

CYTOLOGIE A MORFOLOGIE PROKARYOT

8

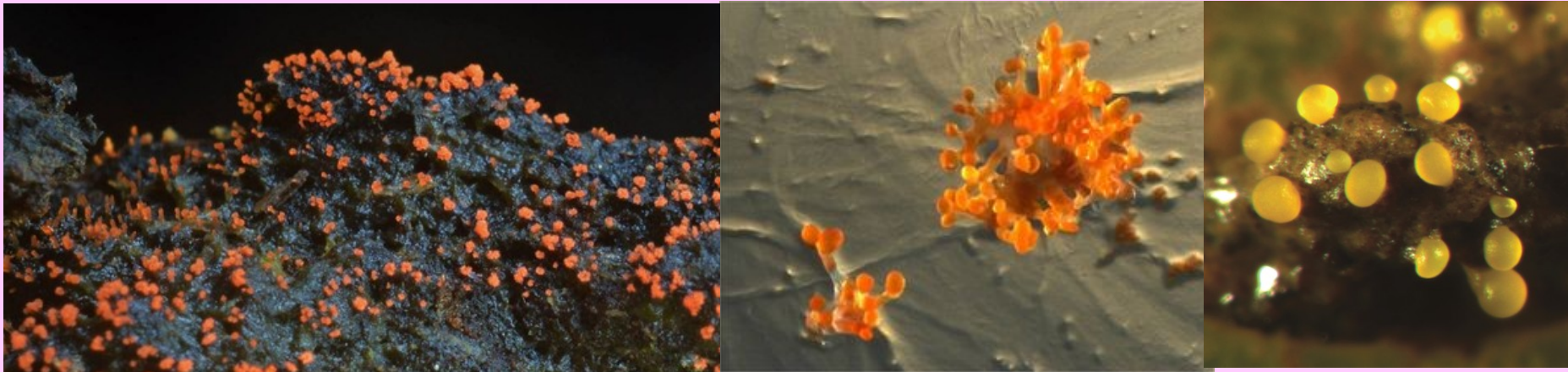
Komplexní růstové cykly bakterií

Myxobakterie

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

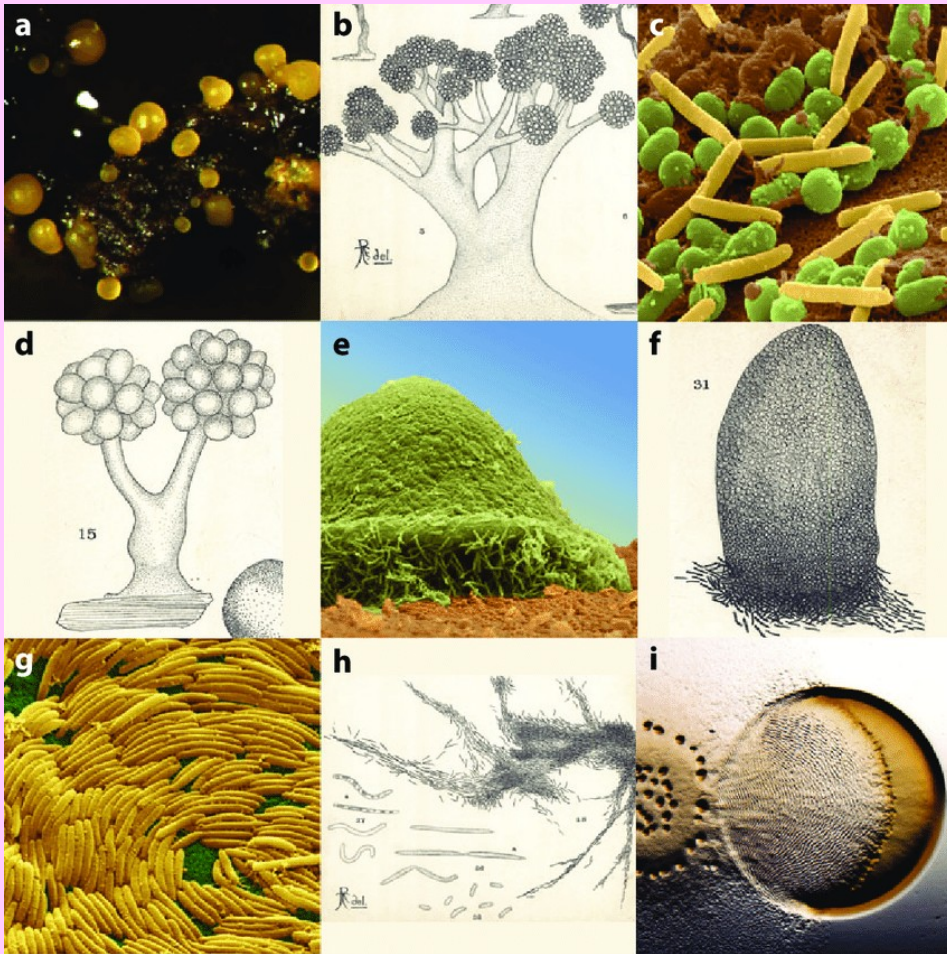
3 stádia:

- 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)...



Sociobiology of the myxobacteria. Annu Rev Microbiol

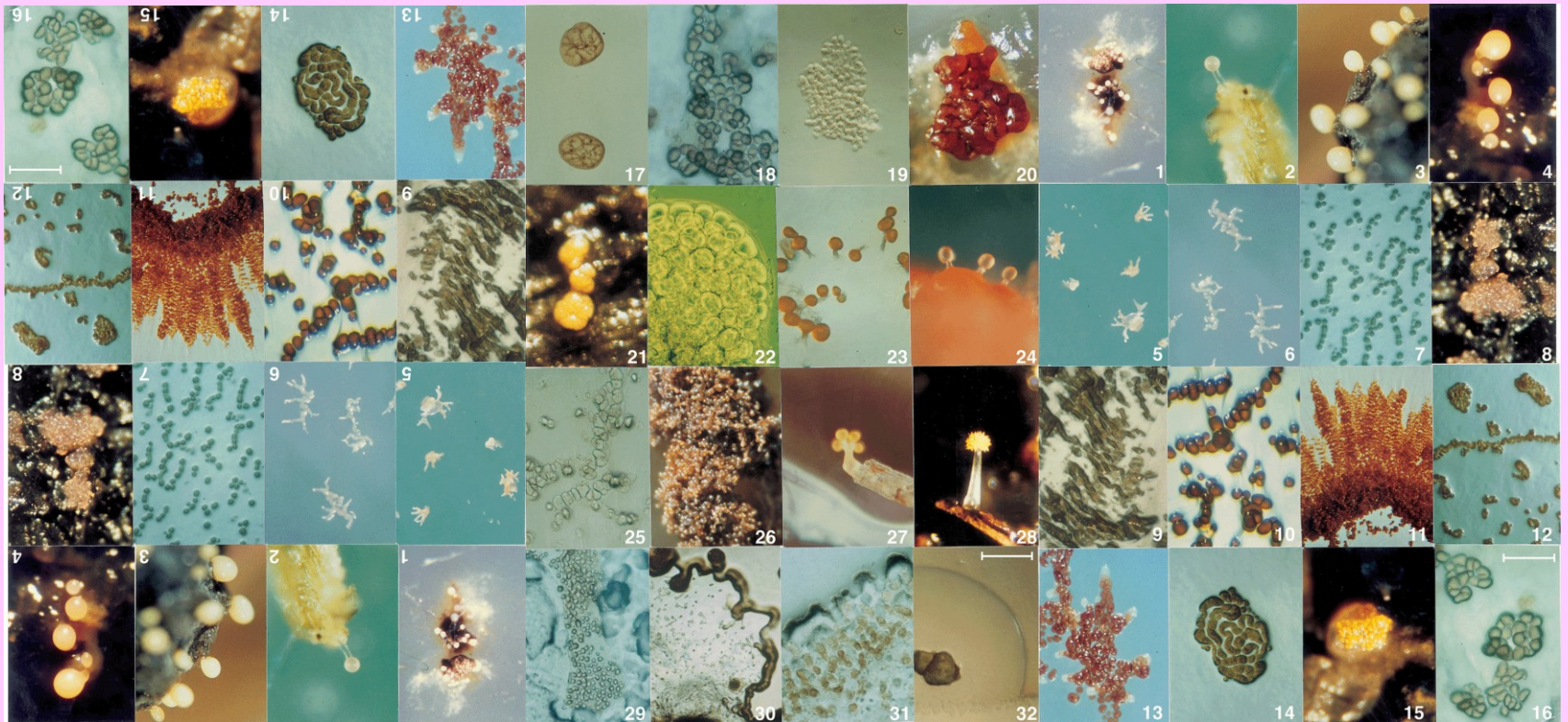
Article / In Annual Review of Microbiology - June 2009
DOI: 10.1146/annurev.micro.091206.073158 - Source: PubMed



Stigmatella aurantiaca

Biology and global distribution of myxobacteria in soils

Wolfgang Dawid

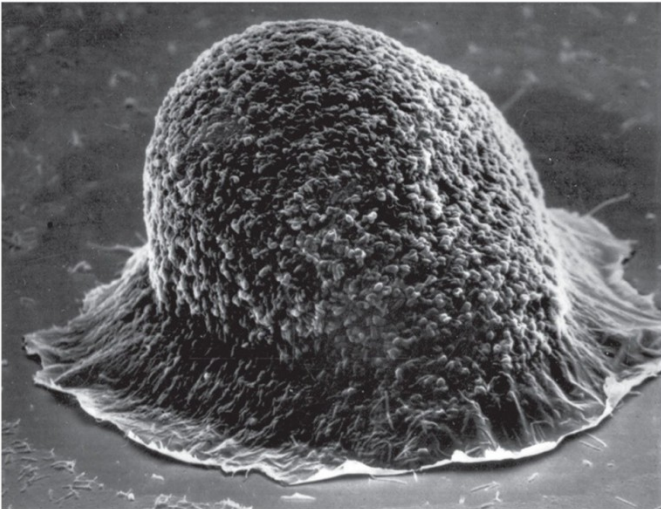


https://www.youtube.com/watch?v=GY_uMH8Xpy0
<https://www.youtube.com/watch?v=R3o6DofDQ00>

Morfologie myxobakterií

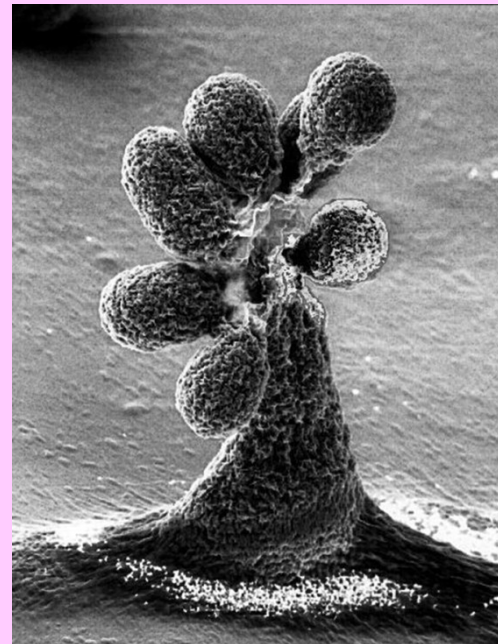
- vegetativní buňky – 0,5–1 x 3-8 um
- štíhlé se špičatými konci (*Cystobacterinae*)
- robustní s kulatými konci (*Soranginae*)
- plodnice – 50 - 500 mm
- často pestře zbarvené – karotenoidní pigmenty
- různého tvaru a složitosti
- myxospory – refraktilní, odolné vůči vysychání (přežívání prokázáno 10 let)
- částečně odolné vůči UV, odolnost vůči teplotě nízká – 50 °C – 60°C
- primárně vznikají v plodnicích, laboratorně – chemická indukce

Myxobacteria



Microbiology: An Evolving Science, Third Edition Figure 18.39b
Copyright © 2014 W. W. Norton & Company, Inc.

KUNER ET AL. 1982. J. BACTERIOL. 151:458

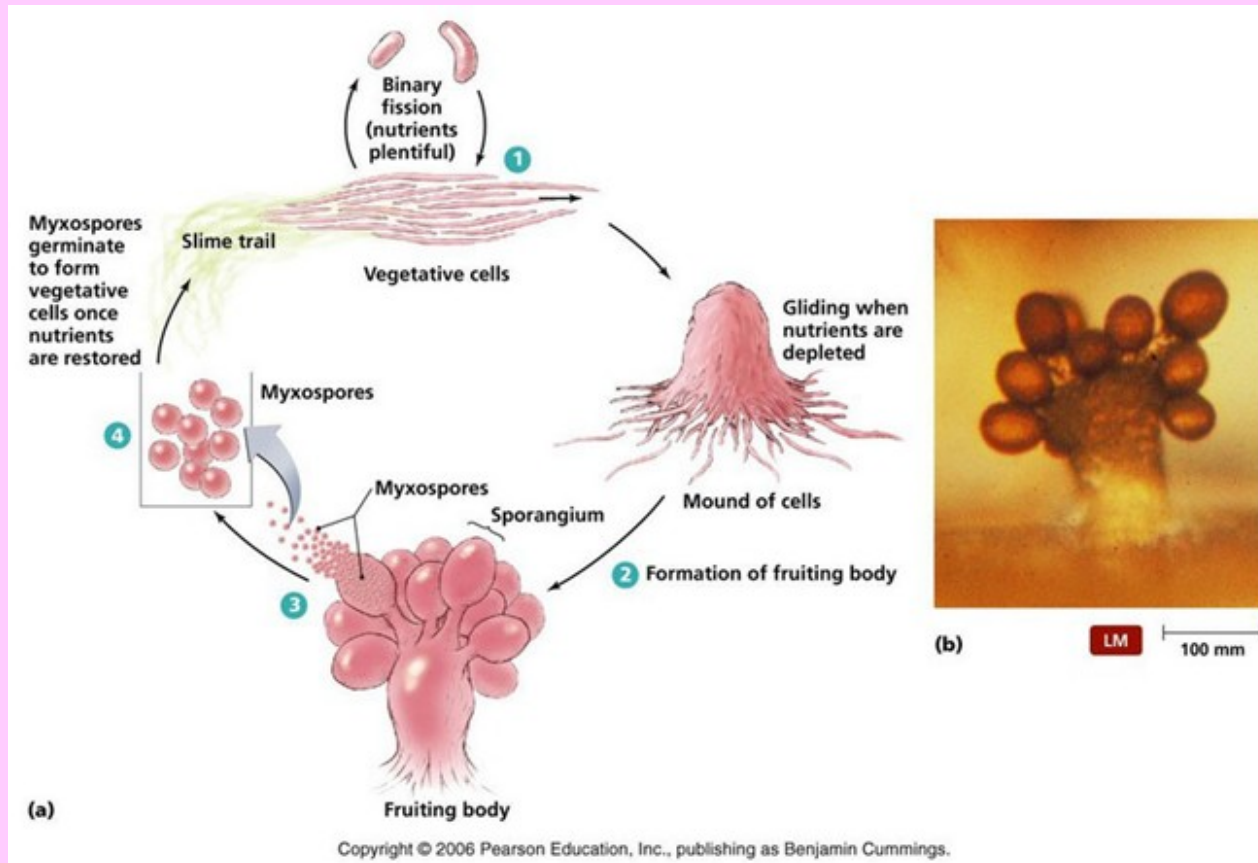


Životní cyklus myxobakterií

- 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 a agregace buněk
- vylučování molekul, které umožní propojení buněk
- re-arrangement
- spec. strukturní elementy
- tvar plodnice
- maturace – myxospory
- v plodnici uzrávají myxospory
- dostatek živin -myxospory začínají klíčit

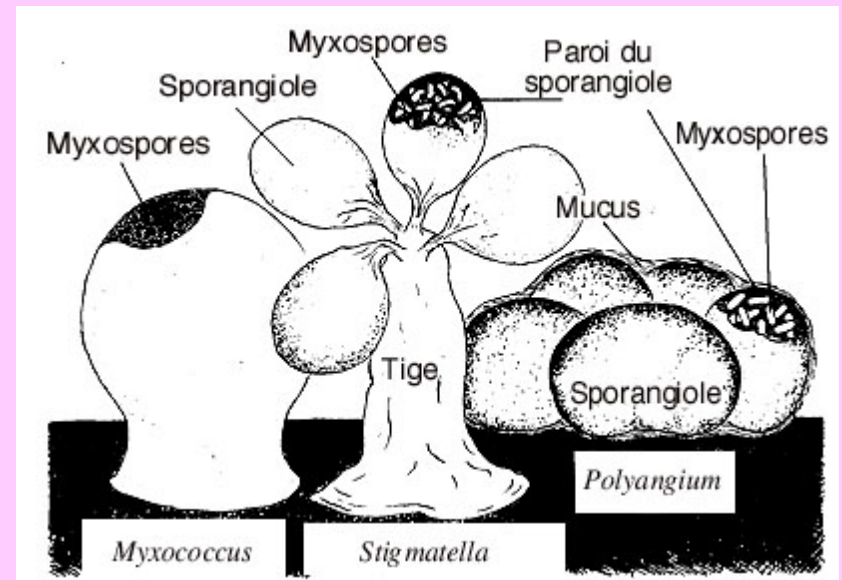


Plodnice jsou tvořeny:

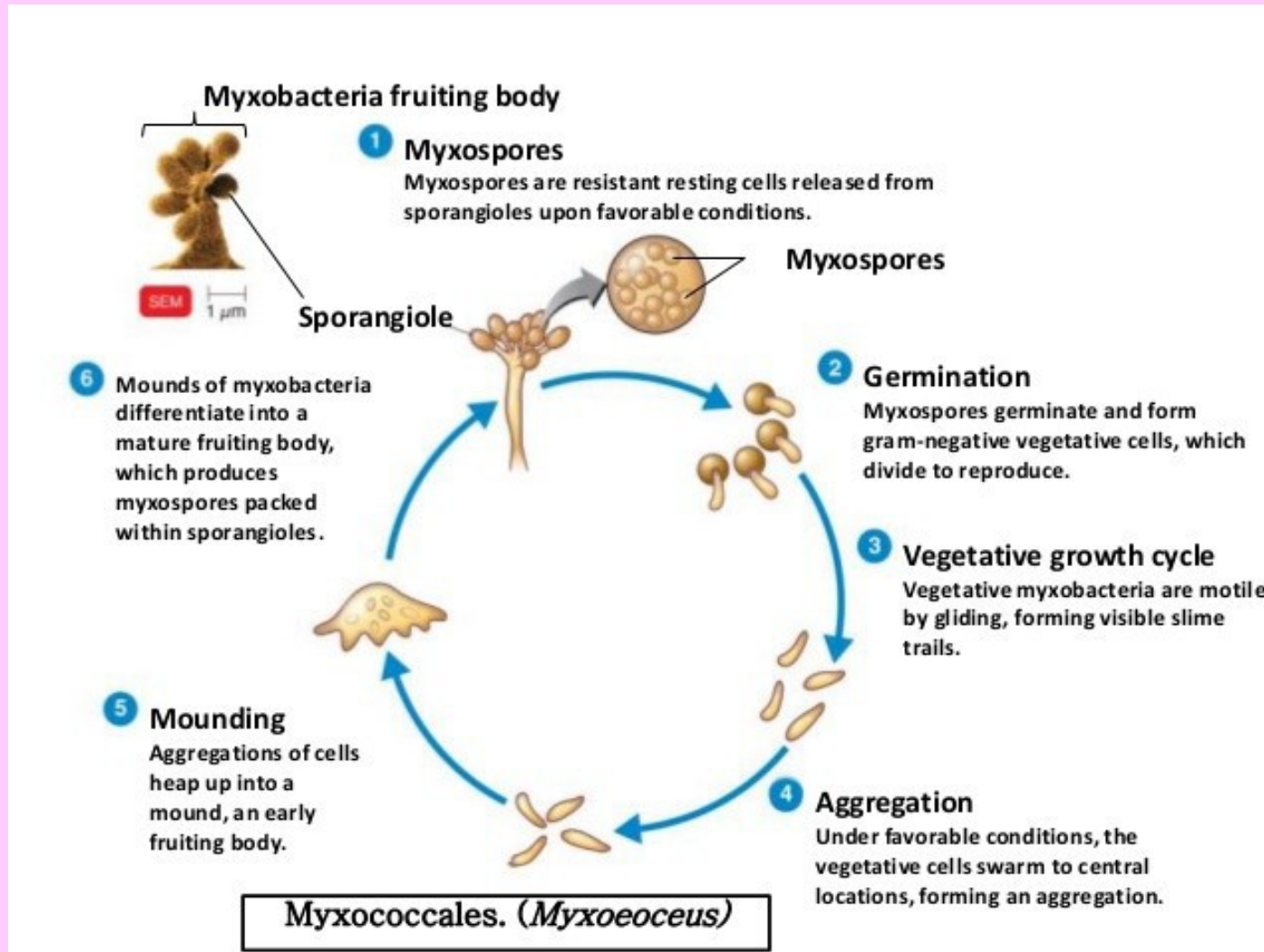
- měkkou slizovitou strukturou
- tuhou slizovitou strukturou
- sporangioly

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





<https://www.nytimes.com/2020/06/16/magazine/the-unexpected-beauty-of-dog-vomit-and-other-slime.html>

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)
- *Rhodococcus*
- *Nocardia*



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

REVIEW article
Front. Microbiol., 17 January 2017 | <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02149>

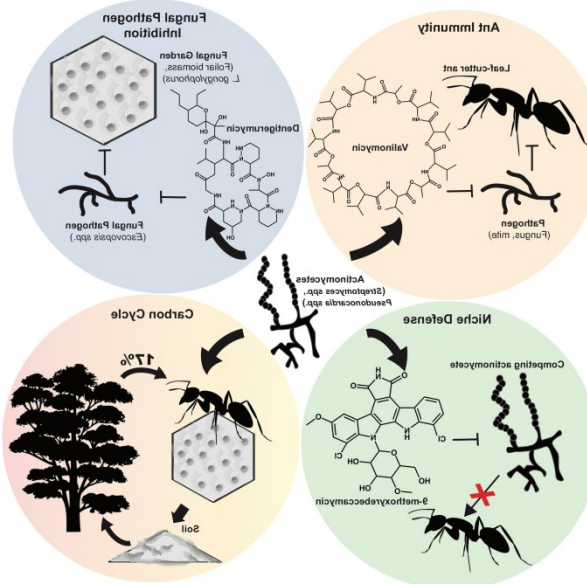


Molecules to Ecosystems: Actinomycete Natural Products *In situ*

Scott W. Behie†, Bailey Bonet†, Vineetha M. Zacharia, Dylan J. McClung and Matthew F. Traxler*

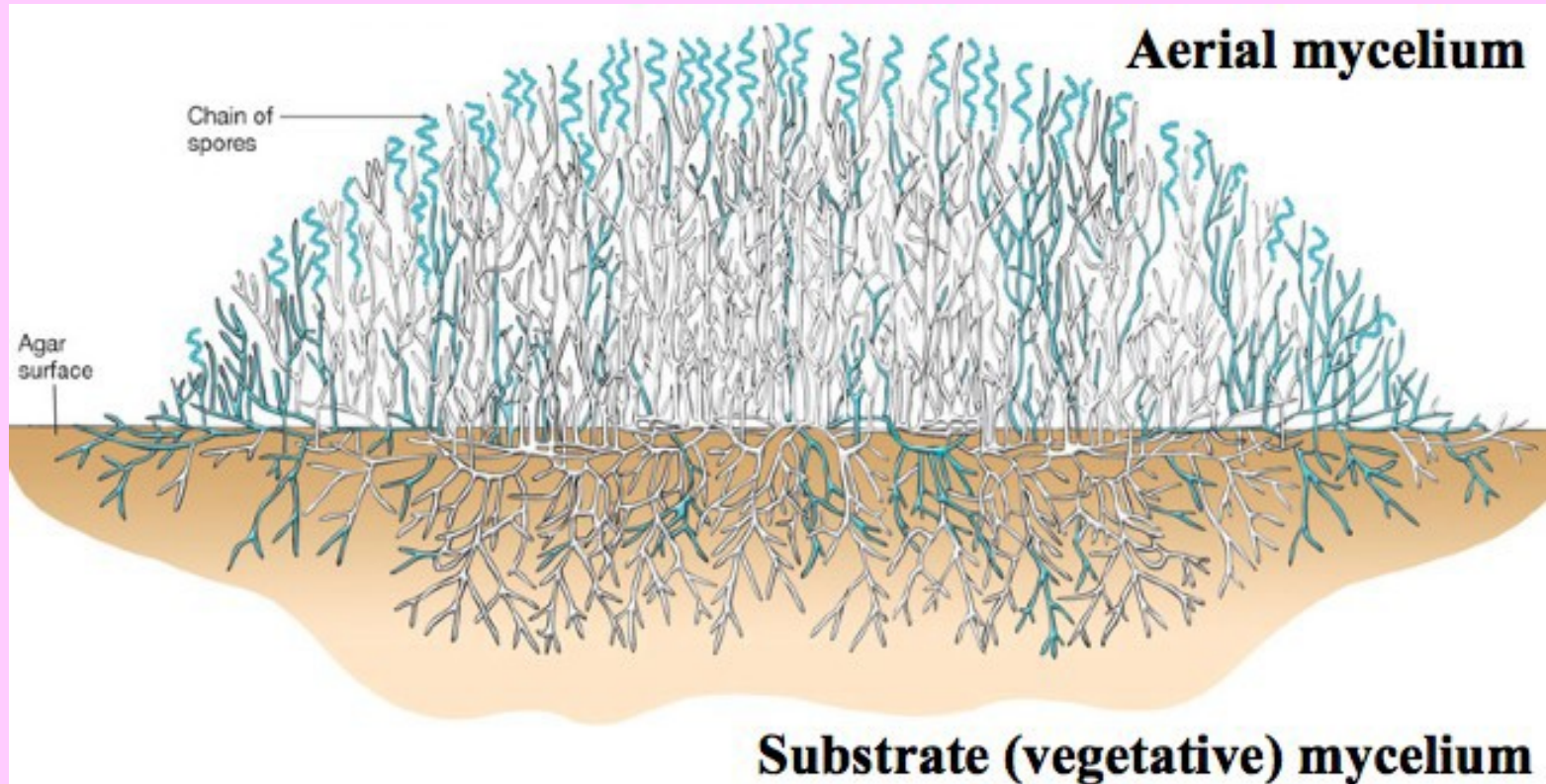
Department of Plant and Microbial Biology, University of California, Berkeley, Berkeley, CA, USA

Actinomycetes, filamentous actinobacteria found in numerous ecosystems around the globe, produce a wide range of clinically useful natural products (NP). In natural environments, actinomycetes live in dynamic communities where environmental cues and ecological interactions likely influence NP biosynthesis. Our current understating of these cues, and the ecological roles of NP, is in its infancy. We postulate that understanding the ecological context in which actinomycete metabolites are made is fundamental to advancing the discovery of novel NP. In this review we explore the



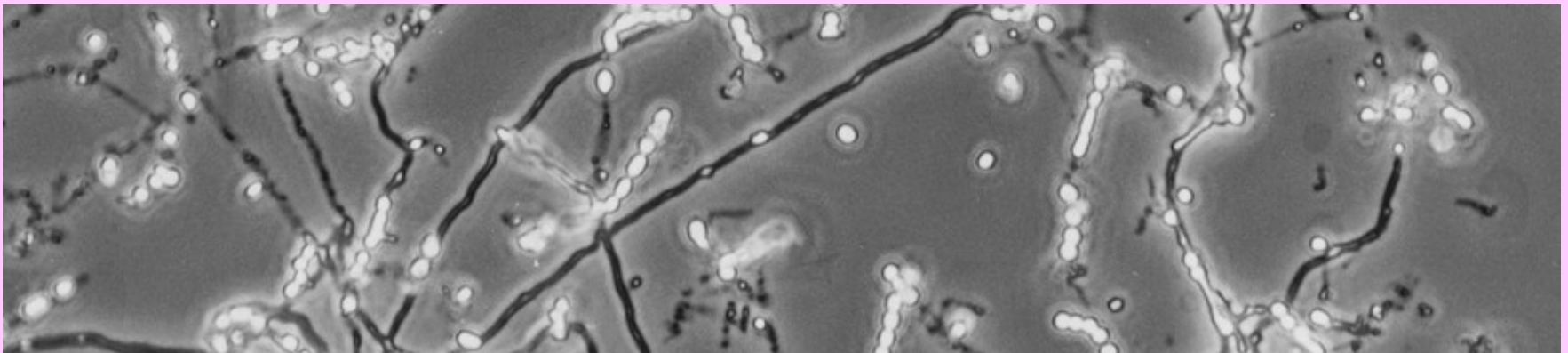
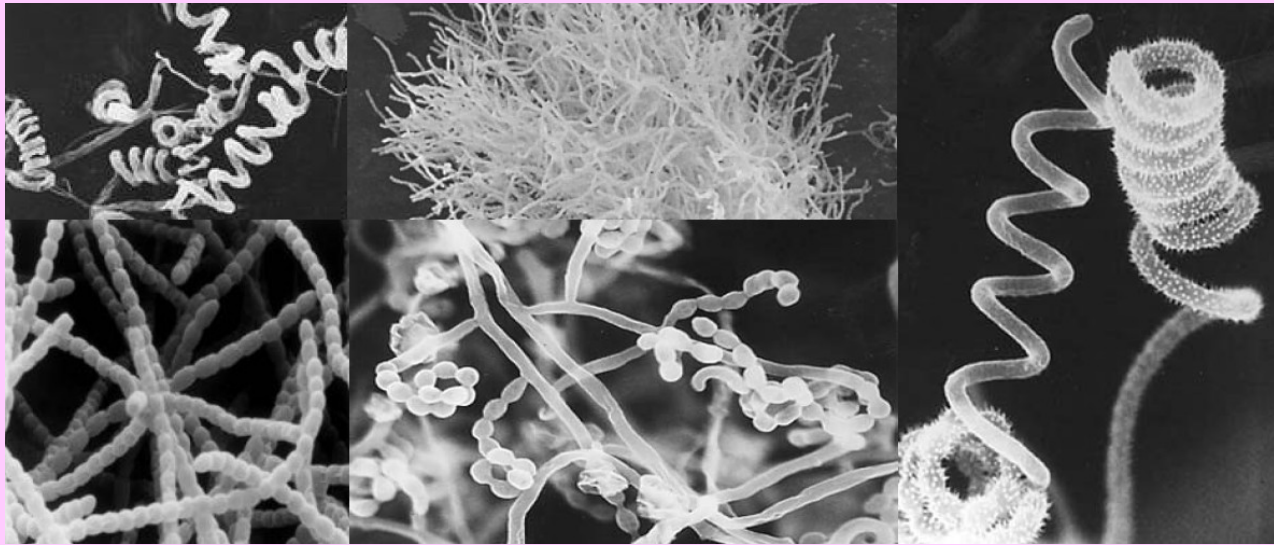
Morfologie

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



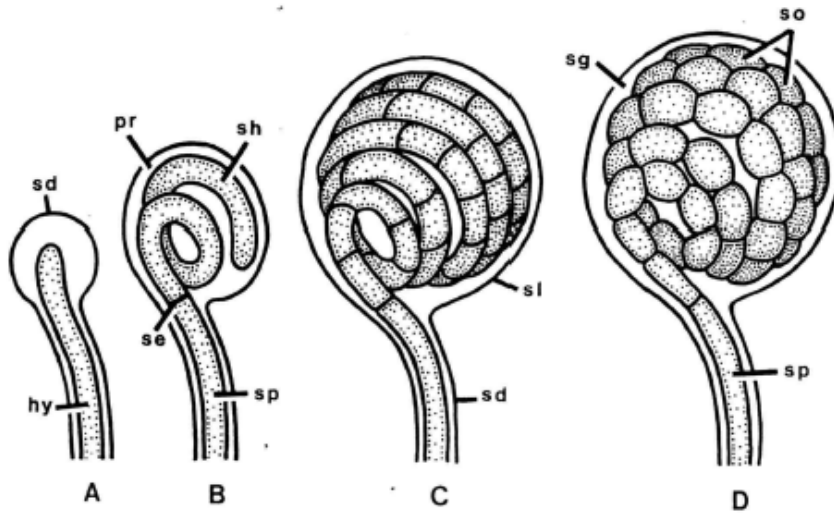
Konidie

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



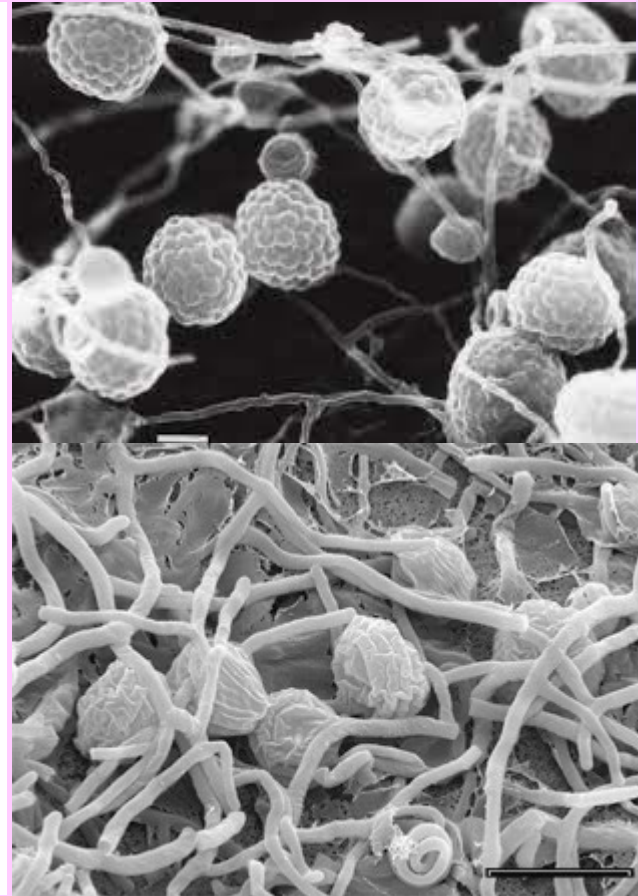
Sporangia

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



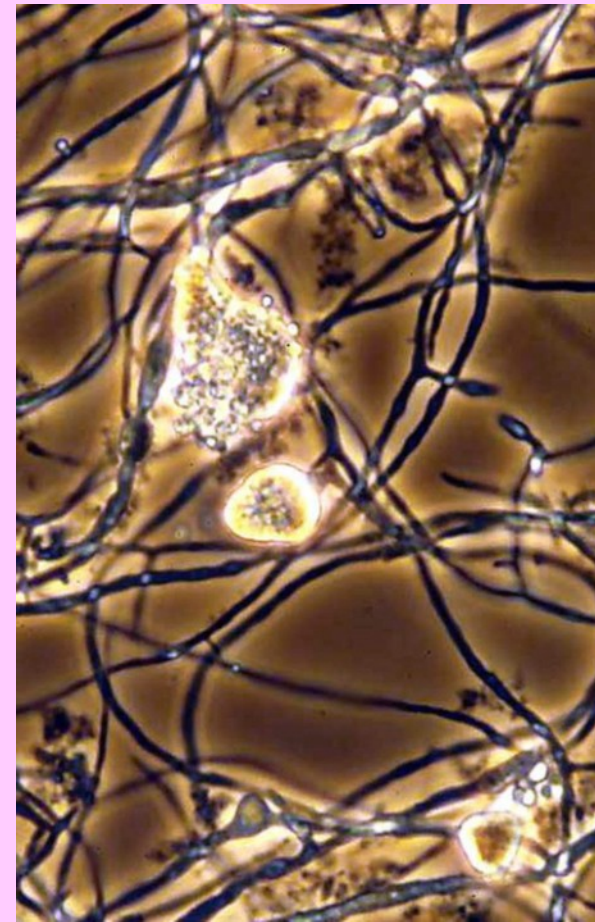
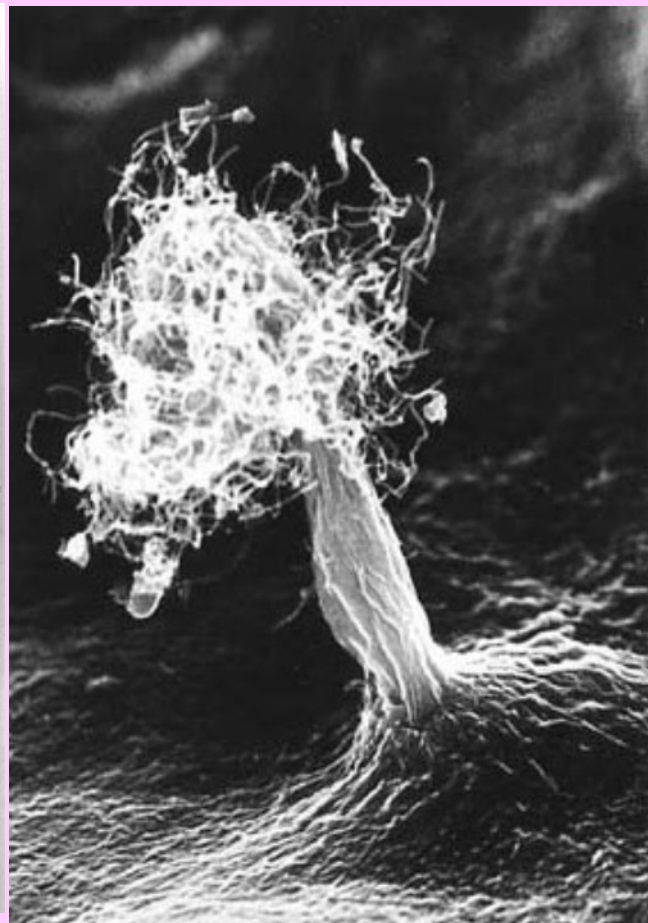
Scheme of the sporangial ontogeny in *Streptosporangium*
(basing on Vobis and Kothe 1985)

- 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).

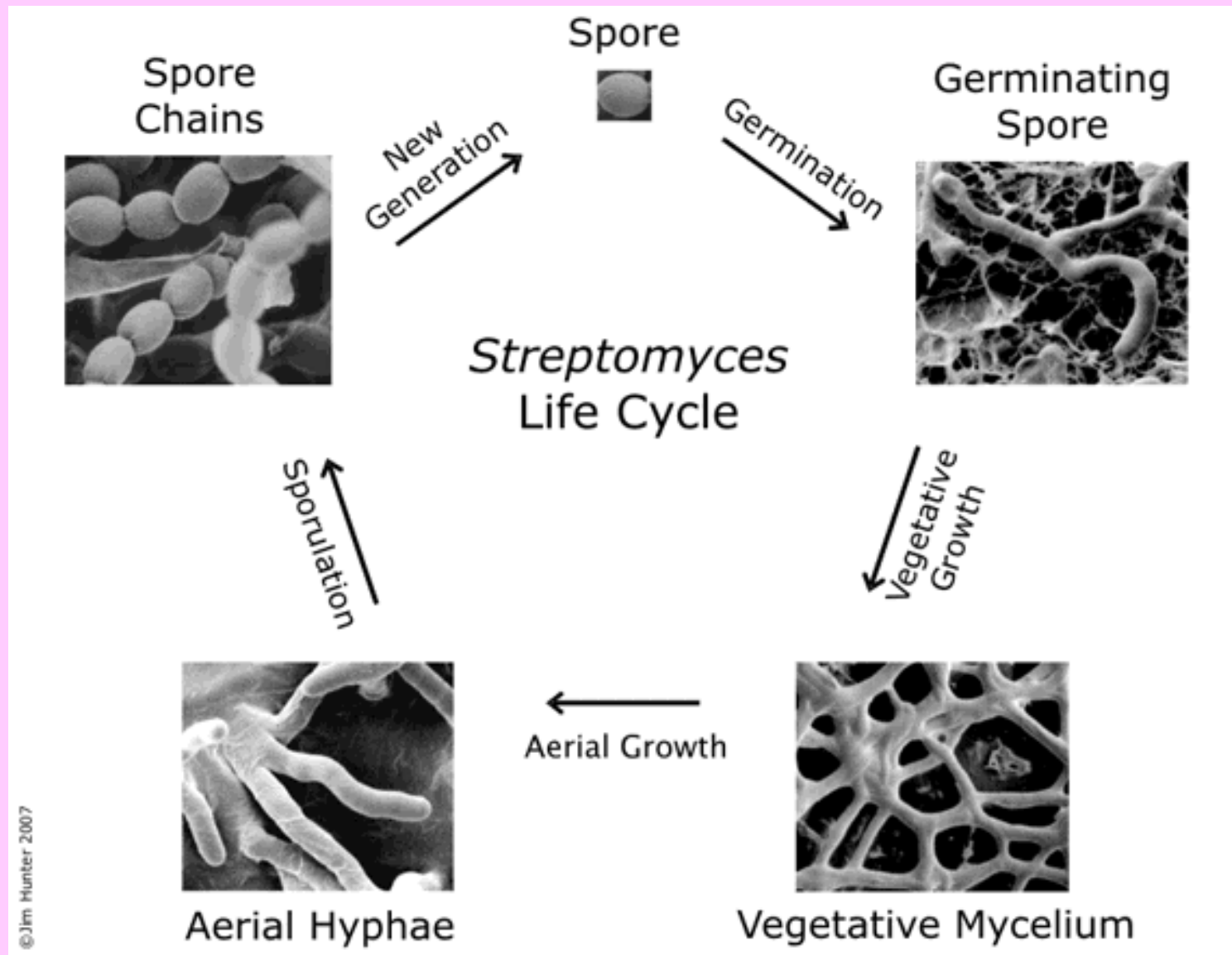


Další struktury

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



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*)

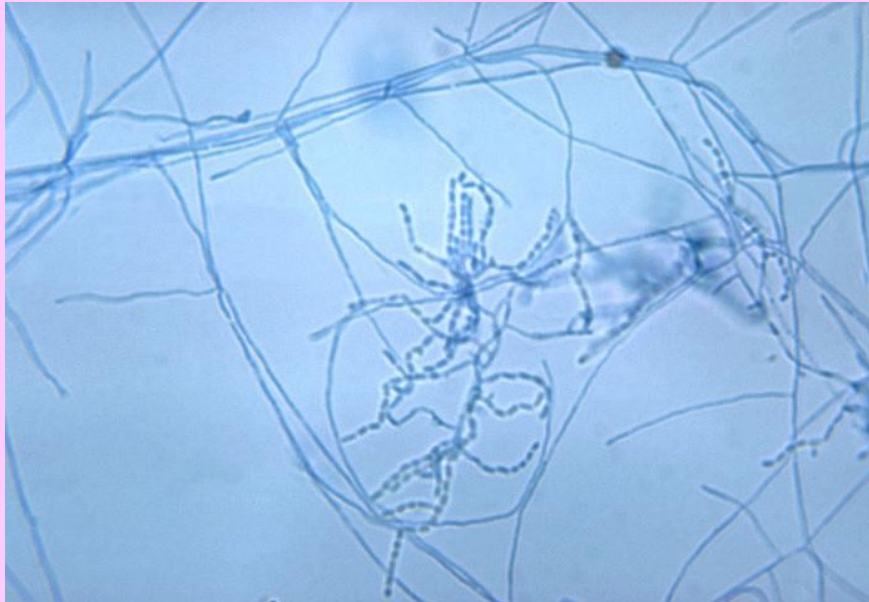


Nocardiaceae

- 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

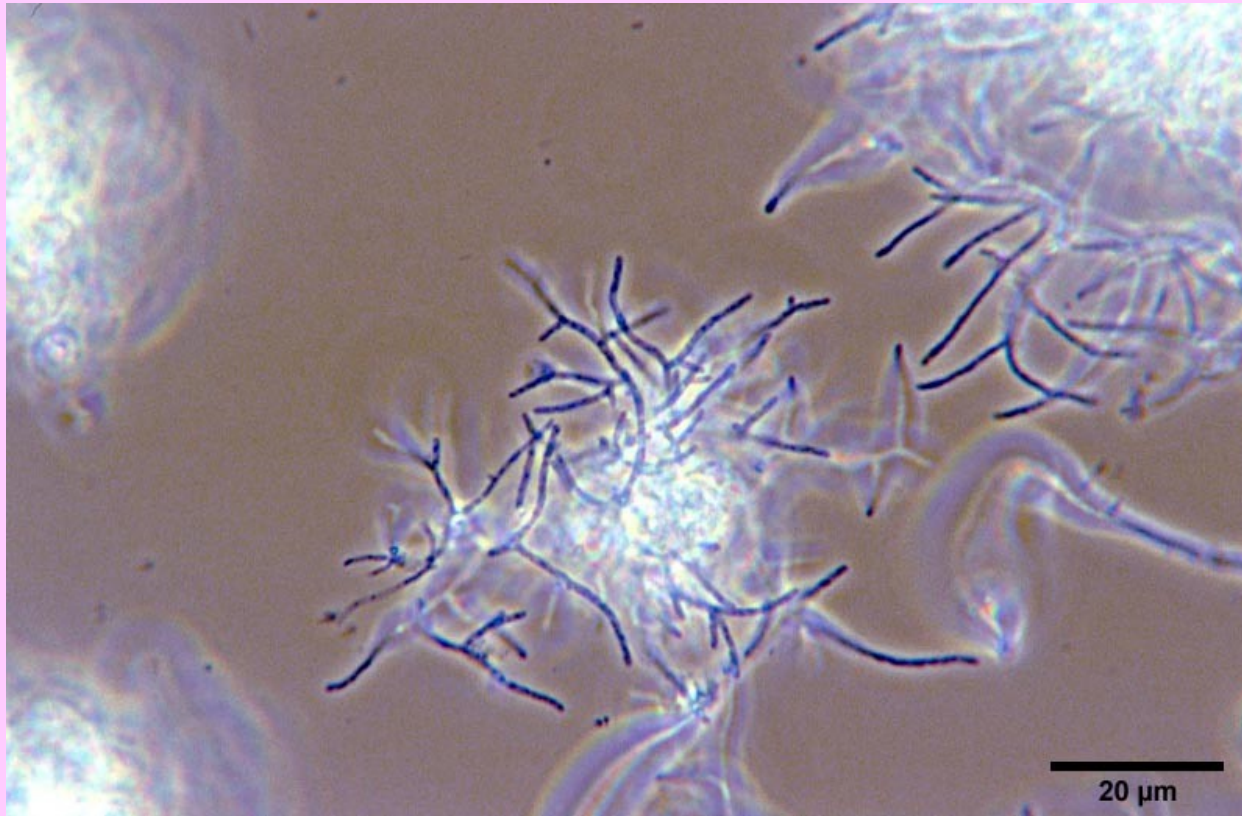
růstový cyklus:

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



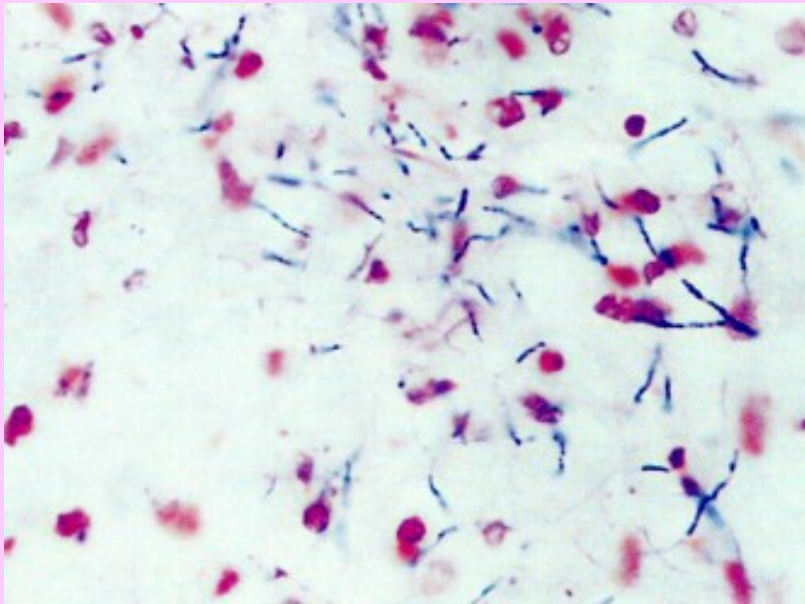
4 podskupiny

- 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



April 2, 2019

Overview of Updated Nocardia Infections Guidelines



Zahra Masoud



In the last 2 decades, *Nocardia* infections have increased significantly, likely as a result of improved detection and identification methods and an expanding immunocompromised population. Therefore, the Infectious Diseases Community of Practice of the American Society of Transplantation updated their guidelines to review the diagnosis, prevention, and management of *Nocardia* infections and solid organ transplantation (SOT).

Background

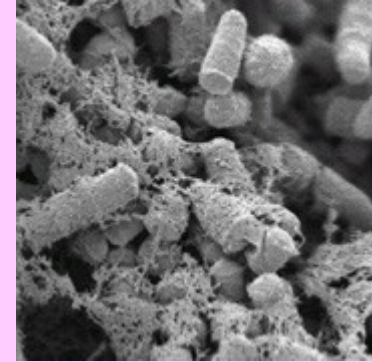
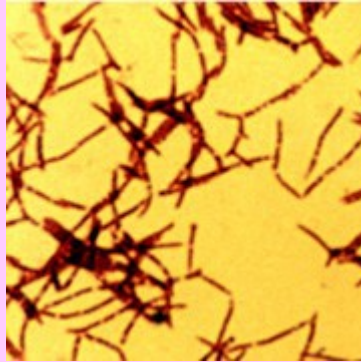
Nocardia species are ubiquitous saprophytic gram-



Nocardiosis diagnosis should be considered in patients with nodular and cavitating lung lesions or brain lesions, in patients who are immunocompromised.

Rhodococcus

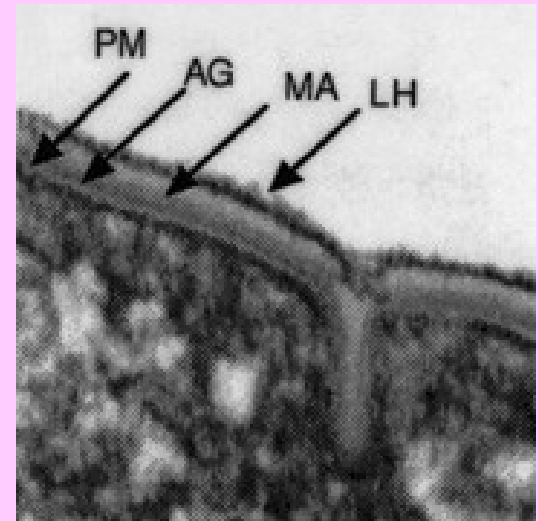
- G+, někdy slabé vzdušné hyfy
- kolonie drsné, hladké nebo mukózní
- velice často pigmentované



Rhodococcus sp. *R. aetherivorans*



R. aetherivorans



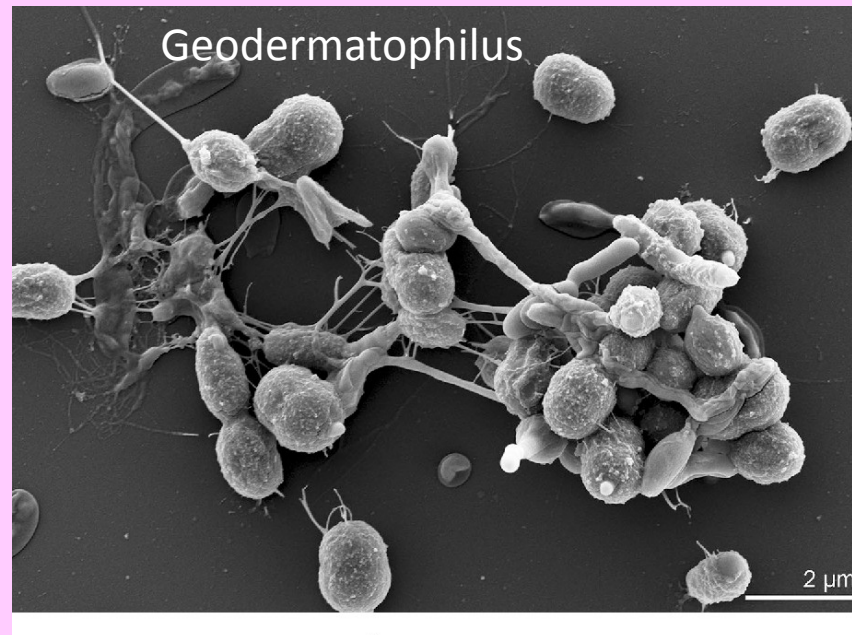
R. ruber V49.

Aktinomycety s multilokulárními sporangii

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

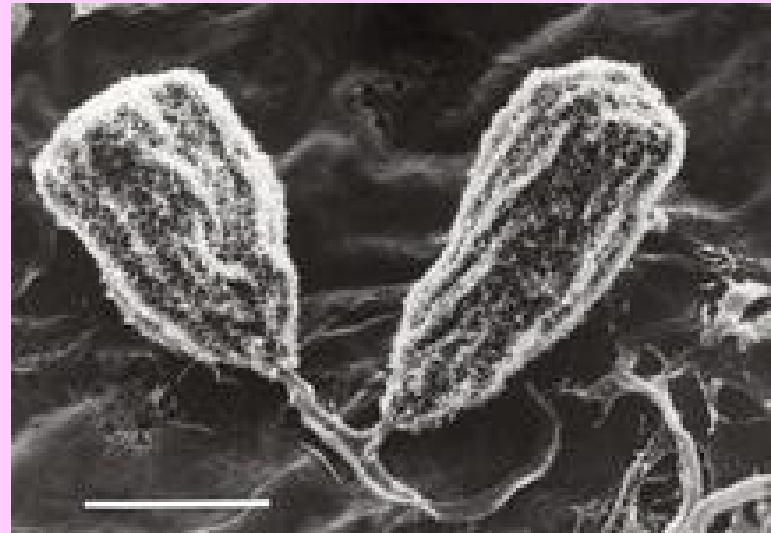
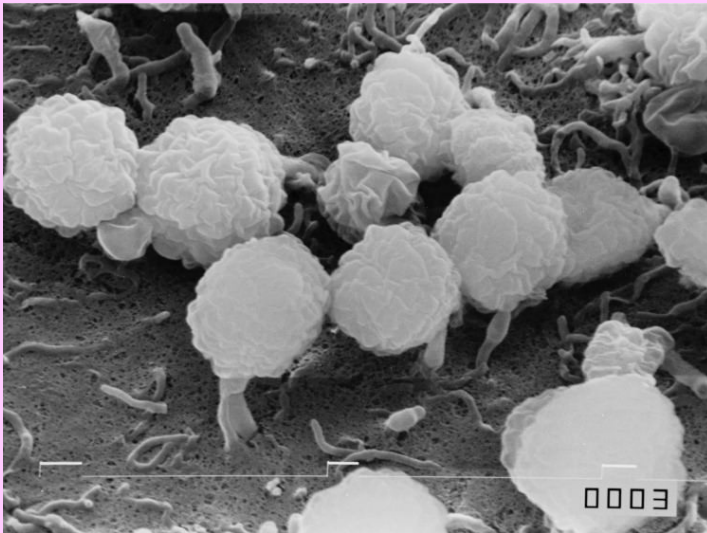
Hlízkovitá sporangia:

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



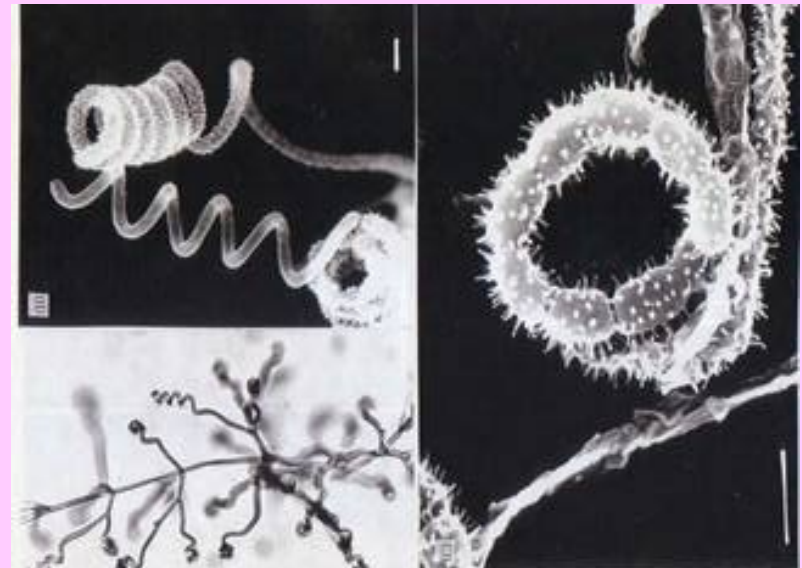
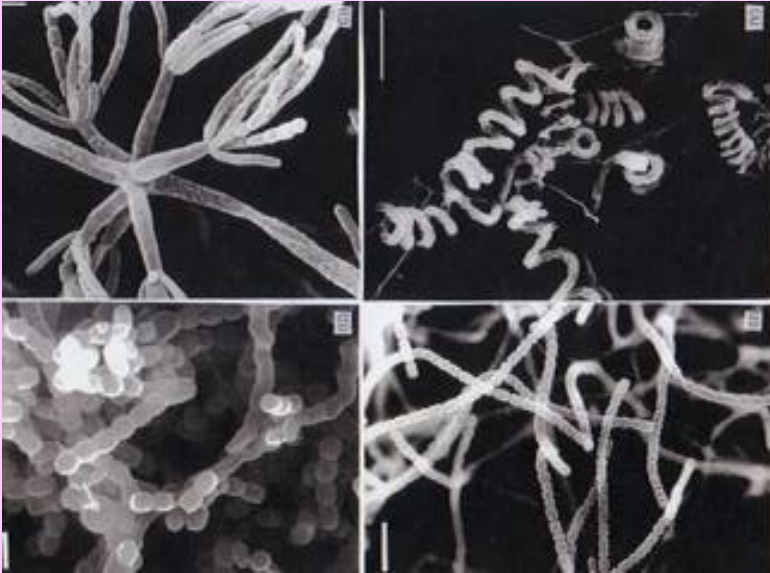
Actinoplanes

- 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*



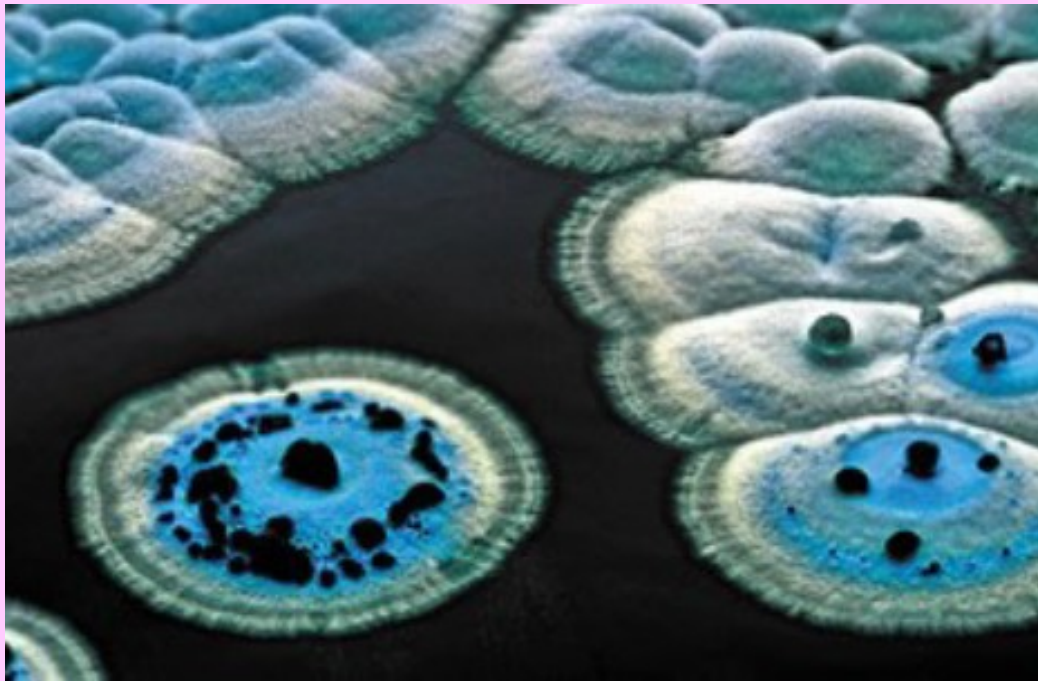
Streptomycetaceae

- nejpočetnější čeleď aerobních aktinomycet
- rozsáhlé vzdušné mycelium s řetízky exospor
- produkce ATB, antifungálních a antitumorálních látek
- neomycin, cypemycin, grisemycin, bottromycins and chloramphenicol

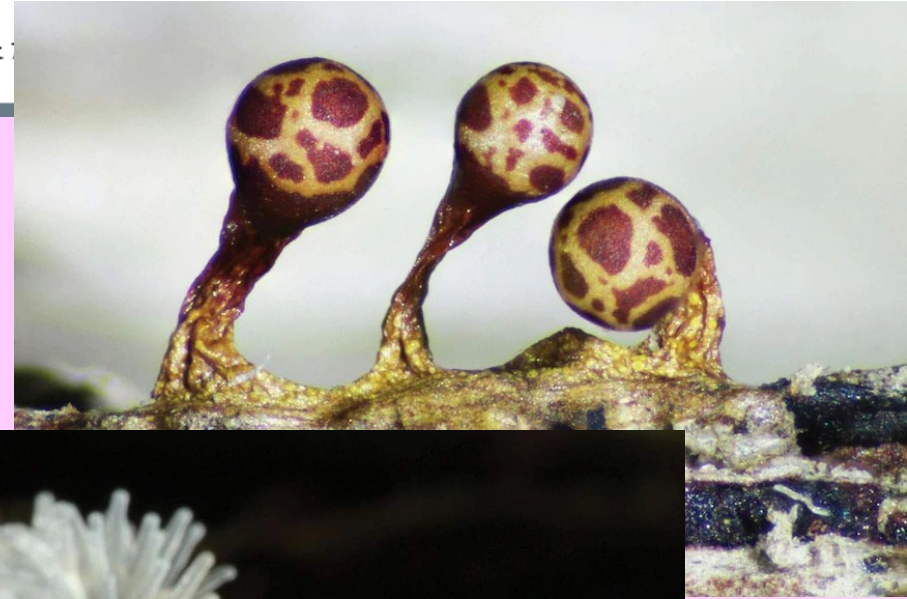


Streptomyces

- 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



Tasmania's rich supply of dazzling slime moulds being lapped up by scientists



<https://www.abc.net.au/news/2018-11-26/slime-mould-tasmania-fungi-hunting/10554338>

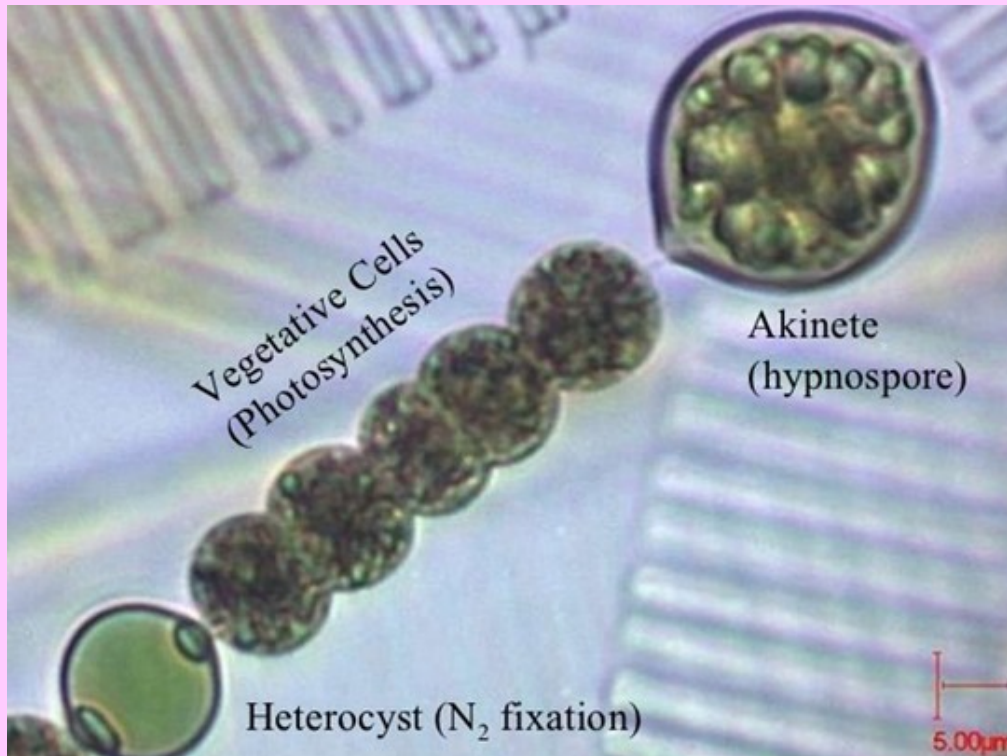
Růstové cykly vedoucí ke vzniku diferencovaných populací - sinice



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

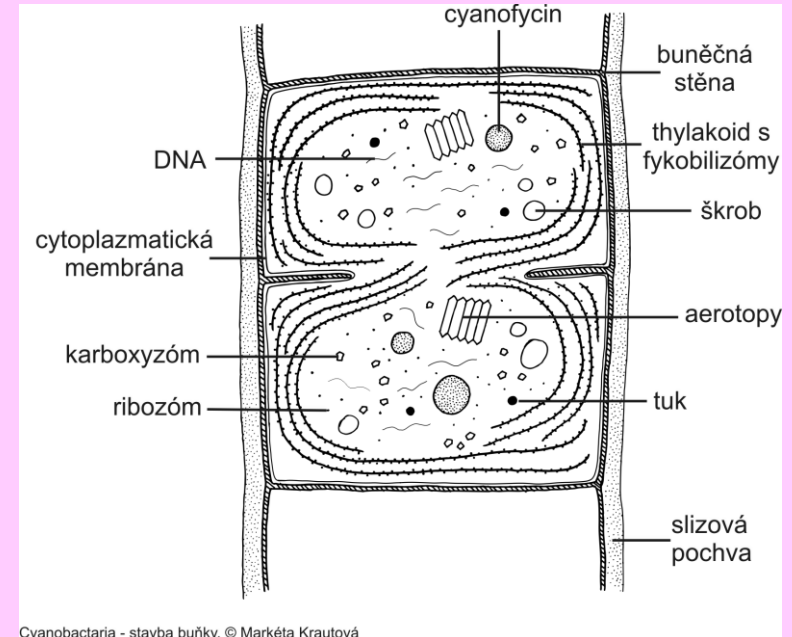
Sinice – *Cyanobacteria*

- 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
- 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)

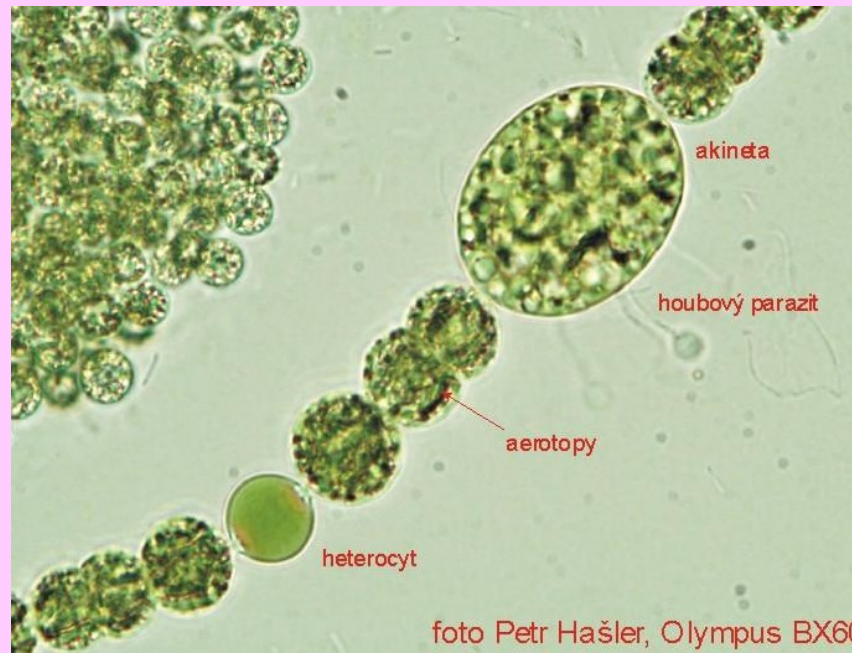


Heterocyty

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

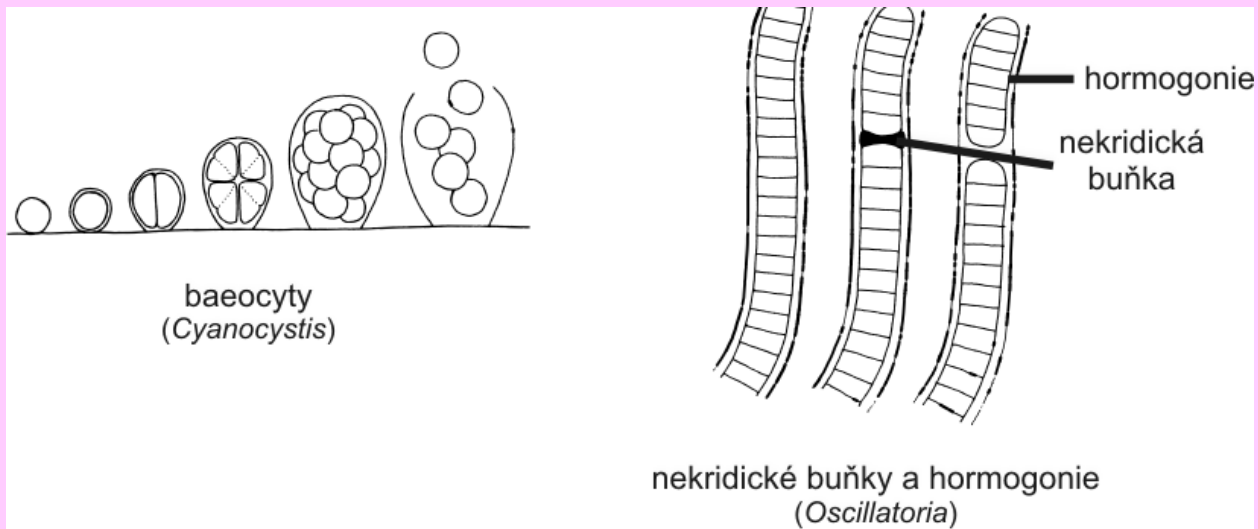
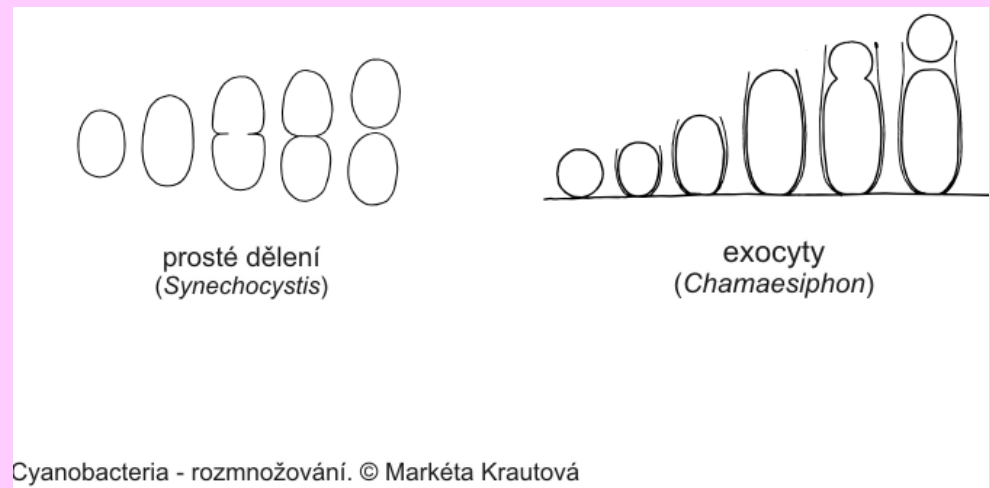
Akinety

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



Endospory

- vznikají mnohonásobným dělením mateřské buňky
- vznikají rozpadem vlákna (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*

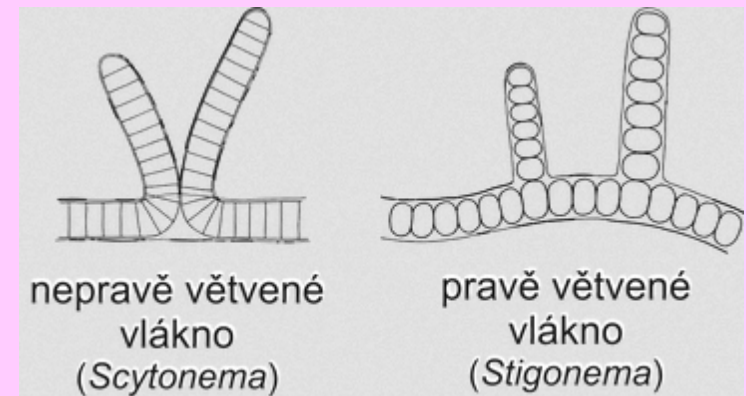
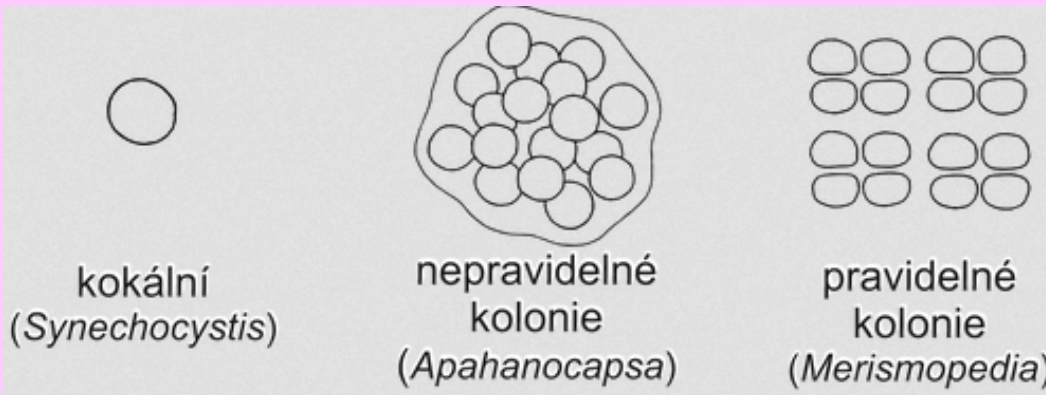
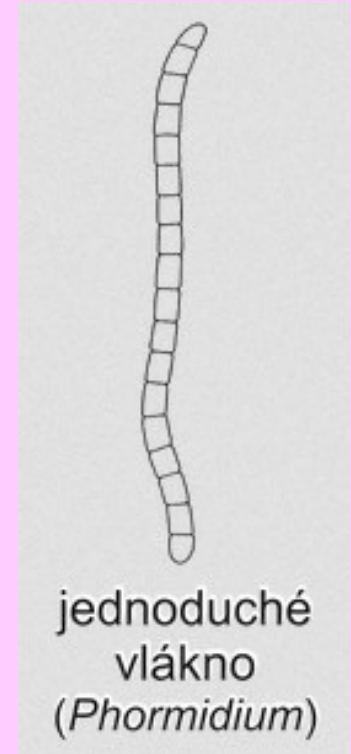
- jednoduché vláknité sinice

3. řád *Nostocales*

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

4. řád *Stigonematales*

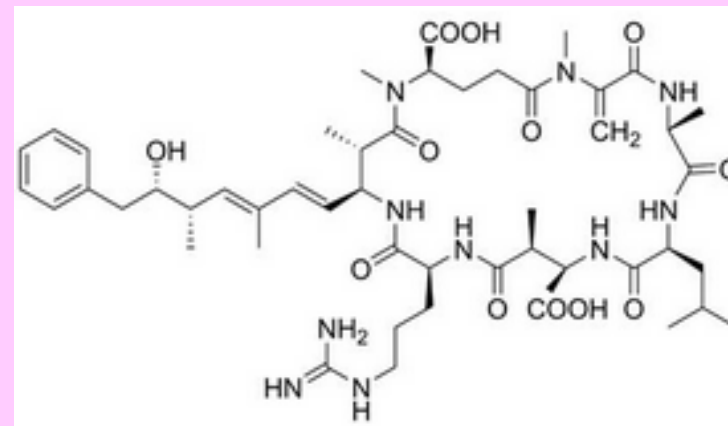
vláknité sinice s heterocyty a s pravým větvením



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 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



“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

<https://www.youtube.com/watch?v=XuZQUEFD52I>