

CYTOLOGIE A MORFOLOGIE PROKARYOT

9

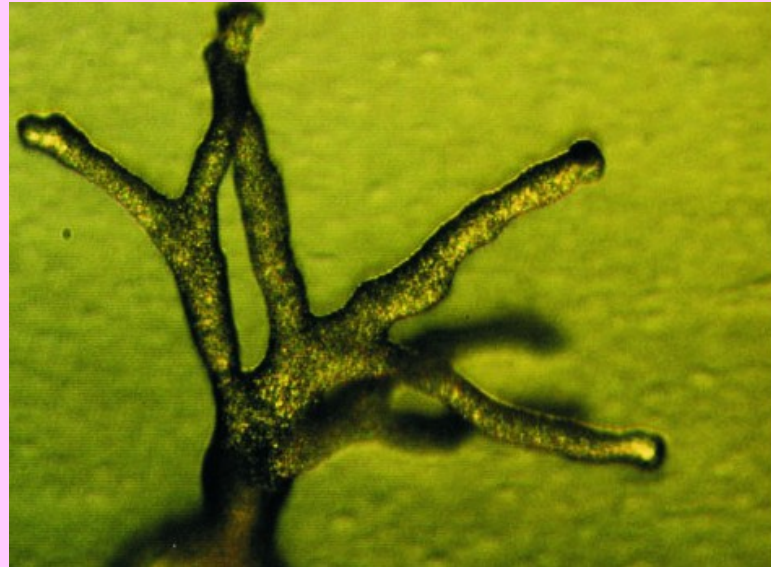
Komplexní růstové cykly bakterií

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*

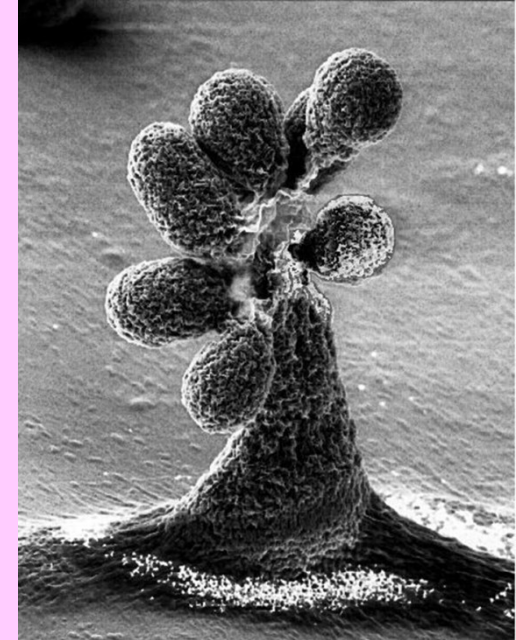
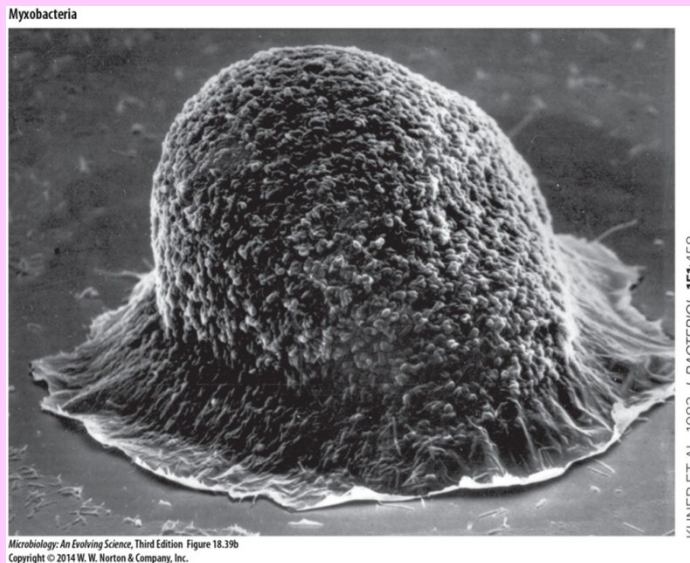
3 stádia:

- vegetativní b. - tvar tyček, štíhlé,...
- myxospory - refraktilní /lámou světlo-vidím je v SM/, odolné vůči vysychání i nízké teplotě, mohou odolávat i UV,....
- plodnice - pestré barvy (karoteny)...



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

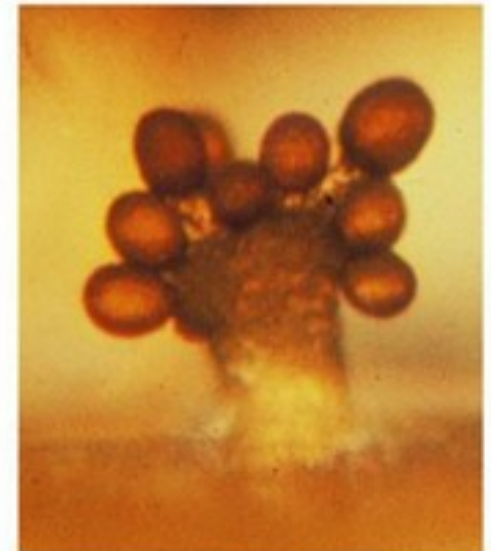
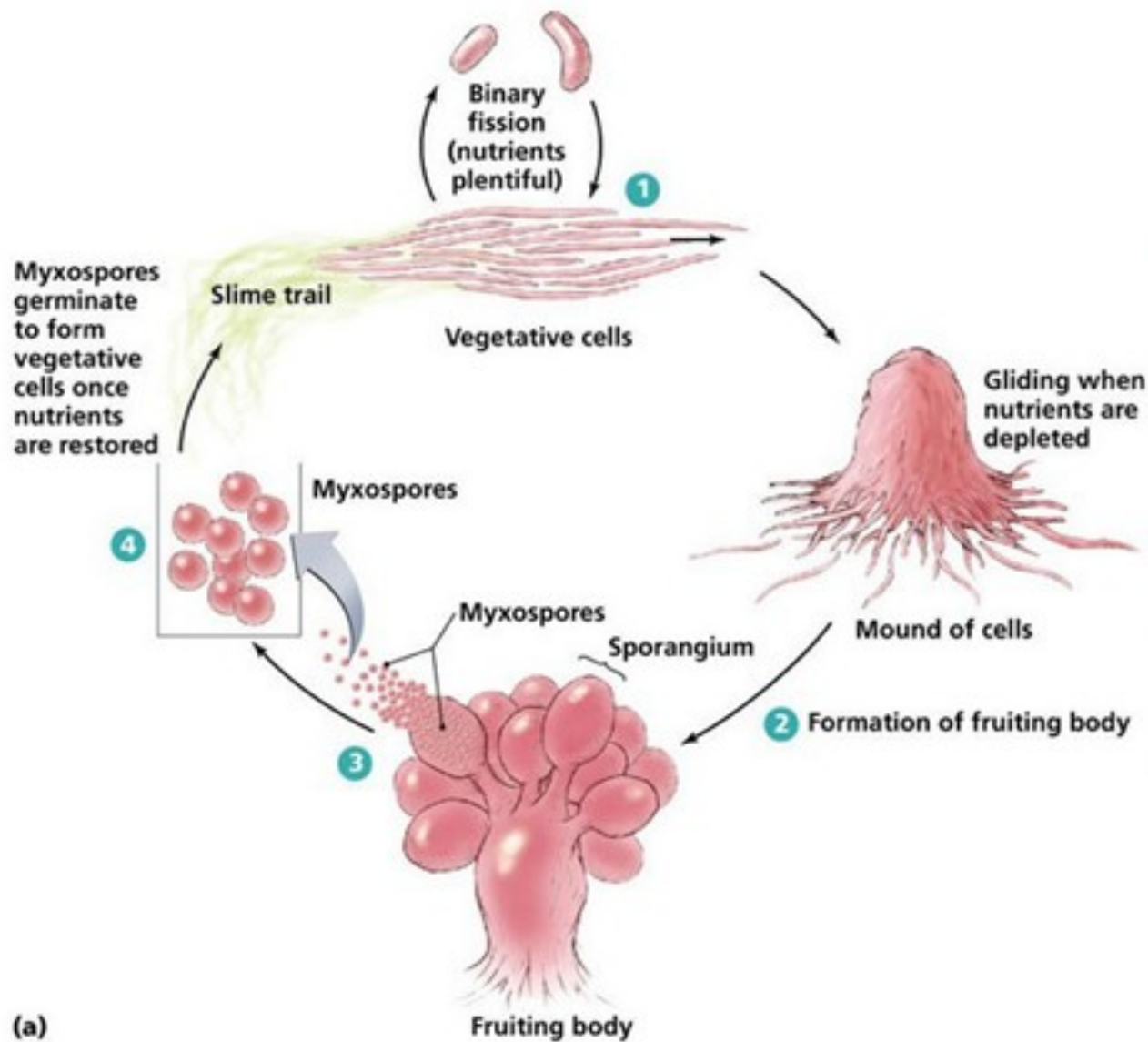


Životní cyklus myxobakterií

- vegetativní buňky – sliz, klouzavý pohyb, binární dělení, tvorba
- shluků a koordinovaný pohyb
- pohyb za novým zdrojem živin – slizové cestičky
- tvorba plodnic – shlukování a diference
- impulsem vyčerpání živin

Tvorba plodnic

- indukce a agregace buněk
- vylučování molekul, které umožní propojení buněk
- rearrangement
- sp. strukturní elementy
- tvar plodnice
- maturace – myxospory
- impulzem pro tvorbu plodnic je nedostatek živin
- v plodnici uzrávají myxospory
- dostatek živin -myxospory začínají klíčit



(b)

LM

100 μm

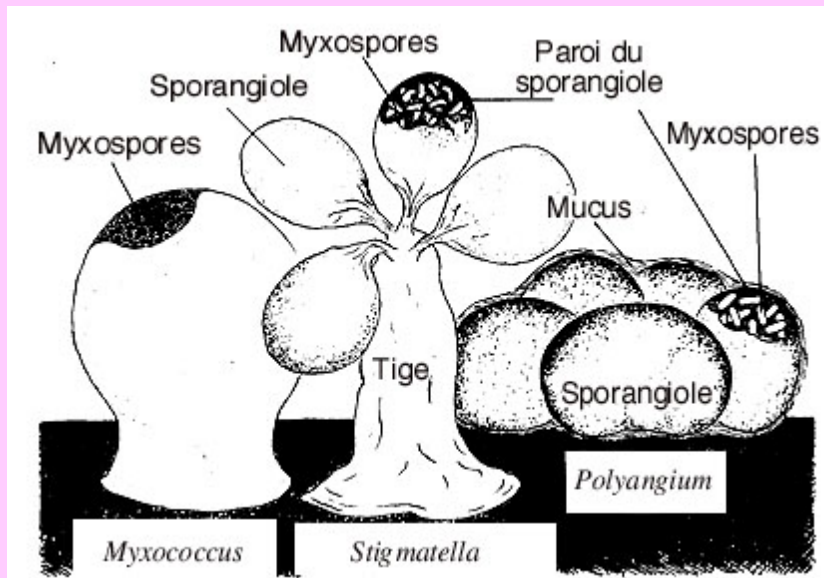
(a)

Plodnice jsou tvořeny:

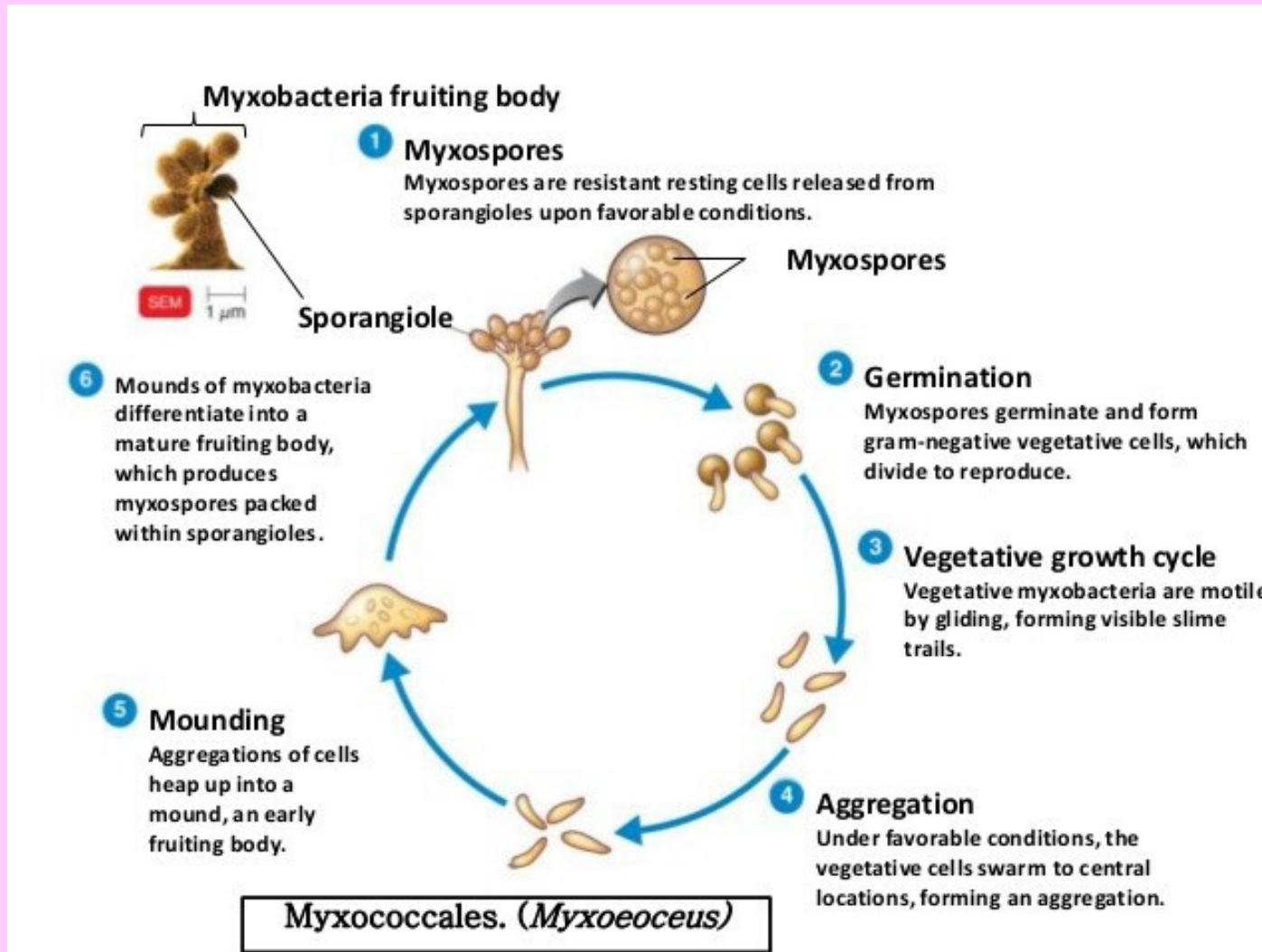
- měkkou slizovitou strukturou
- tuhou slizovitou strukturou
- sporangioly

Sporangioly

- sférický nebo ovoidní tvar
- jasně zbarvené, pevná stěna
- jsou v nich uzavřeny latentní buňky
- sporangioly - tvar je char.z taxonomického hlediska

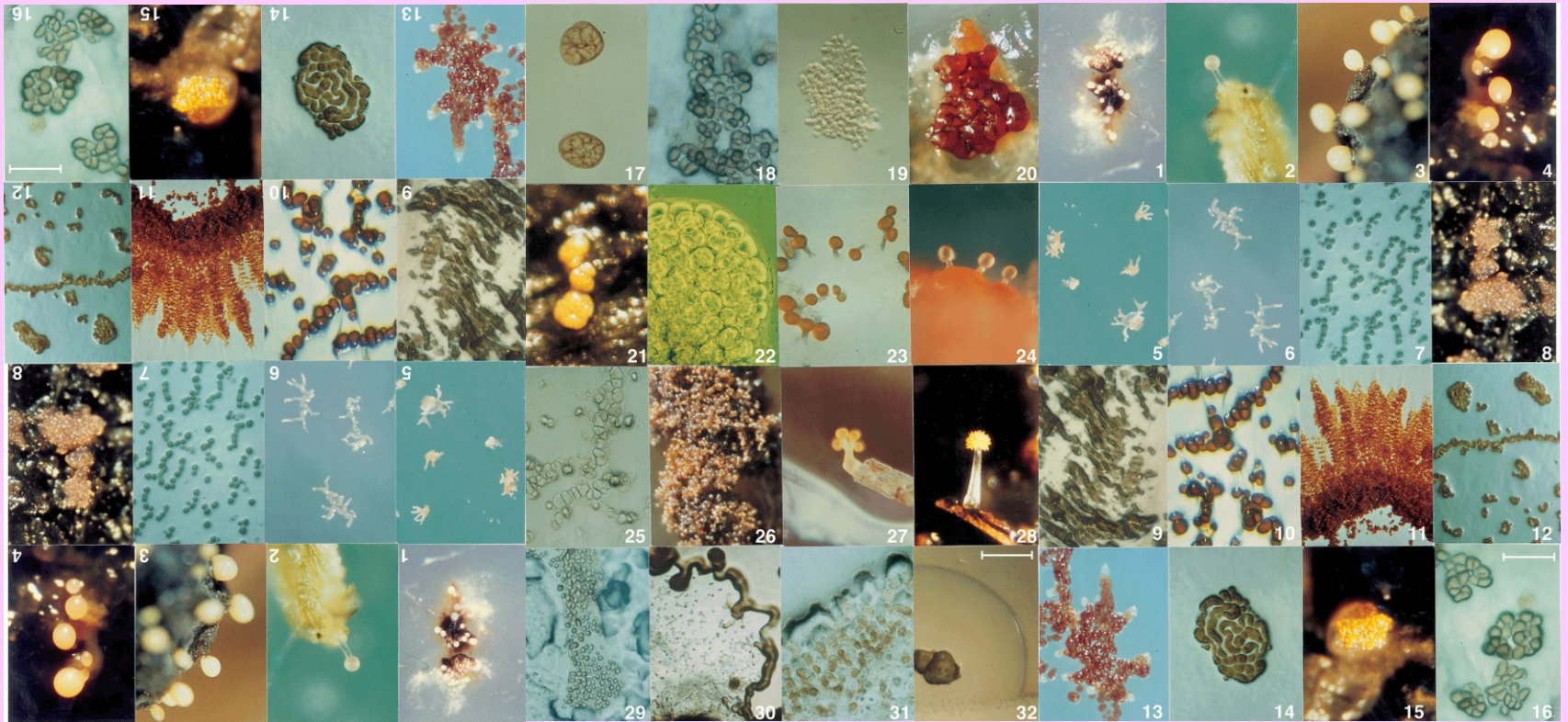


- uvnitř dozrávajících plodnic se vegetativní buňky zkracují
- ztlušťují a přeměňují se do fyziologicky neaktivních myxospor
- při dostatku živin myxospory klíčí za tvorby vegetativních buněk



Biology and global distribution of myxobacteria in soils

Wolfgang Dawid



Actinomycetales

- G+, vysoký obsah G+C (55% a více)
- často tvoří větvená vlákna

Genom - cirkulární nebo lineární

- 2x větší než E.coli
 - plasmidy (biodegradační schopnosti)
 - *Rhodococcus*
 - *Nocardia*
-
- řád *Actinomycetales*
 - vysoký obsah G+C
 - různě větvená vlákna
 - genom 2x větší než E.Coli
 - biodegradační aktivita (díky plazmidům)

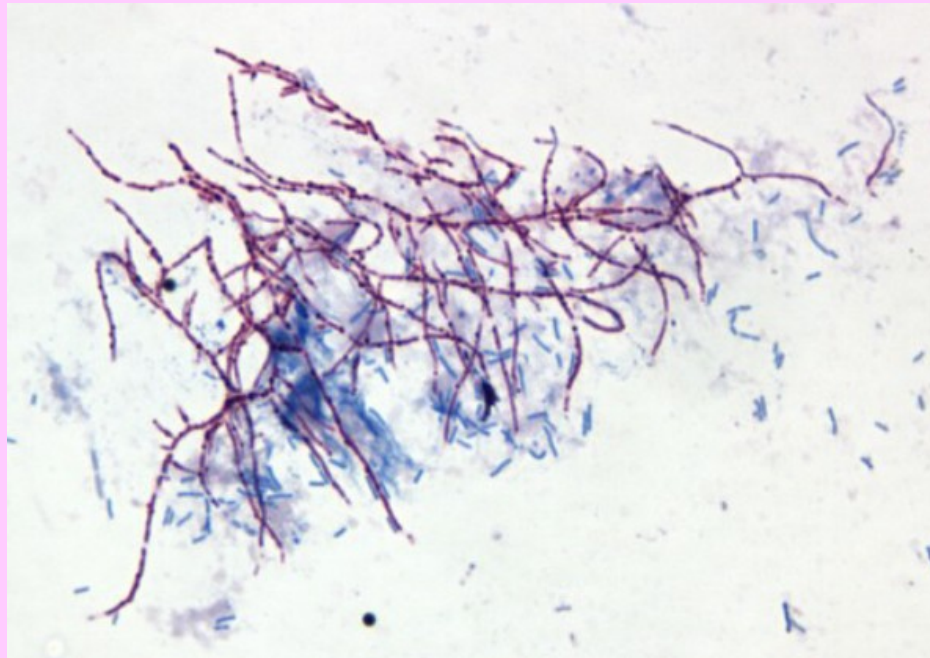


Ekologie

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

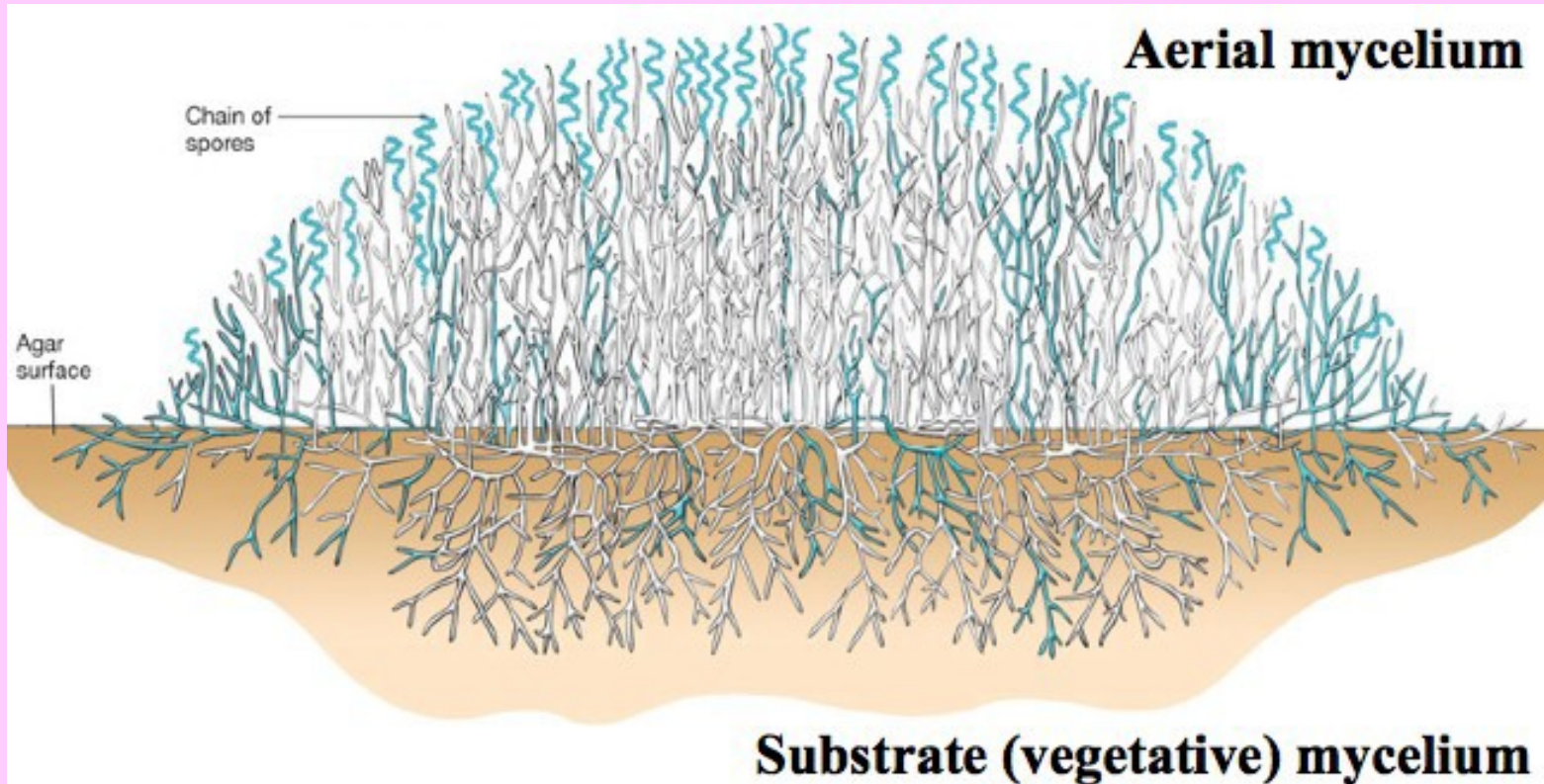
Růst

- 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



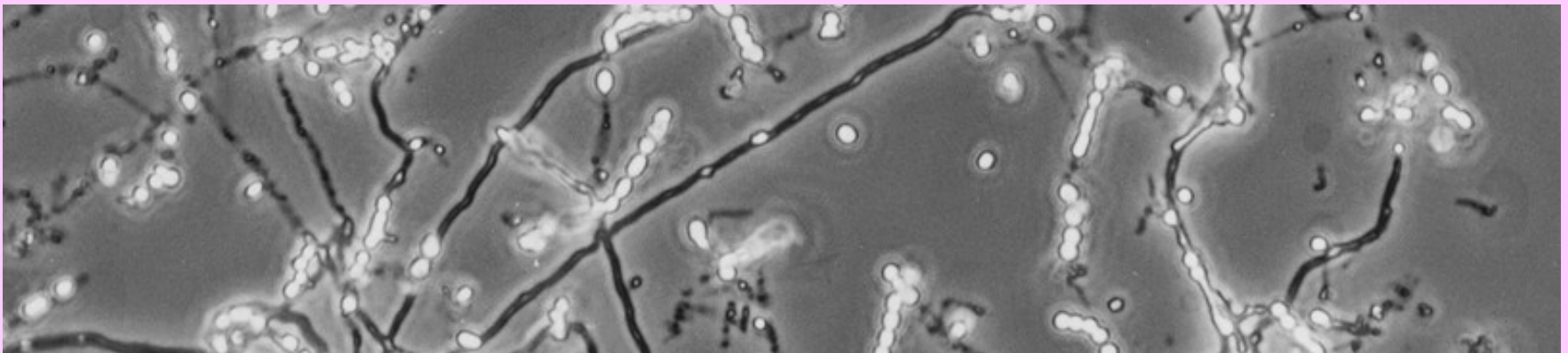
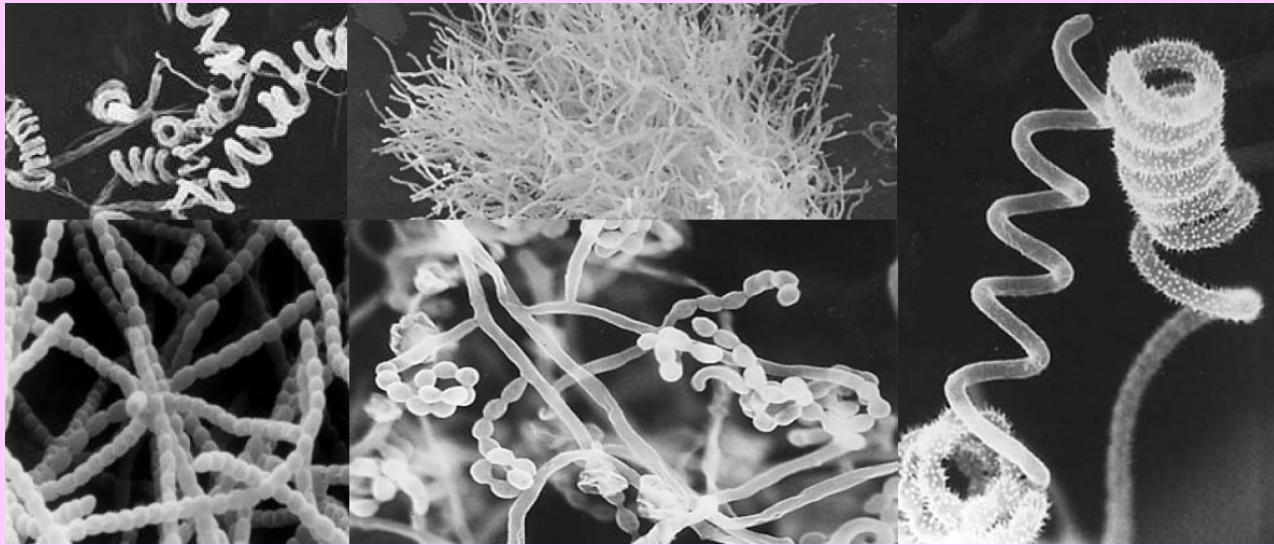
Morfologie

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



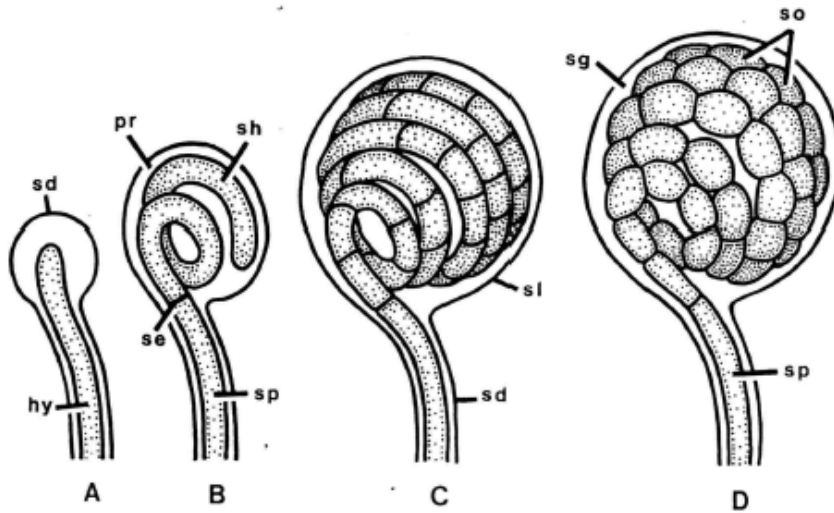
Konidie

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



Sporangia

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

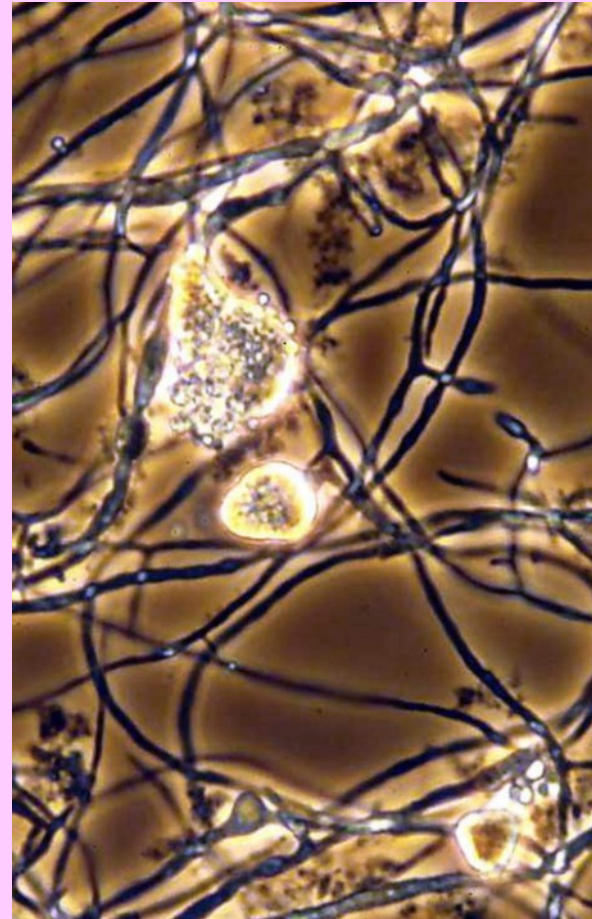
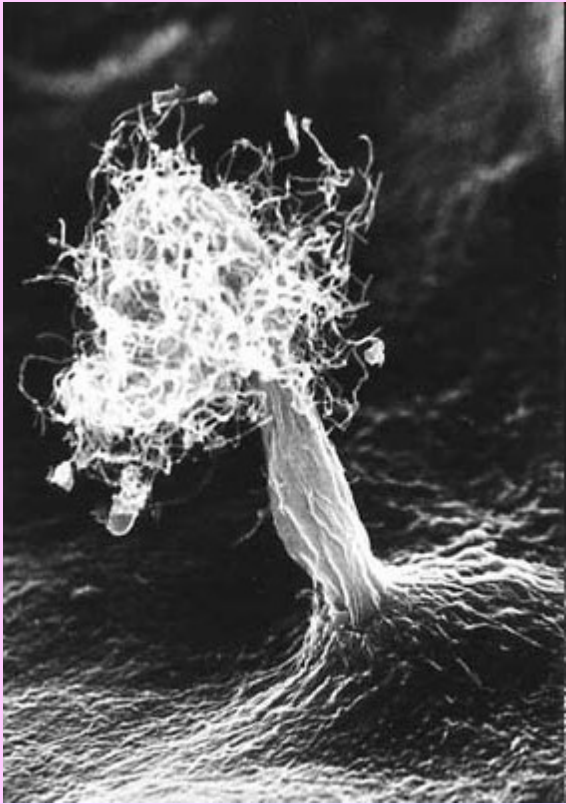


Scheme of the sporangial ontogeny in *Streptosporangium*
(basing on Vobis and Kothe 1985)

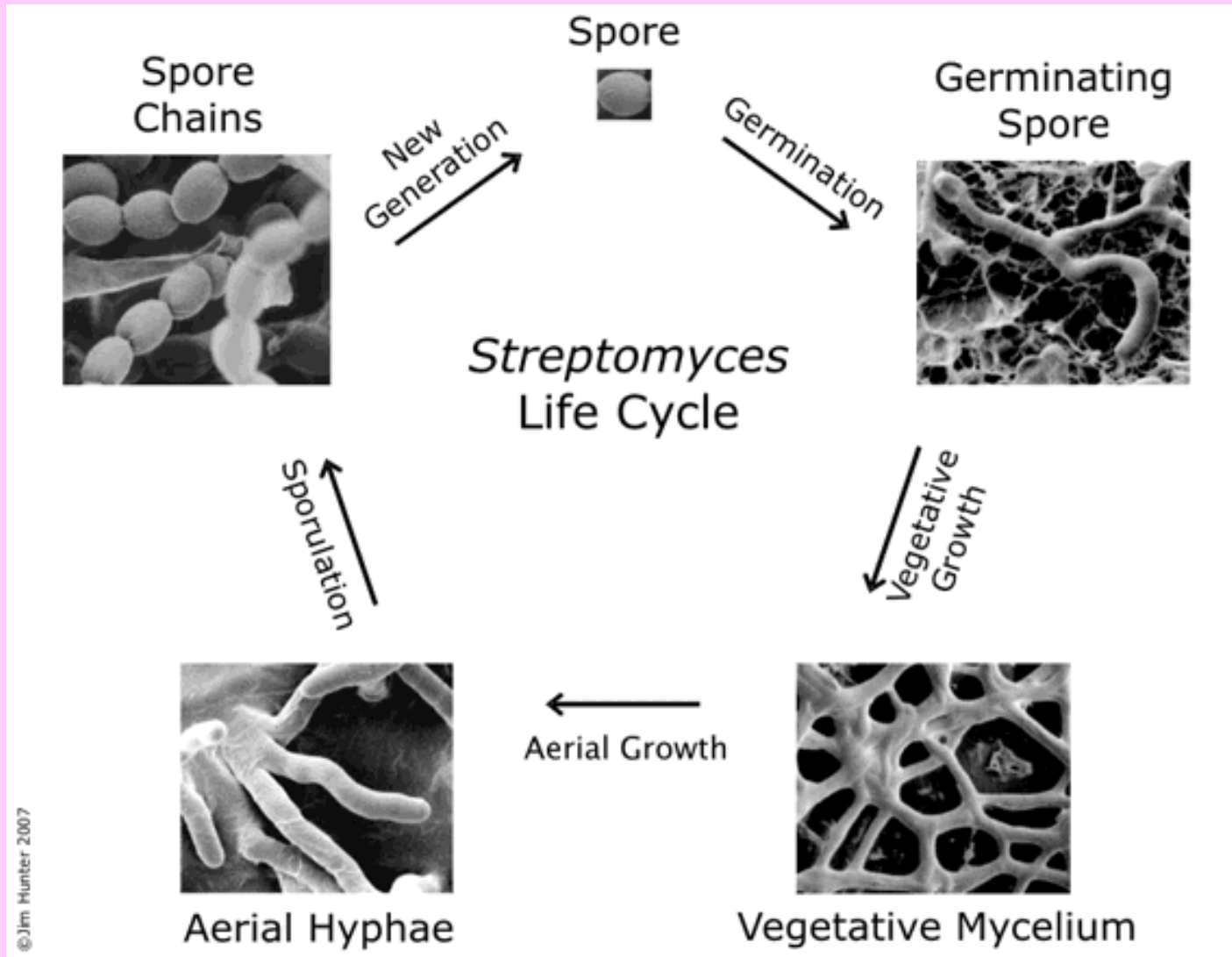
- A) Aerial hyphae (hy), covered by a sheath (sd).
B) Primordium (pr) with coiling sporogone hyphae (sh) separated from Sporangiophore (sp) by a septum (se).
C) Septation (se) of the adult, sporogone hyphae inside sporangia envelope (sl).
D) Mature sphaerical sporangium (sg) with spiral rolled spore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

Další struktury

- synemata – fúze hyf
- multilokulární sporangia – spory uspořádané v balíčcích
- v několika souběžných rovinách
- sklerocia – kulovité struktury v myceliu naplněné lipidy

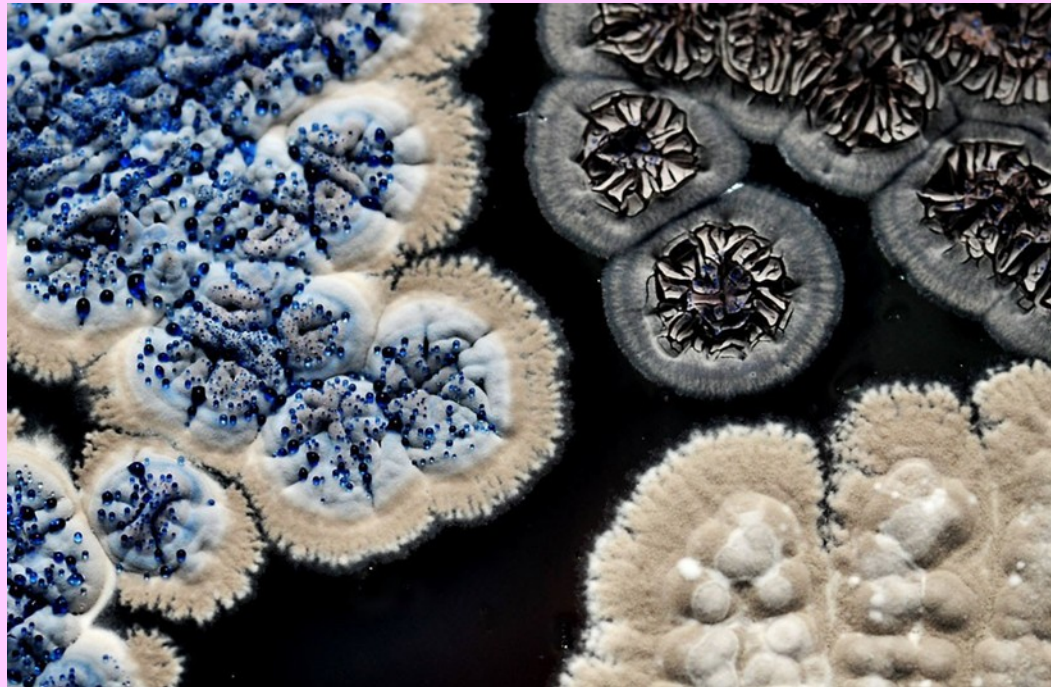


Kieser, T., Bibb, M.J., Buttner, M.J., Chater, K.F. & Hopwood, D.A., (2000).
Practical *Streptomyces* Genetics. Norwich, UK: John Innes Foundation.



Taxonomické morfologické charakteristiky:

- přítomnost, tvar spor
- tvorba a tvar sporangií
- charakter mycelia
- pigmentace
- délka kultivace
- další specializ.strukt. - sclerotia, multilokulární sporangia (*Frankia*), synemata (*Actinosynema*)

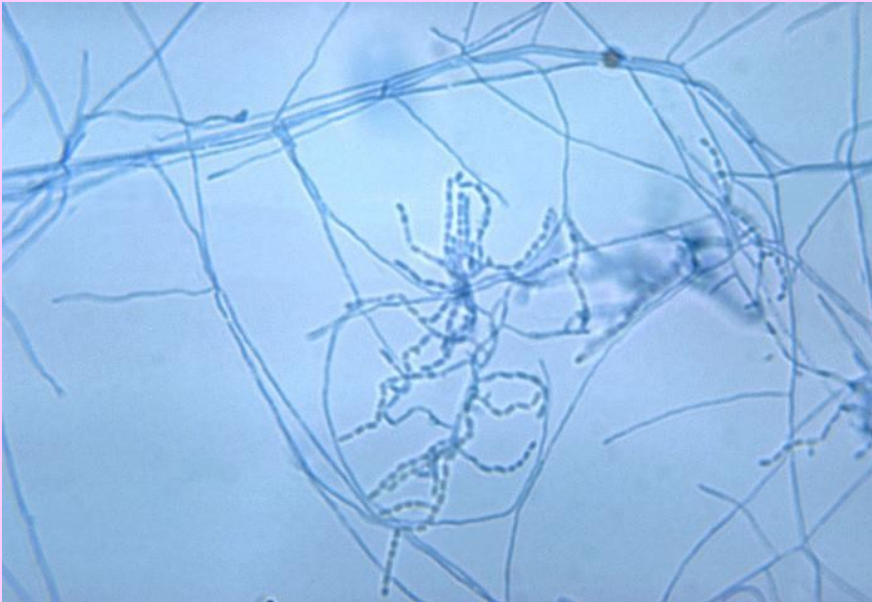


Nocardiaceae

- 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

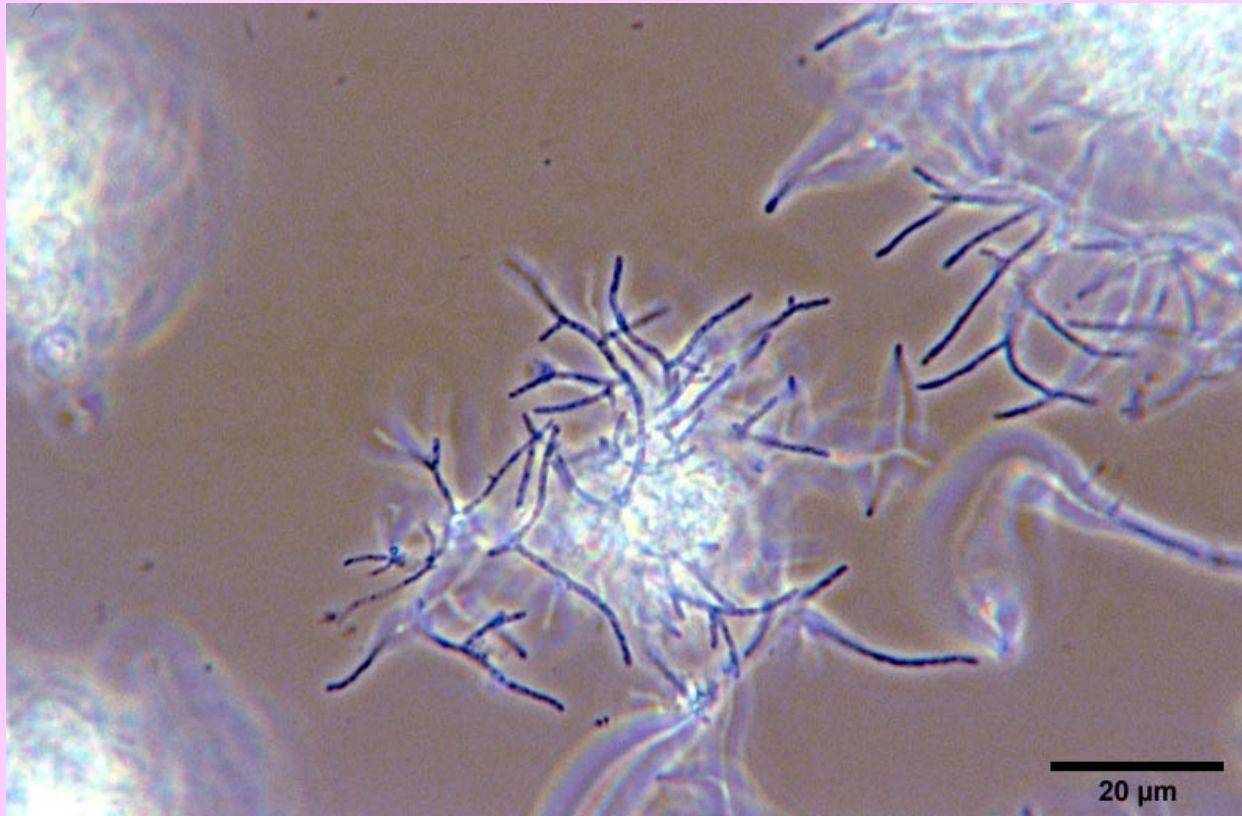
růstový cyklus:

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



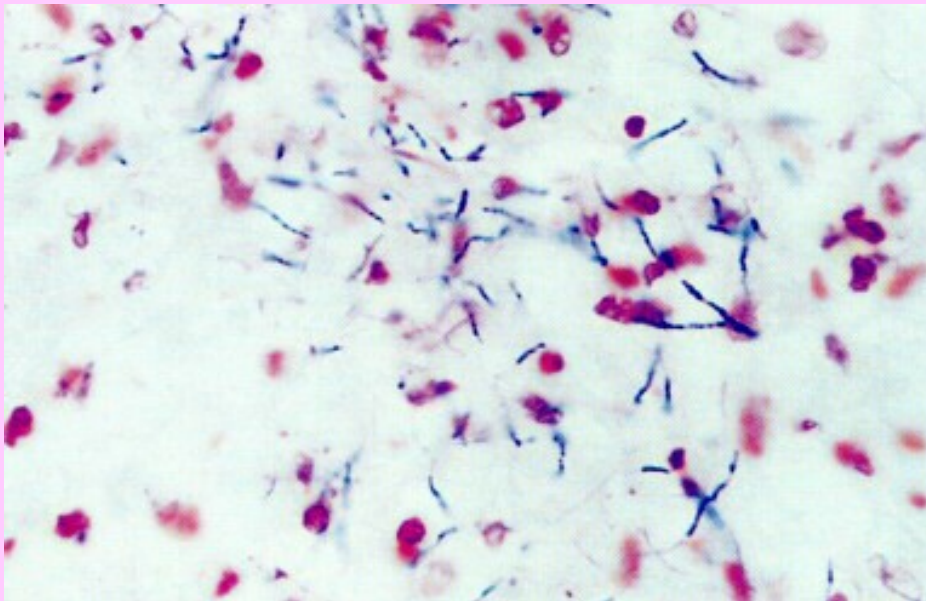
4 podskupiny

- některé vytváří vzdušné mycelium
- rodová diferenciacie na základě složení B.S.
- *Nocardia*
- *Rhodococcus* – málo vzd. myc.
- *Gordonia* – bez v.m.
- *Tsukamurella*



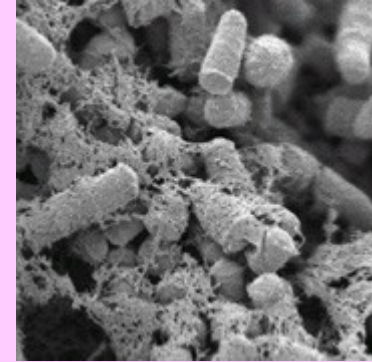
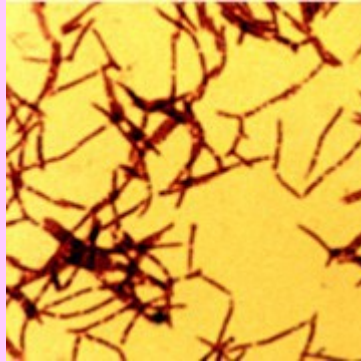
Nocardia

- kožní léze *Nocardia farinica*
- drsné kolonie *N. asteroides*
- lpí na mediu
- pigmentované
- vzdušné hyfy ano
- *N. asteroides*, Gramovo barvení - plíce



Rhodococcus

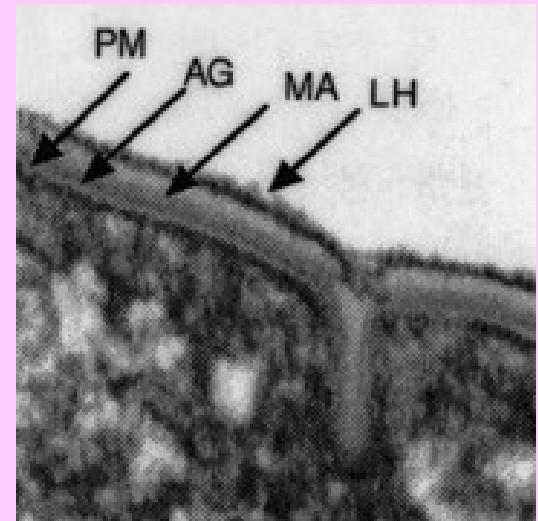
- G+, někdy slabé vzdušné hyfy
- kolonie drsné, hladké nebo mukózní
- velice často pigmentované



Rhodococcus sp. *R. aetherivorans*



R. aetherivorans



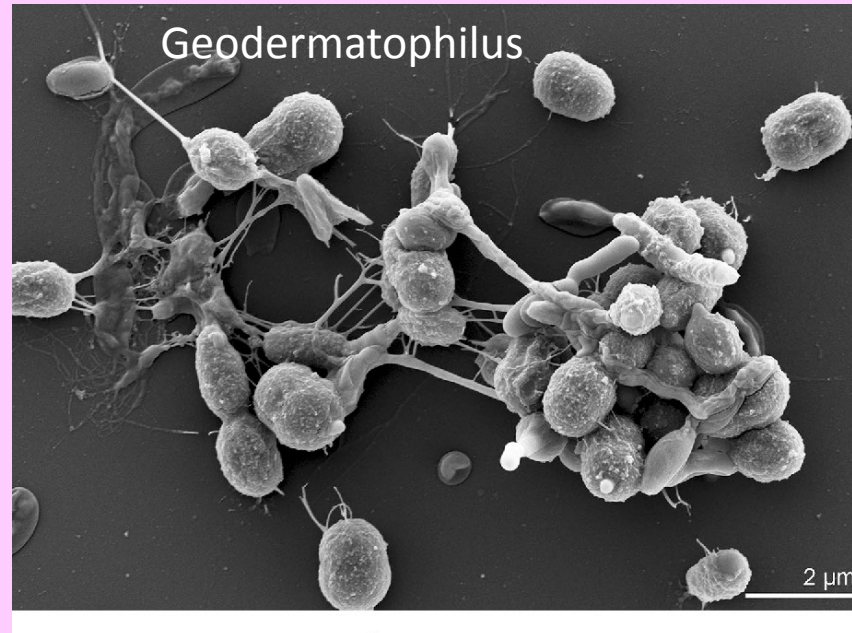
R. ruber V49.

Aktinomycety s multilokulárními sporangii

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

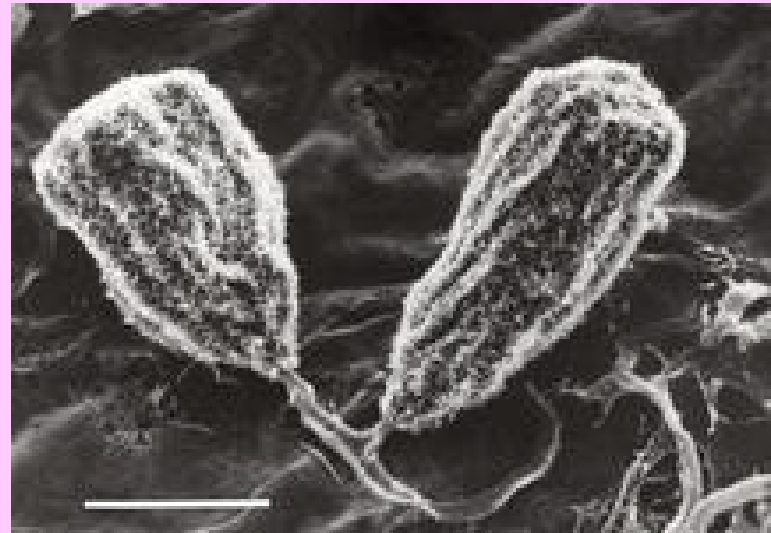
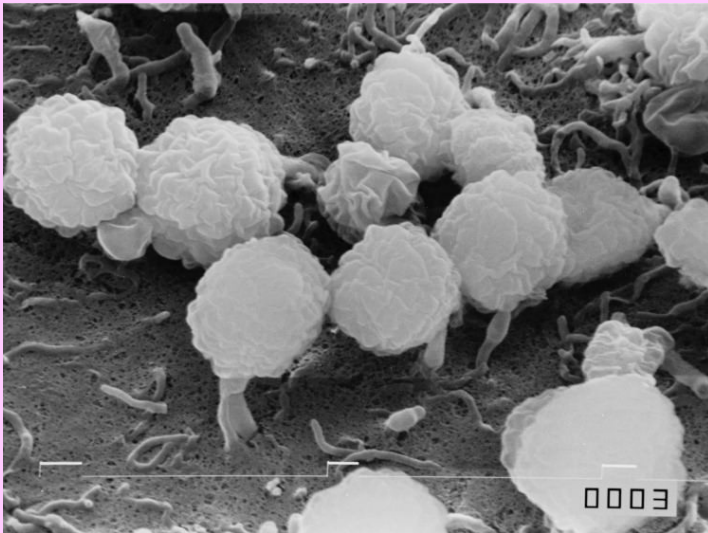
Hlízkovitá sporangia:

- masa spor je výsledkem dělení ve více rovinách
- *Frankia* sp.



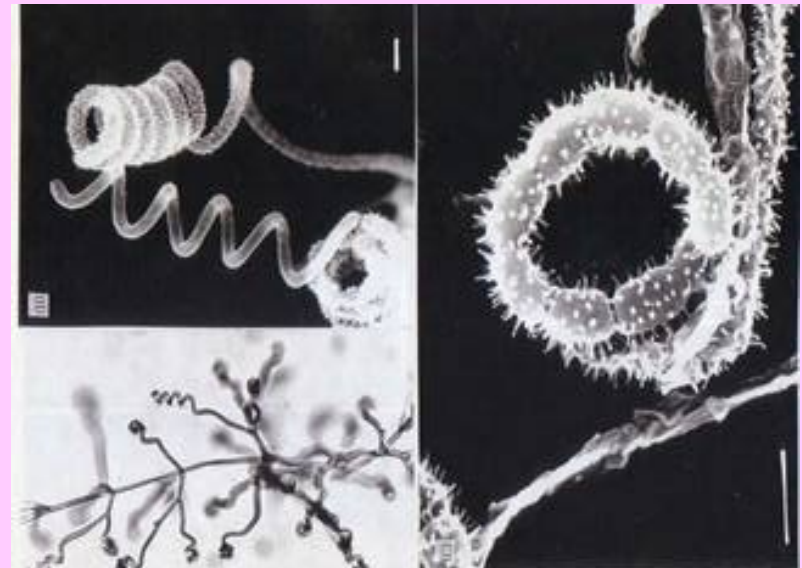
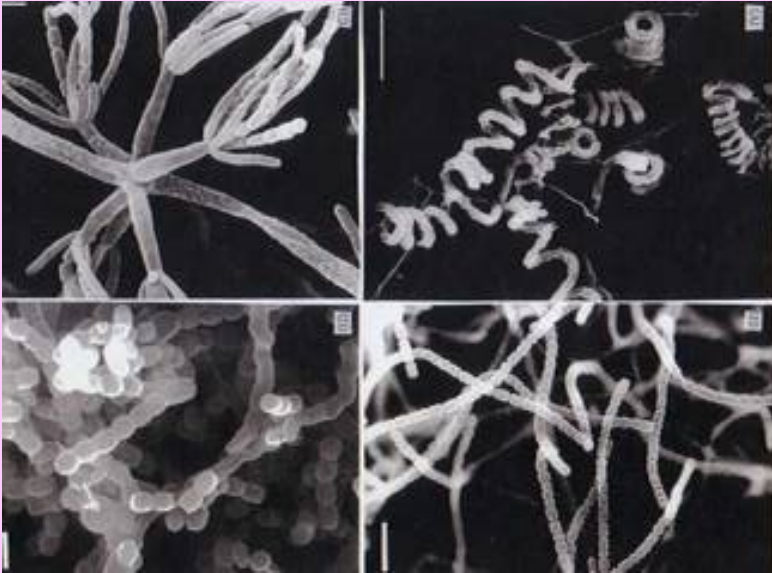
Actinoplanes

- 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*



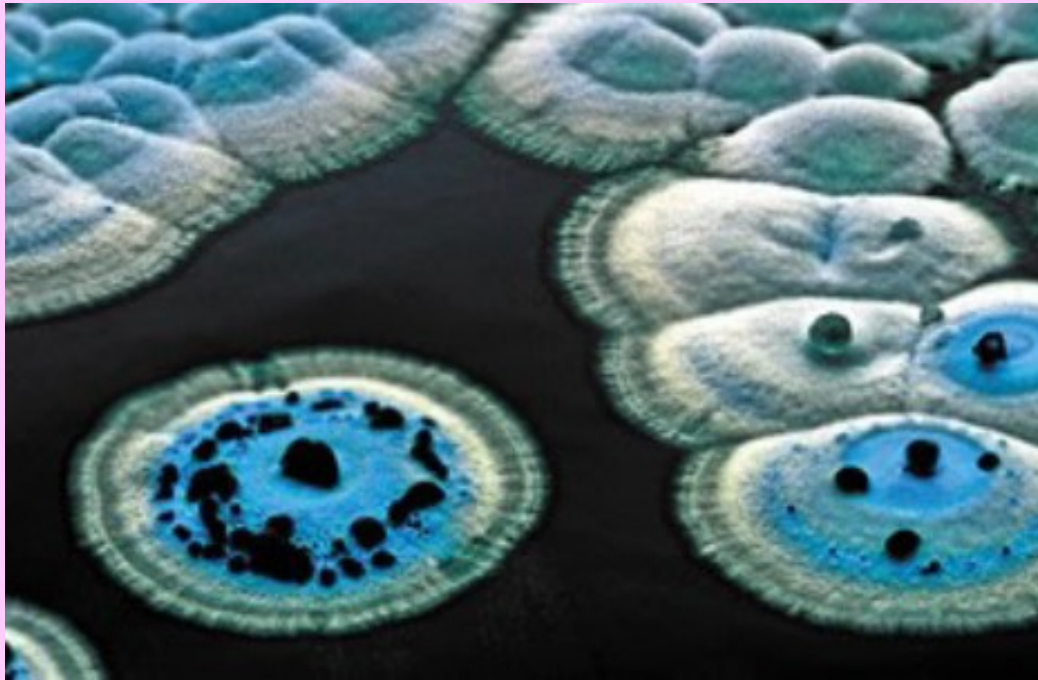
Streptomycetaceae

- nejpočetnější čeleď aerobních aktinomycet
- rozsáhlé vzdušné mycelium s řetízky exospor
- produkce ATB, antifungálních a antitumorálních látek



Streptomyces

- grampozitivní
- buň. stěna obsahuje L-diaminopimelovou kyselinu a glycin
- vlákna tvoří struktury podobné sklerociím, sporangiím, synematům
- kolonie hladké, později zrnité, práškovité nebo sametové
- jako zdroj uhlíku využívají široké spektrum organických látek



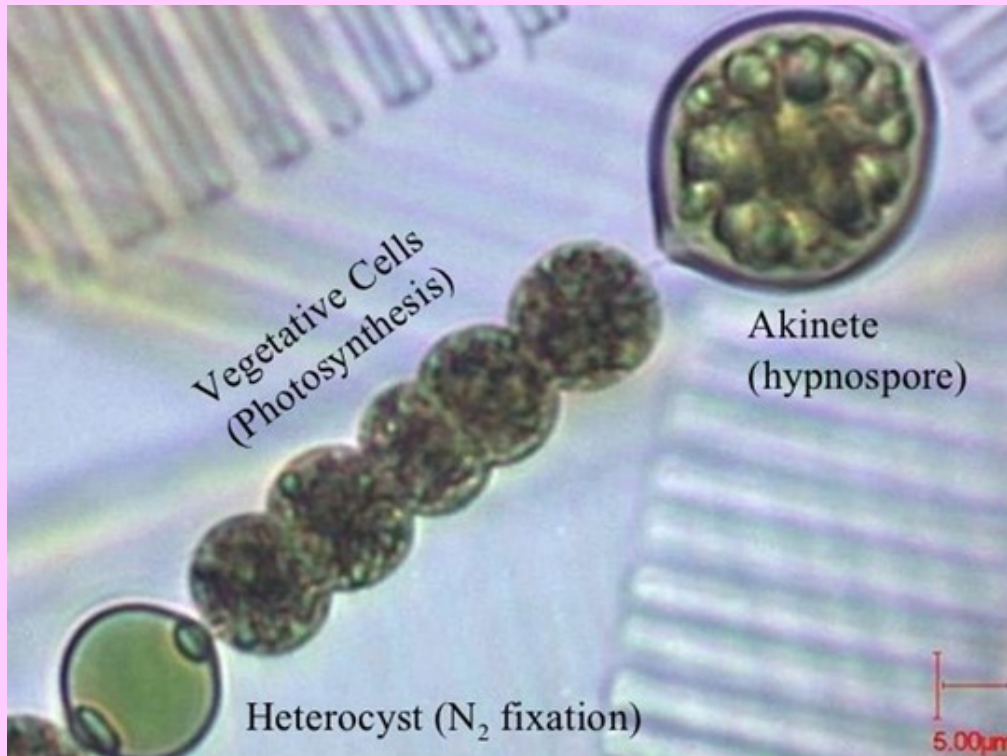
Růstové cykly vedoucí ke vzniku diferencovaných populací - sinice



<http://www.sinicearasy.cz/>

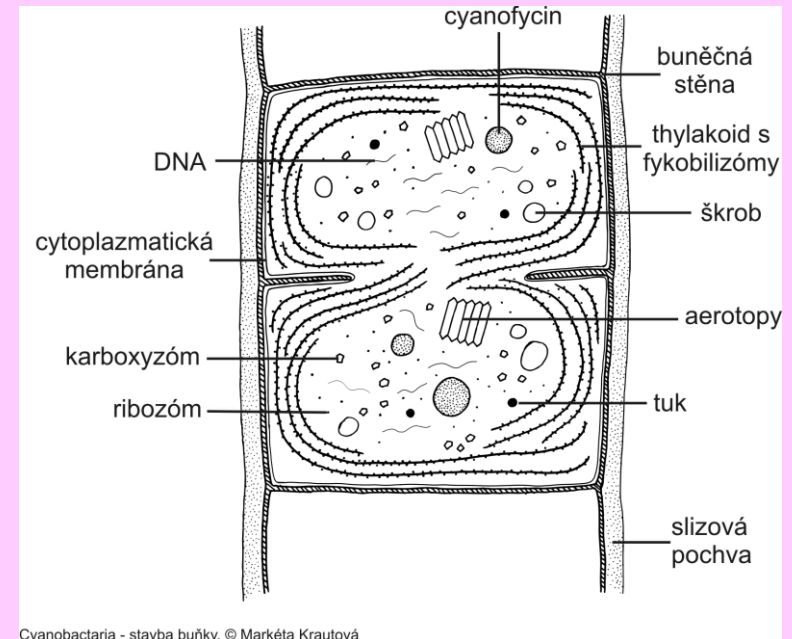
Sinice – *Cyanobacteria*

- drobné, jednoduché autotrofní prokaryotické organismy
- evolučně velice staré.
- schopné žít téměř ve všech biotopech na zeměkouli.
- cca 8000 druhů
- název sinice pochází z termínu “sinný” = modrý (lat.cyanos)



Morfologie buněk sinic

- G-
- buňky jsou polyploidní
- DNA je v jedné buňce v několika kopiích
- mají tylakoidy- fotosyntetický aparát (chlorofyl A, A+B karoten, xantofyly)
- na povrchu tylakoidu jsou fykobilizomy
- přijímají záření
- obs. barviva - fykobiliny (dva modré, jeden červený)
- umožňují příjem světla i ve velkých hloubkách, jeskyních...
- obs. karboxyzom - obsahuje RUBISCO (enzym pro fixaci CO₂ v calvinově cyklu)



Heterocyty

- tlustostěnné buňky, větší než buňky vegetativní
- v optickém mikroskopu se jejich obsah jeví jako prázdný, ale fotosystém I v nich funguje (tj. ten, co nedělá kyslík)
- 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

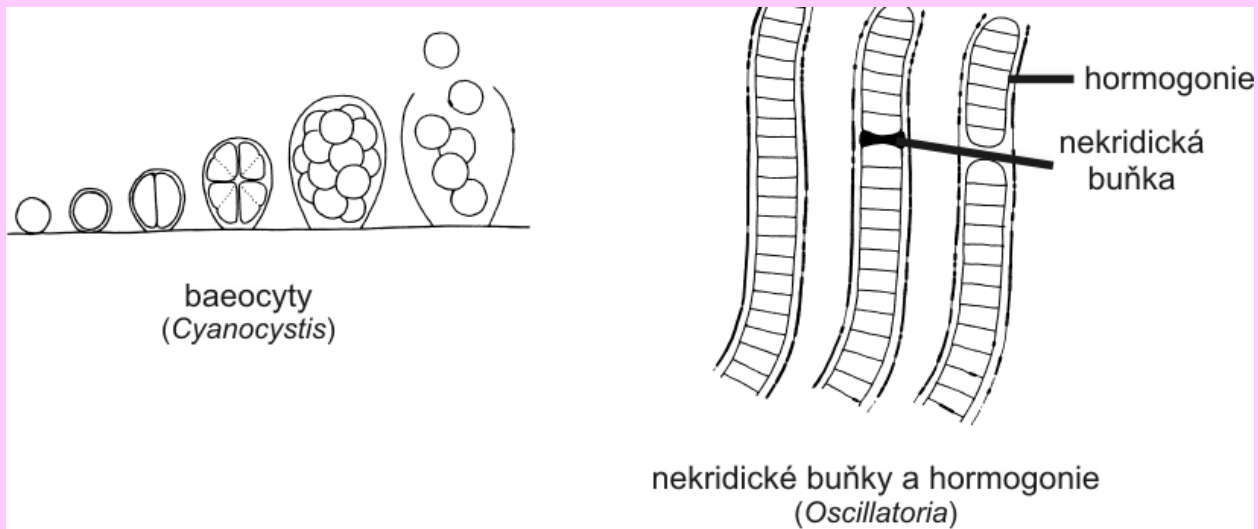
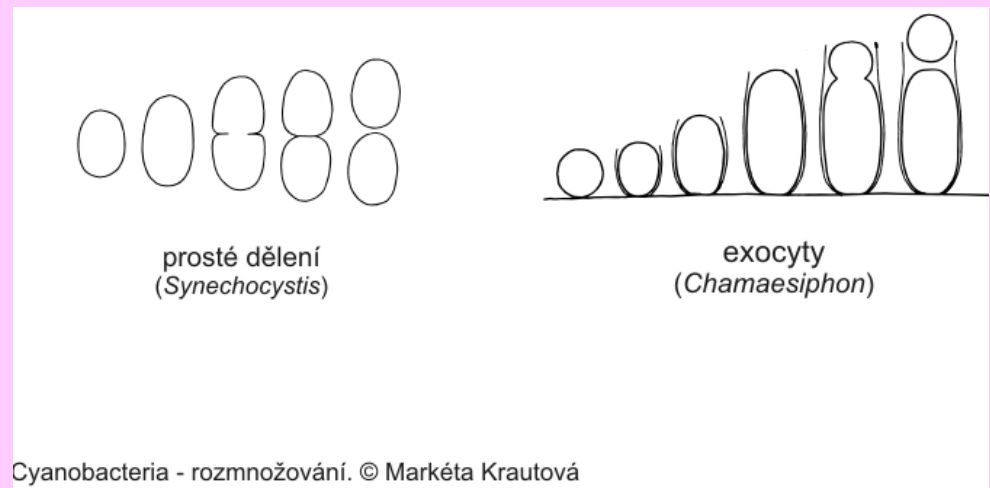
Akinety

- vznikají z jedné nebo více vegetativních buněk, větší než heterocytylouží k přežití nepřízn. podmínek
- akinety r. *Nostoc* přežily usušené v herbáři životaschopné po dobu 86 let.



Endospory

- vznikají mnohonásobným dělením mateřské buňky
- vznikají rozpadem vlákn (5 - 15 buněk spojených slizem)



Ekologie sinic

- žijí téměř všude – ve sladkovodním i mořském planktonu, v nárostech, v půdě, na smáčených stěnách, uvnitř kamenů...
- osazování všech extrémních biotopů, s výjimkou extrémně kyselých lokalit
- pro planktonní druhy je typická schopnost vytvářet při nadbytku živin tzv. vodní květ
- mnohé druhy produkují cyanotoxiny, takže způsobují značné vodohospodářské problémy



1. řád *Chroococcales*

- jednobuněční zástupci
- samostatně nebo se sdružují do kolonií

2. řád *Oscillatoriales*

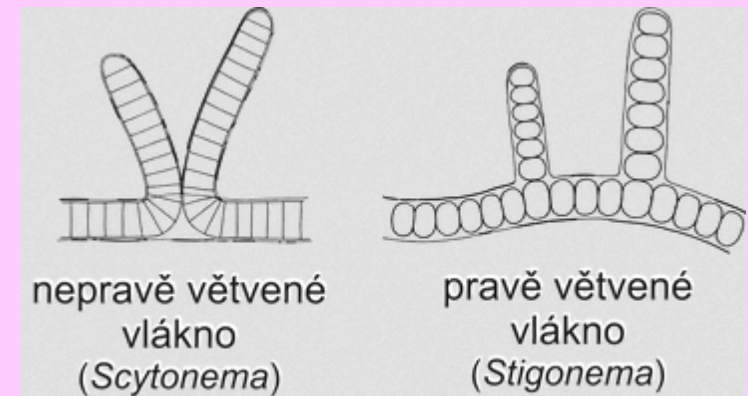
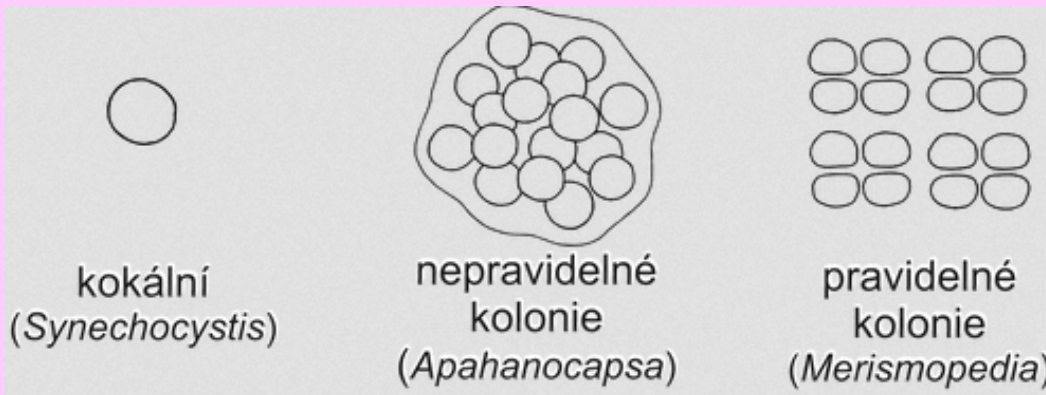
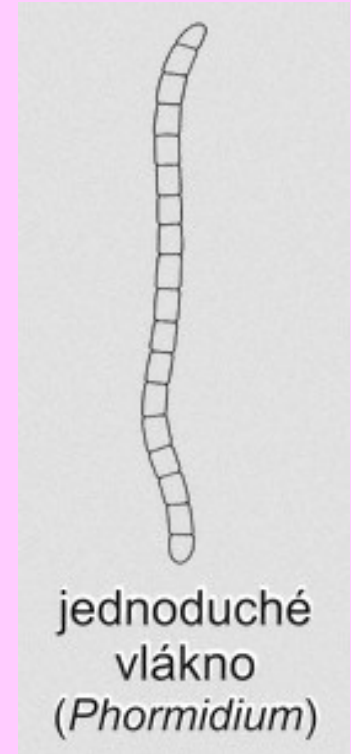
- jednoduché vláknité sinice

3. řád *Nostocales*

- vláknité sinice s heterocyty
- občas s nepravým, ale nikdy s pravým větvením

4. řád *Stigonematales*

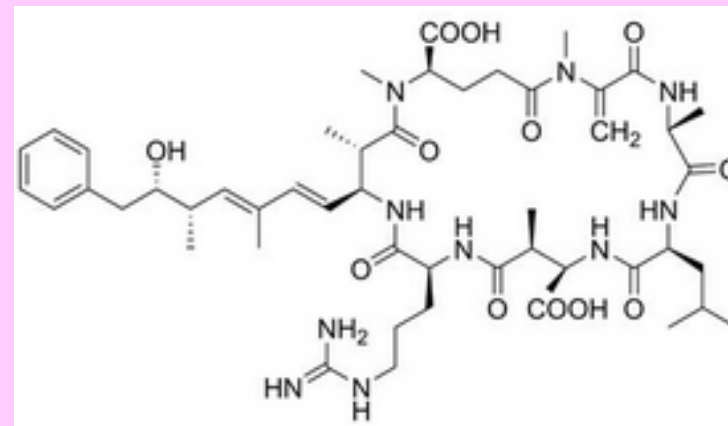
vláknité sinice s heterocyty a s pravým větvením



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)
 - mutageny a genotoxiny (způsobují mutace DNA, často schopné vyvolat rakovinu)
 - embryotoxiny (toxické pro embryo)
 - cytotoxiny (toxické pro buňky bakterií, řas či např. lidské buňky)
- Microcystin, anatoxin, saxitoxin



Cyanotoxiny a zdraví

- nepříznivý vliv cyanotoxinů na lidské zdraví
- epidemiologické důkazy včetně otrav lidí
- studie lidských populací se symptomy otravy nebo poškození v důsledku expozice cyanotoxiny
- toxikologické studie
- informace o náhodných otravách zvířat

Expozice

- cyanotoxiny obsažené v pitné vodě
- otravy v důsledku expozice cyanotoxiny při plavání nebo vodních sportech
- alergické nebo iritační kožní reakce a dermatitidy způsobené kontaktem se sinicemi a jejich metabolity
- systémové poruchy, jejichž příčinou je zřejmě náhodné požití vody s cyanobaktériemi během plavání

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

- nádrže nebo řeky kontaminované cyanobaktériemi pro zvířata často jediným dostupným zdrojem vody
- voda z povrchových zdrojů jako pitná prochází obvykle vodárenskou úpravou
- kde jsou v ideálním případě odstraněny buňky sinic obsahující většinu toxinů
- koncentrace cyanotoxinů rozpuštěných v upravené vodě nebývají natolik vysoké, aby způsobily smrt lidí prostou perorální expozicí





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

DĚKUJI ZA POZORNOST
A PŘEJI HODNĚ ŠTĚSTÍ VE ZKOUŠKOVÉM OBDOBÍ



"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