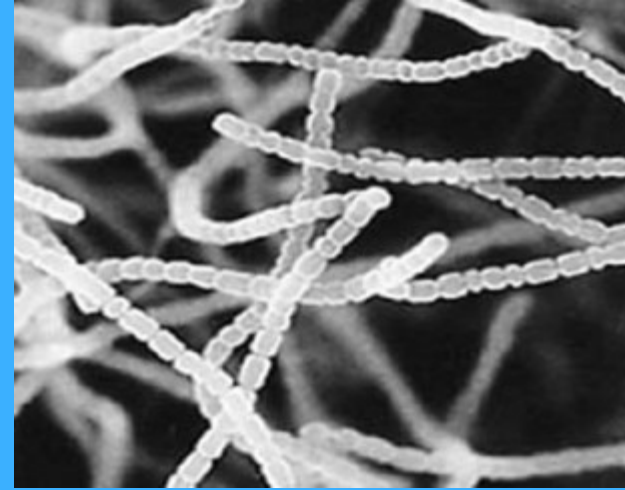
Při dostatku živin myxospory klíčí za tvorby vegetativních buněk.



Biology and global distribution of myxobacteria in soils

Actinomycetales

- G+, vysoký obsah G+C (55% a více)
- Často tvoří větvená vlákna
- Genom - cirkulární nebo lineární
 - 2x větší než E.coli
 - plazmidy (biodegradační schopnosti)



Ekologie

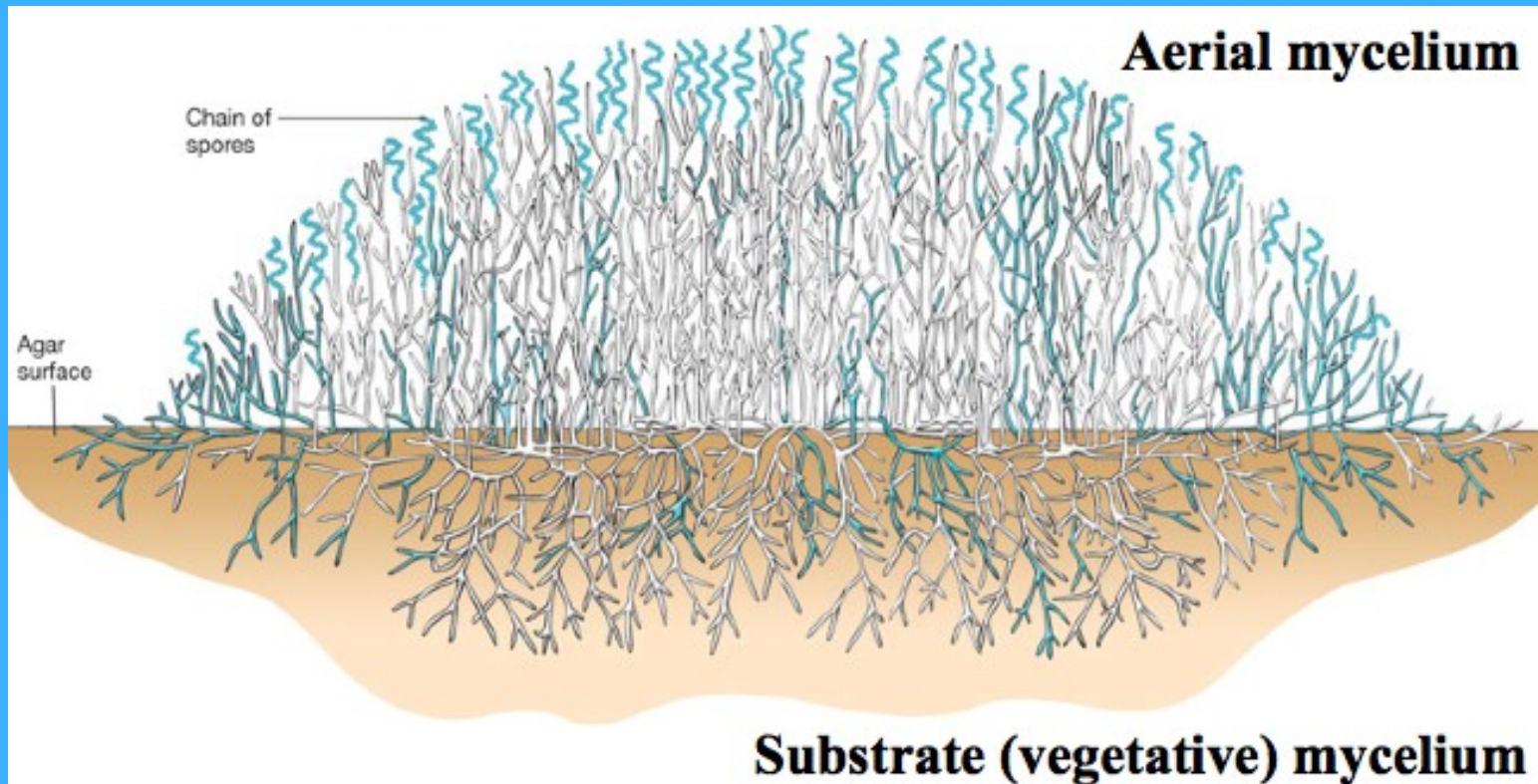
- výskyt především v půdě
- 1 milion buněk / gram půdy (okysličené)
- dekompozice organických látek (celulóza, lignocelulóza)

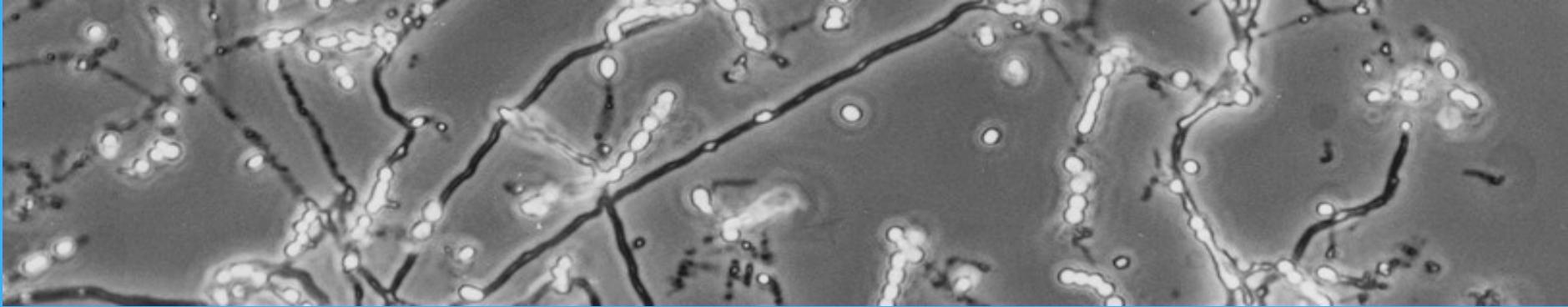
Růst

- naprosto odlišný od běžného binárního dělení ostatních bakterií
- prodlužování vláken, často s větvením, aniž by došlo k dělení buněk
- vznikají dlouhá vlákna s mnohočetnou kopií genomu
- následuje separace septy – sporadická a bez jasného vzorce

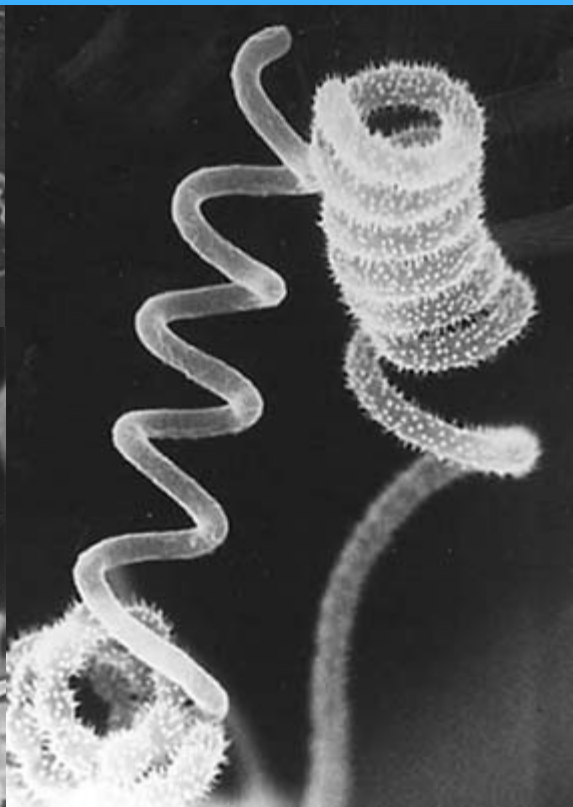
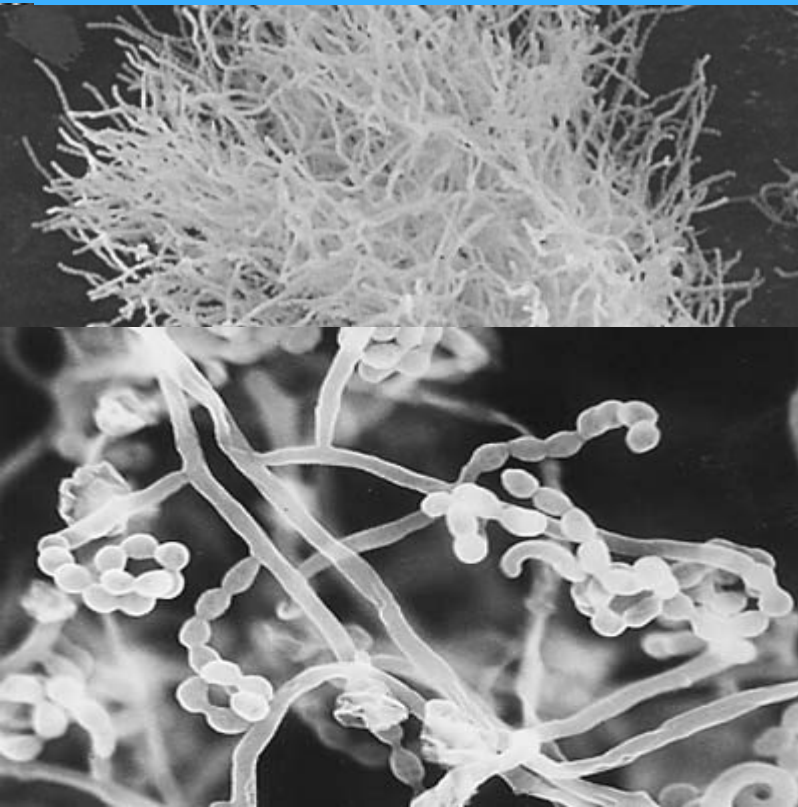
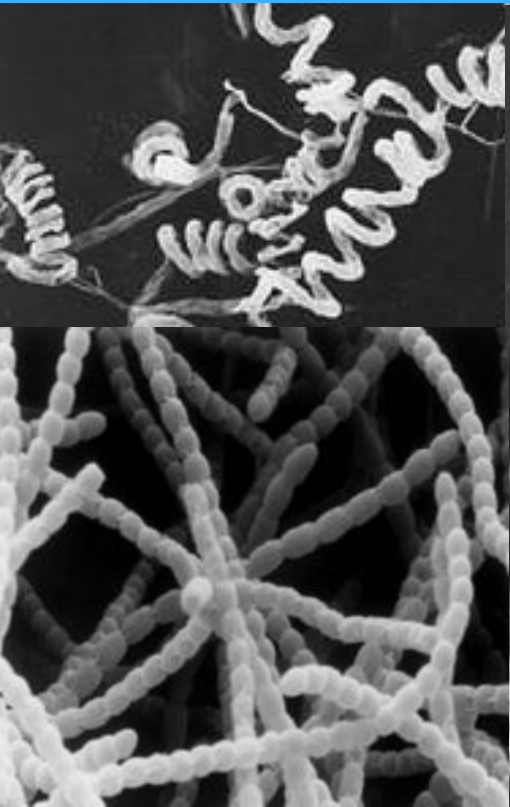
Morfologie

- Mycelium – **substrátové** (hyfy pronikají do agaru)
 - **vzdušné** (volně vztyčené hyfy ohraničené hydrofobní pochvou a vyrůstající do vzdušného prostoru mimo kolonii)

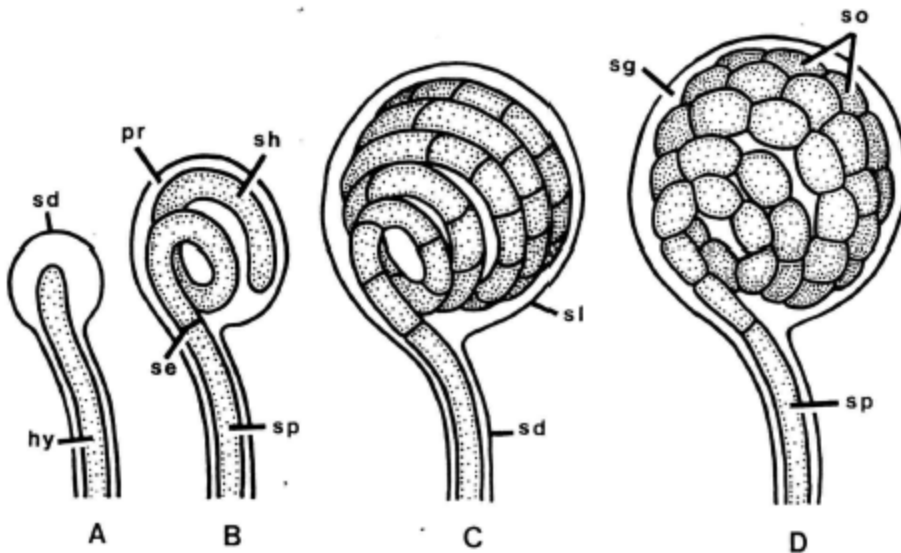
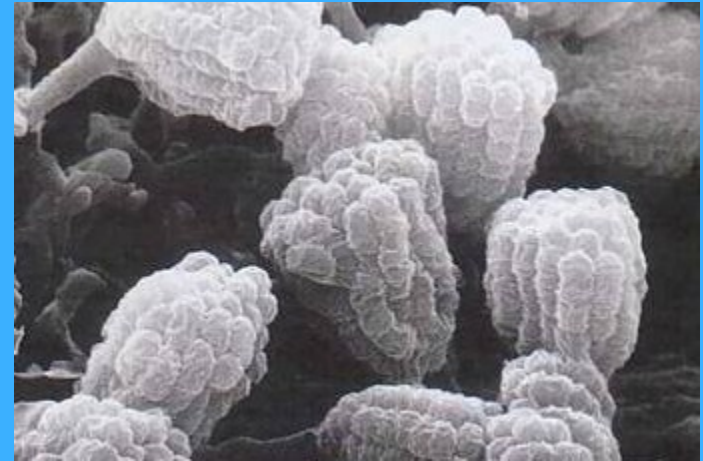




Konidie – nepohlavní spory vyskytující se jednotlivě, v párech, v krátkých nebo dlouhých řetězcích

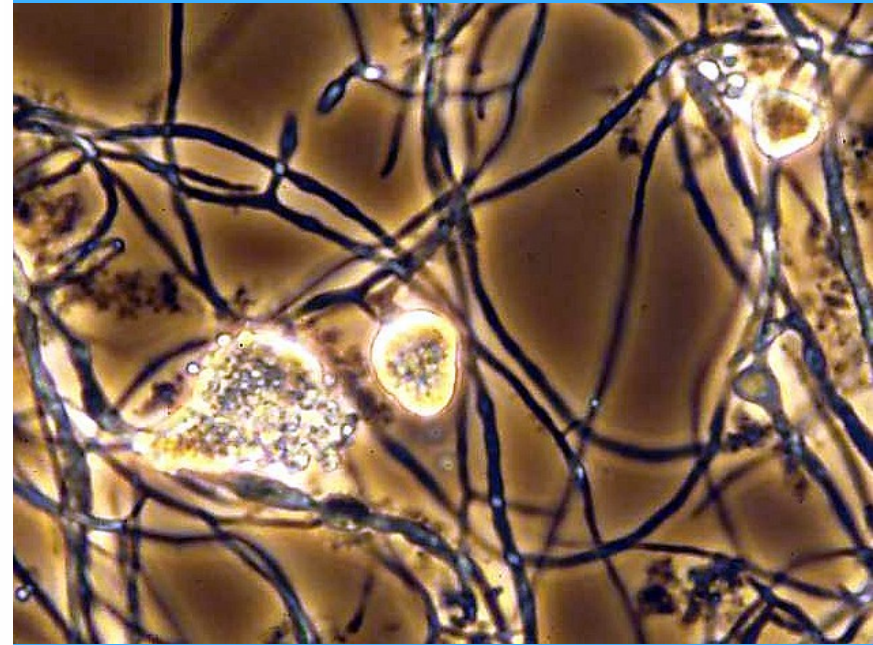


Sporangia – váčky obsahující spory (na vzdušných hyfách, na povrchu kolonií, v agaru)



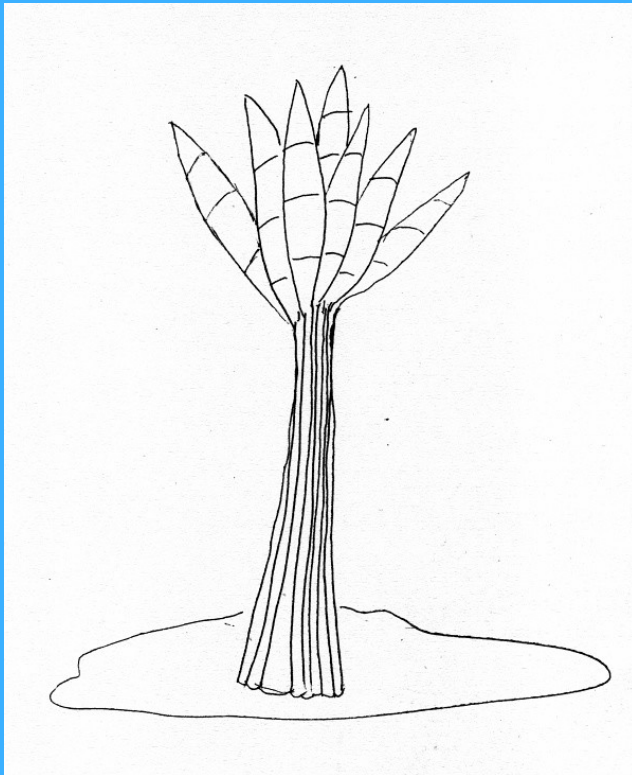
Scheme of the sporangial ontogeny in *Streptosporangium*
(basing on Vobis and Kothe 1985)

- A) Aerial hyphae (hy), covered by a sheath (sd).
- B) Primordium (pr) with coiling sporogene hyphae (sh) separated from Sporangiophore (sp) by a septum (se).
- C) Septation (se) of the adult, sporogene hyphae inside sporangia envelope (sl).
- D) Mature sphaerical sporangium (sg) with spiral rolled spore chain (so).

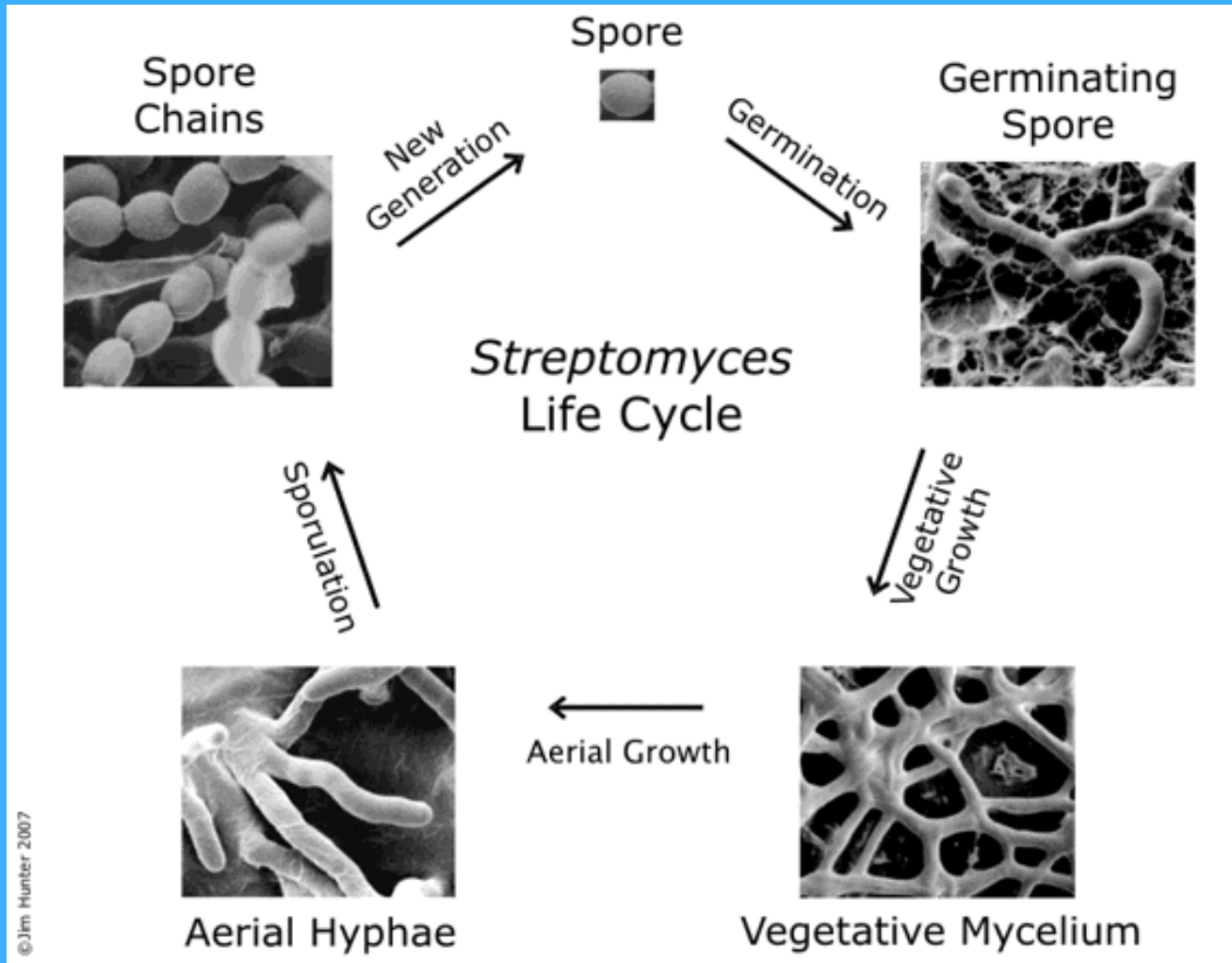


Další struktury

- **Synemata** – fúze hyf
- **Multilokulární sporangia** – spory uspořádané v balíčcích v několika souběžných rovinách
- **Sklerocia** – kulovité struktury v myceliu naplněné lipidy



Růstový cyklus



Kieser, T., Bibb, M.J., Buttner, M.J., Chater, K.F. & Hopwood, D.A., (2000). Practical *Streptomyces* Genetics. Norwich, UK: John Innes Foundation.

- taxonomické morfologické charakteristiky:

- přítomnost, tvar spor
- tvorba a tvar sporangií
- charakter mycelia
- pigmentace
- délka kultivace

-Další specializ.strukt.: sclerotia, multilokulární sporangia (*Frankia*), synemata (*Actinosynema*)

Nocardiaceae

Slabá acidorezistence

hydroxylované mykolové kyseliny (22 – 90 C) u rodů:

- *Nocardia* – 46 – 60 C
- *Rhodococcus* – 34 – 52 C
- *Tsukamurella* – 48 – 66 C
– i silně acidorezistentní
- *Gordonia* – 64 – 78 C

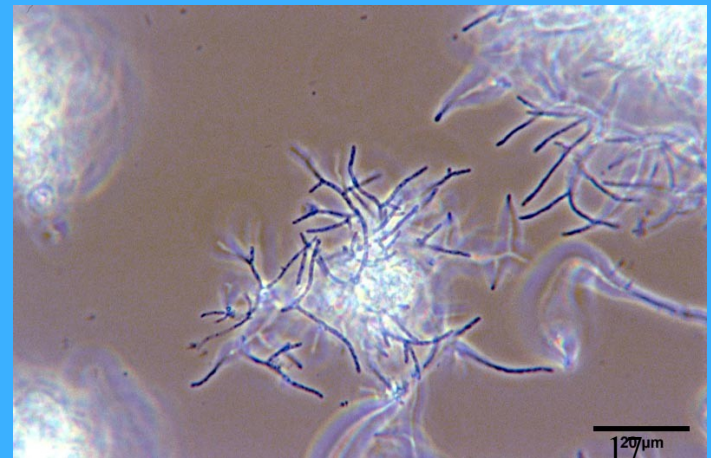


Růstový cyklus:

vláknité buňky se rozpadají (fragmentují) na kokoidní částice, z těch znovu vyrůstají vláknité buňky

Nocardiaceae

- 4 podskupiny
- Název podle:
 - nestálé mycelium rozpadající se do koků
- Někdy vzdušné mycelium
- Rodová diferenciaci na základě složení B.S.
 - *Nocardia*
 - *Rhodococcus* – málo V.M.
 - *Gordonia* – bez V.M.
 - *Tsukamurella*

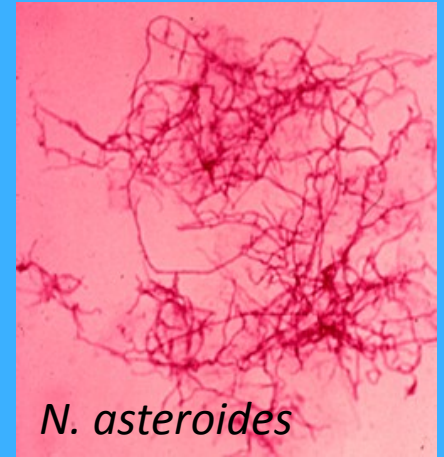




Nocardia,
kožní léze



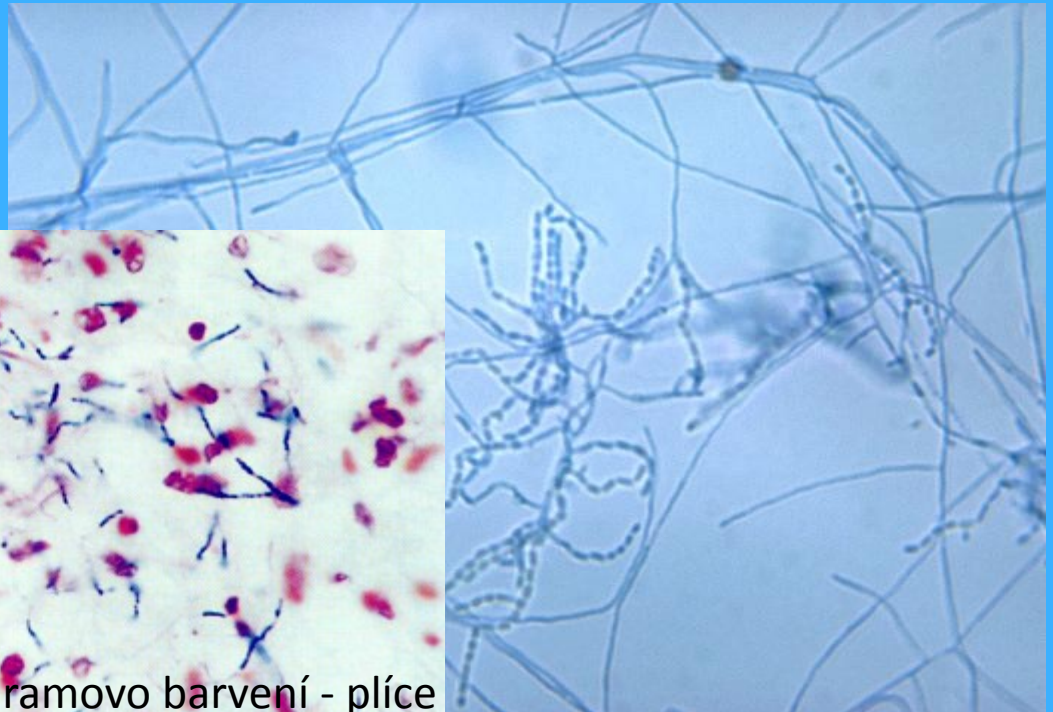
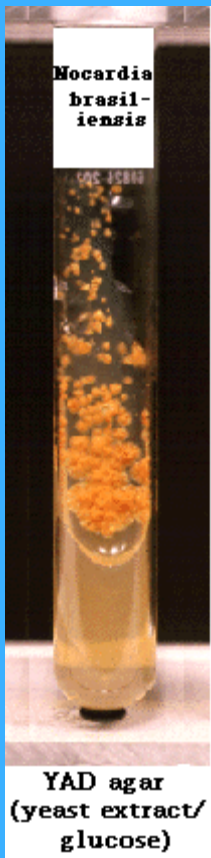
Nocardia farnicia



N. asteroides

Nocardia

Drsné kolonie
Lpí na mediu
Pigmentované
Vzdušné hyfy ano

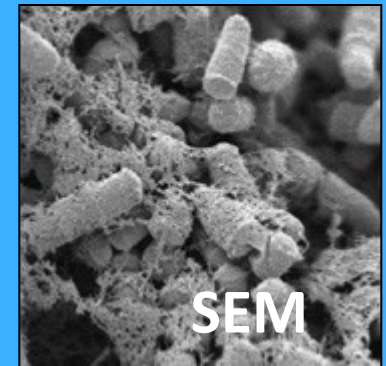
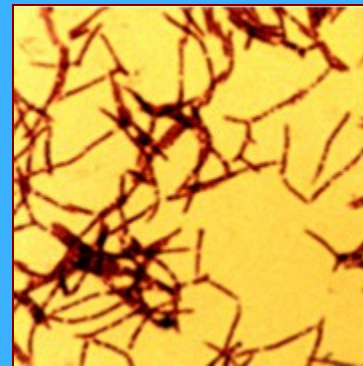


N. asteroides, Gramovo barvení - plíce

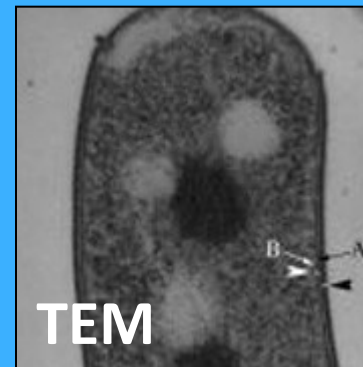
Rhodococcus



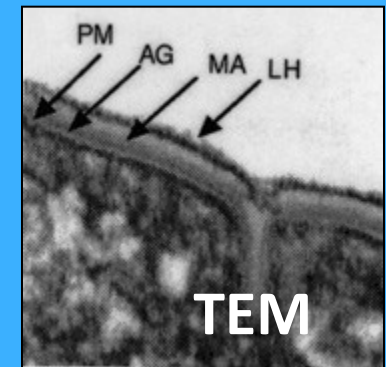
G+, někdy slabé vzdušné
hyfy, kolonie drsné, hladké
nebo mukózní, velice často
pigmentované



Rhodococcus sp. *R. aetherivorans*

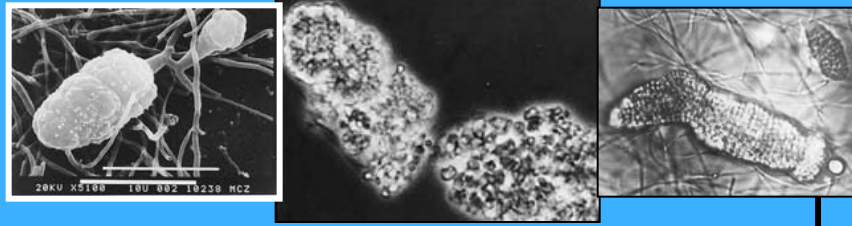


R. aetherivorans



R. ruber V49.

Aktinomycety s multilokulárními sporangii

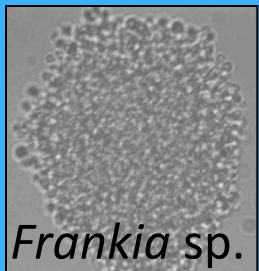


- netvoří V.M.
- pohyblivé i nepohyblivé spory
- *Geodermatophilus* – pokožka savců, septa – ve 3 rovinách
- *Frankia* – fixace vzdušného dusíku
 - nepravidelný tvar sporangií
 - kultivačně náročná

Hlízkovitá sporangia: masa spor je výsledkem dělení ve více rovinách



Frankia sp.



Frankia sp.



Actinoplanes

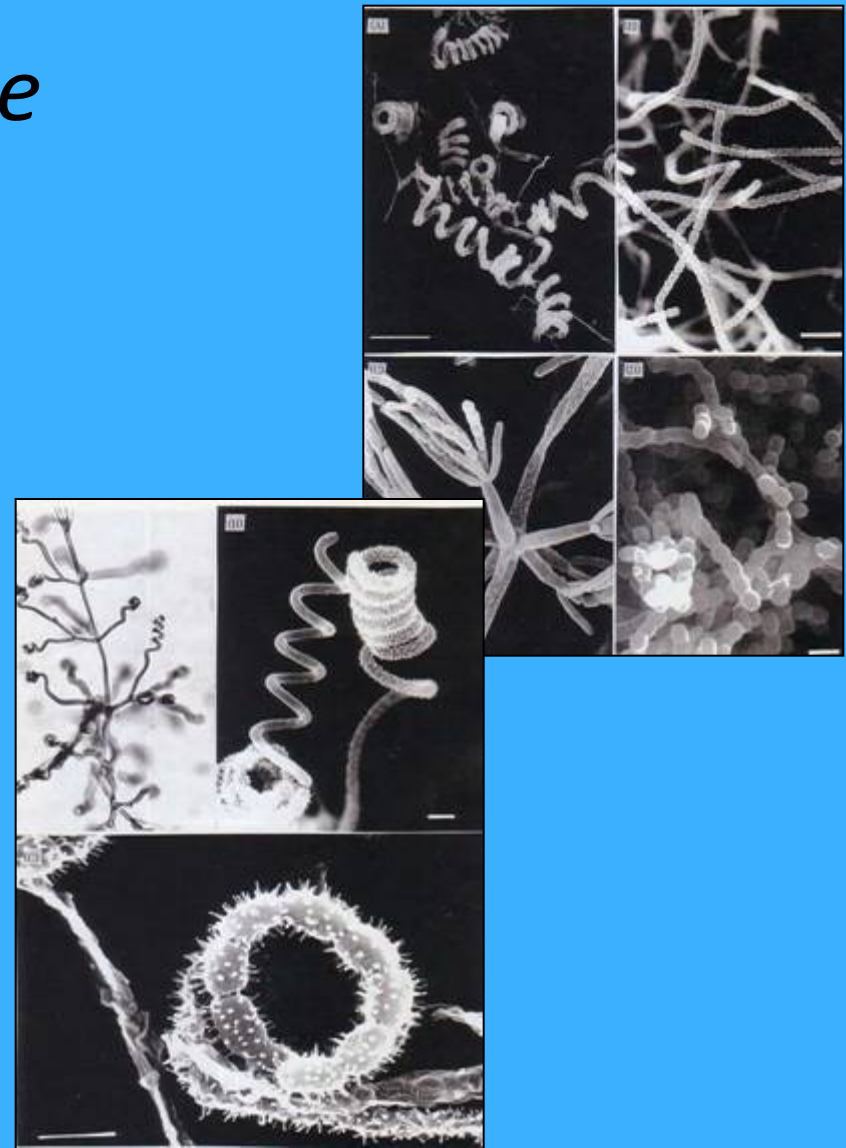
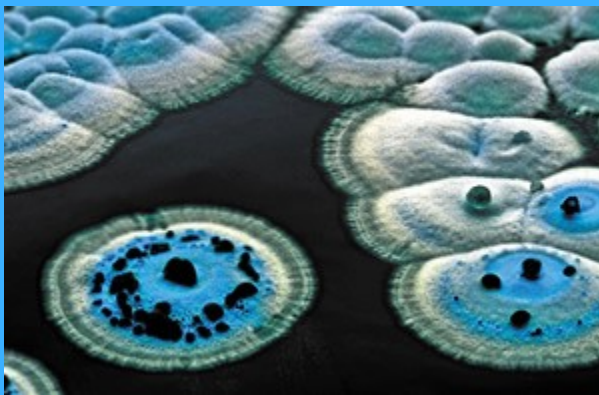
Růstový cyklus – střídání přisedlého a pohyblivého stadia, adaptace na vodu

- pohyblivé stadium – bičíkaté spory uvnitř kulatých nebo nepravidelných sporangií (voda)
- netvoří vzdušné mycelium
- *Actinoplanes*, *Ampullariela*, *Micromonospora*



Streptomycetaceae

- Nejpočetnější čeleď aerobních aktinomycet
- Rozsáhlé **vzdušné mycelium** s řetízky exospor
- Produkce **ATB**, **antifungálních** a **antitumorálních** látek



Streptomyces

- Grampozitivní
- V b.s. L-diaminopimelová kyselina a glycin
- Vlákna tvoří struktury podobné sklerociím, sporangiím, synematům
- Kolonie **hladké**, později **zrnité**, práškovité nebo sametové
- Jako **zdroj uhlíku** využívají **široké spektrum organických látek**

A micrograph showing a circular colony of Sinice, a cyanobacterium. The colony is composed of a single layer of dark green, oval-shaped cells arranged in a ring. The cells are densely packed and show some internal structure. The background is a light, slightly textured surface.

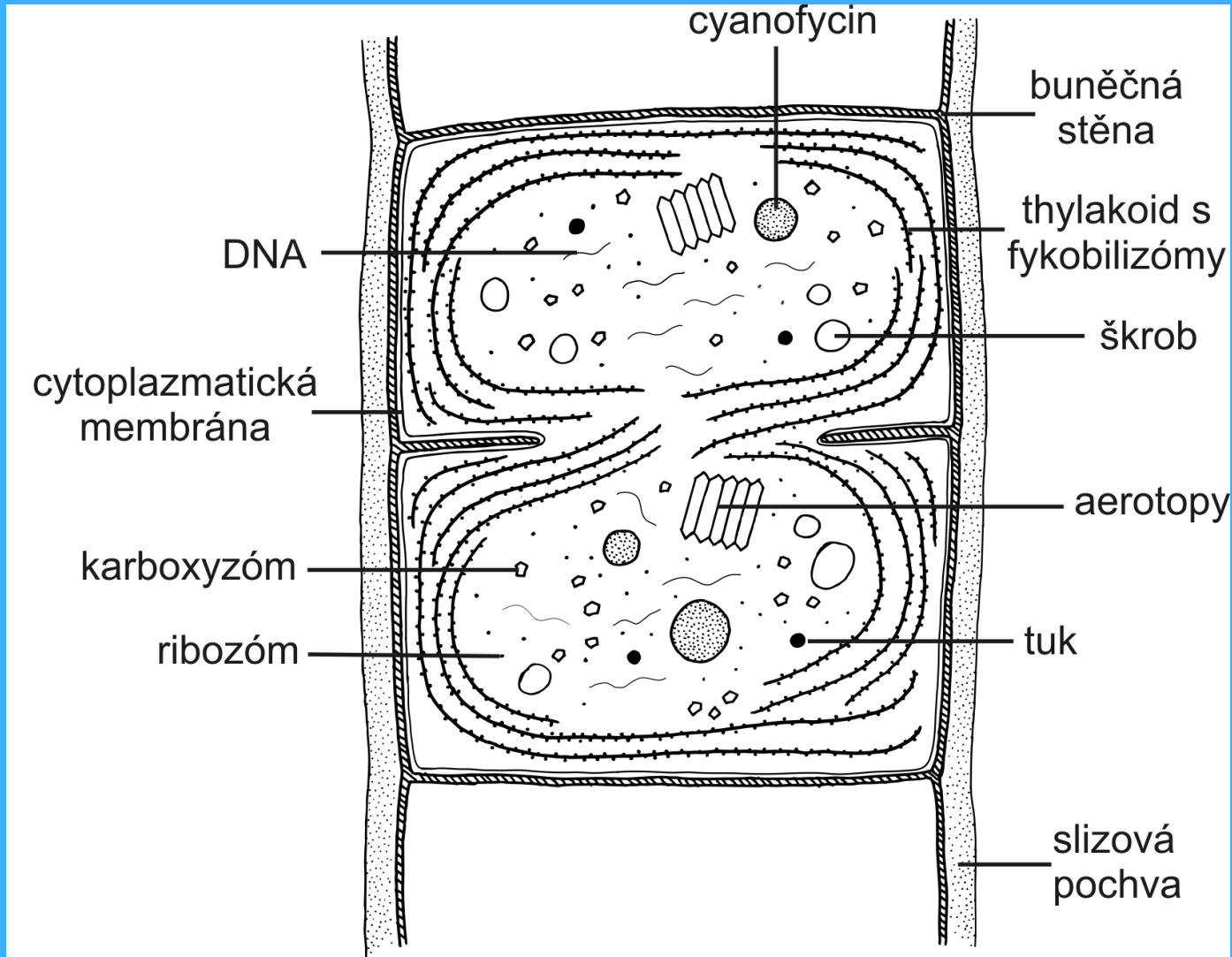
Růstové cykly vedoucí ke vzniku
diferencovaných populací

Sinice

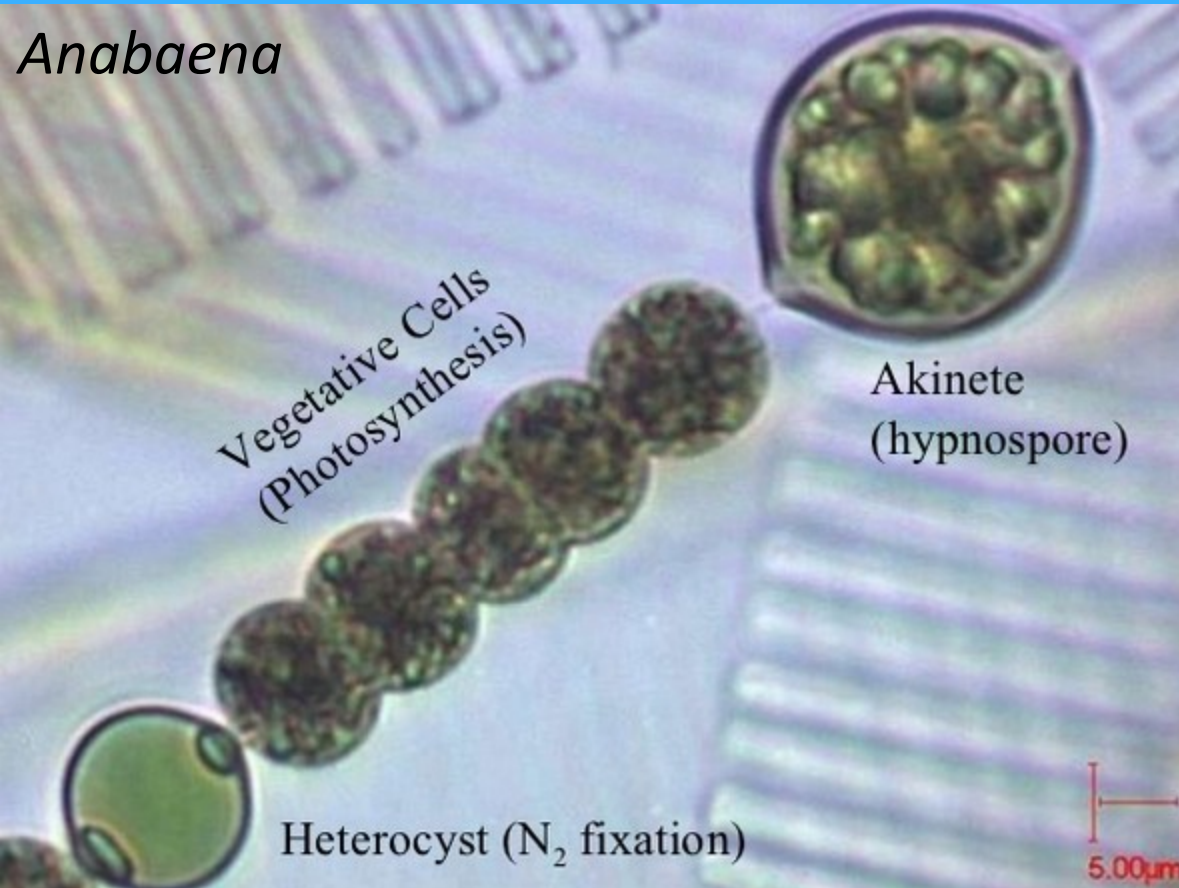
Sinice - Cyanobacteria

- Drobné, jednoduché autotrofní prokaryotické organismy.
- Evolučně velice staré.
- Jsou schopné žít téměř ve všech biotopech na zeměkouli.
- Asi 8000 druhů
- Název sinice pochází z termínu “sinný” = modrý. To je v podstatě překlad “latinského” názvu, z řeckého cyanos = modrý.

Morfologie buněk



Diferencované buňky:



- **Heterocyty** – fixace vzdušného dusíku
- **akinety** – klidové stádium
- **Baeocyty** – reprodukční funkce

Heterocyty - tlustostěnné buňky, větší než buňky vegetativní. V optickém mikroskopu se jejich obsah jeví jako prázdný, ale fotosystém I (tj. ten, co nedělá kyslík) v nich funguje. Vznikají z vegetativních buněk. Za účasti nitrogenázy se v nich fixuje vzdušný dusík, vzniká amoniak, ten je vázaný jako glutamin a v této formě je transportován do sousedních buněk.



Akinety - vznikají z jedné nebo více vegetativních buněk a bývají ještě větší než heterocyty. Slouží k přežití nepříznivých podmínek. Je známo, že akinety r. *Nostoc* přežily usušené v herbáři životaschopné po dobu 86 let.

Rozmnožování

Jedině nepohlavní. Dělení buněk probíhá zaškrcováním plazmatické membrány.

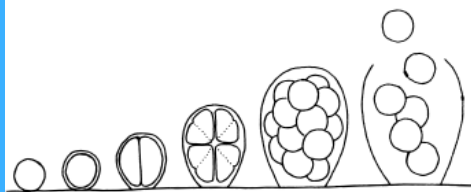


prosté dělení
(*Synechocystis*)

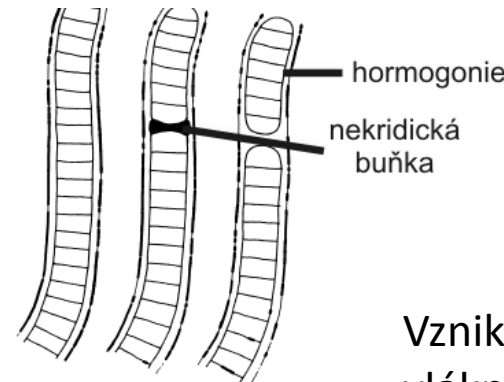


exocyty
(*Chamaesiphon*)

Cyanobacteria - rozmnožování. © Markéta Krautová



baeocyty
(*Cyanocystis*)



nekridické buňky a hormogonie
(*Oscillatoria*)

Vznikají rozpadem vlákn (5 - 15 buněk spojených slizem)

Endospory vznikající mnohonásobným dělením mateřské buňky

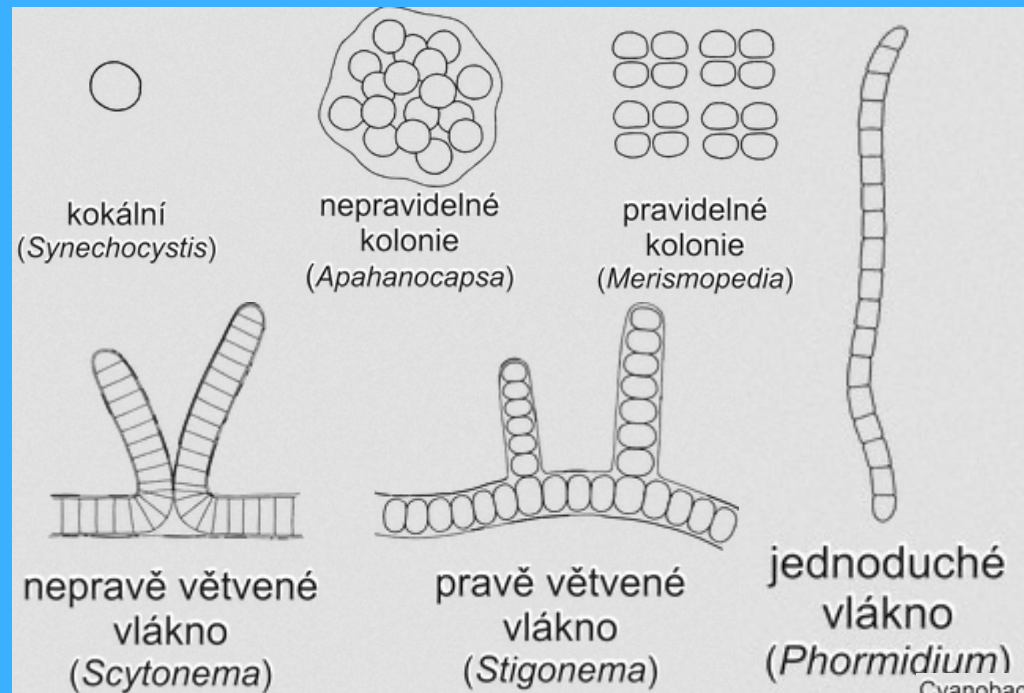
Ekologie



Žijí téměř všude – ve sladkovodním i mořském planktonu, v nárostech, v půdě, na smáčených stěnách, uvnitř kamenů... Typické je pro ně osazování všech extrémních biotopů, s výjimkou extrémně kyselých lokalit. Pro planktonní druhy je typická schopnost vytvářet při nadbytku živin tzv. vodní květ. Mnohé druhy jsou navíc jedovaté, takže způsobují značné vodohospodářské problémy.



1. řád Chroococcales - jednobuněční zástupci, kteří žijí buď samostatně nebo se sdružují do kolonií
2. řád Oscillatoriales – jednoduché vláknité sinice
3. řád Nostocales – vláknité sinice s heterocyty, občas s nepravým, ale nikdy s pravým větvením
4. řád Stigonematales – vláknité sinice s heterocyty a s pravým větvením

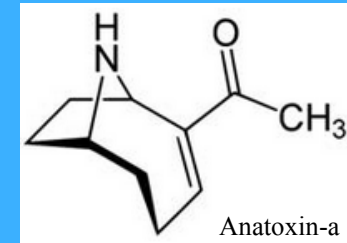
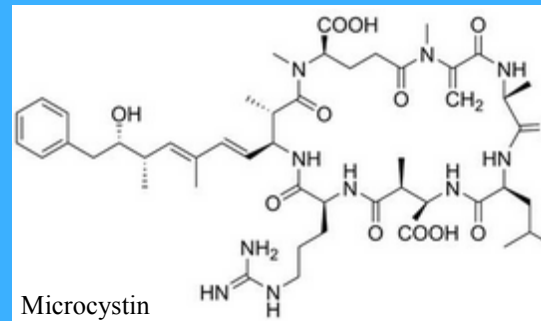


Klasifikace cyanotoxinů



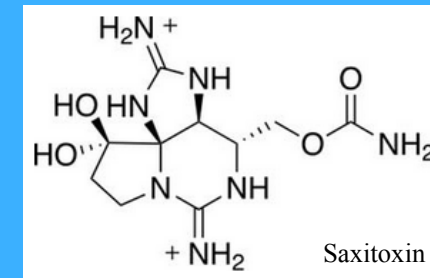
A) Podle chemické struktury

- cyanotoxiny na bázi alkaloidů
- cyklické a lineární peptidy
- lipopolysacharidy



B) Podle biologické aktivity

- hepatotoxiny (toxické pro činnost jater),
- neurotoxiny (toxický účinek na nervový systém),
- imunotoxiny (negativně ovlivňují imunitní systém),
- imunomodulanty (alergenní vliv, podnícení závažnějších autoimunitních chorob, a podobně),
- mutageny a genotoxiny (způsobují mutace DNA, často schopné vyvolat rakovinu),
- embryotoxiny (toxické pro embryo),
- cytotoxiny (toxické pro buňky bakterií, řas či např. lidské buňky)



Cyanotoxiny a lidské zdraví

Svědectví o nepříznivých efektech cyanotoxinů pro lidské zdraví pocházejí z:

- epidemiologické důkazy včetně otrav lidí (jsou založeny na studiích lidských populací, u nichž se projevily symptomy otravy nebo poškození zdraví v důsledku expozice cyanotoxiny)
- toxikologické studie
- informace o náhodných otravách zvířat

Sinice (cyanobakterie) a jejich toxiny ve vodách - příčiny a důsledky

Luděk Bláha, Blahoslav Maršálek, Pavel Babica

Centrum pro Cyanobakterie a jejich Toxiny (RECETOX, Masarykova univerzita a Botanický ústav AV ČR, Kamenice 3, 625 00 Brno), e-mail: blaha@sci.muni.cz

Expozice

- Cyanotoxiny obsaženými v pitné vodě
- Otravy v důsledku expozice cyanotoxiny při plavání nebo vodních sportech (lokální alergické nebo iritační kožní reakce a dermatitidy způsobené dermálním kontaktem se sinicemi a jejich metabolity, a dále systémové poruchy, jejichž příčinou je zřejmě náhodné požití vody s cyanobaktériemi během plavání)

Nádrže nebo řeky kontaminované cyanobaktériemi totiž mohou být pro zvířata často jediným dostupným zdrojem vody a jsou pak nucena konzumovat jí nesrovnatelně větší množství, nežli je náhodné požití lidmi při rekreaci. Voda z povrchových zdrojů používaná lidmi jako pitná prochází obvykle vodárenskou úpravou, kdy jsou v ideálním případě odstraněny buňky sinic obsahující většinu toxinů a koncentrace cyanotoxinů rozpuštěných v upravené vodě nebývají natolik vysoké, aby způsobily smrt lidí prostou perorální expozicí.



Cyanobacteria blooms reduce the amount of dissolved oxygen in the lake, which makes it difficult for fish to survive.

Photo by Robert Ketley



Microcystin damages the livers of birds and other animals. In 2011, many coots, as well as some grebes and cormorants, died at Pinto Lake.

Photo by Robert Ketley



“The toxin flowing to the ocean is getting concentrated in invertebrates, and because otters eat so many [invertebrates], we think that may be how they’re getting exposed.” –Dr. Melissa Miller

Photo by Nicole LaRoche

© Nicole LaRoche



"[Cyanobacteria] have survived every mass extinction. While we are unlikely to defeat a 3.5-billion-year-old organism, we may be able to come to some sort of comfortable draw." -Robert Ketley

Photo by Melissa Miller