

A black and white micrograph showing a dense network of dark, branching hyphae of the fungus Agromyces ramosus. The hyphae are thick and have a fuzzy, irregular texture. A white rectangular box with a black border is superimposed over the upper part of the image, containing the title 'Aktinomycety'.

Aktinomycety

Taxonomie

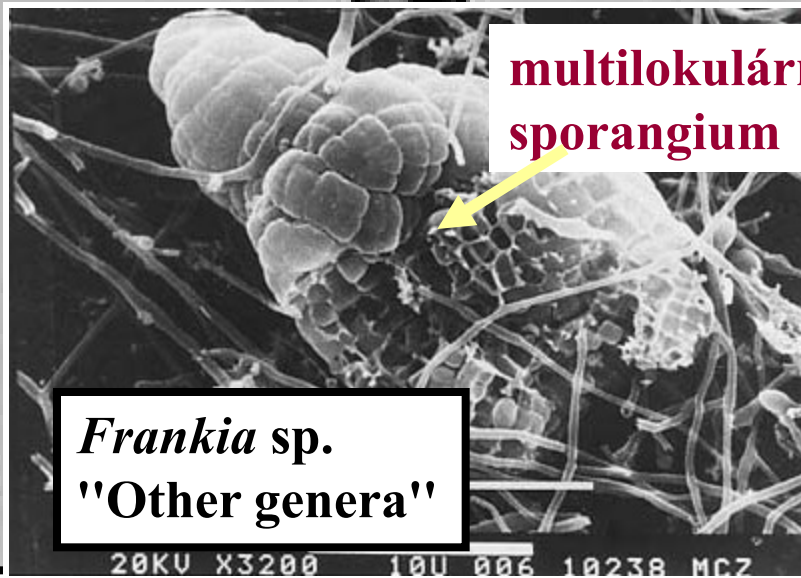
Životní cyklus

Morfologie

Agromyces ramosus IFO 13899



synemata



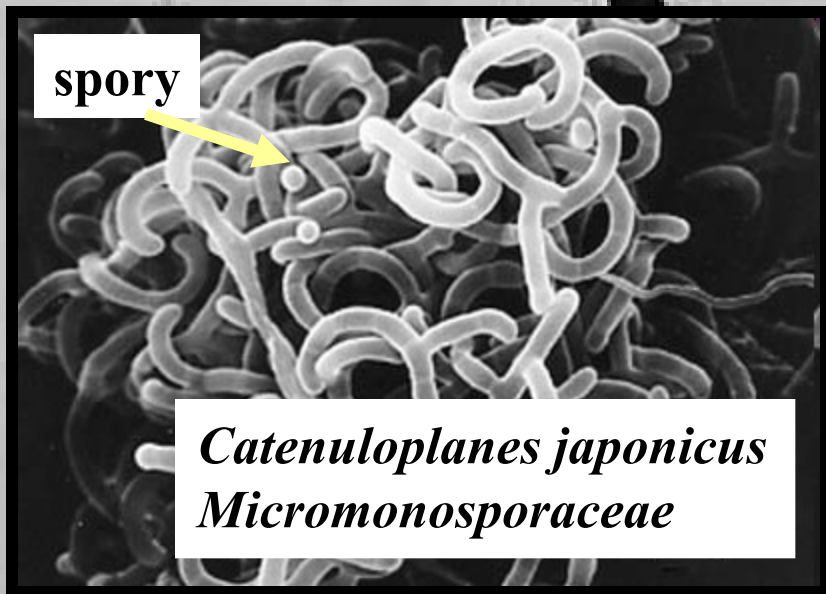
multiloculární sporangium

***Frankia* sp.
"Other genera"**



Nocardia farcinica

***Actinosynnema mirum*
*Pseudonocardiaceae***



spory

***Catenuloplanes japonicus*
*Micromonosporaceae***



***Kitasatospora setae* KM-6054
*Streptomycetaceae***

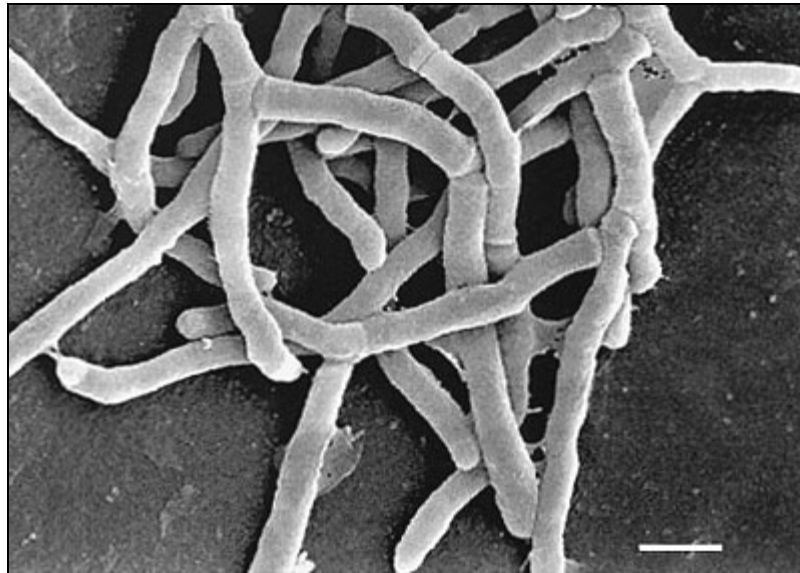
Actinomycetales

- Jiný význam než Actinomyces !!
- Heterogenní seskupení G⁺ mikroorganismů
- vysoký obsah G+C (55% a více)
- **Rodová taxonomie:**
 - morfologie – kolonií, mycelia, sporangií, spor
 - chemotaxonomie - podle složení **PG** (tetrapeptid: meso-DAP, L forma DAP) a **cukrů** v buněč. hydrolyzátu pomocí 1 směrné papírové chromatografie

arabinóza, xylóza, maduróza, ramnóza, fukóza

Actinomycetales - řád

- Jiný význam než *Actinomyces*!!
= rod řádu *Actinomycetales*



Actinomyces israeli

Nesporulující, anaerobní

Tyčinky tvoří vlákna s pravým větvením

Ústní dutina člověka

➤ *nokardioformní aktinomycety*

➤ *aktinomycety s multilokulárními sporangii*

Actinomycetales

- 30 čeledí

➤ *Actinoplanetes*

➤ *streptomycety*

➤ *maduromycety*

➤ *Thermomonospora a příbuzné aktinomycety*

➤ *Termoaktinomycety....*

Actinomycetales

Růst:

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

Actinomycetales

Reprodukce:

několik mechanismů

- **fragmentace hyf na haploidní sférické buňky (nokardioformní)**
- **nebo diferenciaci vzniklých fragmentů na spory (ostatní)**

Actinomycetales

Genom

- cirkulární nebo lineární
- 2x větší než *E.coli*
- plazmidy – bohaté na G+C, do 30ti kopií
10 – 40kb

kódují produkci specif. metabolitů,
antibiotik, biodegradační schopnosti

Actinomycetales

Ekologie:

výskyt hl. v půdě, vodě, sedimentech, GIT

1 milion buněk / gram půdy (okysličené)

- Dekompozice organických látek (fenol, celulóza, lignocelulóza)

Komenzálové teplokrevných živočichů

Parazité - *Nocardia*, *Streptomyces somaliensis*, *Rhodococcus*

Odolné vůči vysychání; sekundární metabolity

Actinomycetales - morfologie

- Větvená vlákna – hyfy
 - tvoří stabilní nebo rozpadavé mycelium
 - rozpad mycelia – reprodukční fce
- Charakteristika:
 - reprodukční (ne klidové) organely: spory
 - jednotlivě nebo ve sporangíích, řetízcích - počet
 - na S nebo V myceliu nebo na obou
 - hodnocení povrchu, tvaru, pohyblivosti...
- Mycelium – může se větvit, fragmentovat, konidie
 - substrátové (S), povrchové, vzdušné (V)

Zarůstá do agaru

Až několik cm nad agar

Actinomycetales

- Charakteristiky:

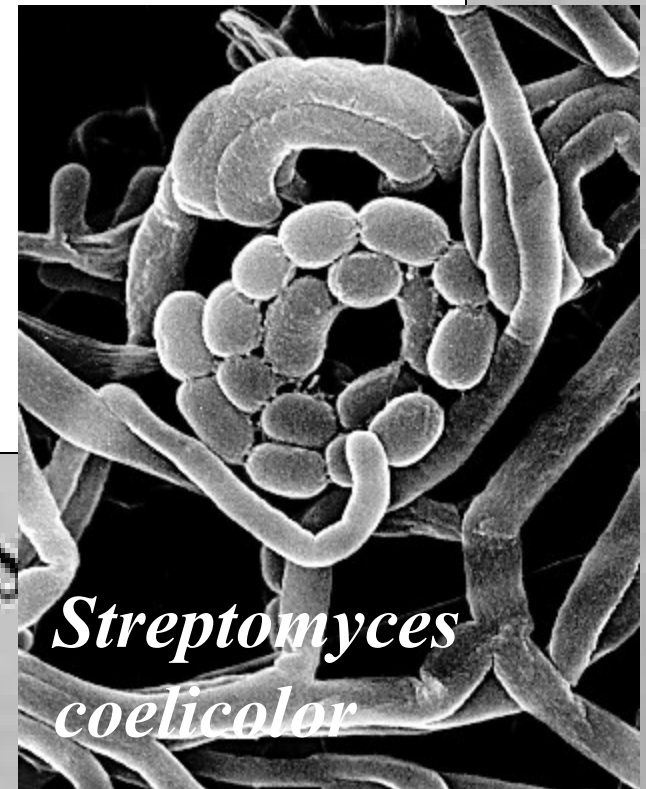
- přítomnost, tvar spor (S a V mycelium), i pohyblivé
- tvorba a tvar sporangií – váčky se sporama na V.M. / S.M.
- charakter mycelia - stabilní nebo rozpadavé, S.M., V.M.
- pigmentace - změna během růstu!
 - zbarvení vzušného a substrát.mycelia
 - zbarvení spor
- délka kultivace – několik dní, pevné i tekuté medium, vyzrálé vzdušné mycelium se sporama 7- 14dní
- Další specializ.strukt.: **sclerotia** (součást mycelia streptomycet - zásob. funkce – lipidy), **multilokulární sporangia** (*Frankia*), **synemata** (*Actinosynema*)

Mycelium



- Stabilní nebo dočasné (rozpad: *Oerskovia*)
- Současně S.M. i V.M.
- Nebo jen S.M. – nejčastěji
- Nebo jen V.M. – *Sporichthya*

- V.M. – zpočátku bílé,
později zbarveno podle spor



Nokardioformní aktinomycety

Slabá acidorezistence

(při odbarvování slabými kyselinami, kyselým alkoholem se odbarvují)

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

Nokardioformní aktinomycety

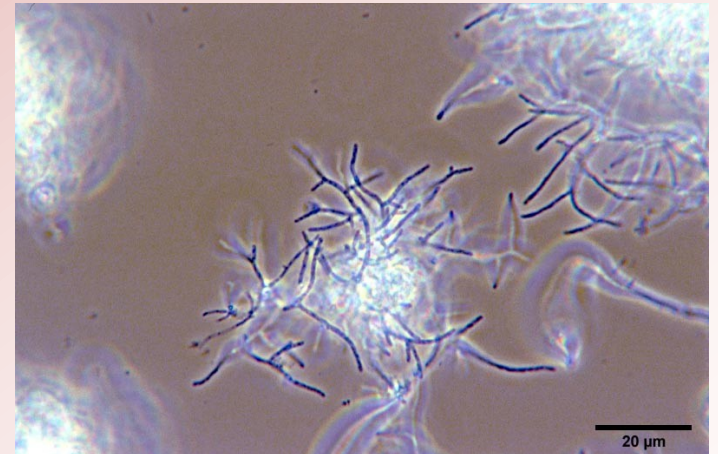
- 4 podskupiny

Půda, voda, hnůj, T.S., klin.mat

- Název podle:

nestálé mycelium rozpadající se do koků

- **Někdy** vzdušné mycelium
- Rodová diference na základě **složení B.S.**
- *Nocardia*
- *Rhodococcus* – málo V.M.
- *Gordonia* – bez V.M.
- *Tsukamurella*

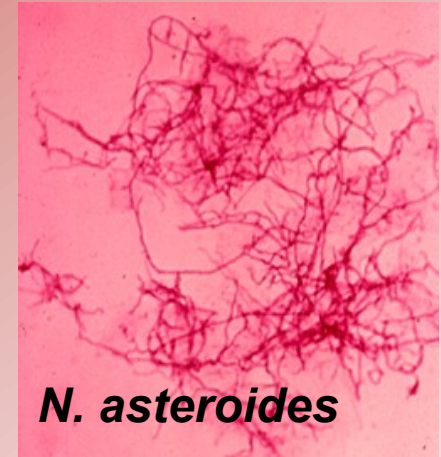




Nocardia,
kožní léze



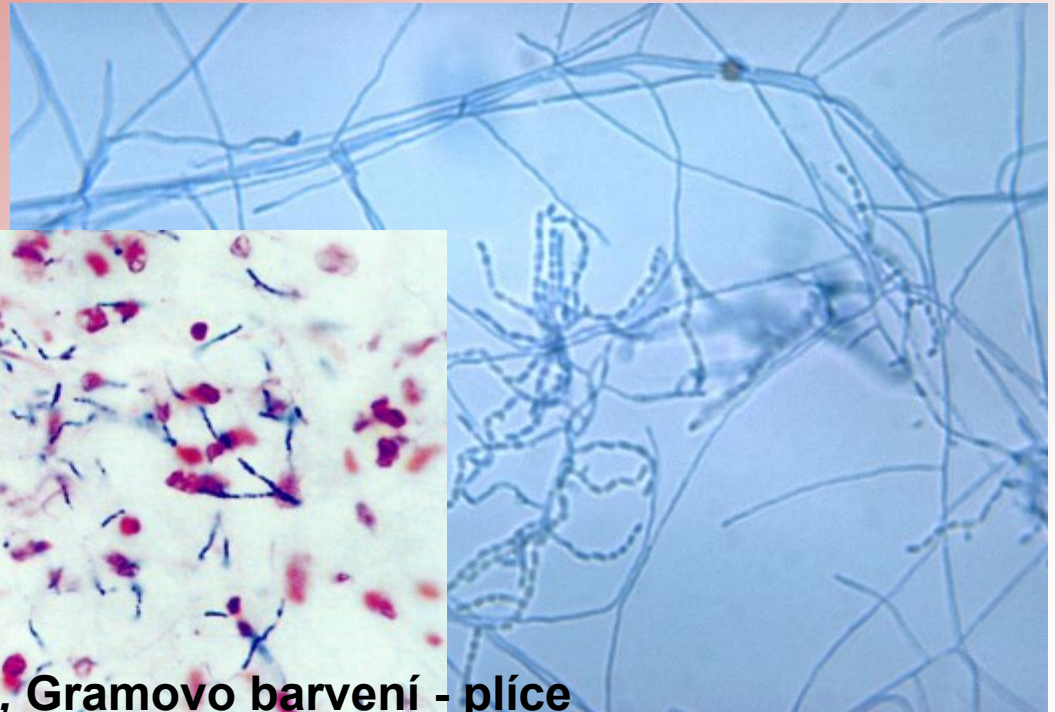
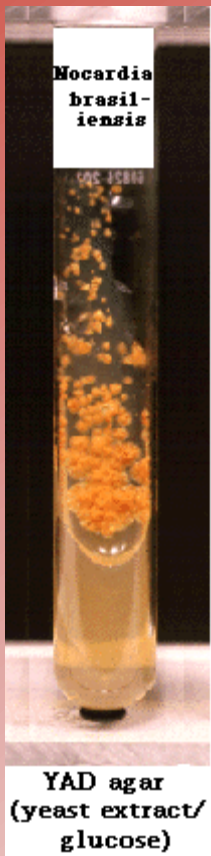
Nocardia farnicia



N. asteroides

Nocardia

Drsné kolonie
Lpí na mediu
Pigmentované
Vzdušné hyfy ano



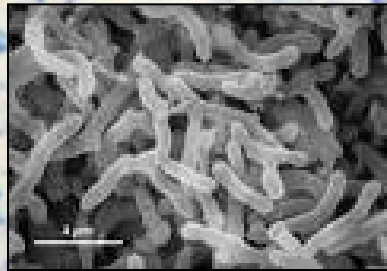
N. asteroides, Gramovo barvení - plíce

Rhodococcus equi

Kinyoun modified acid-fast stain

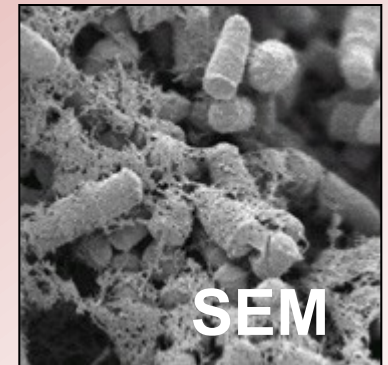
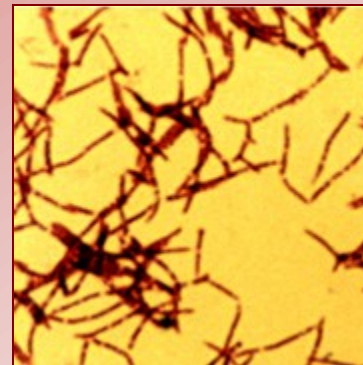
Sputum, 100X

Koky uvnitř makrofágů



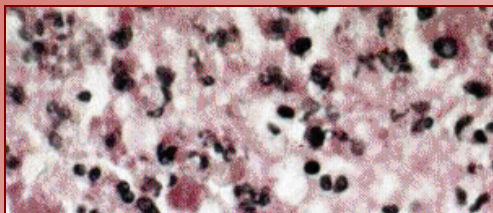
L. Bry. 10/2001

Rhodococcus

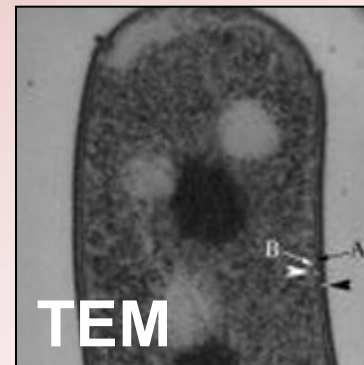


SEM

Rhodococcus sp. *R. aetherivorans*

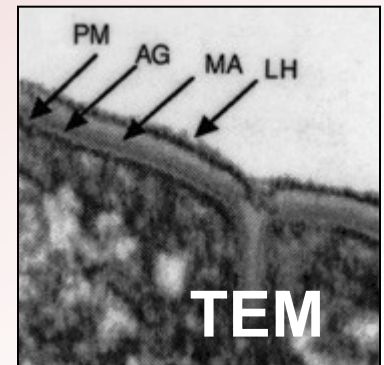


Gramovo barvení
Kokobacily, tyčinky
málo vzdušné mycelium



TEM

R. aetherivorans

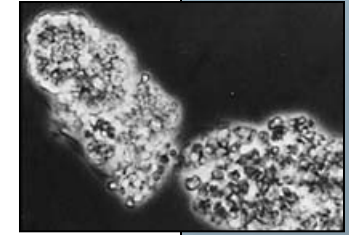


TEM

R. ruber V49.

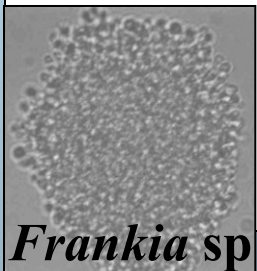
Degradativní enzymy – fenol

Aktinomycety s multilokulárními sporangii



- netvoří V.M.
- vzniká **několik řad** pohyblivých nebo nepohyblivých spor – **výstupky!**
- 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.



Actinoplanetes

- půda, voda, sedimenty, T.S. hmyzu

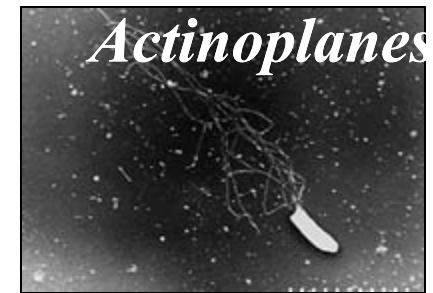


Dactylosporangium

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

- přisedlé stadium

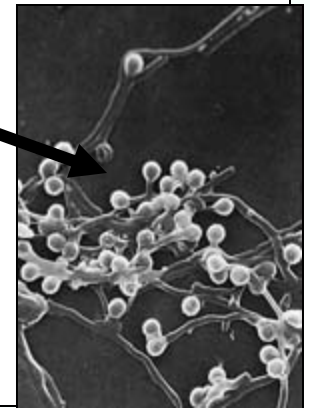
- vegetativní mycelium a sporangia, nerozpadavé, V.M. zřídka



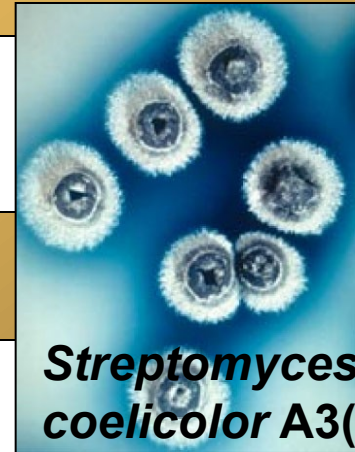
- pohyblivé stadium – spory – voda

- někdy spory va koncích hyf – bez sporangia

- *Actinoplanes*, *Ampullariela*, *Micromonospora*

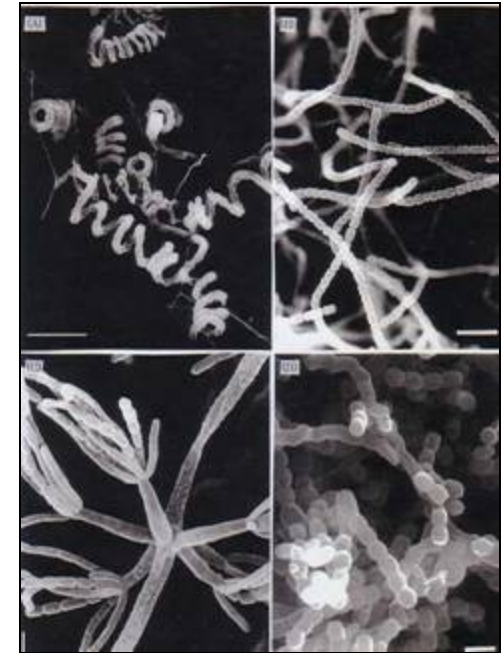
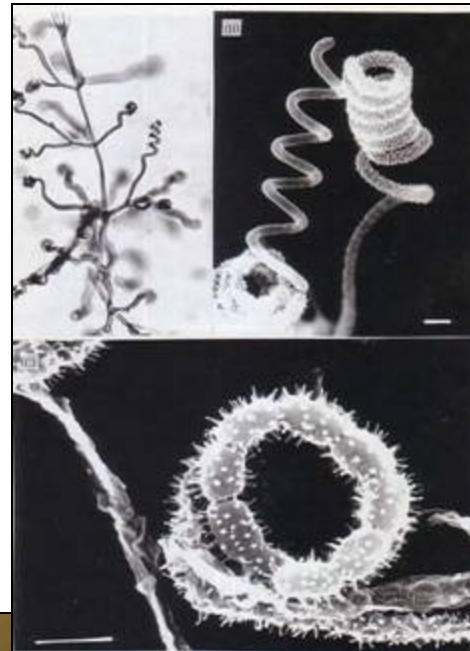


Streptomycety



*Streptomyces
coelicolor* A3(2)

- B.S.: L-amino DAP a glycin
- komplexní růstový cyklus, zřídka fragmentace hyf
- produkce sekundárních metabolitů
- rozklad lignocelulóz
- *Streptomyces* - saprofyté
- *Streptoverticillium*
- *Kineosporia*
- *Intrasporangium*



Streptomycety

- Antibiotika
- Protinádorové ATB – bleomycin
- Hlístopudné látky:
 avermectin, milbemycin
- Herbicity – tripeptid bialafos, herbimycin
- Imunosupresiva -
 FK 506 (tacrolimus) (*Streptomyces tsukubaensis*)
- Aditiva do krmiv – PP ATB nosiheptid
- Degradativní enzymy

Maduromycety

- meso-DAP + maduróza (hl.cukr)
- stabilní větvené mycelium, nerozpadá se
- spory –2, řetízky nebo sporangia
- *Actinomadura* – řetízky spor, ostře červený pigment, 10 – 60°C, klin mat. (pokud cílený dk)

- „Madura foot“



Phaeoacremonium inflatipes

Madurella mycetomatis

Fusarium

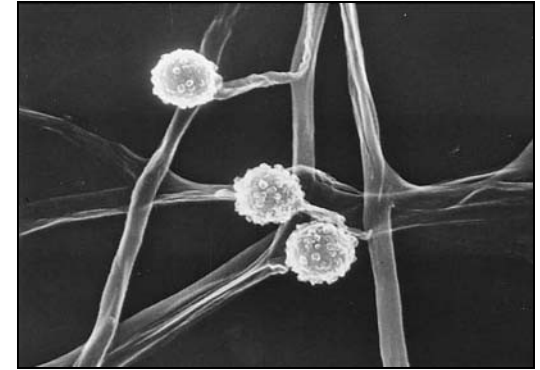
Nocardia brasiliensis

Streptomyces somaliensis

Ohraničený zánět způsobený plísní

Thermomonospora a příbuzné aktinomycety

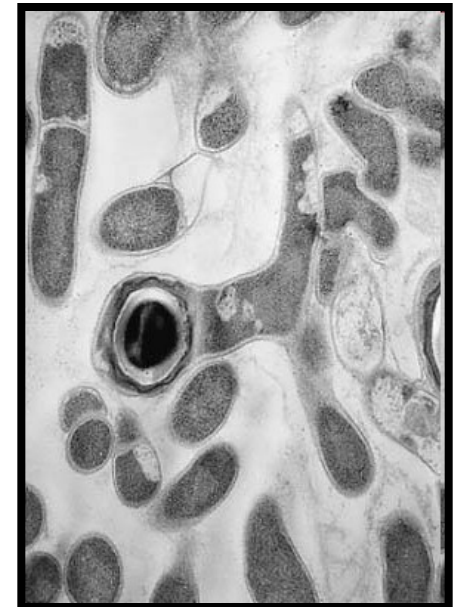
- **meso – DAP**, 40 – 48 C
- kompost a hnůj
- všechny rody **V.M.**
- Úloha při rozkladu org.materiálu:
 - xylany a celulóza – dekompozice
 - nejaktivnější prokaryota rozkládající celulózu
- náročné na kultivaci – **vitamíny, AMK**
- *Thermomonospora* – nepohyblivé aleuriospory
= vznikají zduřením terminální nebo laterální b. hyfy



*Thermomonospora
formosensis*

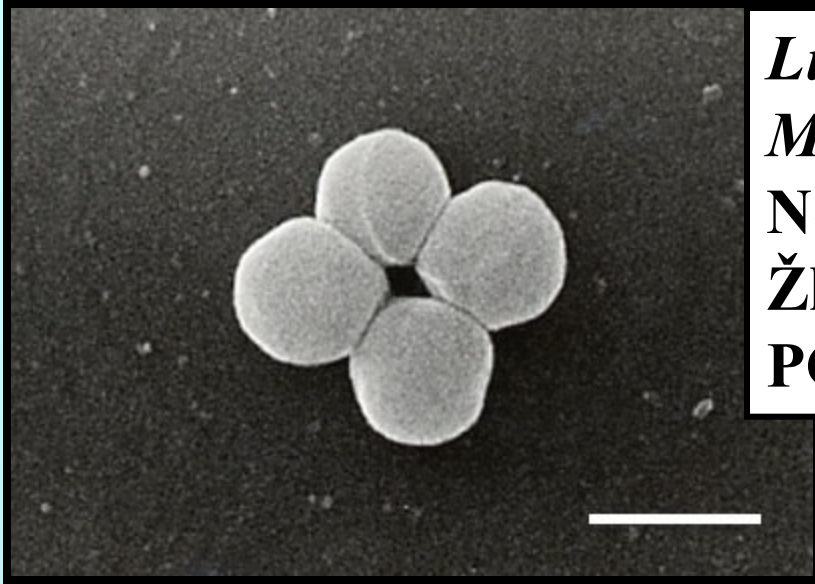
Thermoaktinomycety

- tvoří **pravé endospory** (obsahují dipikolinovou kys.), výskyt jednotlivě v hyfách V.M. i S.M.
- spory extrémně dlouho životaschopné
- i v jiných vlastnostech velmi podobné bacilům (meso-DAP v BS, nenasycené menachinony se 7-9 izoprenoidními jednotkami)
- růst 50 – 60 °C
- kompost, obilí
- *Thermoactinomyces*



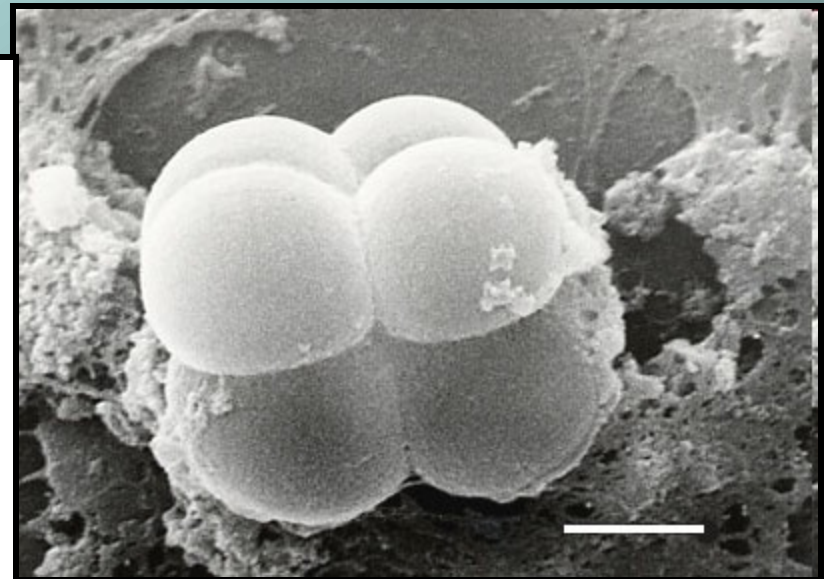
Další čeledě

- *Micrococcaceae*
- *Sanguibacteraceae*
- *Brevibacteriaceae*
- *Cellulomonadaceae*
- *Dermabacteraceae*
- *Corynebacteriaceae*
- *Propionibacteriaceae*
- *Mycobacteriaceae*

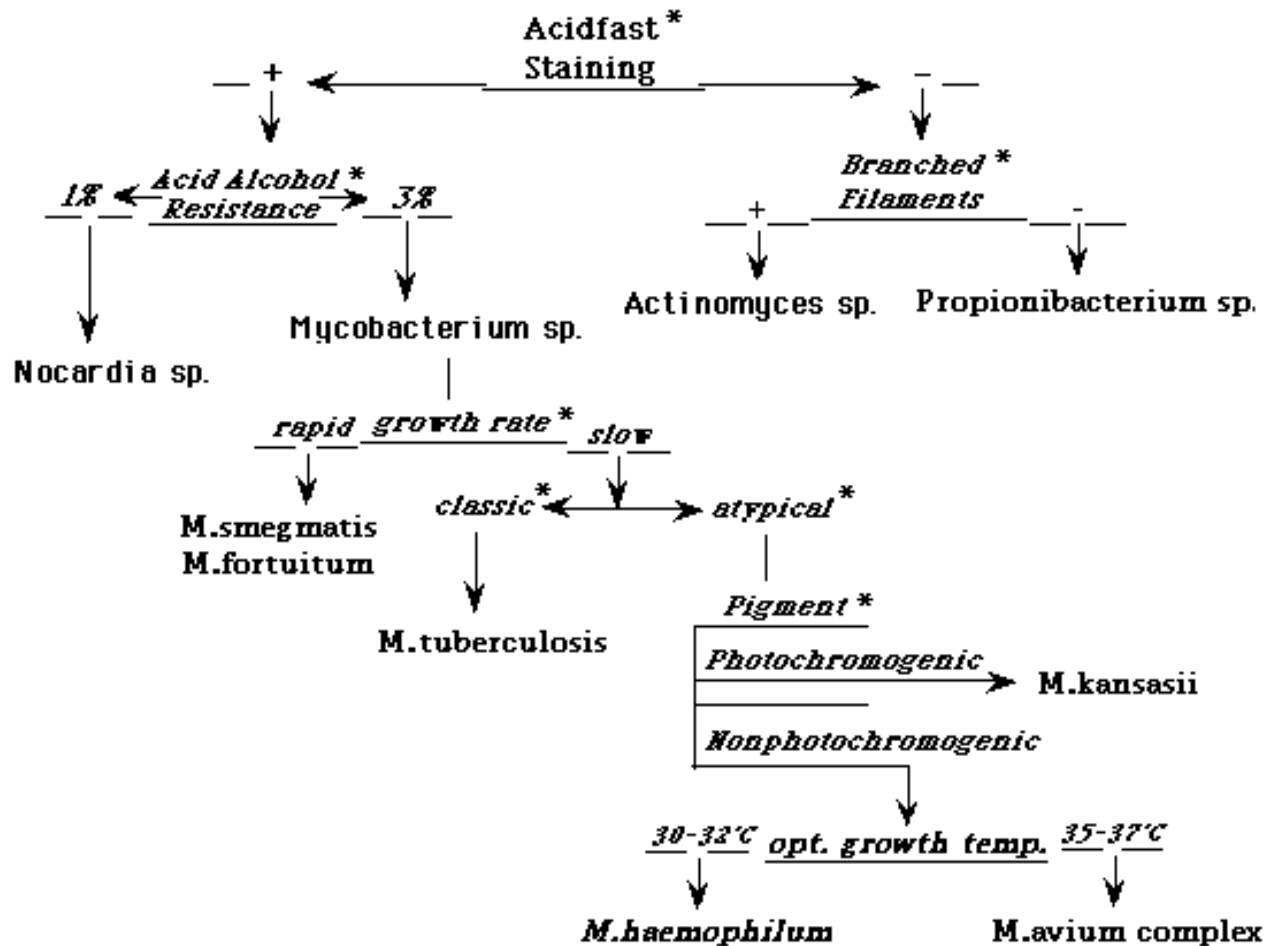


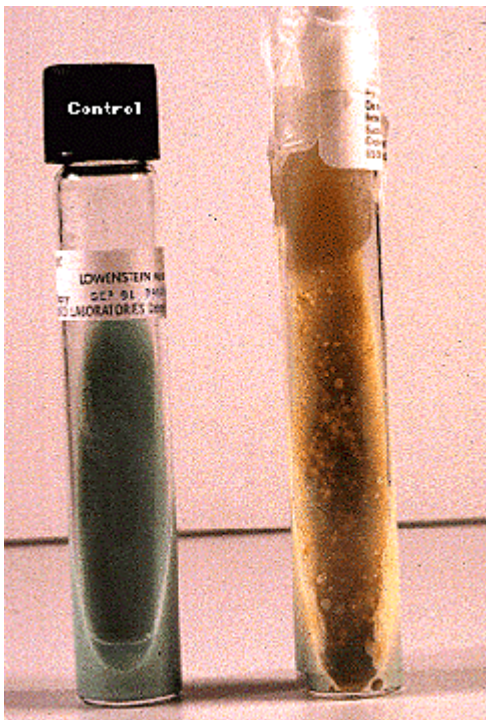
Luteococcus japonicus
Micrococcus, Microbacterium
Nesporulující
Žluté kolonie
PG: LL DAP

Kineococcus aurantiacus
Micrococcus, Microbacterium
Pohyblivé koky
Nesporulující
Tetrády nebo neprav.shluky.
Oranžové drsné kolonie.
PG: *meso*-DAP



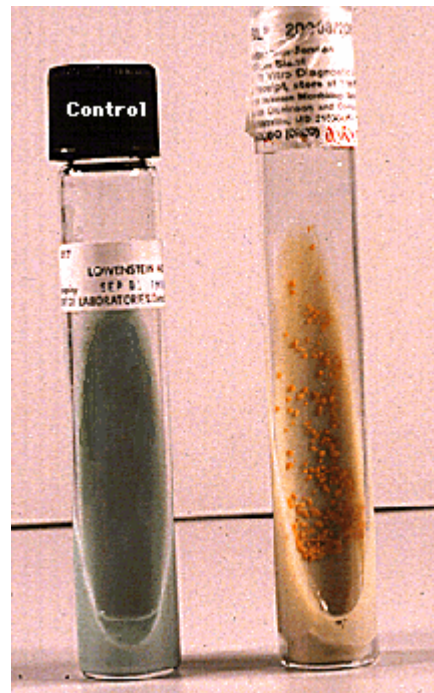
Identification of Acidfast / Branched Rods





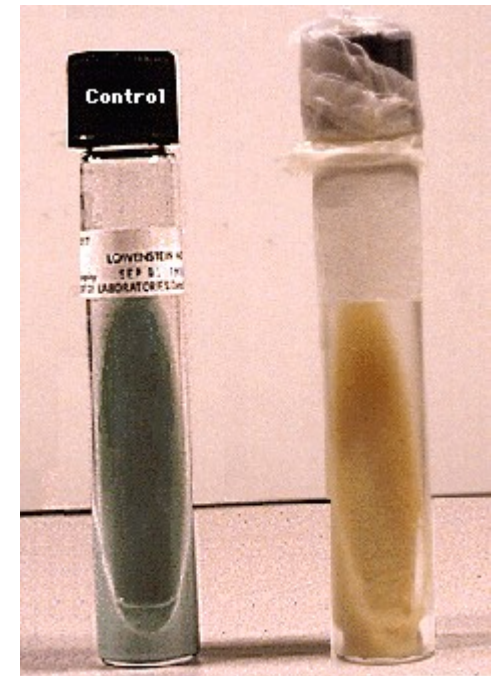
Mycobacterium tuberculosis
Lowenstein-Jensen media

The surface texture of the colony is rough due to the fact that the organisms adhere to each other strongly



Mycobacterium kansasii
Lowenstein-Jensen media

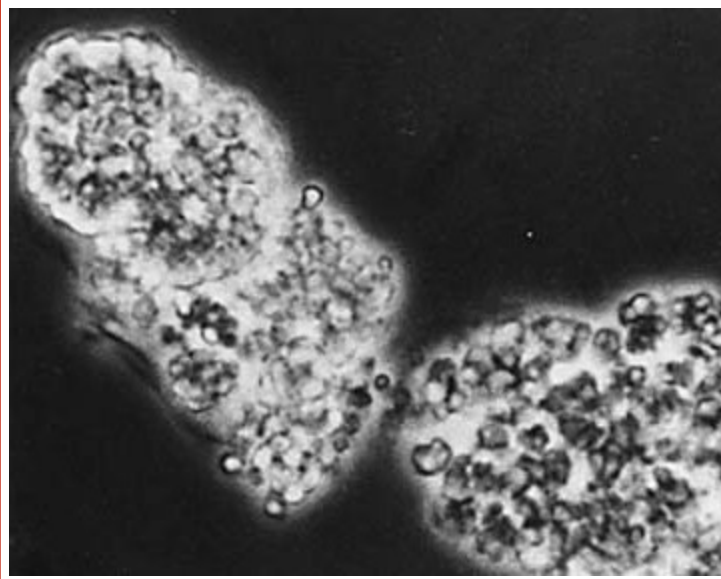
The colony morphology is smoother and they are non-adherent (they do not produce "cord factor")



Mycobacterium avium
Lowenstein-Jensen media

Its growth is similar to that of *Mycobacterium kansasii* - smooth and non-adherent but it is nonpigmented under both dark and light conditions

Charakter mycelia



Geodermatophilus sp.

Aktinomycety s **mnohopouzdernými sporangii**
Sporangia hlízkovitého tvaru

– s krychlovitými buňkami, rozpadavé

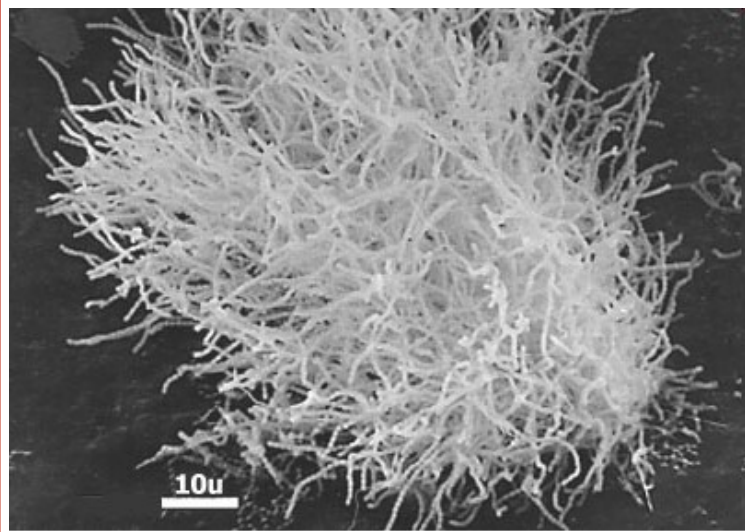
Netvoří vzdušné ani substrátové mycelium

Morfologie spor: výstupky, i bičíky

PG: meso – DAP

Formuje stélky čtvercovitých a kokovitých b.

**Časná stadia růstu: zoospory, pučící buňky,
pseudomycelium, příčná septa...**



Streptomyces sp.

Streptomycetaceae

**Šedobílé vzdušné mycelium
s rovnými řetízky spor.**

antimycin

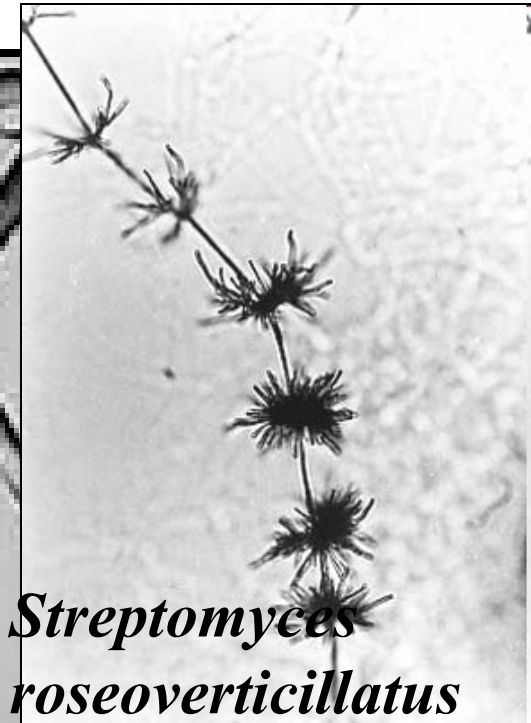
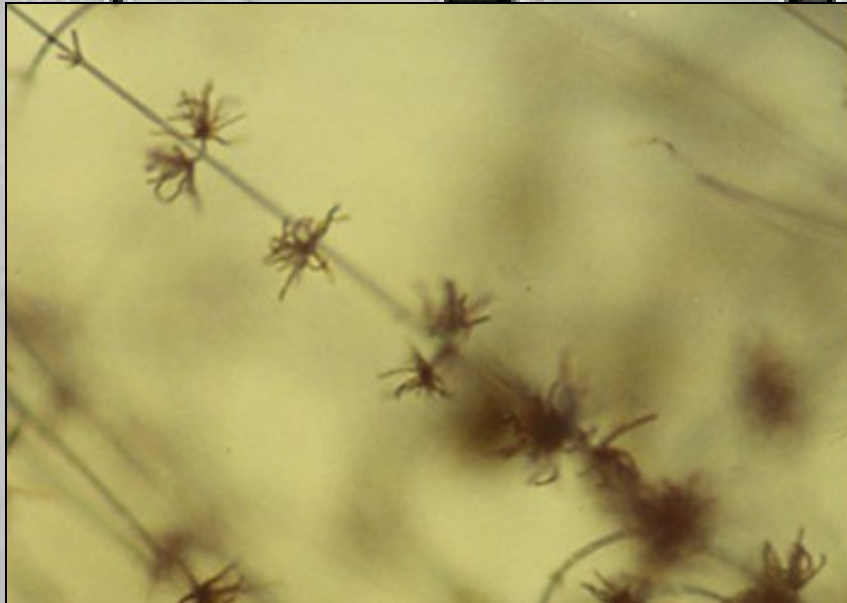


Streptomyces verticillus

Streptomycetaceae

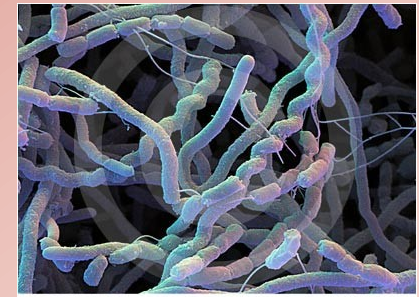
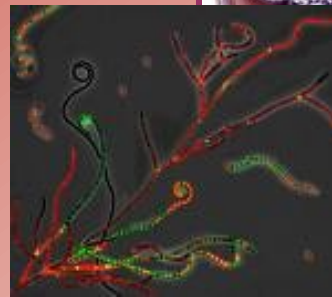
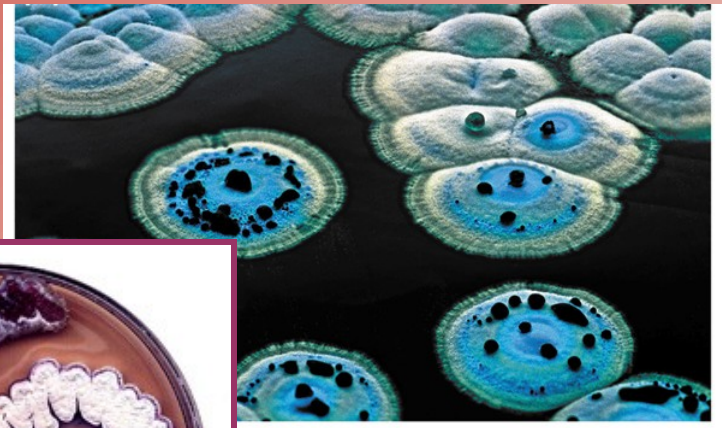
Vzdušné mycelium – větvené vegetativní hyfy, tvoří závitky.

**Protinádorové ATB bleomycin – GP
Chemoterapie karcinomu buněk
dlaždicového epitelu a maligního
lymfomu.**



*Streptomyces
roseoverticillatus*

Streptomyces avermitilis

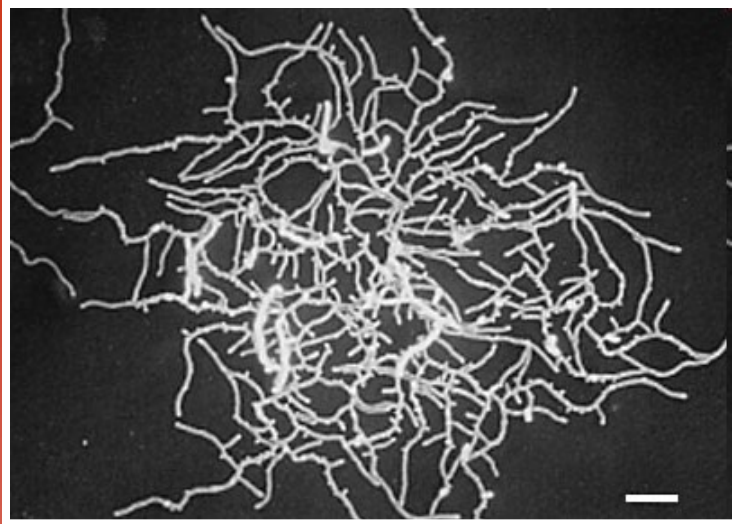


Streptomyces coelicolor

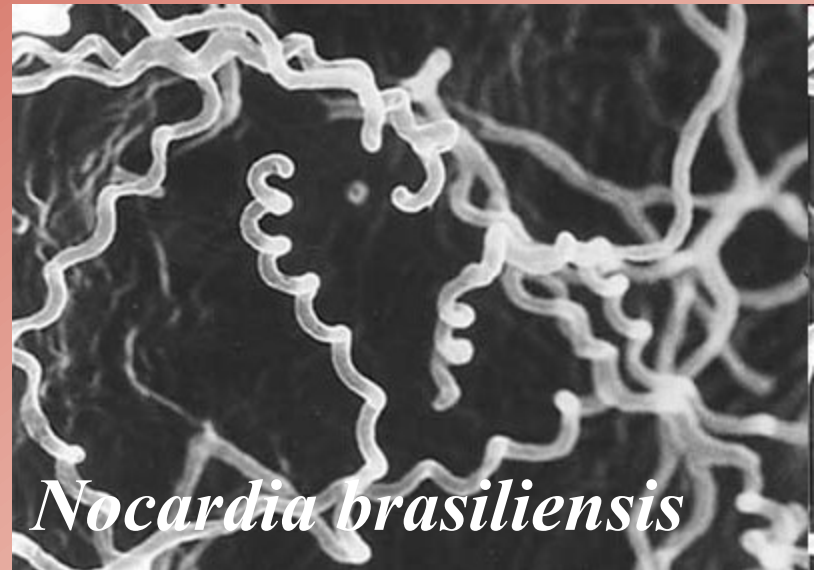
Červené ATB (undecylprodigiosin a modrý actinorhodin).

Vzdušné hyfy tvoří spirály před vznikem řetízků desítek spor.

Kmen A3(2) - genetické studie.



Nocardia asteroides
Nokardioformní aktinomycety
Vzdušné mycelium

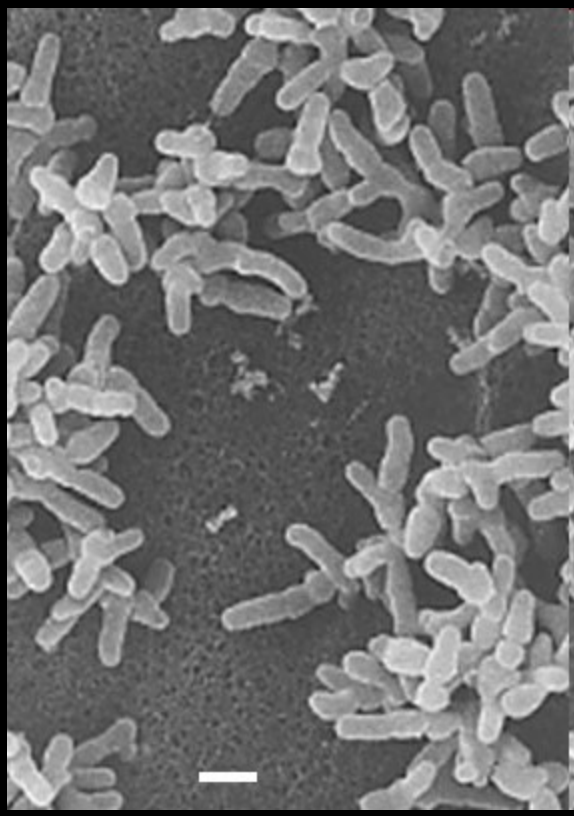


Nocardia brasiliensis



Nocardia brevicatena

Krátké řetízky spor, S i V mycelium se septy - fragmentace



Sporichthya polymorpha

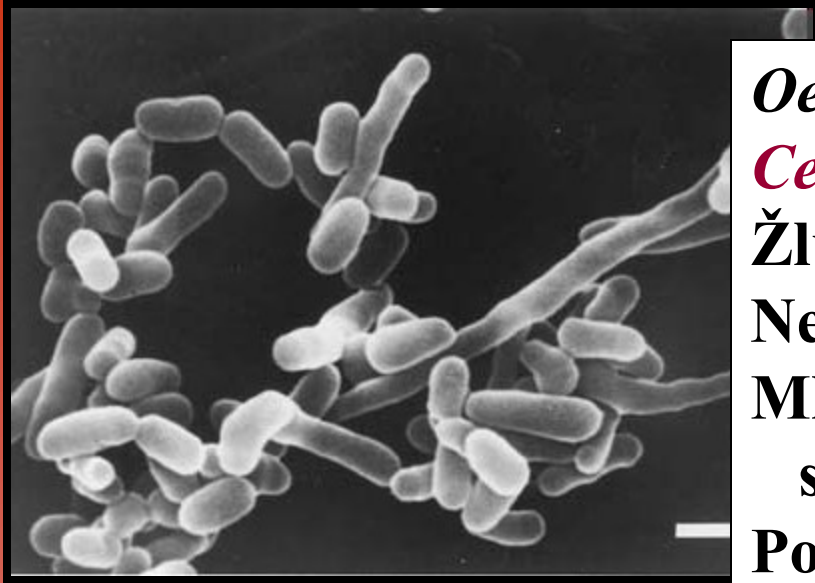
"Other genera"

Nažloutlé kolonie

Vzdušné mycelium

Bez substrátového!

Buňky po fragmentaci pohyblivé.



Oerskovia turbata - *Cellulomonas*

Cellulomonadaceae

Žluté kolonie

Netvoří vzdušné mycelium

Mladé vegetativní hyfy – vláknité,
silně větvené.

Později fragmentují v pohyblivé tyčky

Rhodococcus equi

Větvící se vlákna buněk - časná fáze růstu

Fragmentace – kokotyčky, koky- pozdní fáze

Bez vzdušného mycelia

Enzym degradující glykosfingolipid



Synemata



Actinosynnema mirum
Pseudonocardiaceae
Fragmentací hyf
– kulaté pohyblivé spory



Vztyčený svazek
hyf nesoucí spory.
Znatelná fúze hyf.



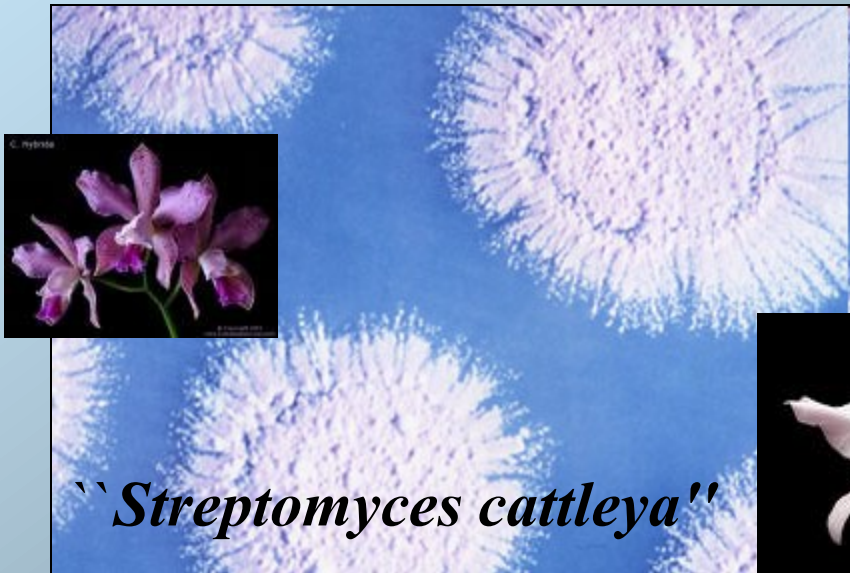
Actinomadura libanotica
Thermomonosporaceae



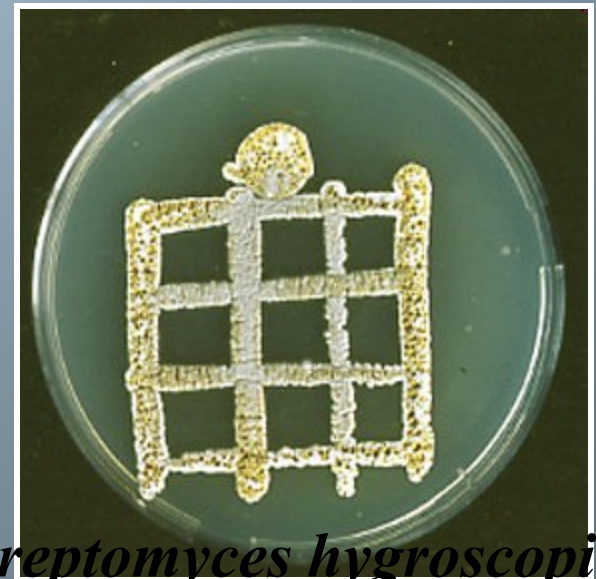
Streptomyces



Streptomyces noursei



Streptomyces cattleya



Streptomyces hygroscopicus
subsp. *aureolacrimosus*



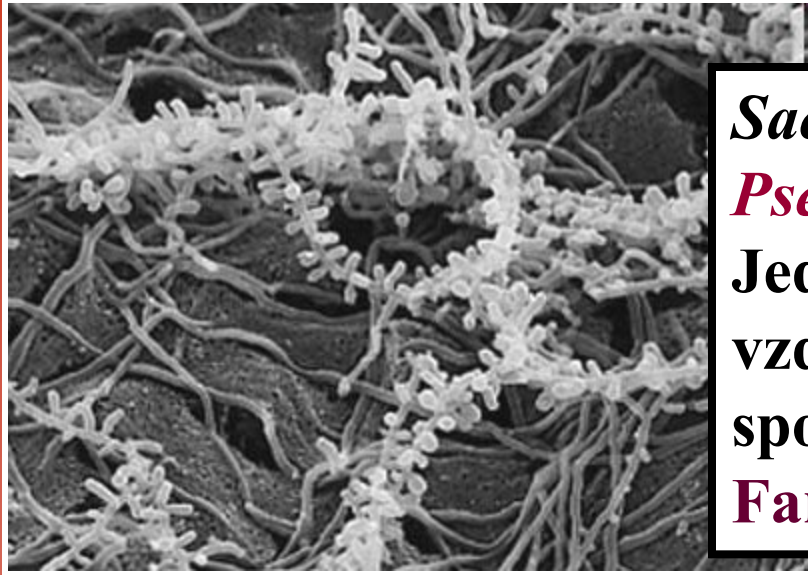
Actinomadura rugatobispora
Zelené vzdušné mycelium



Charakter spor

Konidie – nepohlavní spory

1, 2, řetízky – dlouhé, krátké (<20)

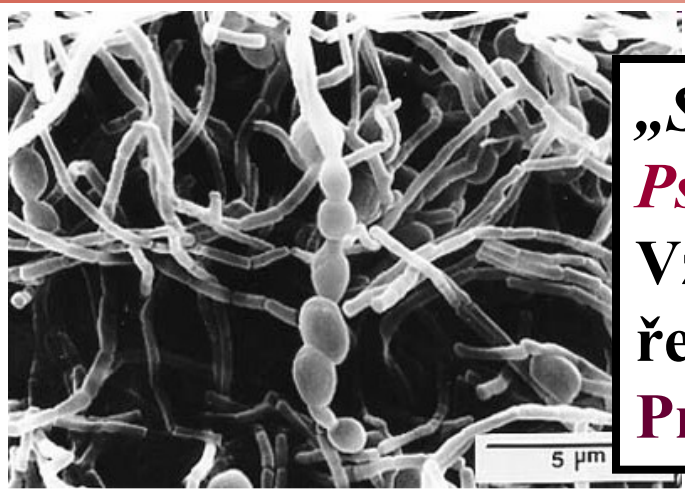


Saccharomonospora viridis

Pseudonocardiaceae

Jednotlivé aleuriospory hustě podél vzduš.hyf, přisedlé nebo na krátkých sporoforech.

Farmářské plíce



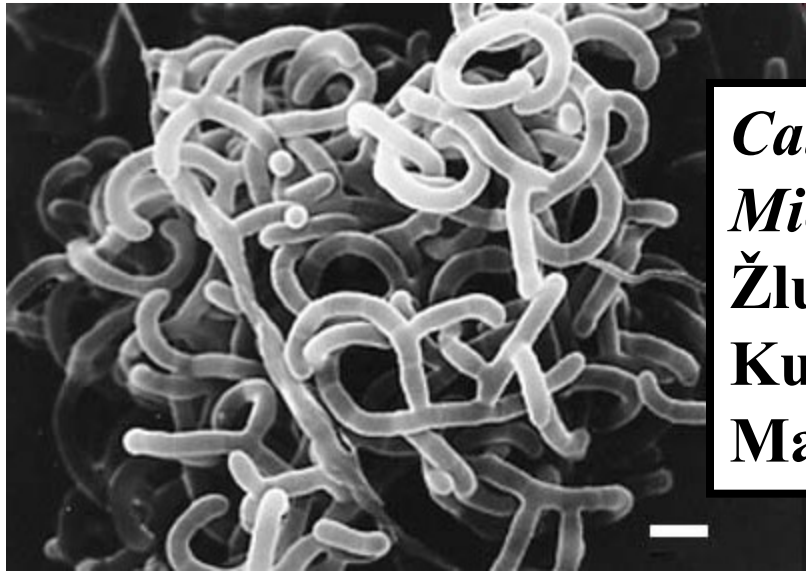
„*Saccharopolyspora interjecta*“

Pseudonocardiaceae

Vzdušné i substrát.mycelium nese krátké řetízky terminálních spor.

Produkce ATB chloropolysporinů

Charakter spor



Catenuloplanes japonicus

Micromonosporaceae

Žluté až nahnědlé S mycelium

Kulaté spory – fragmentací V mycelia

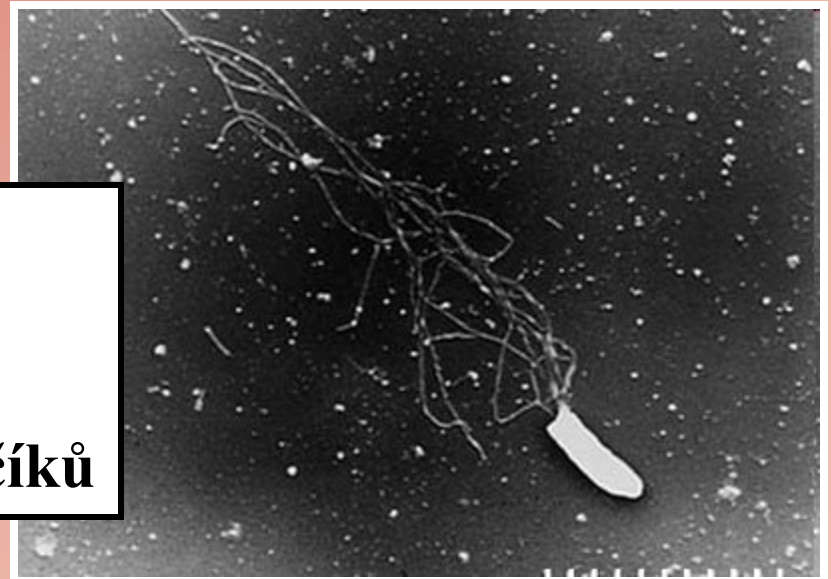
Mají hladký povrch, bičík

Actinoplanes sp.

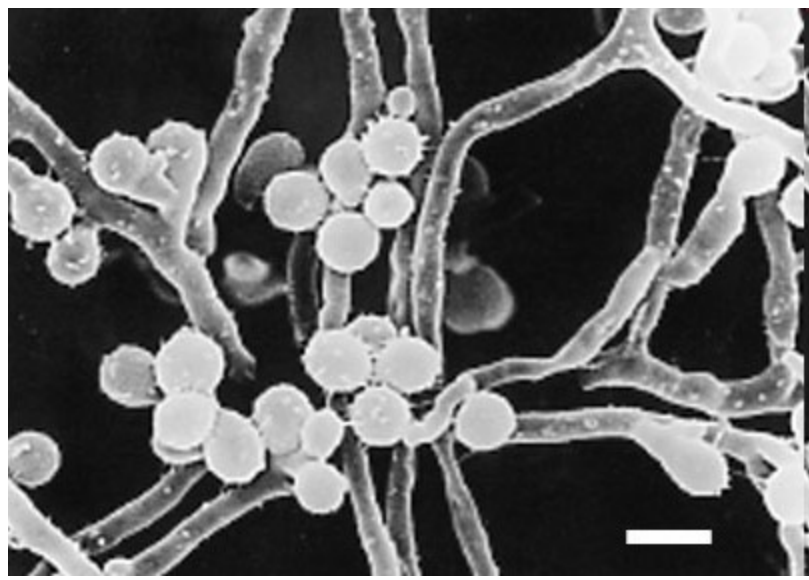
Micromonosporaceae

Spory – kulaté nebo elipsoidní

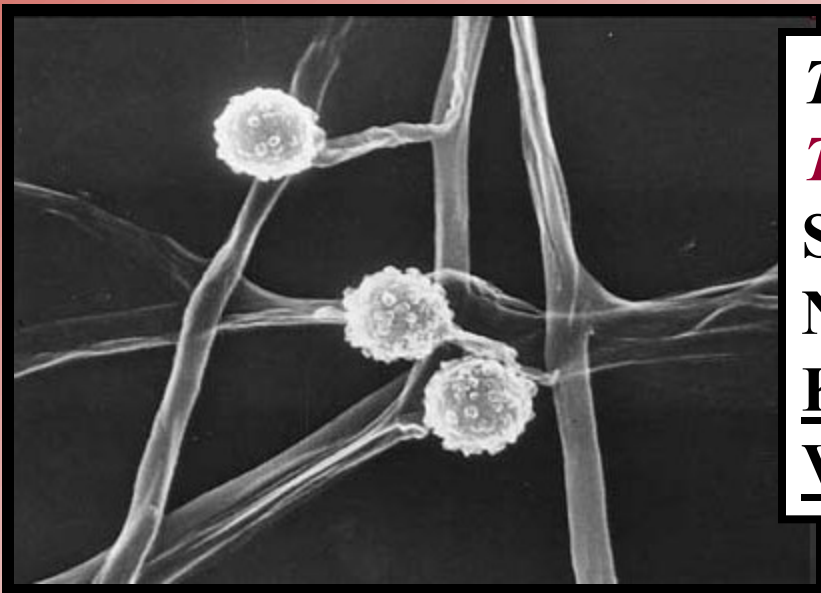
Pohyblivé svazkem polárních bičíků



Charakter spor

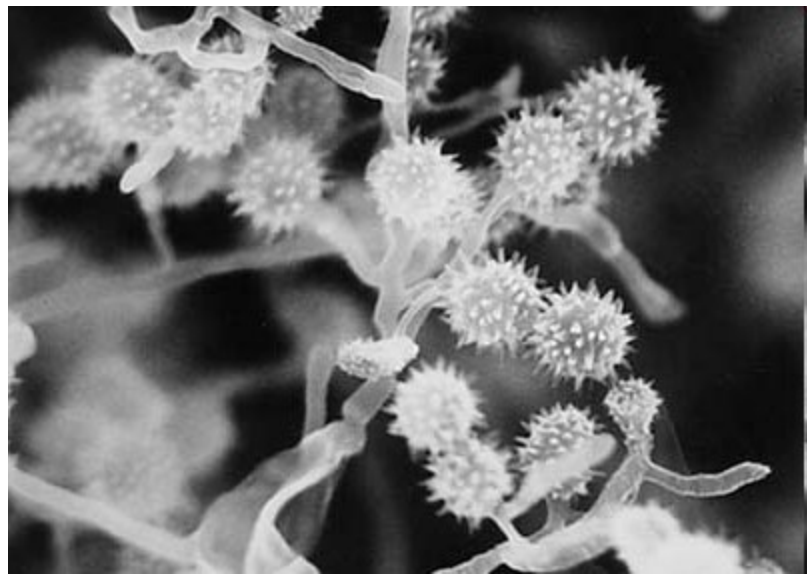


Verrucosospora gifhornensis
Na substrátovém myceliu
jednotlivé spory s výrůstky.
Oranžový pigment.
Bez vzdušného mycelia.



Thermomonospora formosensis
Thermomonosporaceae
Spory s bradavčitými výrůstky
Na substrátovém i vzdušném myc.
Kolonie: růžové až oranžové
Vzdušné mycelium: bílé

Charakter spor

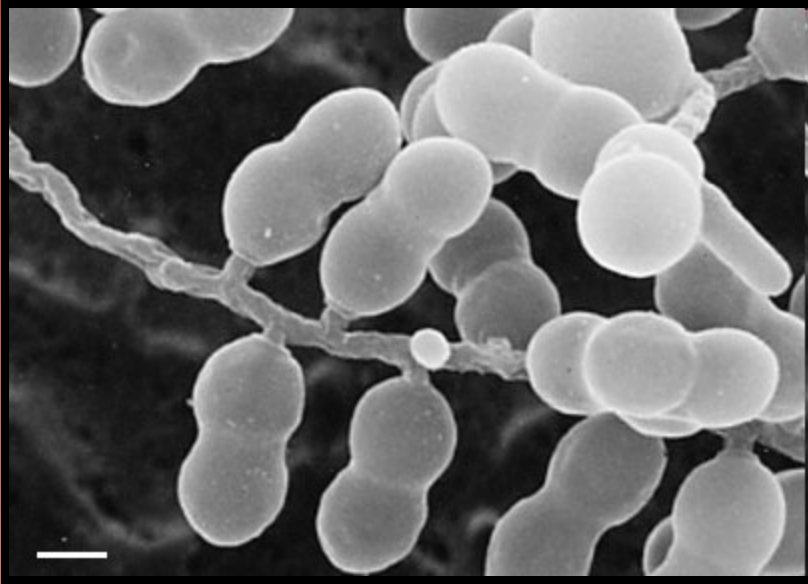


Actinomadura echinospora
Thermomonosporaceae
Spory: trnité výběžky

Actinomadura luteofluorescens
Thermomonosporaceae
Segmenty mezi sporami
U rodu obecně chudší růst,
kratší řetízky a větší spory než
u streptomycet



Charakter spor

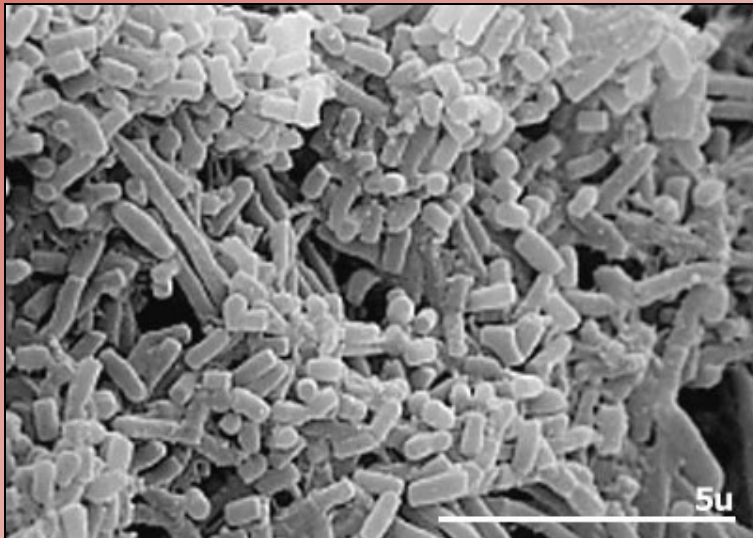
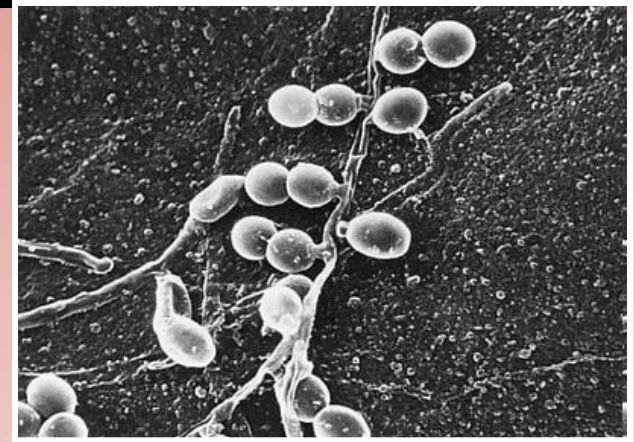


Microbispora rosea

Streptosporangiaceae

Dvojice spor – V mycelium

Krátký sporofor



Glycomyces rutgersensis

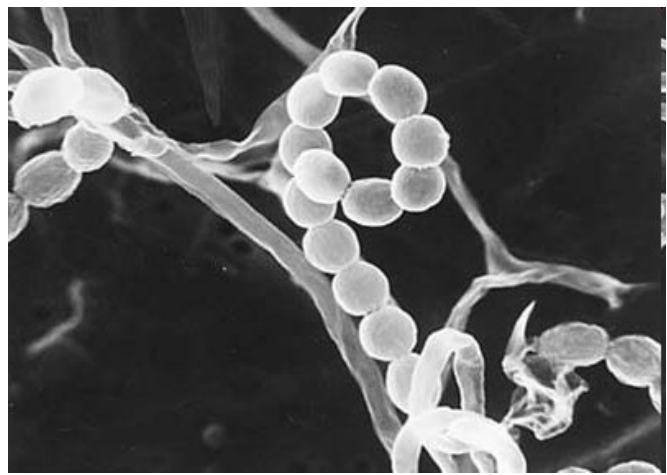
'Other genera'

Vzdušné mycelium

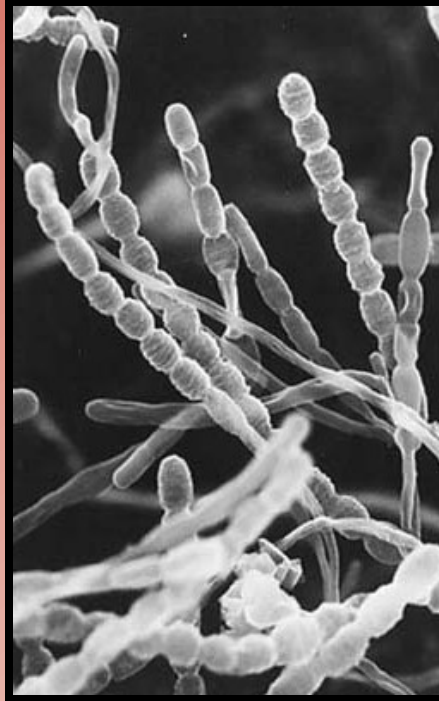
Fragmentací – čtvercové, cylindrické
spory různé délky a šířky



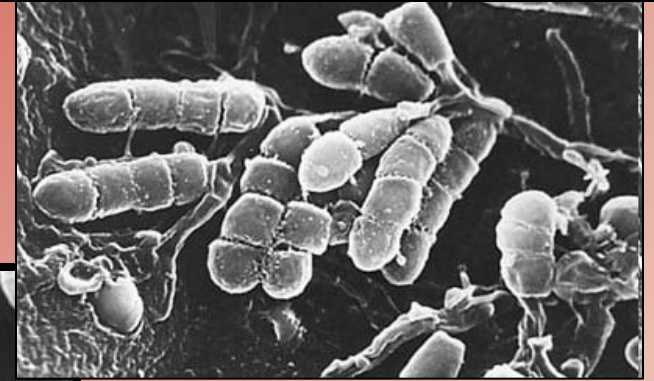
*Nocardia
brevicatena*
Kulaté, ovoidní až
nepravidelné spory



Microtetrastroma salmonia
- *Nonomuraea*

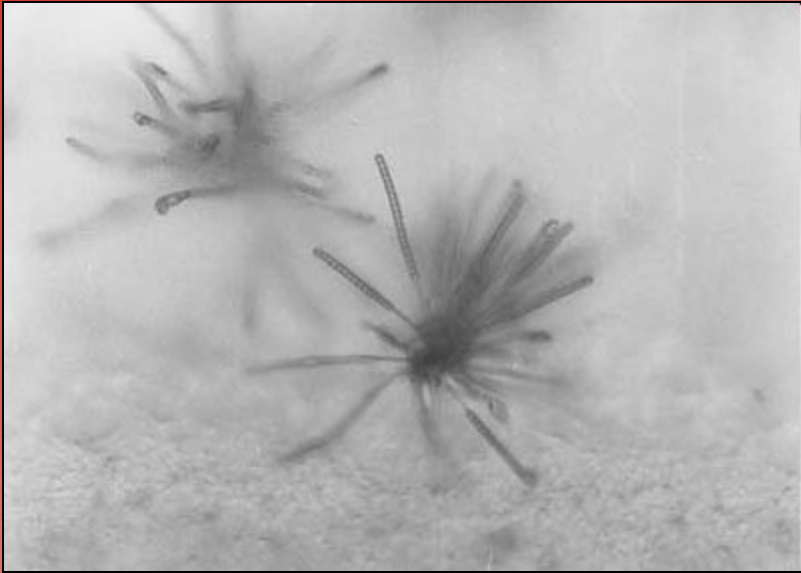


*Microtetrastroma
roseola* -
Nonomuraea roseola
Streptosporangiaceae
Elipsovité spory s
rýhami



Microtetrastroma- tetrády

Charakter spor

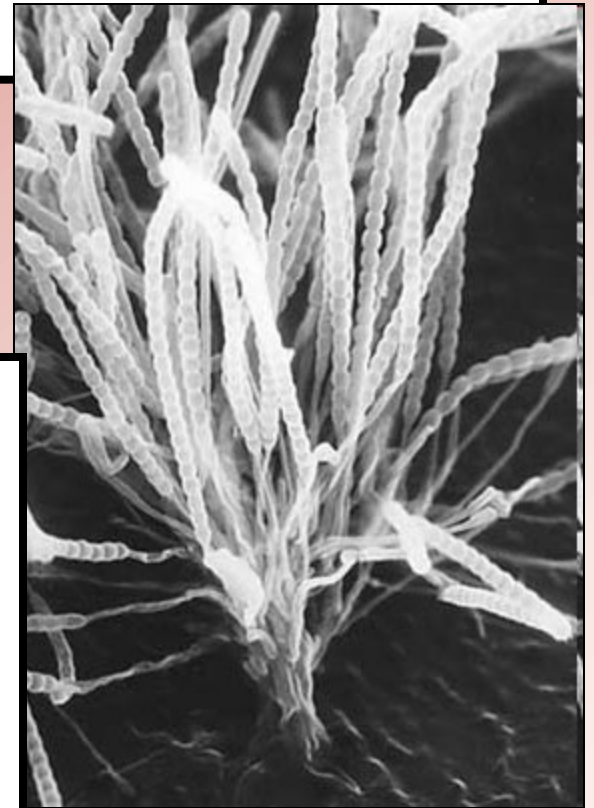


Herbidospora cretacea

Streptosporangiaceae

Krátké řetízky

nepohyblivých spor na špičce
sporoforu



Catellatospora sp.

Micromonosporaceae

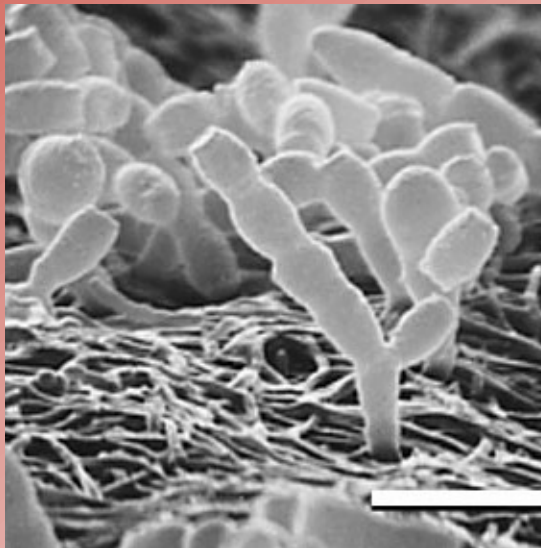
Krátký sporofor -

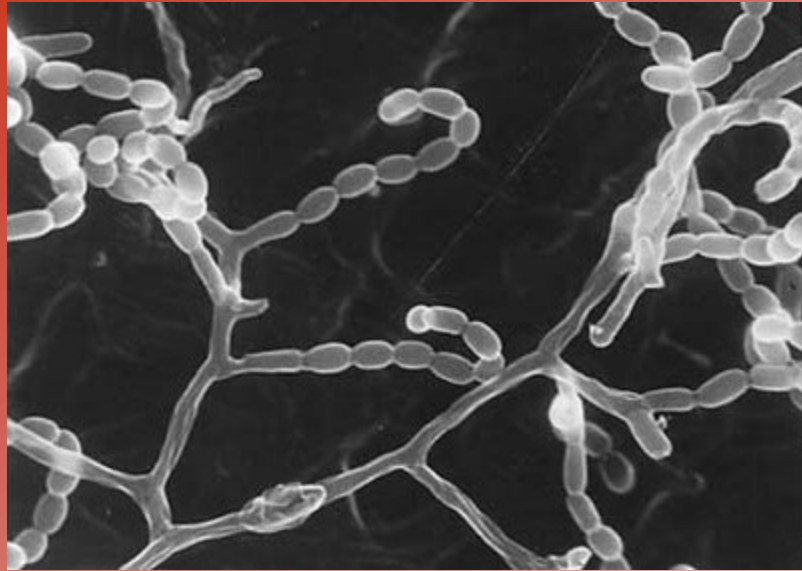
- přímo ze S mycelia

1–2 řetízky 10–20ti spor

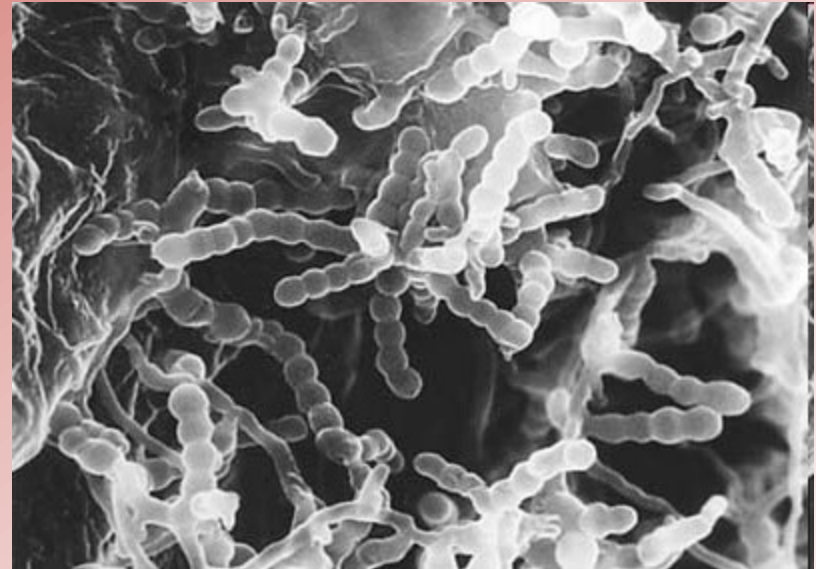
Soudkovité až protáhlé

ovoidní nepohyblivé.

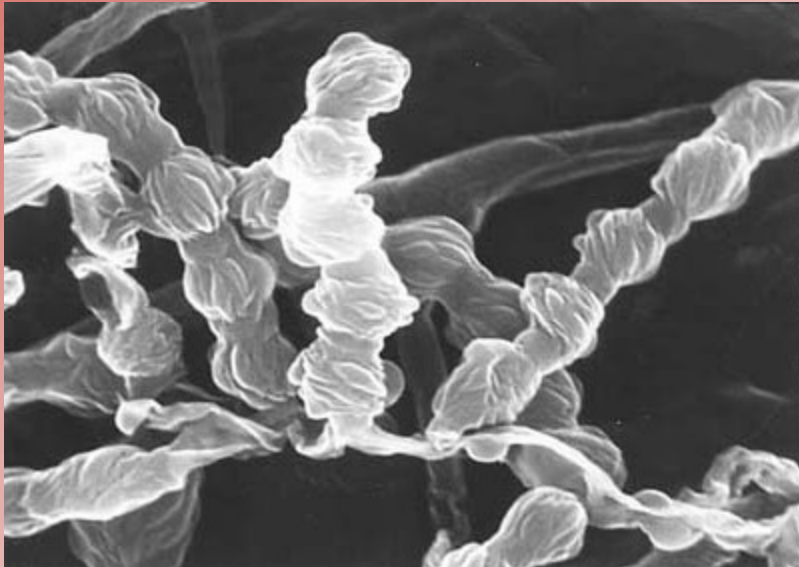




Actinomadura yumaensis
Thermomonosporaceae



Actinomadura viridis

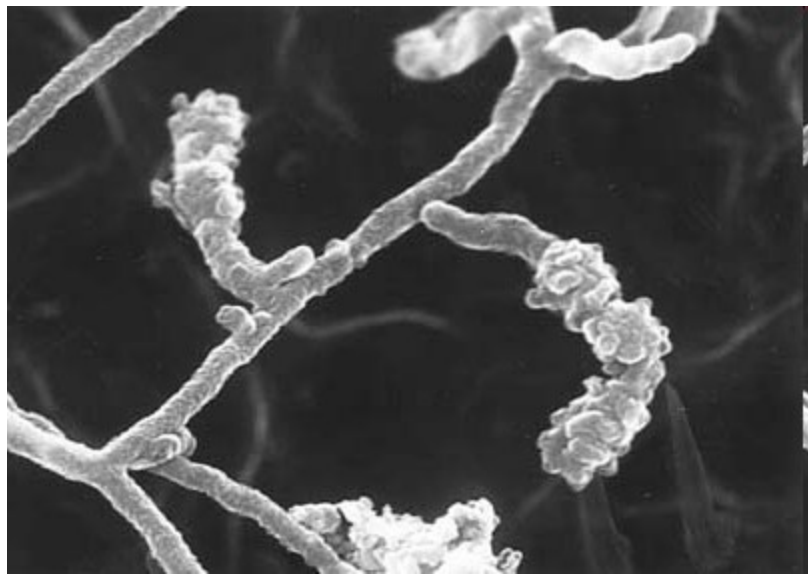


Actinomadura sp.

Řetízky někdy zahnuté

Spory vrásčité, 4-10 spor

Charakter spor



Actinomadura cremea

Thermomonosporaceae

Krémovité vzdušné mycelium

Krátké háčky nebo spirálky

řetízků bradavčitých spor

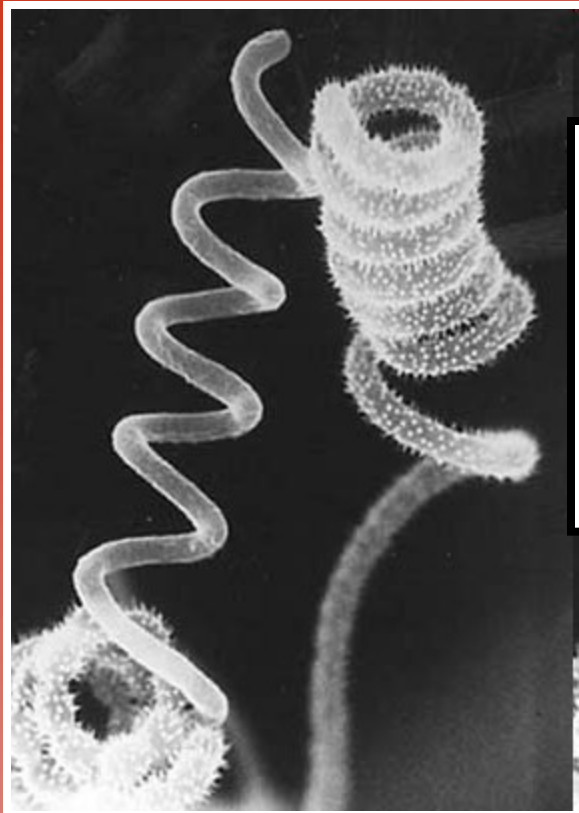
Actinomadura rugatobispora

Zelené vzdušné mycelium

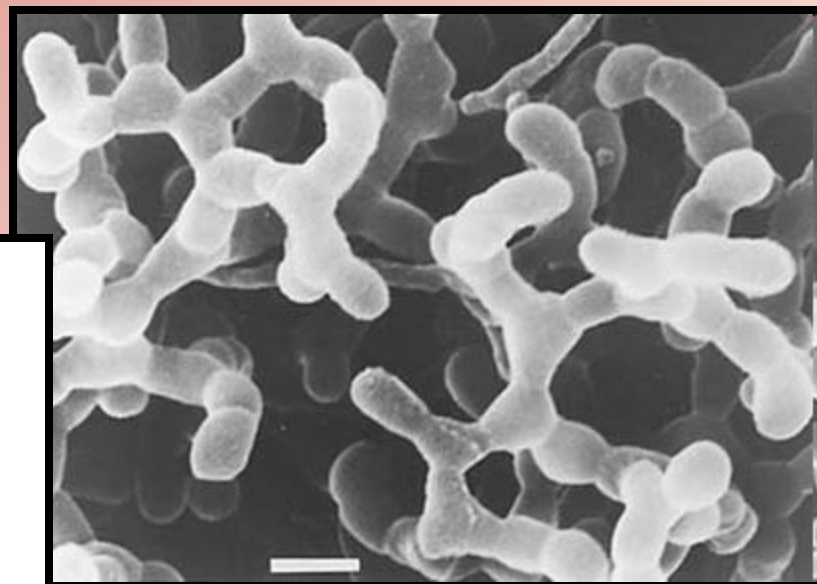
Dvojice rýhovatých spor



Charakter spor



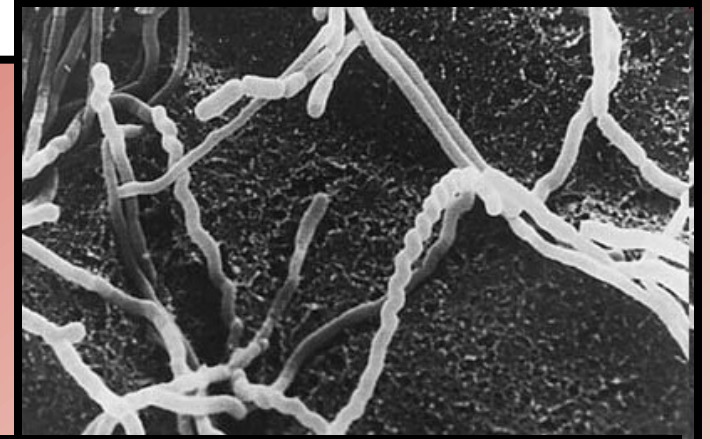
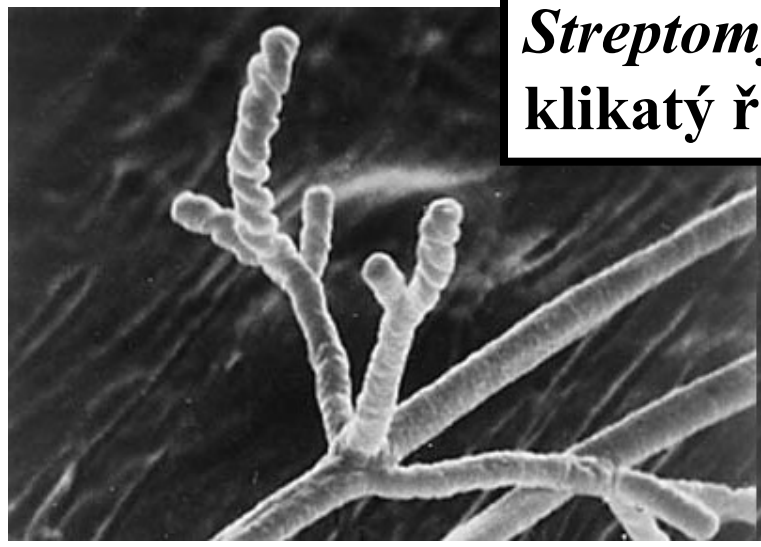
Streptomyces violascens
Spirálovitý řetízek spor.
Na obrázku mladé hyfy –
ještě není vytvořeno septum.
ATB elulicinového-typu



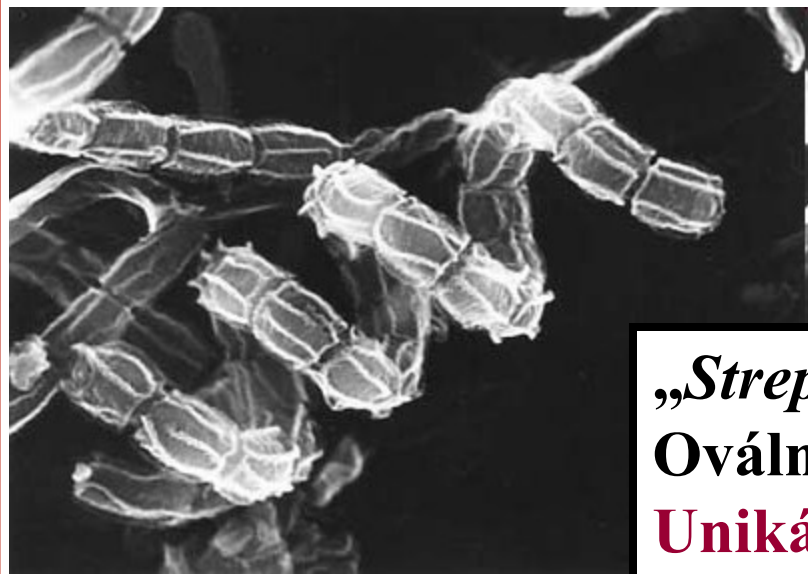
„*Streptomyces triangulata*“
Šedomodré vzdušné mycelium
s klikatými řetízky spor tvaru
trojúhelníku nebo Y
Antifungální ATB

Charakter spor

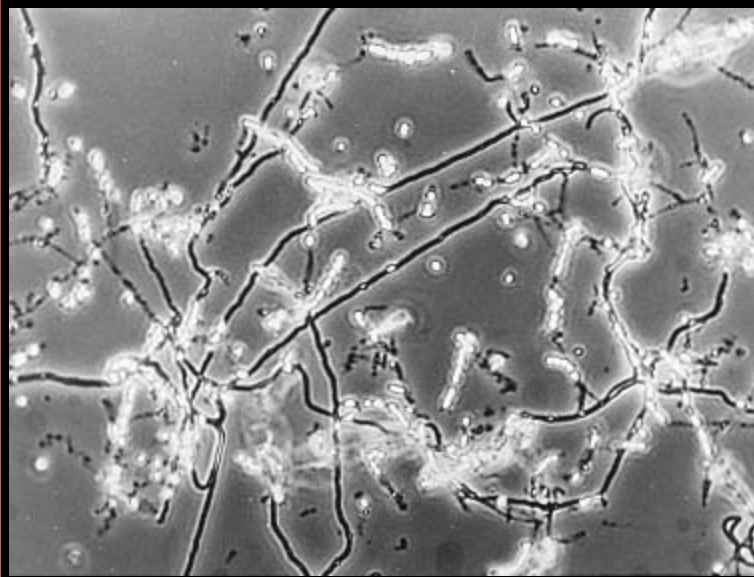
Streptomyces salmonis
klikatý řetízek spor



Nocardioopsis lucentensis
Vzdušné hyfy – klikaté
= tvorbou spor v protilehlém
úhlu různého stupně



„*Streptomyces plicatospora*“
Oválné, elipsoidní spory
Unikátní povrch – podélné drážky



Saccharopolyspora rectivirgula

Pseudonocardiaceae

Původce alergické pneumonie

- reakce těla na malé částičky

Růst 50-55 °C

Krátké řetízky spor s obaly

- na S i V myceliu

Pseudonocardia spinosa

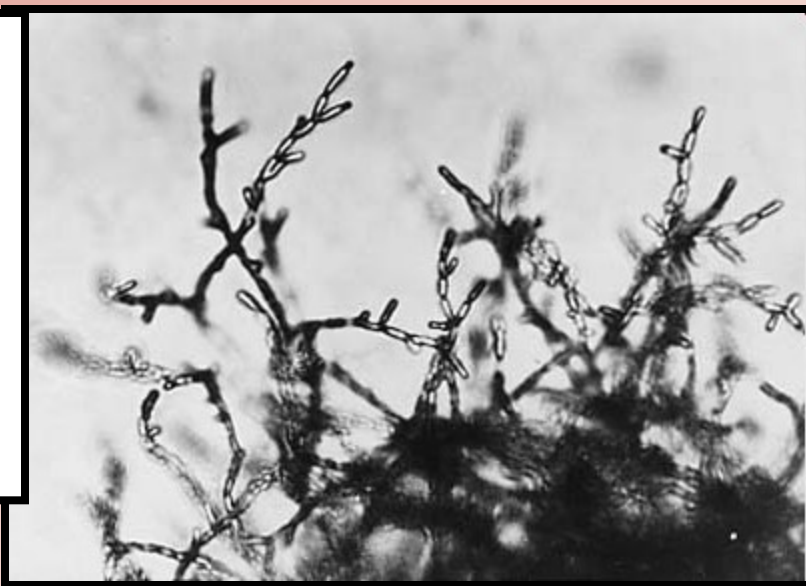
Pseudonocardiaceae

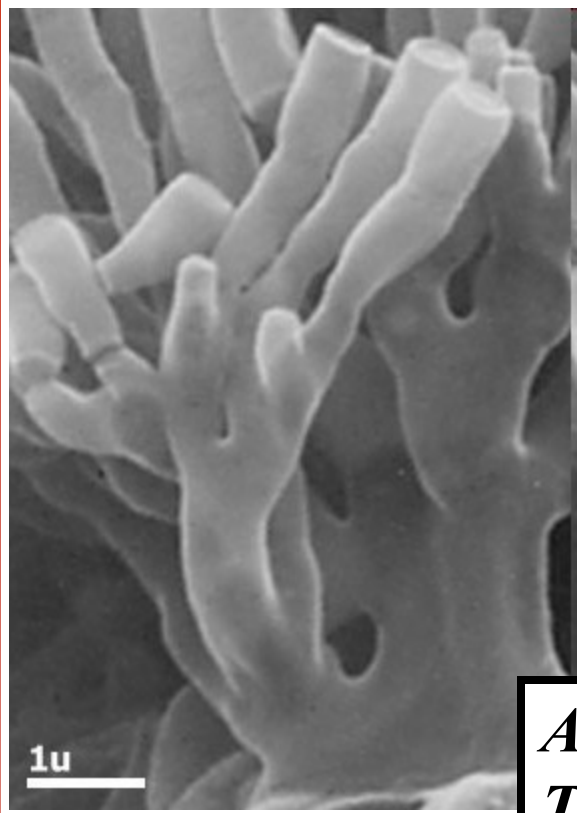
Tvoří větvené hyfy:

řetízky spor - terminální nebo

laterální výrůstky = prolongace

nebo větvení hyf



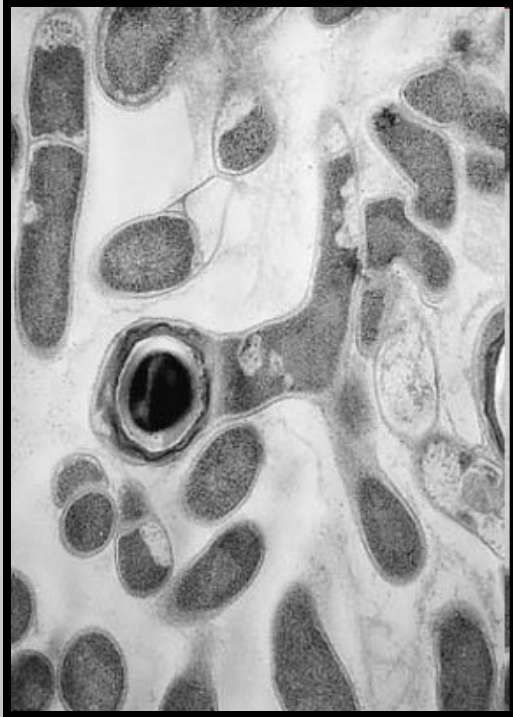


Actinocorallia herbida

Thermomonosporaceae

**Unikátní korálovité sporofory ze S mycelia
Dlouhé řetízky nepohyblivých spor (až 30)**

Charakter spor



Thermoactinomyces sp.

Jednotlivé kulovité spory na vzdušném i substrátovém myceliu

Jsou to pravé bakteriální endospory –
strukturou, formováním i fyziologií !!!

Růst až do 60°C

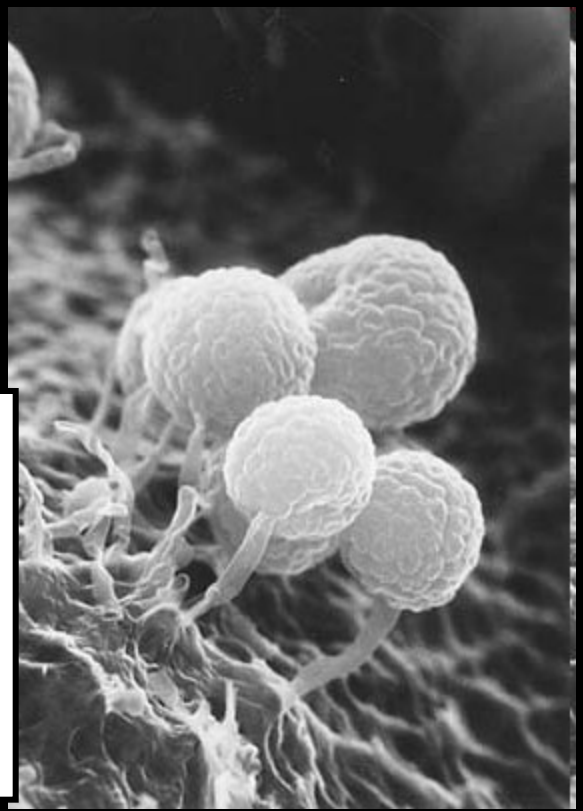
Charakter sporangia



Spirillospora albida
Thermomonosporaceae
Sférické sporangium
Laterální sporangiofor



Streptosporangium roseum
ATB sinefungin



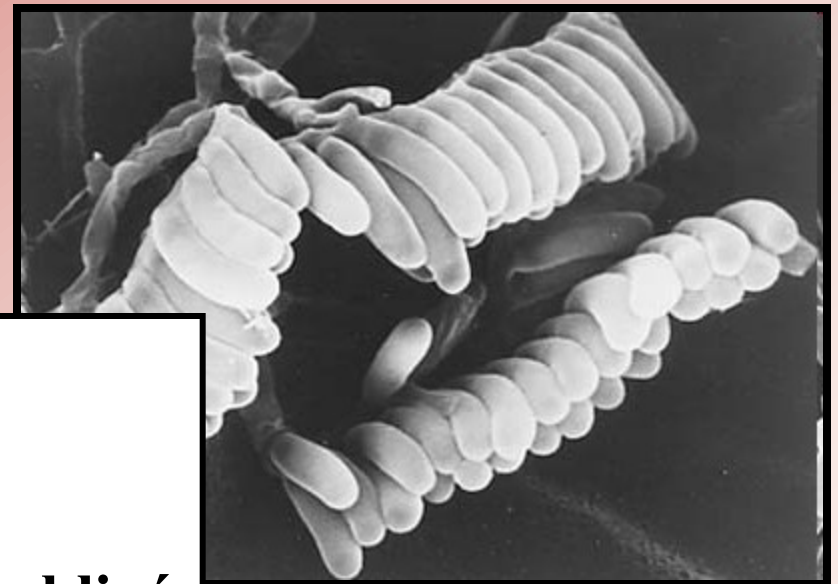
Streptosporangium nondiastaticum
Streptosporangiaceae
Kmen SF2513 produkuje inhibitor ACE
(angiotensin I converting enzyme)
= oligopeptid s fenylethylfosfoniovou k.



„*Sarracenospora aurea*’,

„Other genera“

Chomáčky dlouhých rovných sporangií
Nepohyblivé spory uvolňovány na
vrcholcích



Planomonospora alba

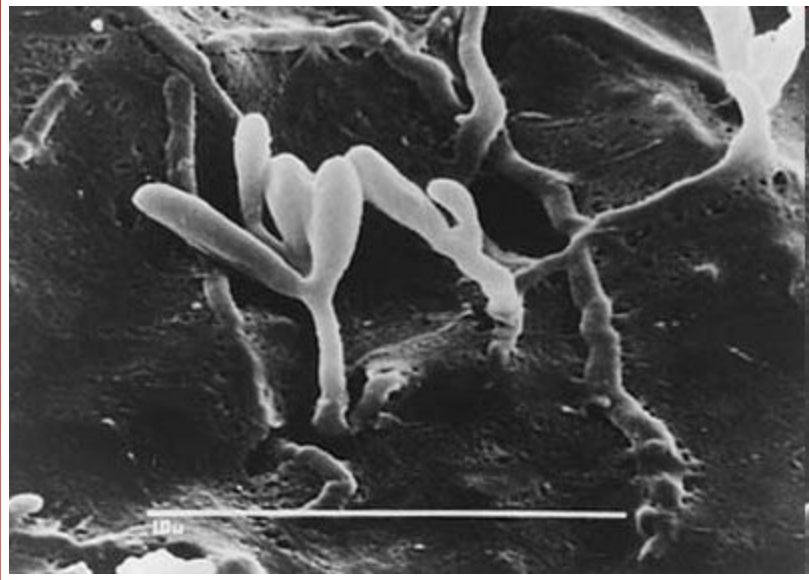
Streptosporangiaceae

Sporangium tvořeno jednou
cylindrickou sporou - pohyblivá

Typická řada sporangií

Bohaté vzdušné mycelium

Charakter sporangia



Planomonospora venezuelensis

Streptosporangiaceae

Dvě sporangiospory

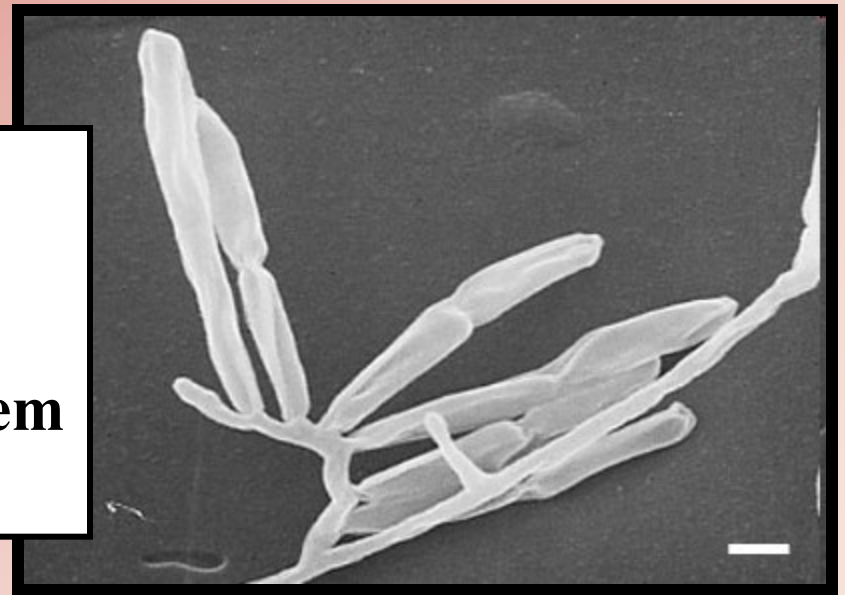
- větvené kyjovité sporangium,
Vzhled palmových listů

Planobispora rosea

Vějíř 6 sporangií

– každé má dvojici spor

Na sporangioforu s primordiím
sedmého sporangia na konci



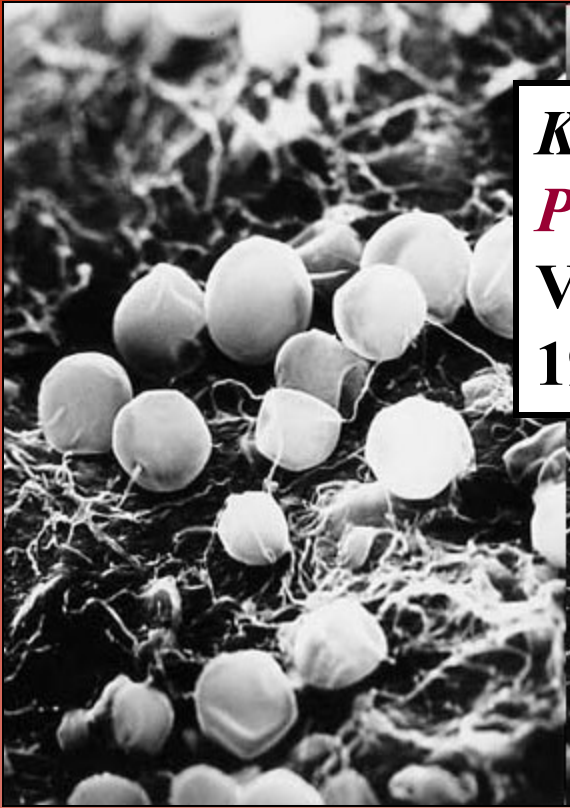
Charakter sporangia

Kutzneria viridigrisea

Pseudonocardiaceae

Velká tlustostěnná sporangia

1994 vyčleněna ze *Streptosporangium*



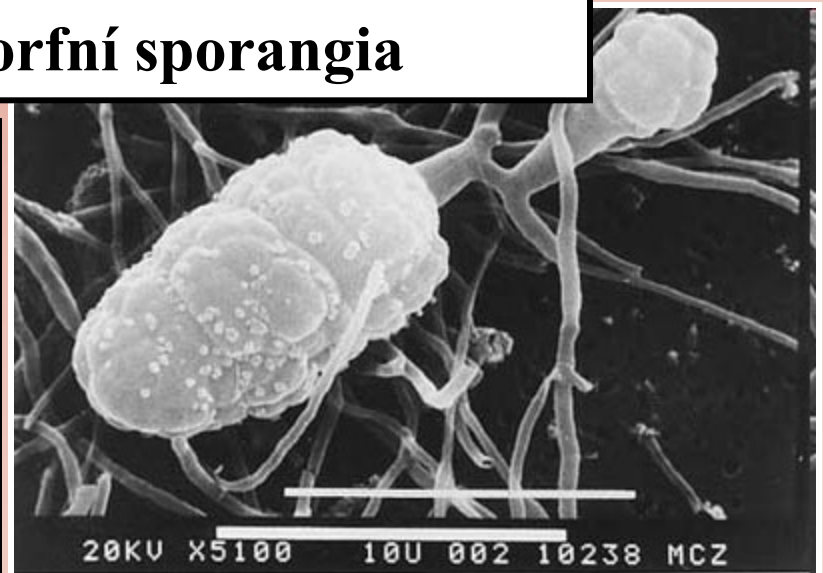
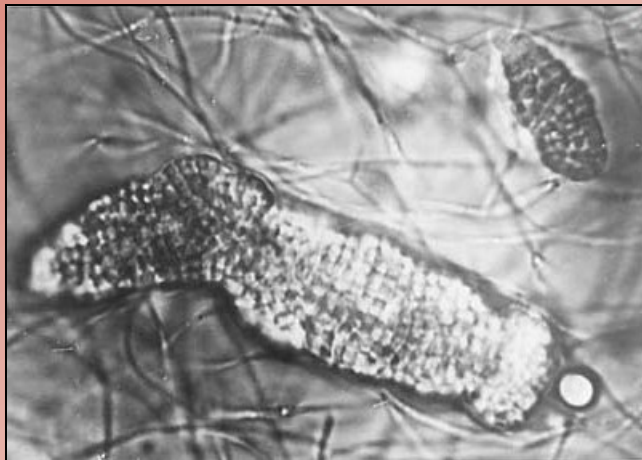
Frankia sp.

'Other genera'

Kořeny olše

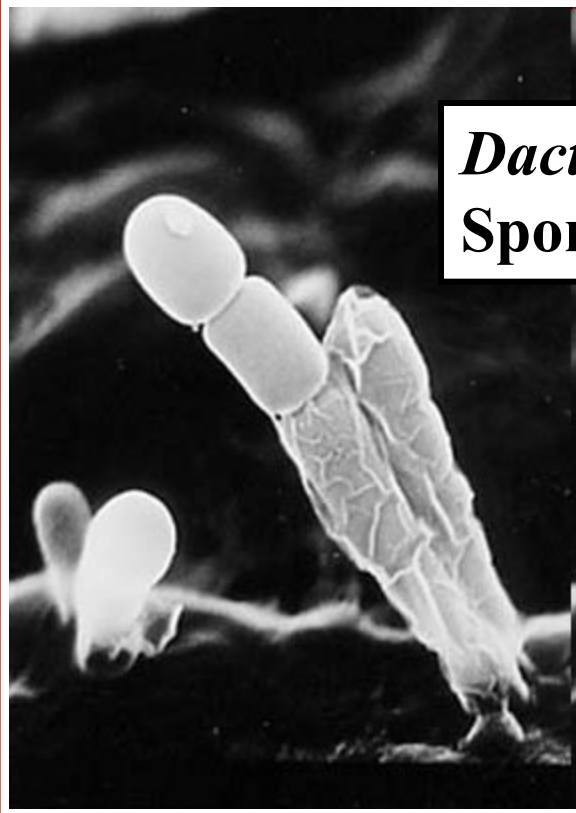
Ve vezikulech fixace dusíku

Polymorfní sporangia

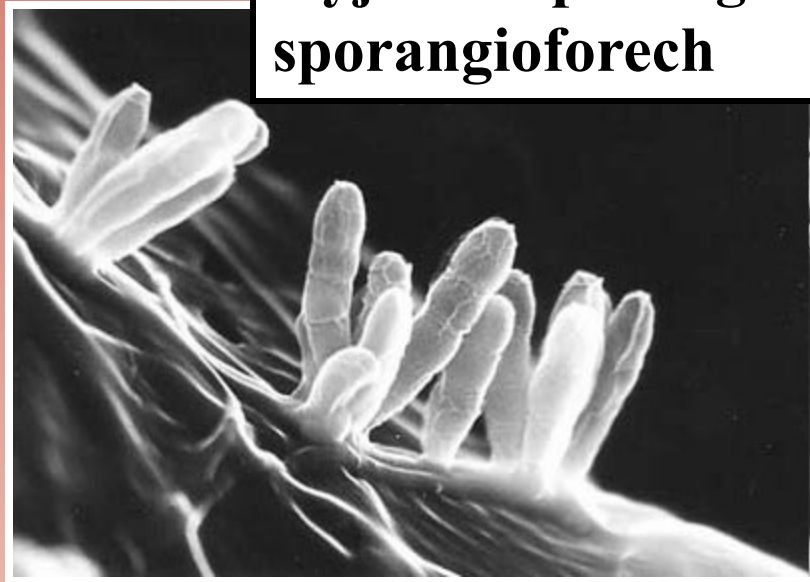


Charakter sporangia

Dactylosporangium fulvum
Sporangium = řada 2-5ti spor



Dactylosporangium roseum
Micromonosporaceae
Kyjovitá sporangia na krátkých sporangioforech



Dactylosporangium vinaceum
Substrátové mycelium růžové

Charakter sporangia



Pilimelia columellifera

**Kolonizace keratinových struktur
srst savců**

– dezintegrace struktury

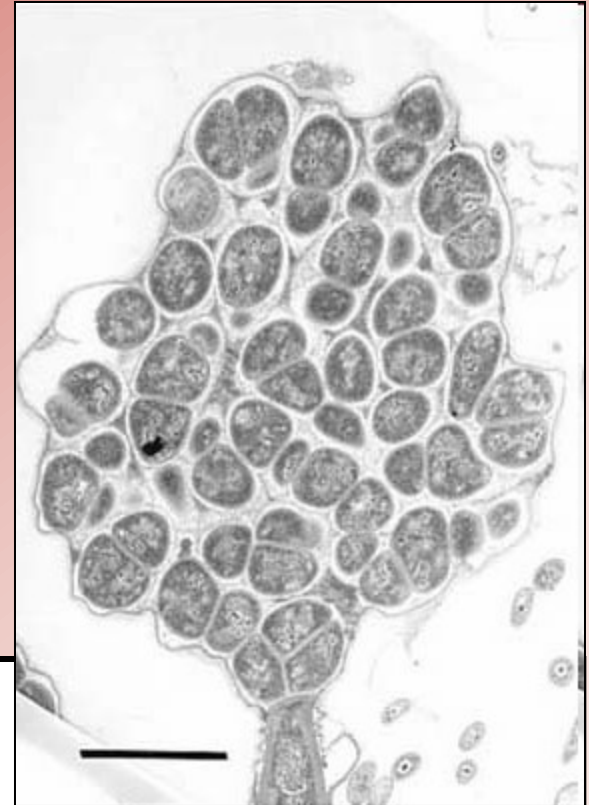
Ve sporangiu:

kolumella = pokračování sporangioforu.

Charakter sporangia



Actinoplanes sp.
Lahvovité
sporangium
na hyfách
S mycelia



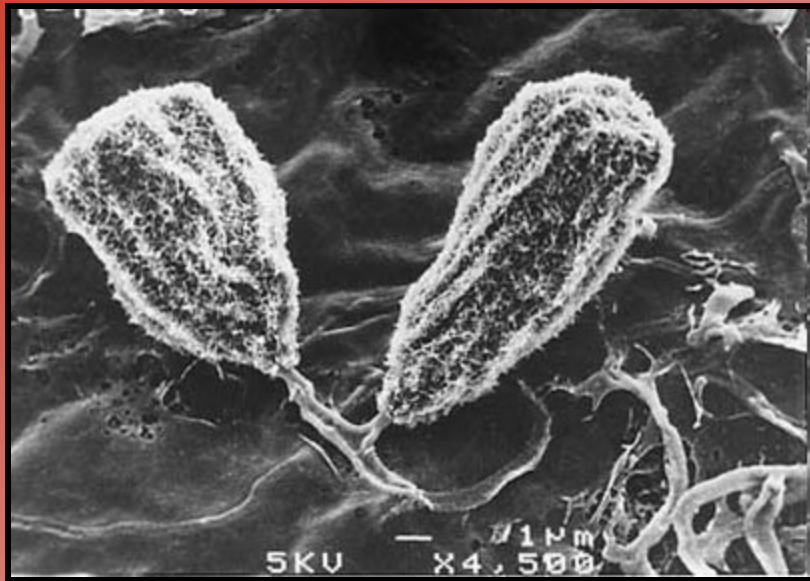
Actinoplanes sp.

Micromonosporaceae

Tenký obal sporangia uzavírá množství kulatých až ovoidních spor. Ty jsou obklopeny zrnito-vláknitou hmotou.

Spory jsou uvolňovány ve vodním prostředí, pohyblivé chomáčkem bičíků.

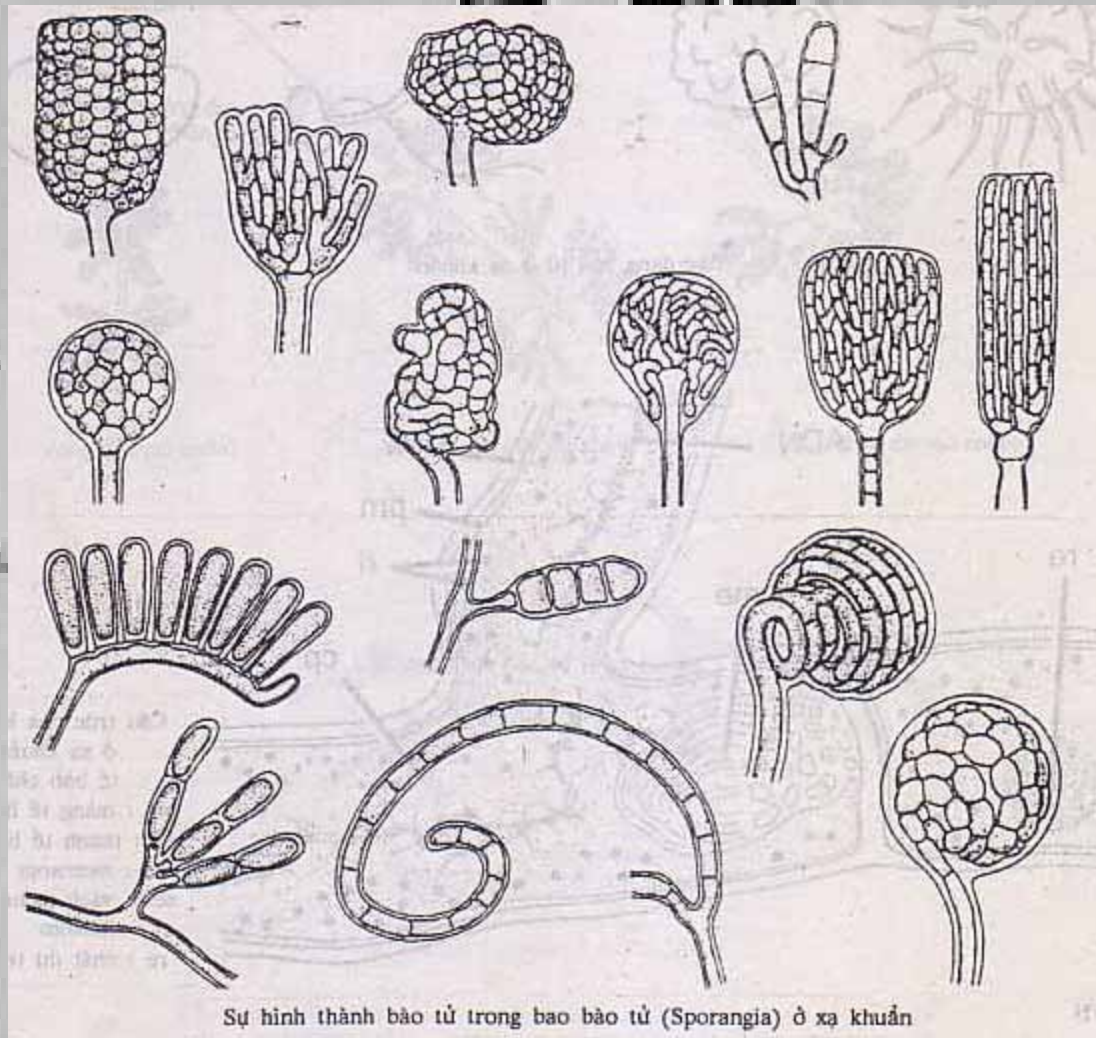
Charakter sporangia



Actinoplanes sp.

Micromonosporaceae

Chomáčkovitý povrch sporangií



- 
- <http://www.nih.go.jp/saj/DigitalAtlas/>
 - <http://gorgas.dom.uab.edu/2007cases/070316d.html>



Děkuji za pozornost