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' in a cursive font. Below the box, the words 'Taxonomie', 'Životní cyklus', and 'Morfologie' are written in a serif font, each underlined. In the bottom left corner, the text 'Agromyces ramosus IFO 13899' is written in a smaller serif font. A small black scale bar is visible in the bottom right corner.

# *Aktinomycety*

Taxonomie

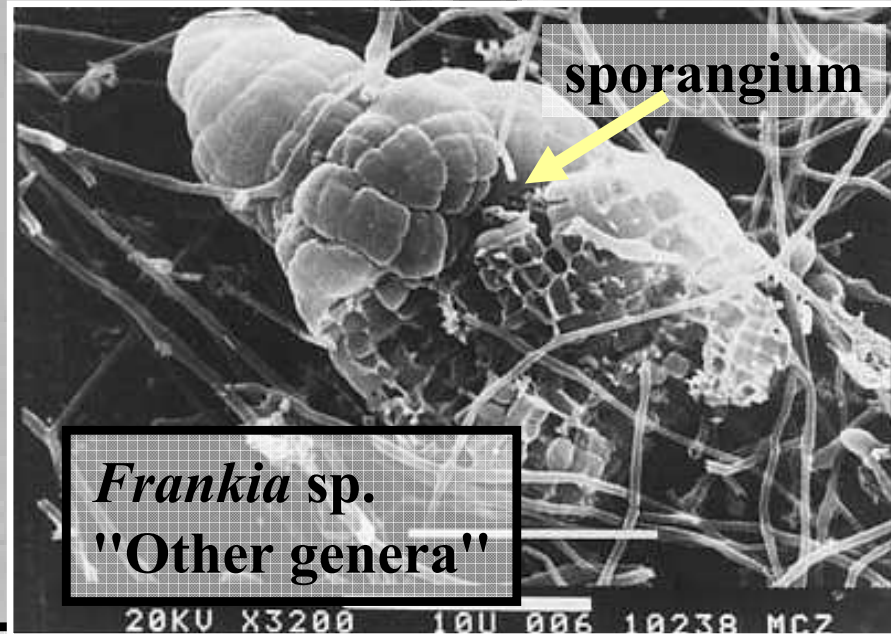
Životní cyklus

Morfologie

*Agromyces ramosus* IFO 13899



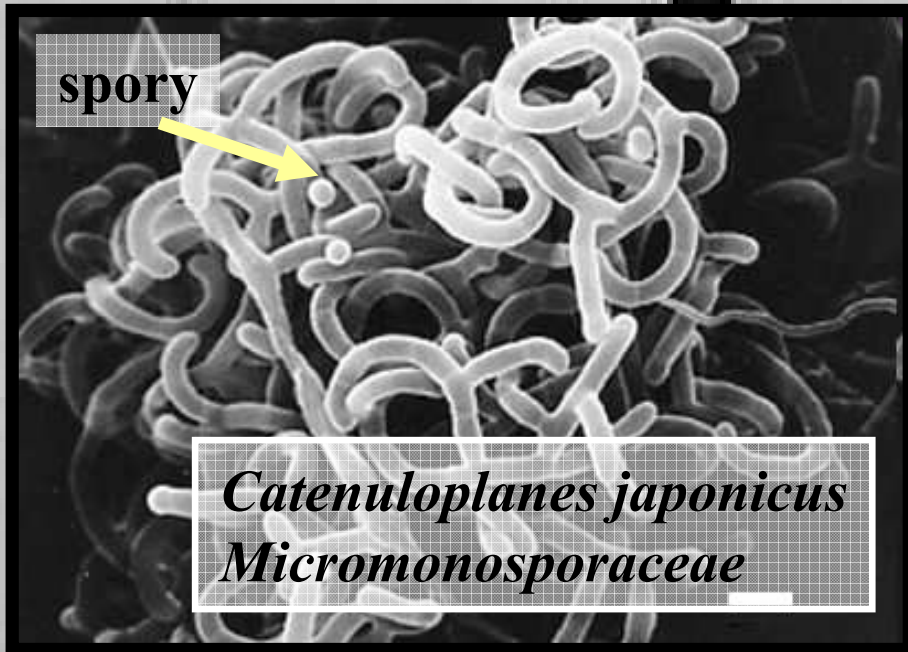
*Actinosynnema mirum*  
*Pseudonocardiaceae*



*Frankia* sp.  
"Other genera"



*Nocardia farcinica*



*Catenuloplanes japonicus*  
*Micromonosporaceae*



*Kitasatospora setae* KM-6054  
*Streptomycetaceae*

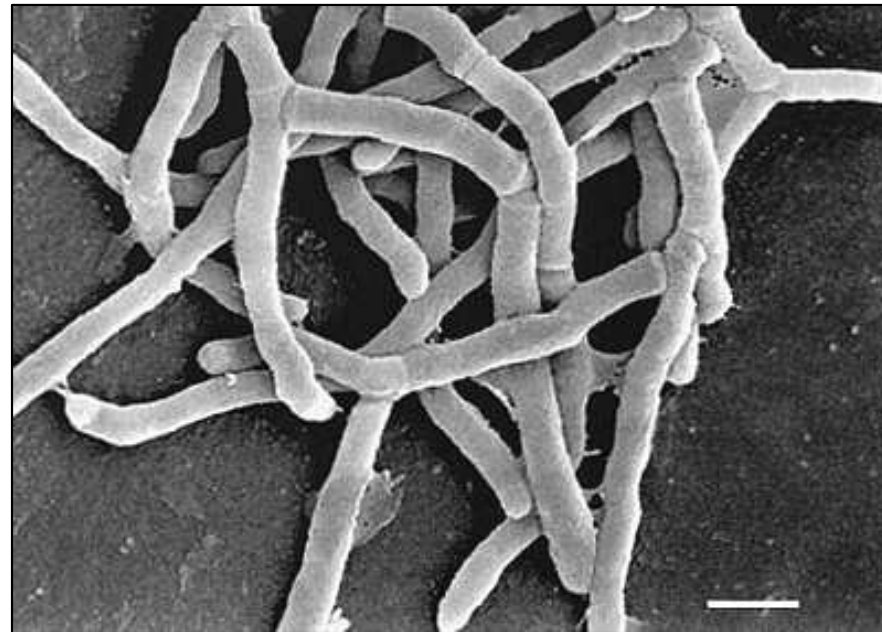
# *Actinomycetales*

- 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
- vznikají 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, povrchové, vzdušné

Zarůstá do agaru

Až několik cm nad agar

# *Actinomycetales*

- Charakteristiky:

- přítomnost, tvar spor (S a V mycelium), pohyblivost
- 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 vzdušného a substr.myc.
  - zbarvení spor
- délka kultivace – několik dní, pevné i tekuté medium, vyztřalé 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 aktinomycey

## 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 diferenciaci na základě složení B.S.
- *Nocardia*
- *Rhodococcus* – málo V.M.
- *Gordonia* – bez V.M.
- *Tsukamurella*

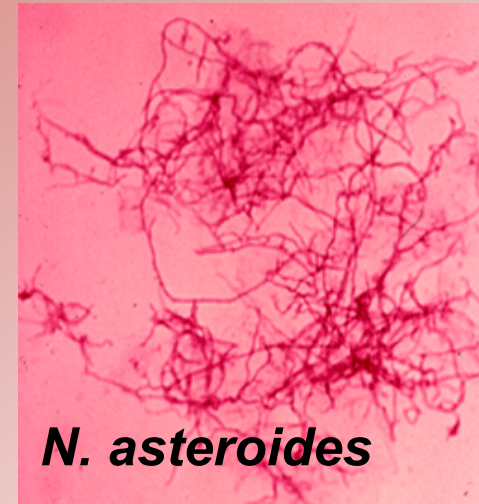




***Nocardia*,**  
kožní léze



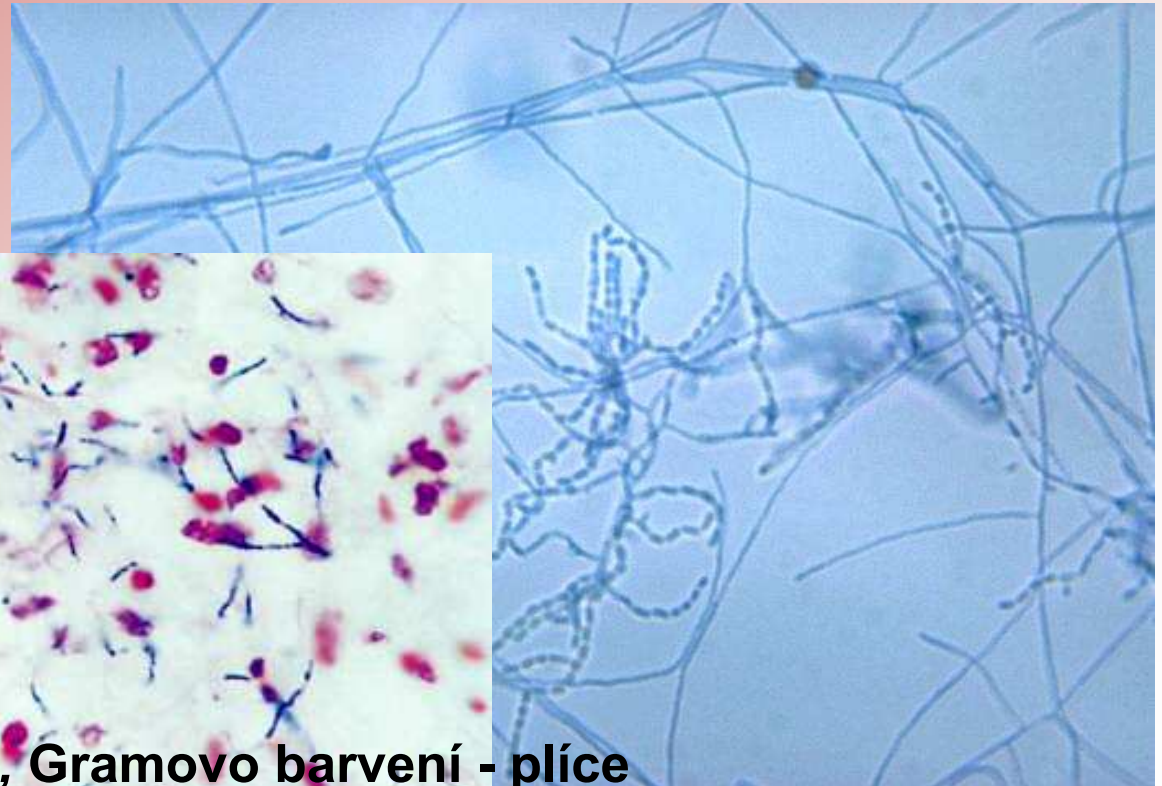
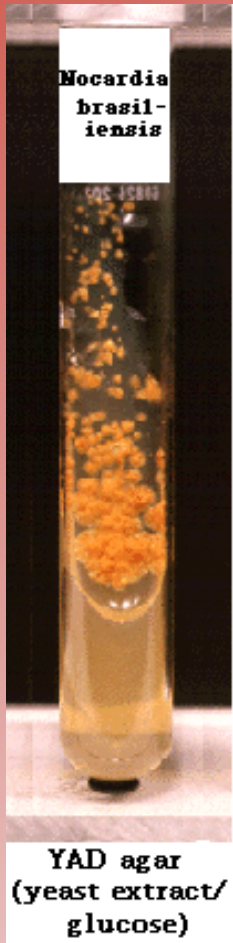
***Nocardia farnacia***



***N. asteroides***

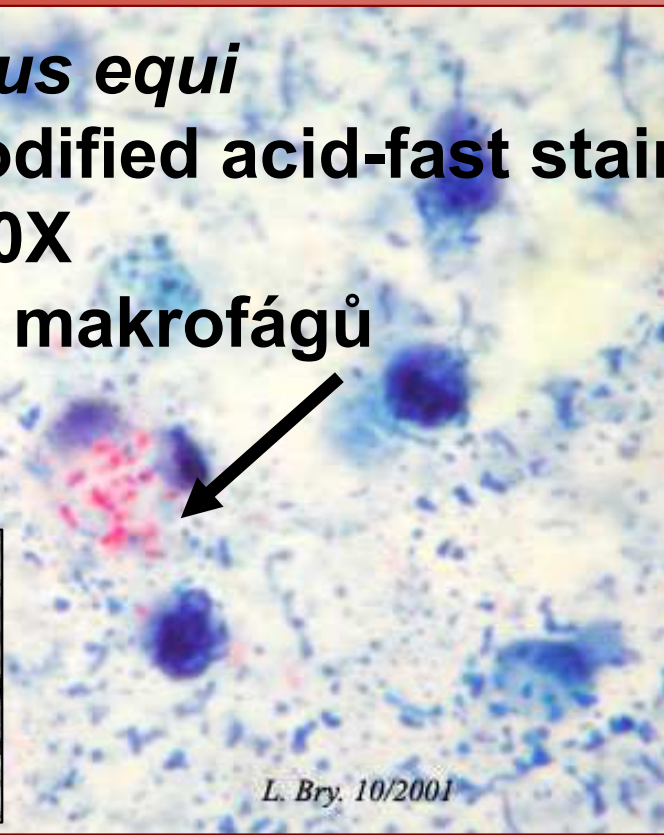
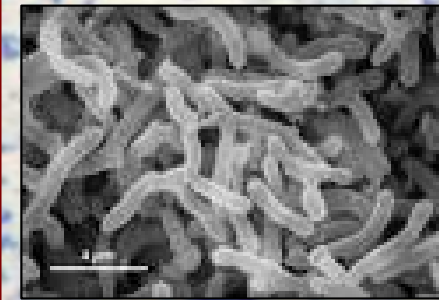
# *Nocardia*

Drsné kolonie  
Lpí na mediu  
Pigmentované  
Vzdušné hyfy ano



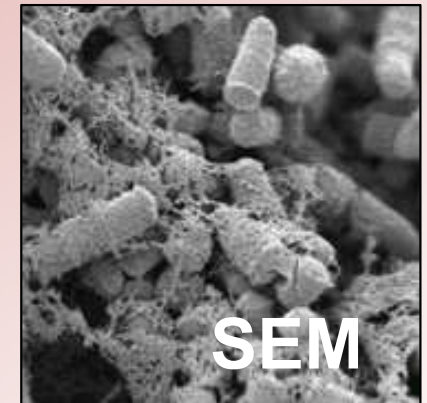
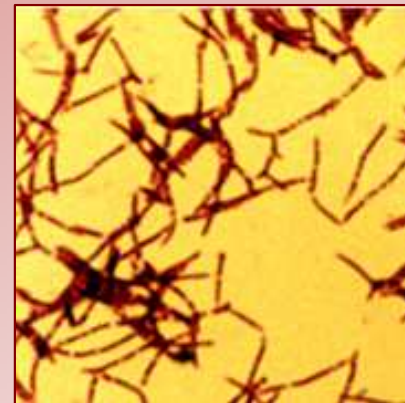
***N. asteroides*, Gramovo barvení - plíce**

*Rhodococcus equi*  
 Kinyoun modified acid-fast stain  
 Sputum, 100X  
 Koky uvnitř makrofágů



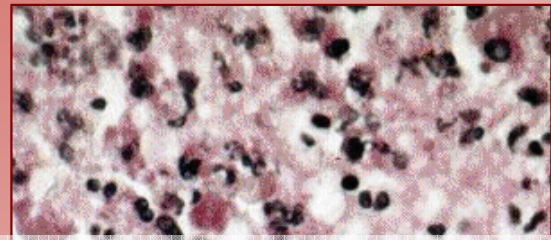
L. Bry. 10/2001

# Rhodococcus



SEM

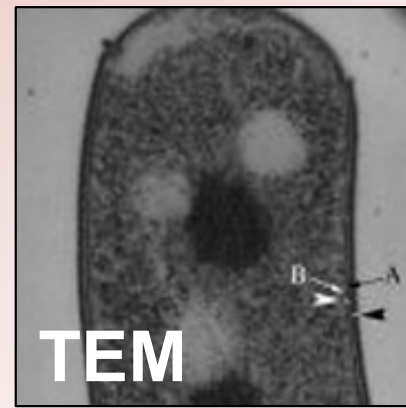
*Rhodococcus* sp. *R. aetherivorans*



Gramovo barvení  
 Kokobacily, tyčinky  
 málo vzdušné mycelium

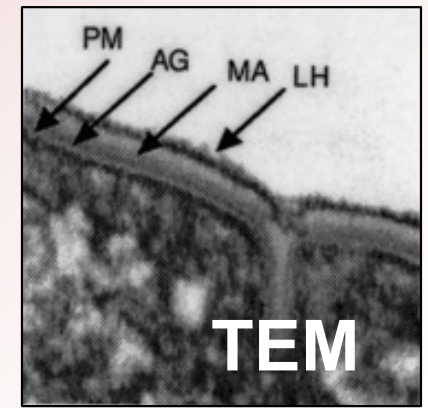


**Degradativní enzymy – fenol**



TEM

*R. aetherivorans*

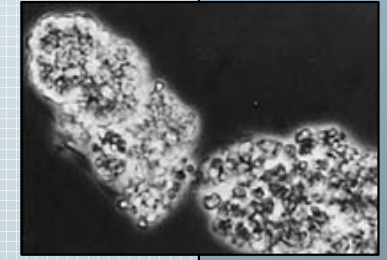


TEM

*R. ruber* V49.



# Aktinomycety s multilokulárními sporangii

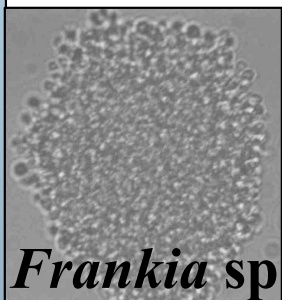


- tvoří V.M.
- vzniká **několik řad** pohyblivých nebo nepohyblivých spor – **výstupky!**
- Geodermatophilus – pokožka savců,  
septa – ve 3 rovinách
- Frankia – fixace vzdušného dusíku
  - nepravidelný tvar sporangií
  - kultivačně náročná

Hlízkovitá sporangia:  
masa spor je výsledkem dělení ve více rovinách



*Frankia sp.*

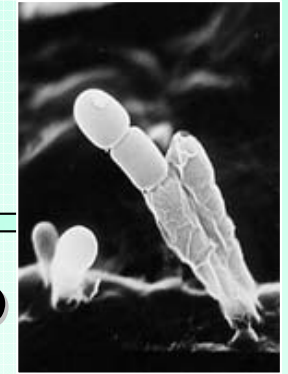


*Frankia sp.*



# Actinoplanetes

- půda, voda, sedimenty, T.S. hmyzu



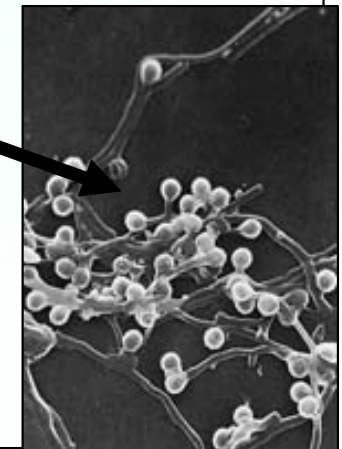
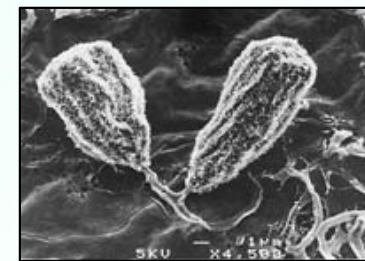
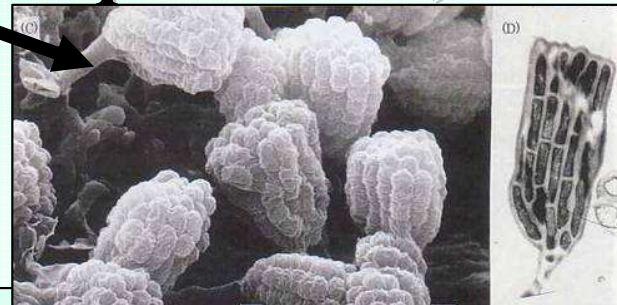
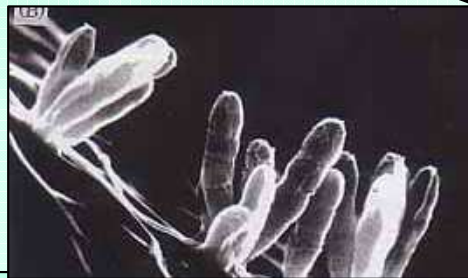
*Dactylosporangium*

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

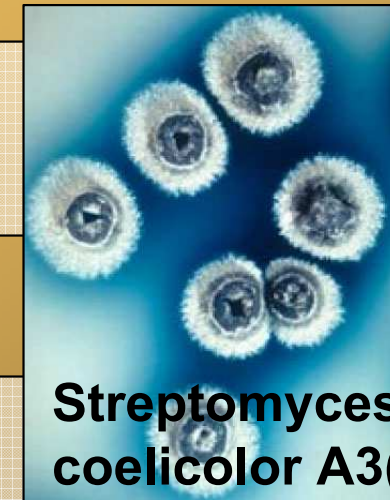
- přisedlé stadium
  - vegetativní mycelium a sporangia, nerozpadavé, V.M. zřídka
- pohyblivé stadium – spory – voda
- někdy spory va koncích hyf – bez sporangia
- *Actinoplanes*, *Ampullariela*, *Micromonospora*



*Actinoplanes*

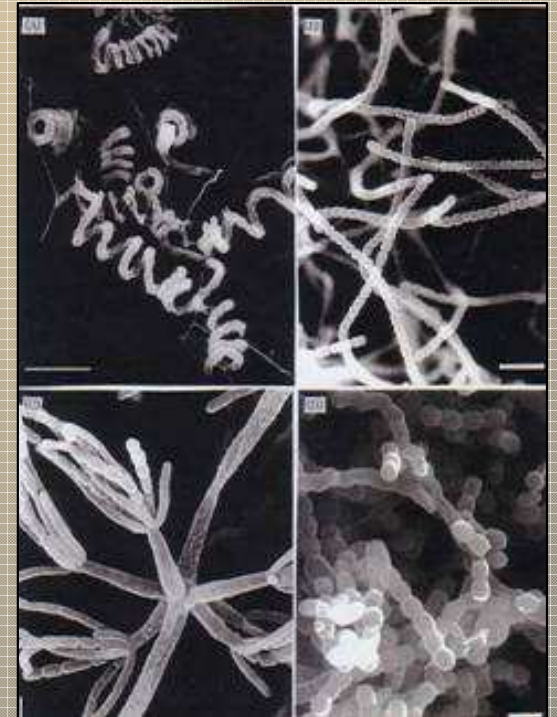
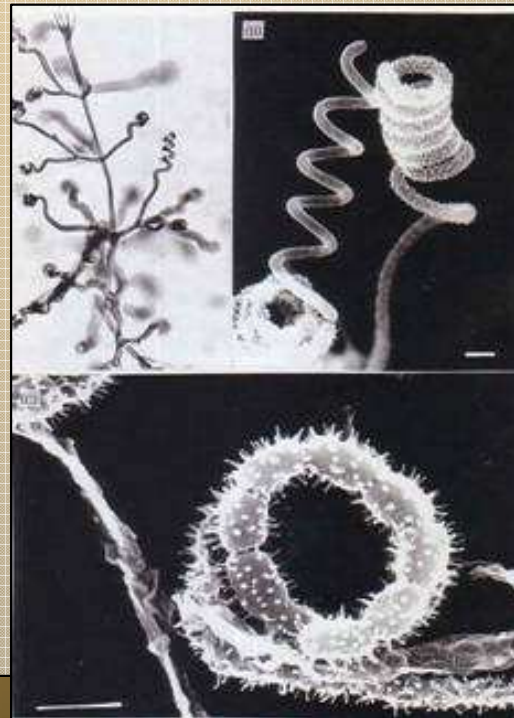


# Streptomycety



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“ - mycetom



*Phaeoacremonium inflatipes*

*Madurella mycetomatis*

*Fusarium*

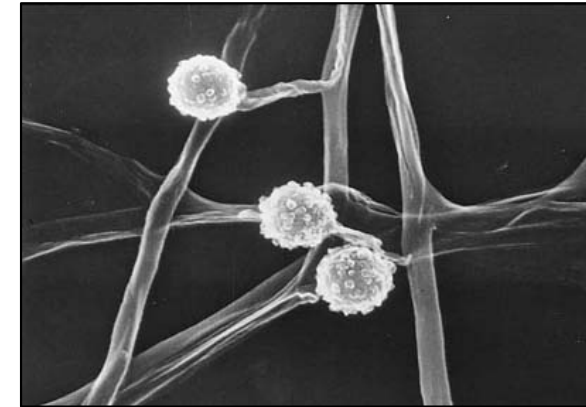
*Nocardia brasiliensis*

*Streptomyces somaliensis*

Ohraničený zánět způsobený plísní

# Thermomonospora a příbuzné aktinomycety

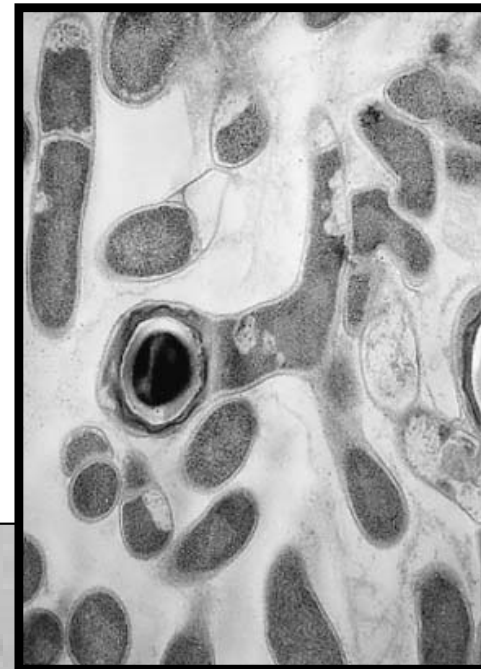
- **meso – DAP**, 40 – 48 °C
- kompost a hnůj
- všechny rody **V.M.**
- Úloha při rozkladu org.materiálu:
  - xylany a celulóza – dekompozice
  - nejaktivnější prokaryota rozkládající celulózu
- náročné na kultivaci – **vitamíny, AMK**
- *Thermomonospora* – nepohyblivé aleuriospory  
= vznikají zduřením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



*Thermomonospora  
formosensis*

# Termoaktinomycety

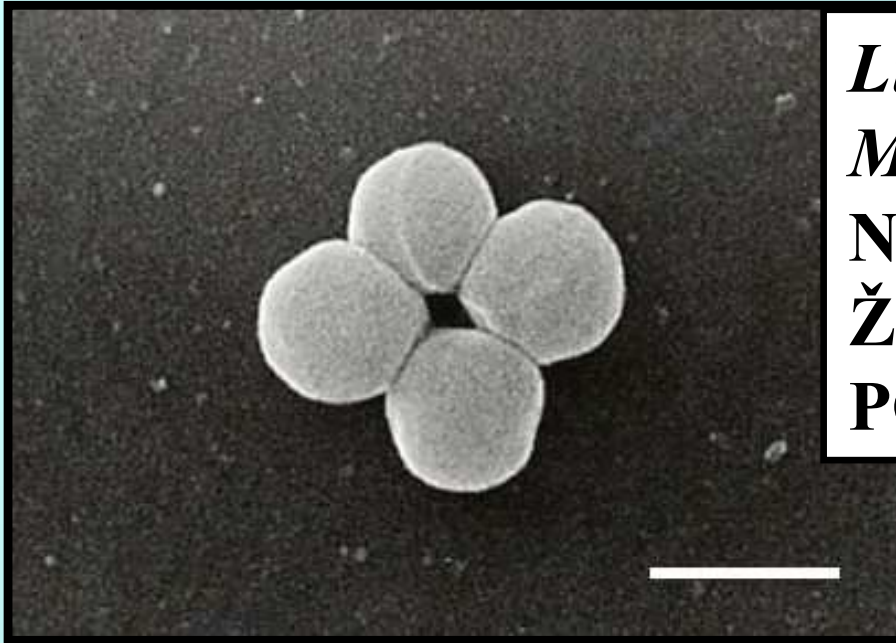
- tvoří **pravé endospory** (obsahují dipikolinovou kys.), výskyt jednotlivě v hyfách V.M. i S.M.
- spory extrémně dlouho životaschopné
- i v jiných vlastnostech velmi podobné bacilům (meso-DAP v BS, nenasycené menachinony se 7-9 izoprenoidními jednotkami)
- růst 50 – 60 °C
- kompost, obilí
- *Thermoactinomyces*



## Další čeledě

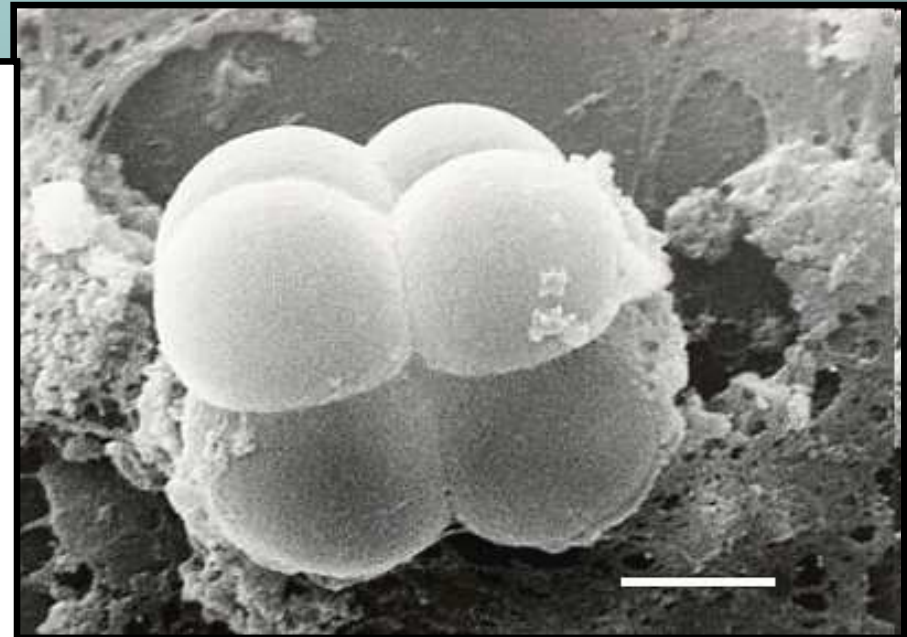
- *Micrococcaceae*
- *Sanguibacteraceae*
- *Brevibacteriaceae*
- *Cellulomonadaceae*
- *Dermabacteraceae*
- *Corynebacteriaceae*
- *Propionibacteriaceae*
- *Mycobacteriaceae*



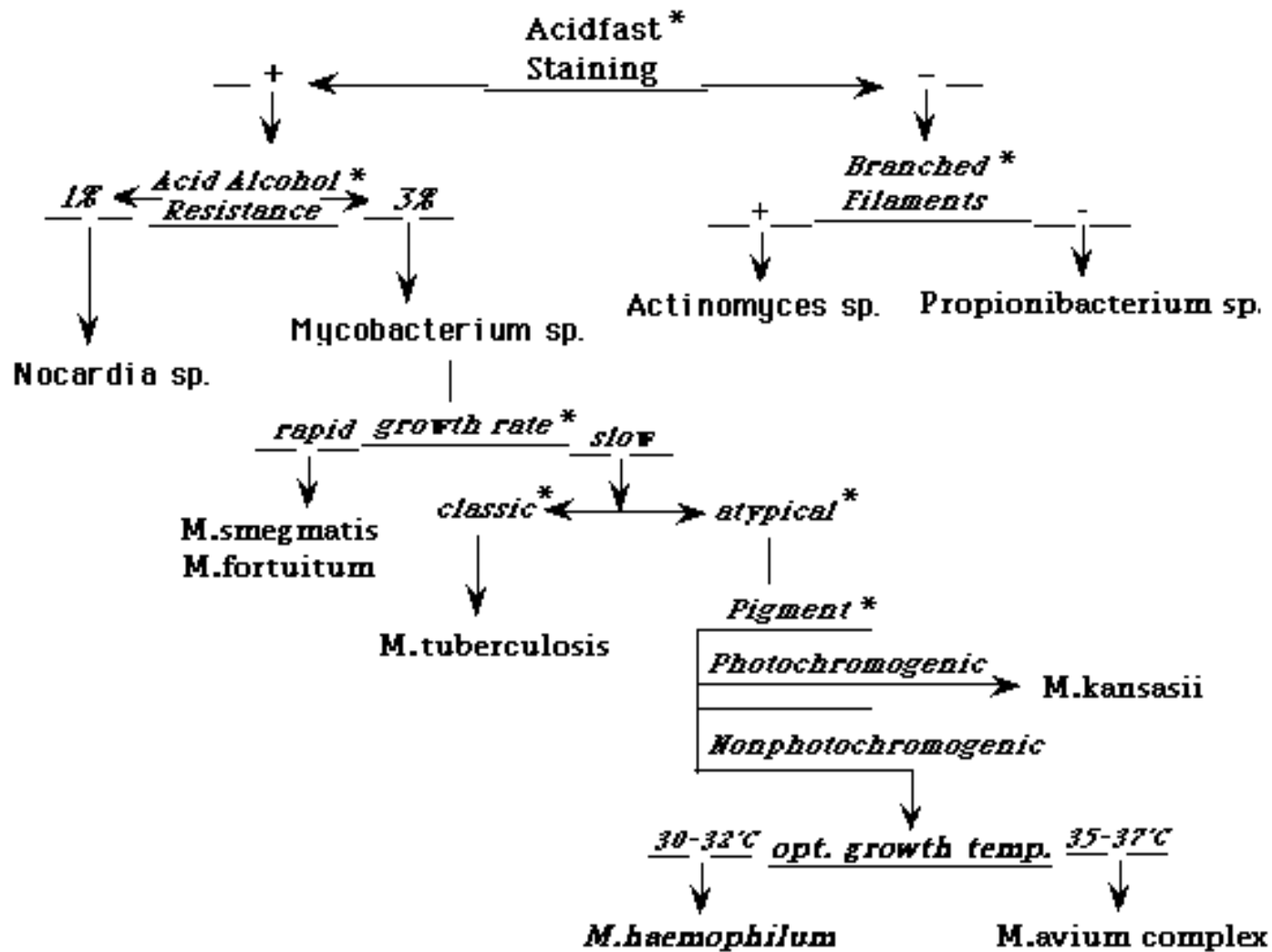


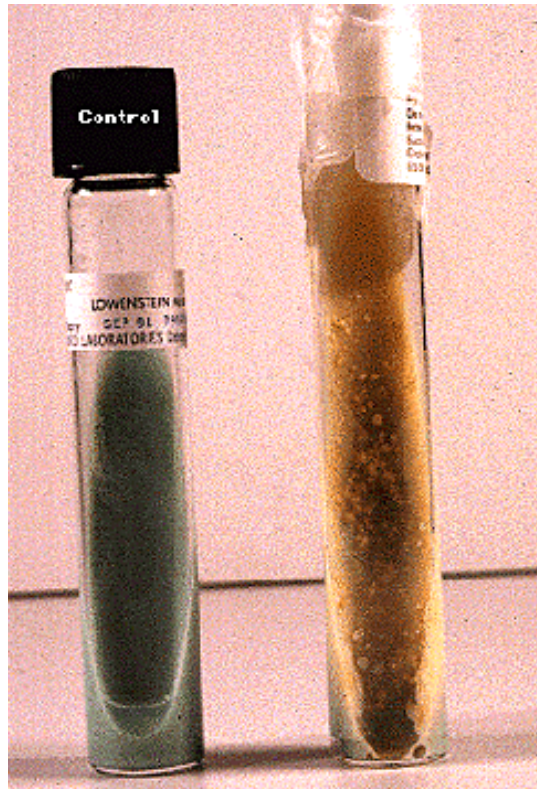
*Luteococcus japonicus*  
*Micrococcus, Microbacterium*  
Nesporulující  
Žluté kolonie  
PG: LL DAP

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



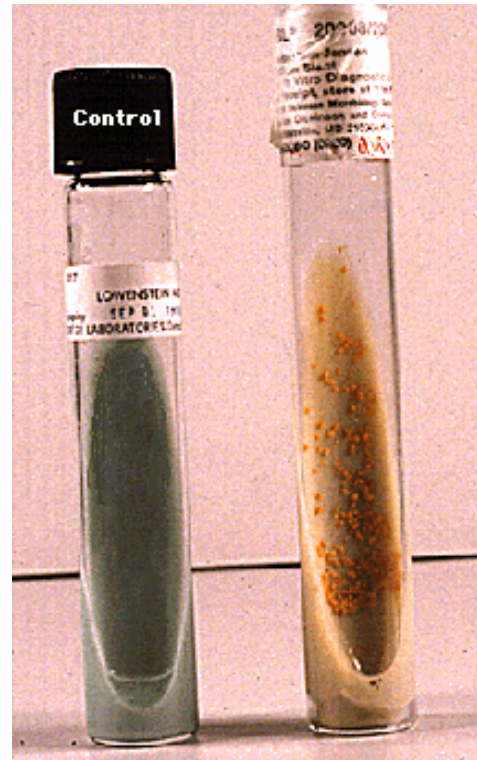
## Identification of Acidfast / Branched Rods





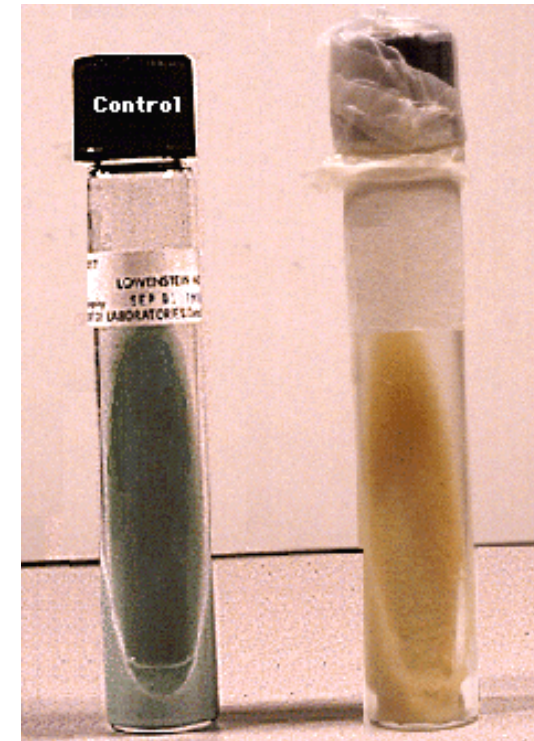
**Mycobacterium tuberculosis**  
Lowenstein-Jensen media

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

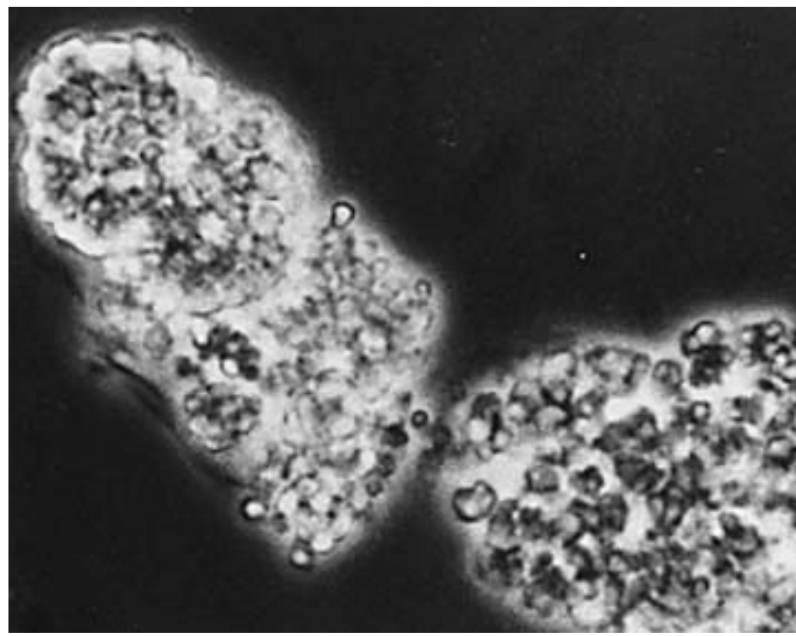
The colony morphology is smoother and they are non-adherent (they do not produce "cord factor")



**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

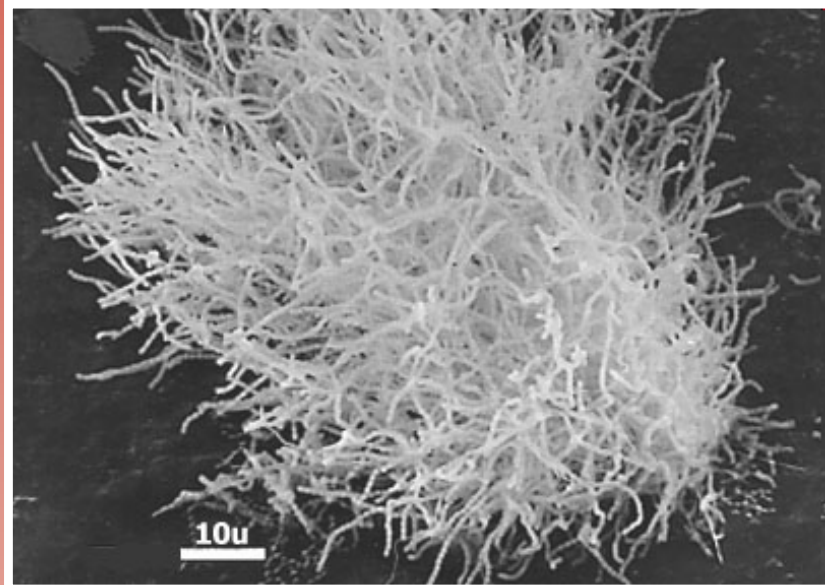
– s krychlovitými buňkami, rozpadavé

**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 závitě.

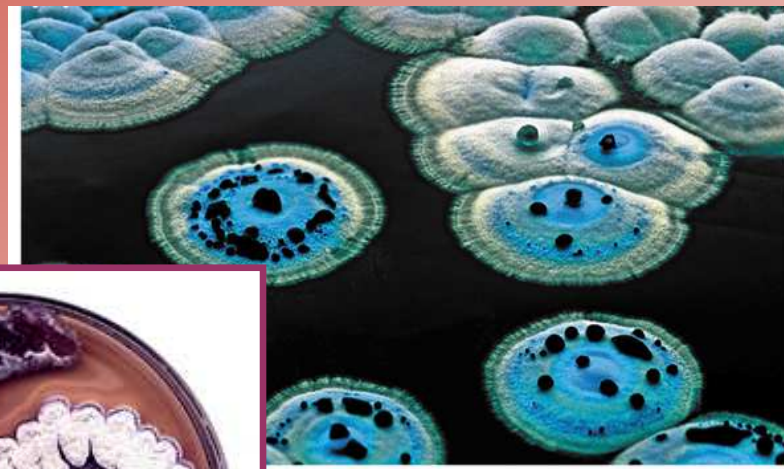
Protinádorové ATB bleomycin – GP  
Chemoterapie karcinomu buněk  
dlaždicového epitelu a maligního  
lymfomu.



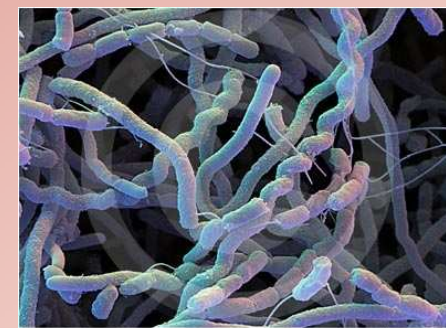
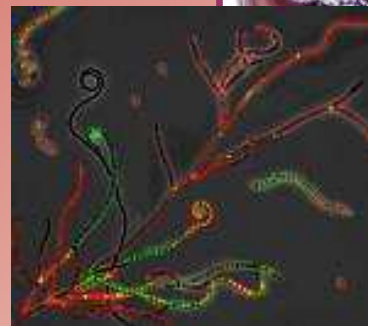
*Streptomyces  
roseoverticillatus*



*Streptomyces avermitilis*

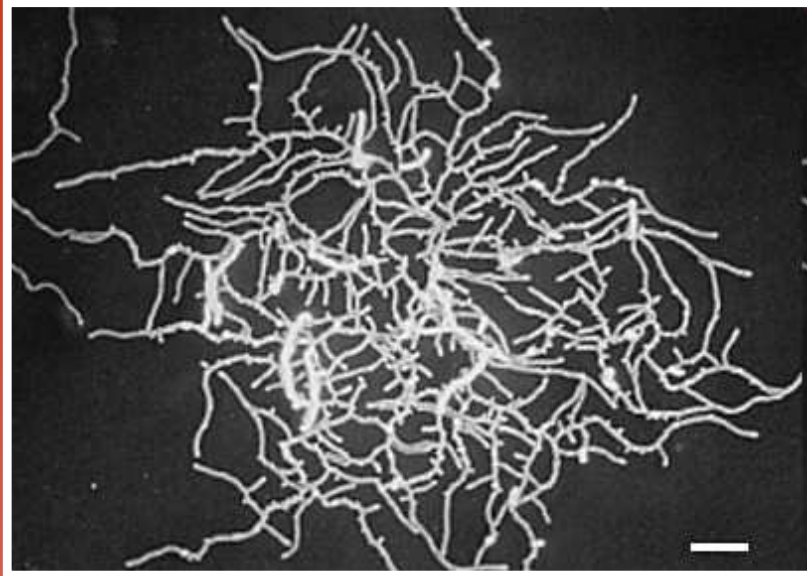


*S. azureus*



*Streptomyces coelicolor*  
Červené ATB undecylprodigiosin  
a modrý actinorhodin).  
Vzdušné hyfy tvoří spirály před  
vznikem řetízků desítek spor.  
**Kmen A3(2) - genetické studie.**

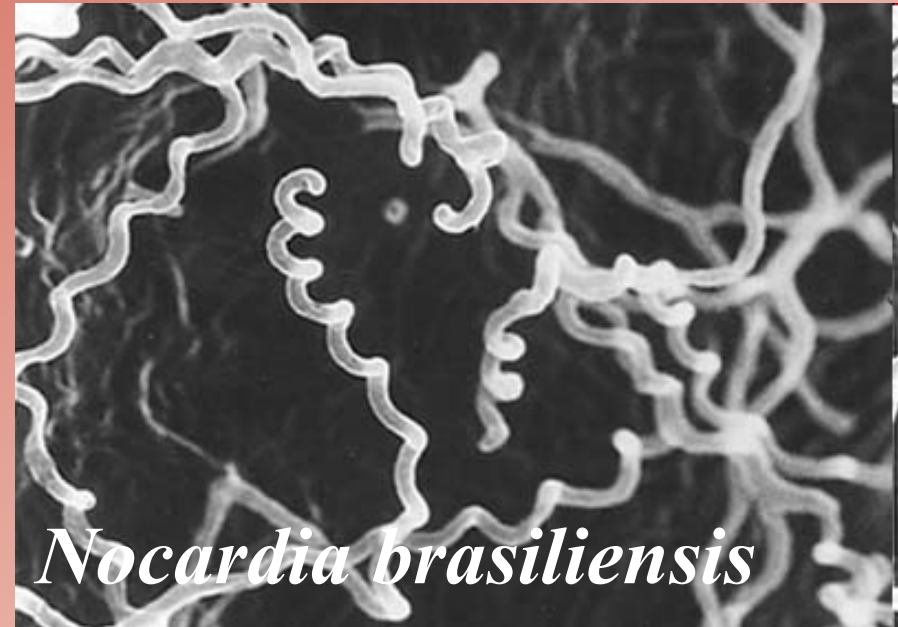




*Nocardia asteroides*

**Nokardioformní aktinomycety**

**Vzdušné mycelium**

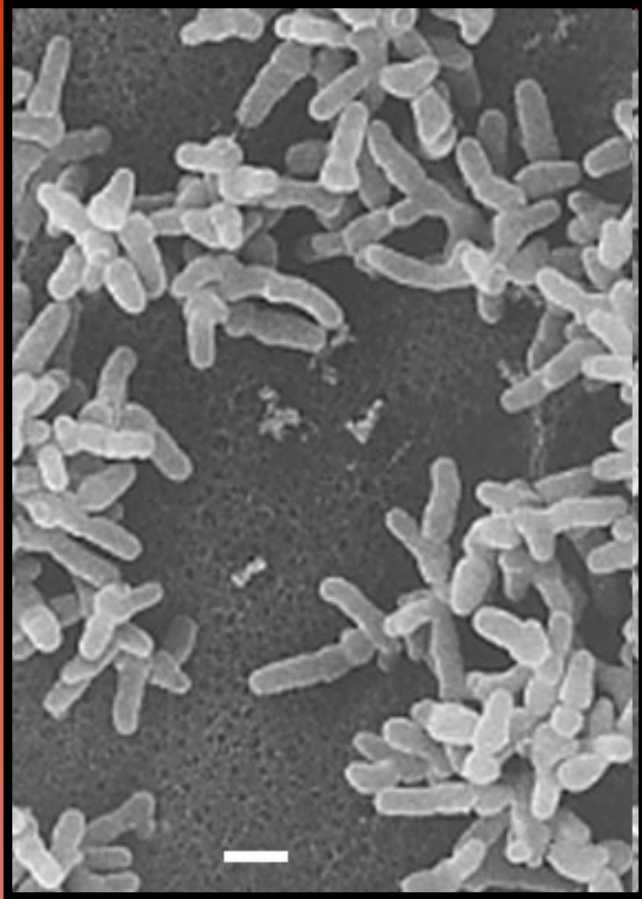


*Nocardia brasiliensis*



*Nocardia brevicatena*

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



*Sporichthya polymorpha*

*"Other genera"*

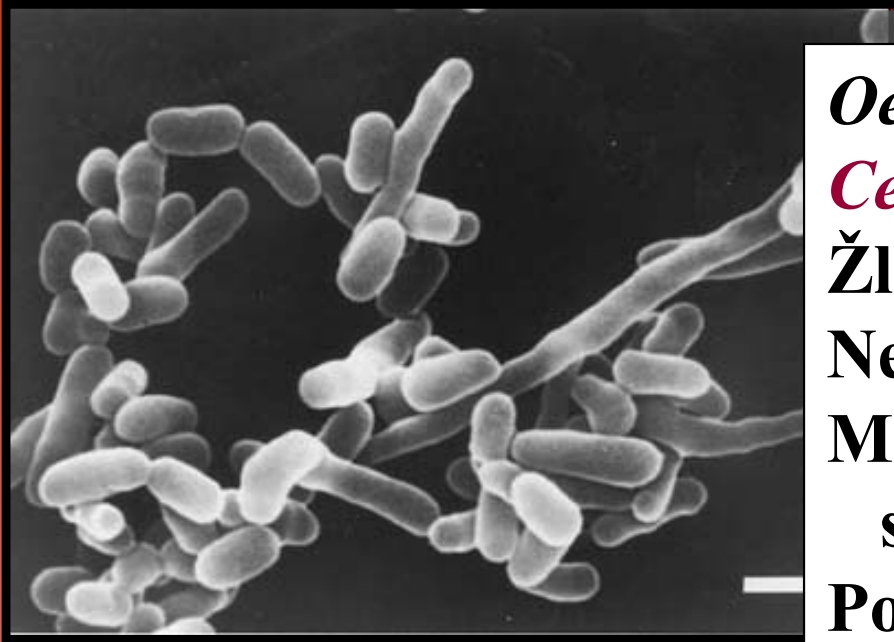
**Nažloutlé kolonie**

**Vzdušné mycelium**

**Bez substrátového!**

**Buňky po fragmentaci pohyblivé.**





*Oerskovia turbata* - *Cellulomonas*

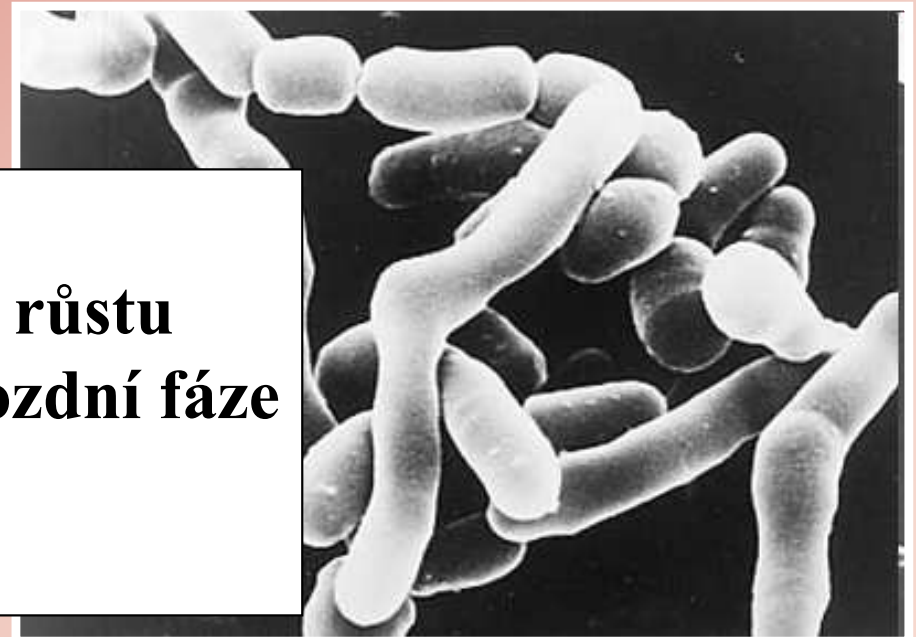
*Cellulomonadaceae*

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

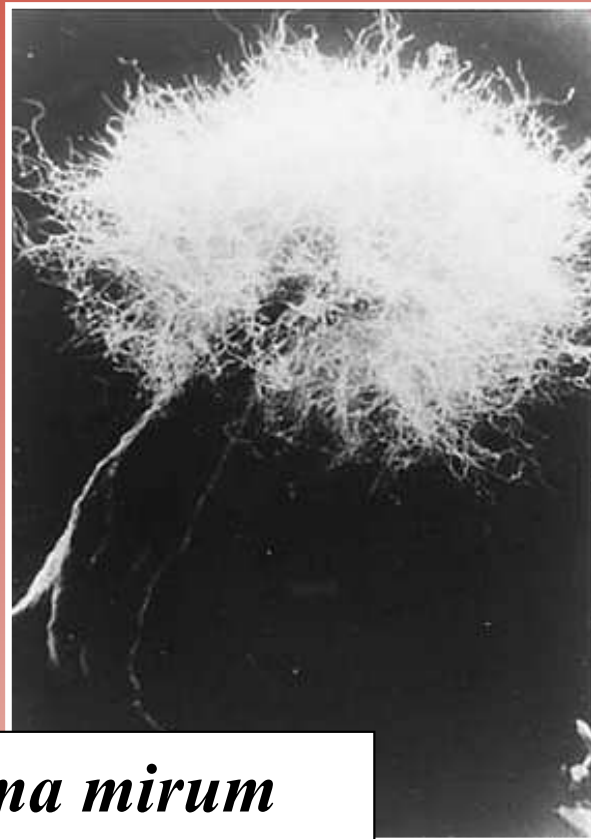
Bez vzdušného mycelia

Enzym degradující glykosfingolipid

# Synemata



*Actinosynnema mirum*  
*Pseudonocardiaceae*  
Fragmentací hyf  
– kulaté pohyblivé spory



Vztyčený svazek  
hyf nesoucí spory.  
Znatelná fúze hyf.



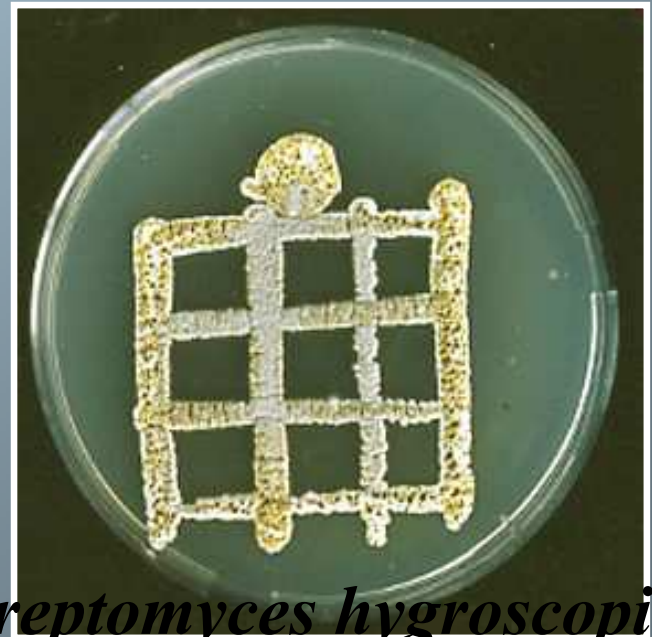
*Actinomadura libanotica*  
*Thermomonosporaceae*



*Streptomyces*



*Streptomyces noursei*



*Streptomyces hygrosopicus*  
subsp. *aureolacrimosus*



*Streptomyces cattleya*

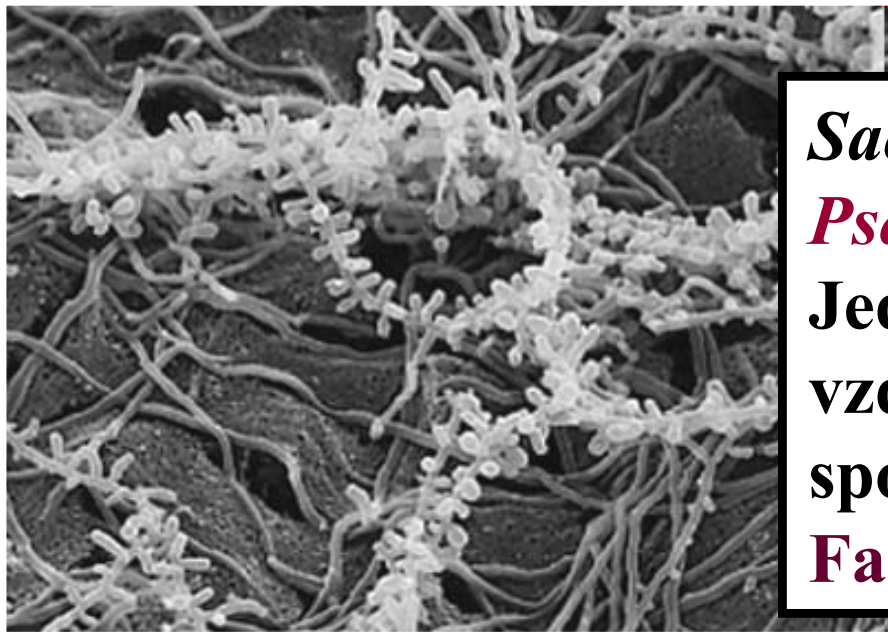


*Actinomadura rugatobispora*  
Zelené vzdušné mycelium



# Charakter spor

Konidie – nepohlavní spory  
1, 2, řetízky – dlouhé, krátké (<20)

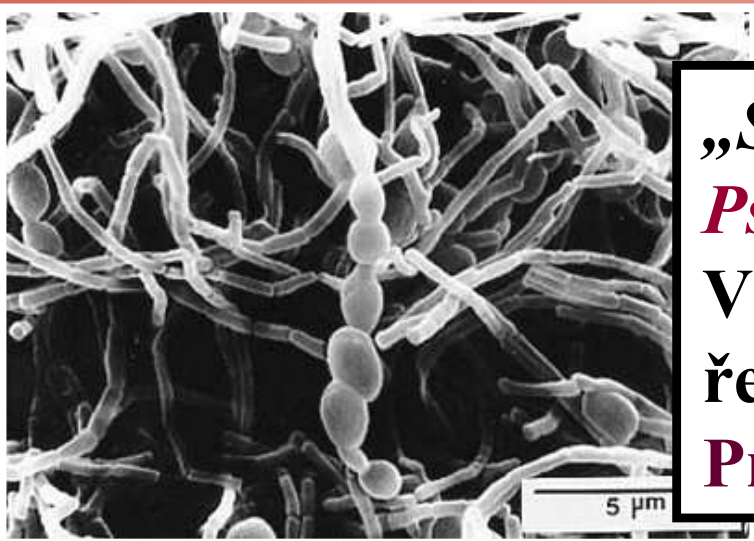


*Saccharomonospora viridis*

*Pseudonocardiaceae*

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

**Farmářské plíce**



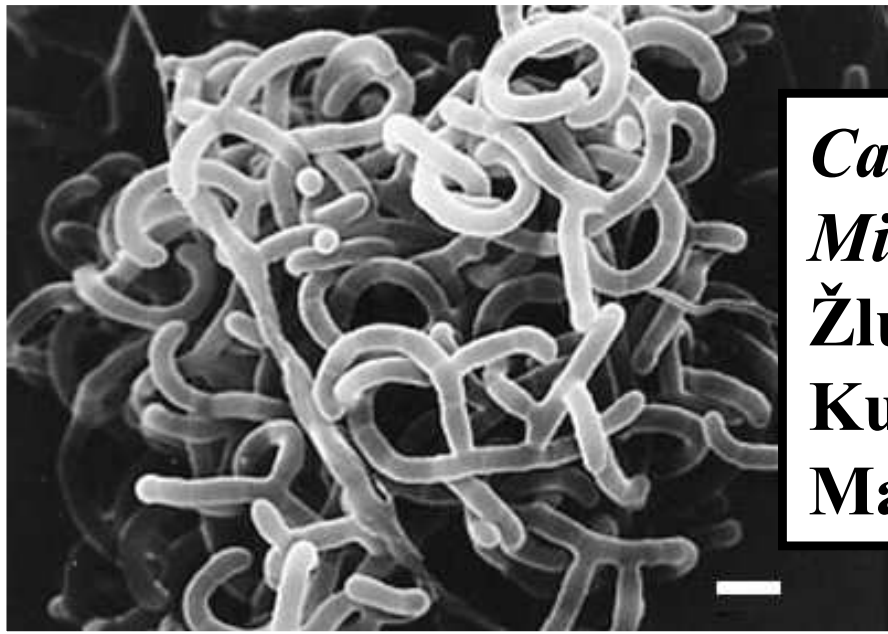
„*Saccharopolyspora interjecta*“

*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

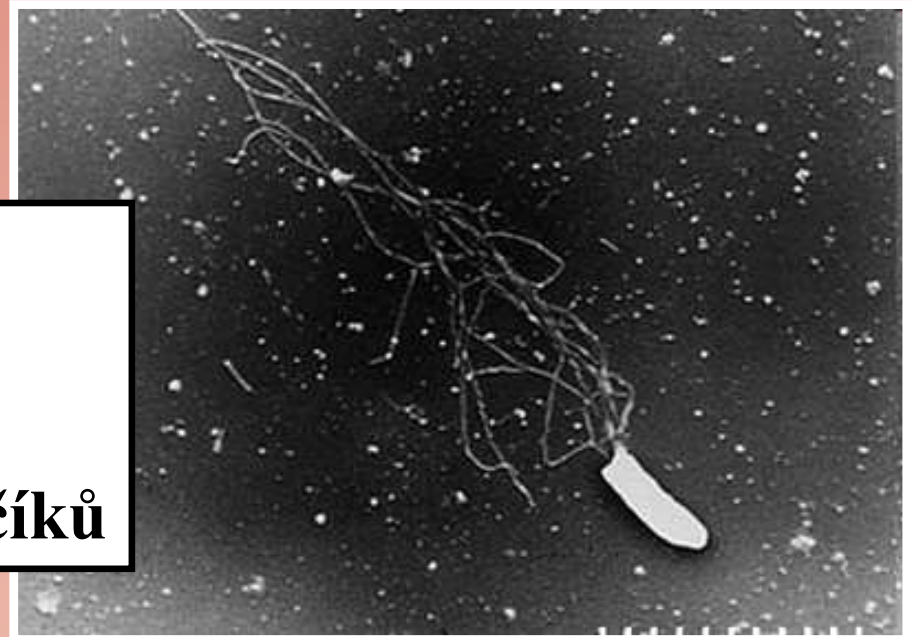
Mají hladký povrch, bičík

*Actinoplanes sp.*

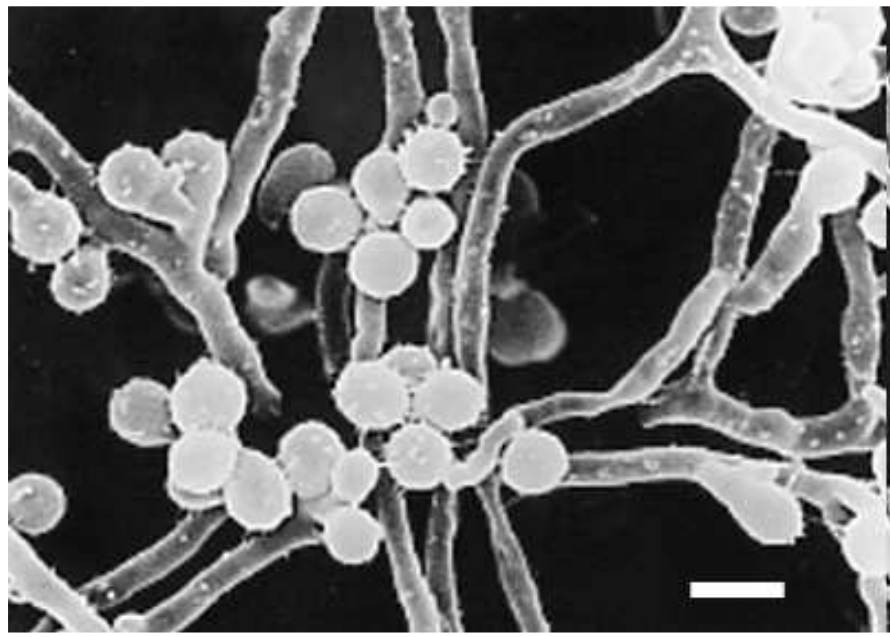
*Micromonosporaceae*

Spory – kulaté nebo elipsoidní

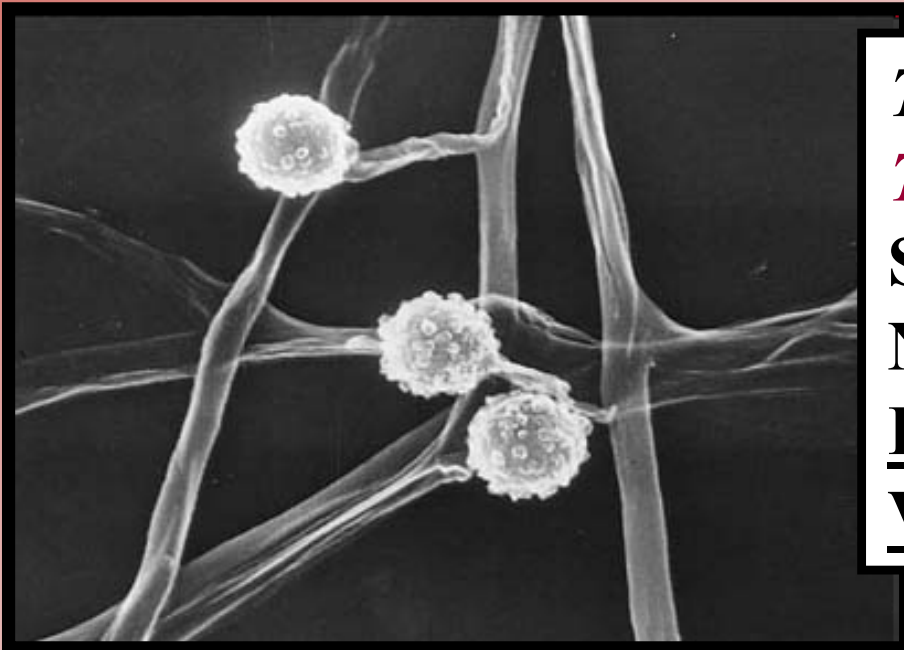
Pohyblivé svazkem polárních bičíků



# Charakter spor

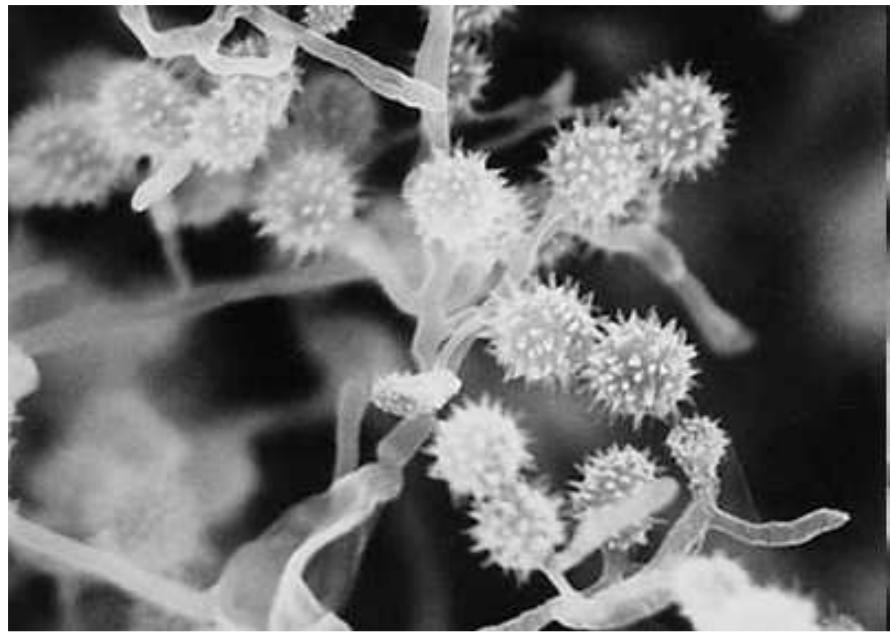


*Verrucospora gifhornensis*  
Na substrátovém myceliu  
jednotlivé spory s výrůstky.  
Oranžový pigment.  
Bez vzdušného mycelia.



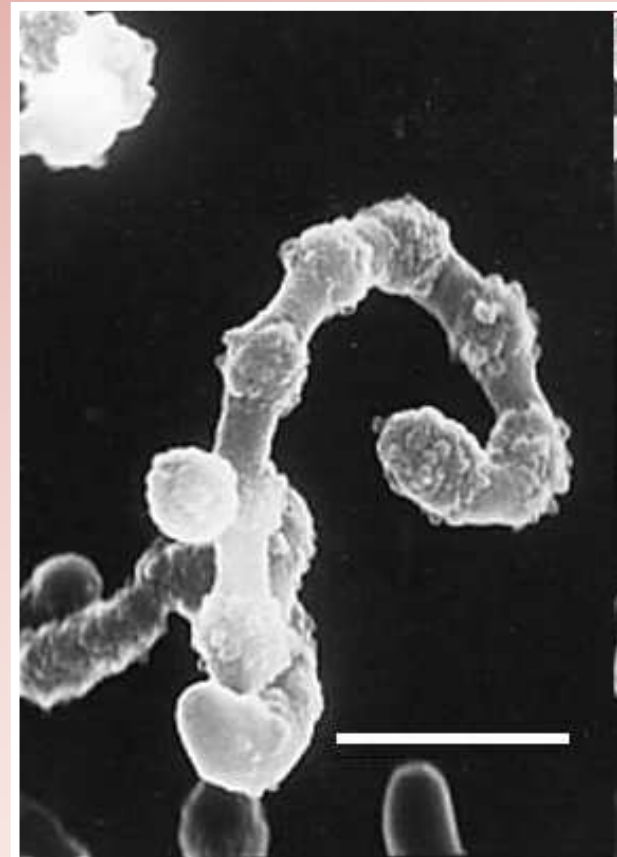
*Thermomonospora formosensis*  
*Thermomonosporaceae*  
Spory s bradavčitými výrůstky  
Na substrátovém i vzdušném myc.  
Kolonie: růžové až oranžové  
Vzdušné mycelium: bílé

# Charakter spor



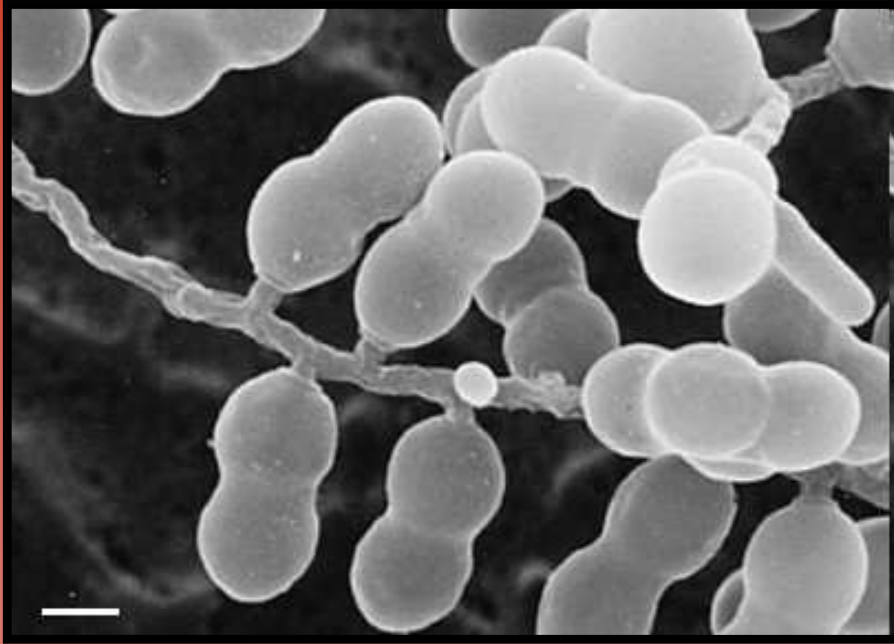
*Actinomadura echinospora*  
*Thermomonosporaceae*  
Spory: trnité výběžky

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





# Charakter spor

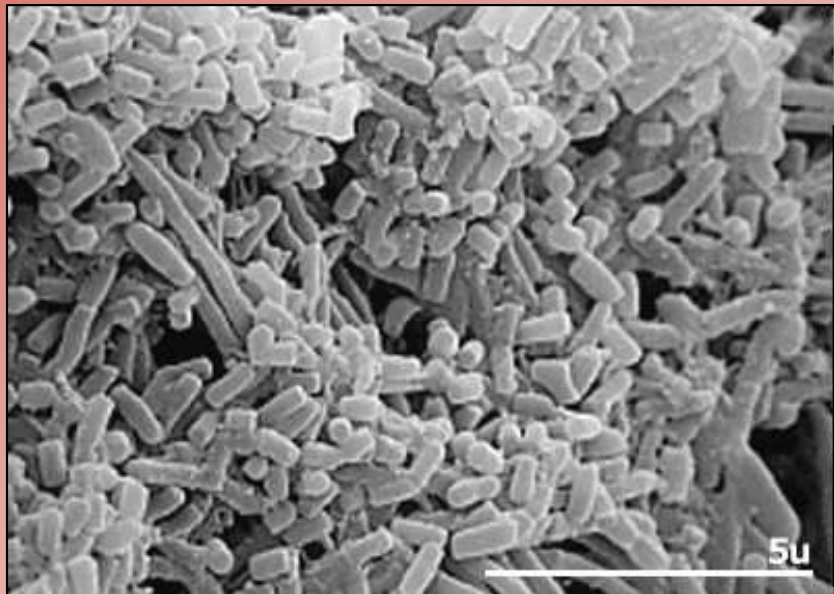
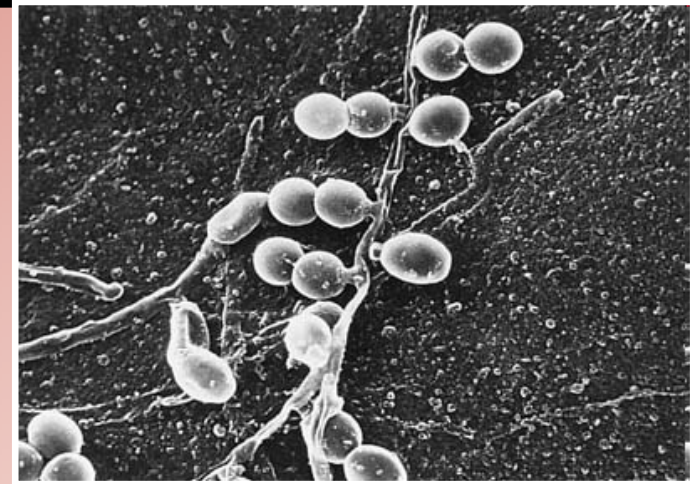


*Microbispora rosea*

*Streptosporangiaceae*

Dvojice spor – V mycelium

Krátký sporofor



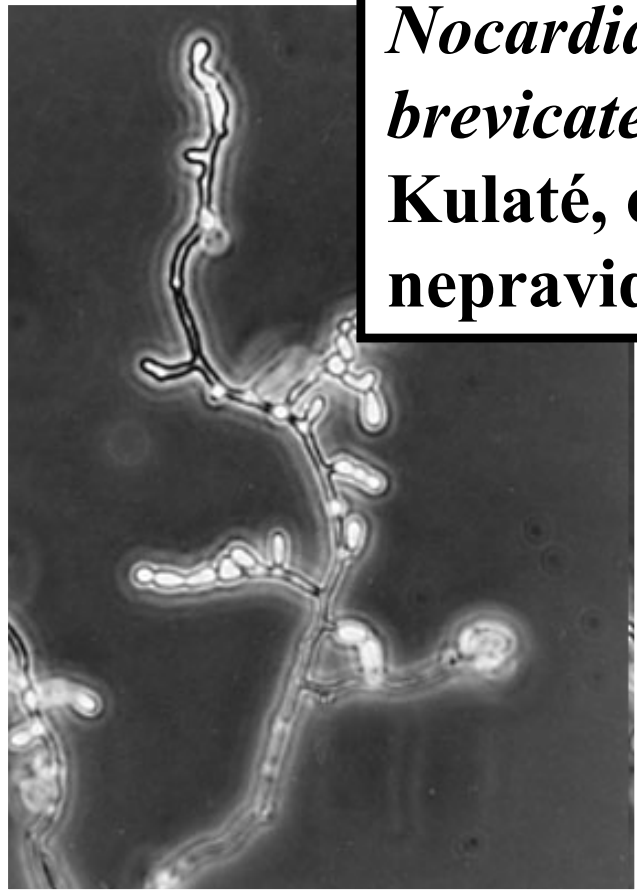
*Glycomyces rutgersensis*

'Other genera'

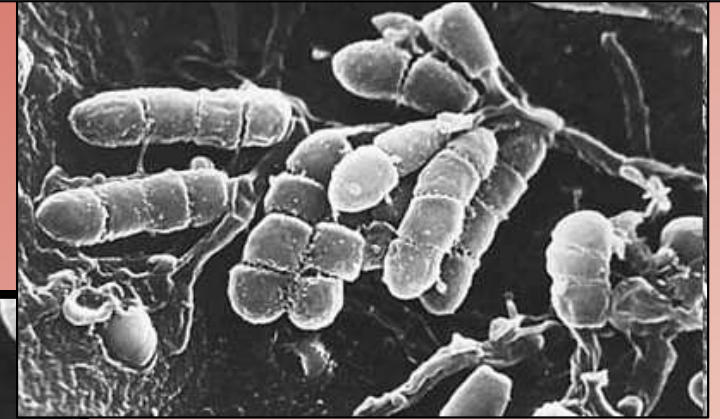
Vzdušné mycelium

Fragmentací – čtvercové, cylindrické  
spory různé délky a šířky

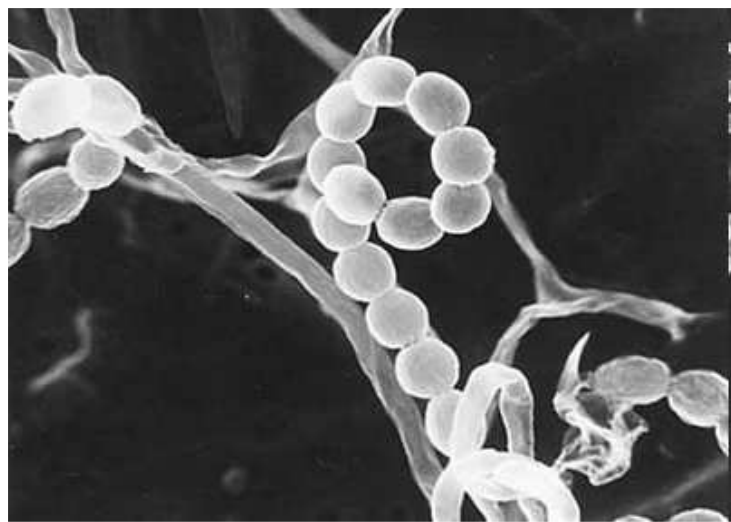
*Nocardia  
brevicatena*  
Kulaté, ovoidní až  
nepravidelné spory



*Microtetraspora- tetrády*

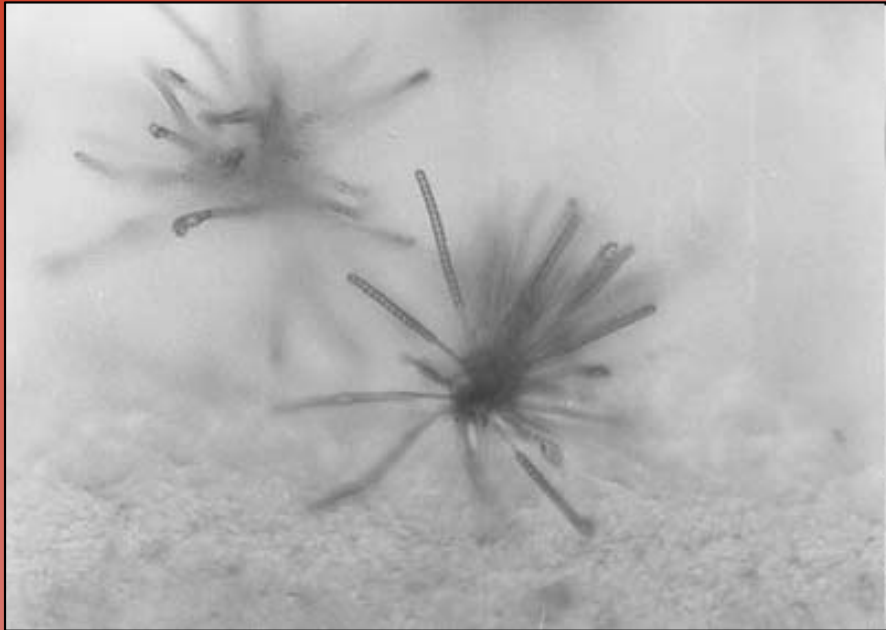


*Microtetraspora  
roseola -  
Nonomuraea roseola*  
*Streptosporangiaceae*  
Elipsovité spory s  
rýhami



*Microtetraspora salmonea*  
- *Nonomuraea*

# Charakter spor

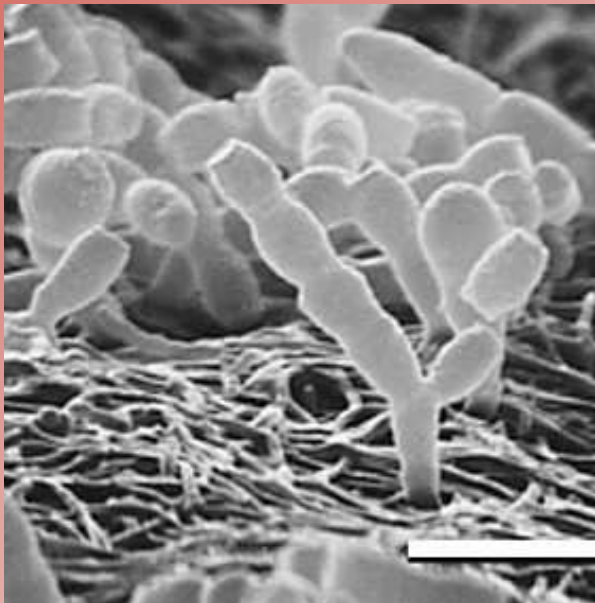
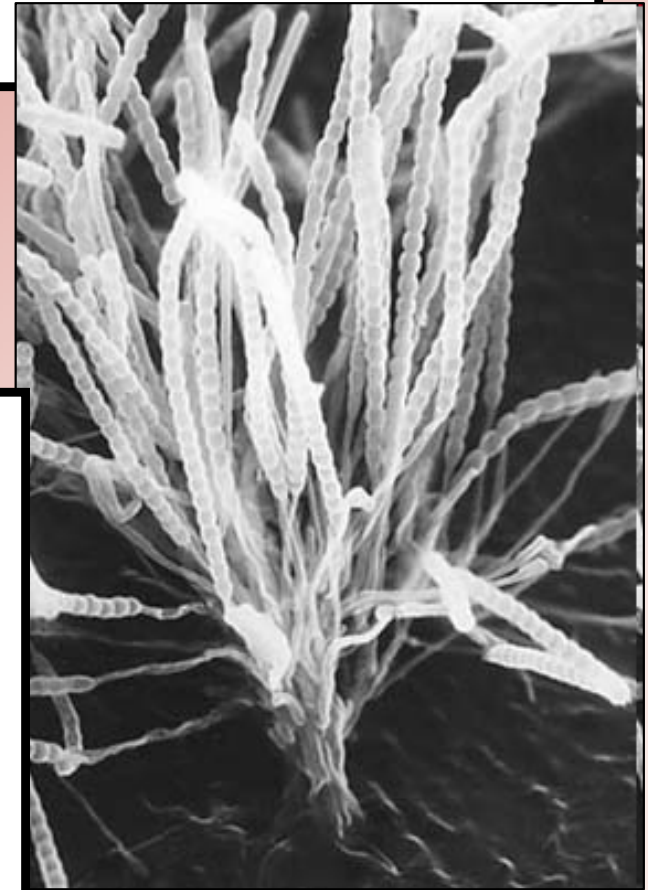


*Herbidospora cretacea*

*Streptosporangiaceae*

Krátké řetízky

nepohyblivých spor na špičce  
sporoforu



*Catellatospora* sp.

*Micromonosporaceae*

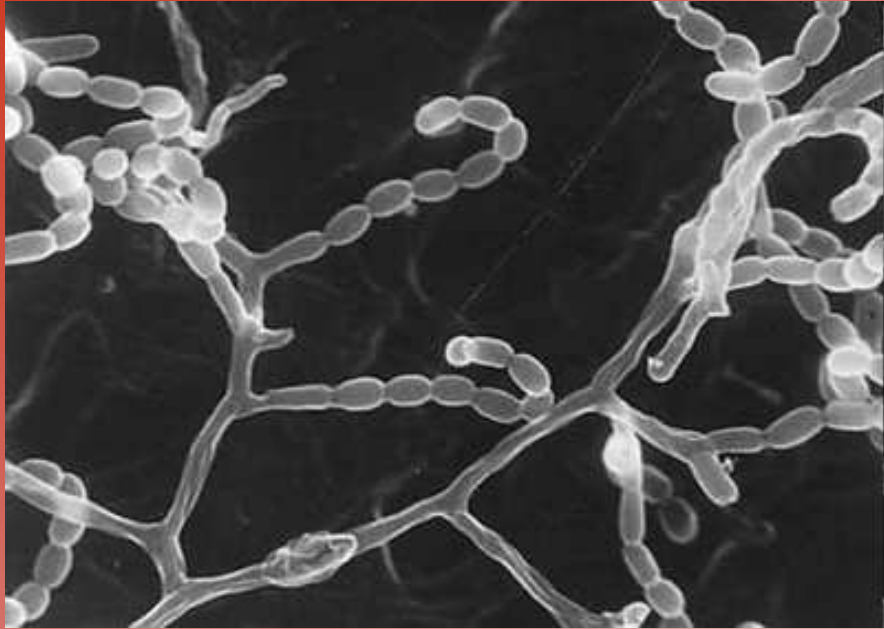
Krátký sporofor -

- přímo ze S mycelia

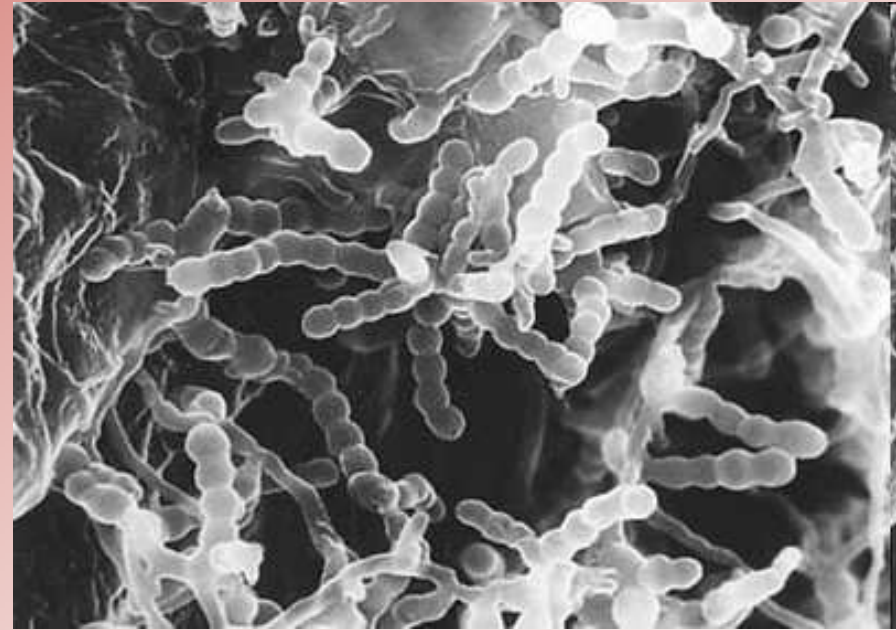
1–2 řetízky 10–20ti spor

Soudkovité až protáhlé

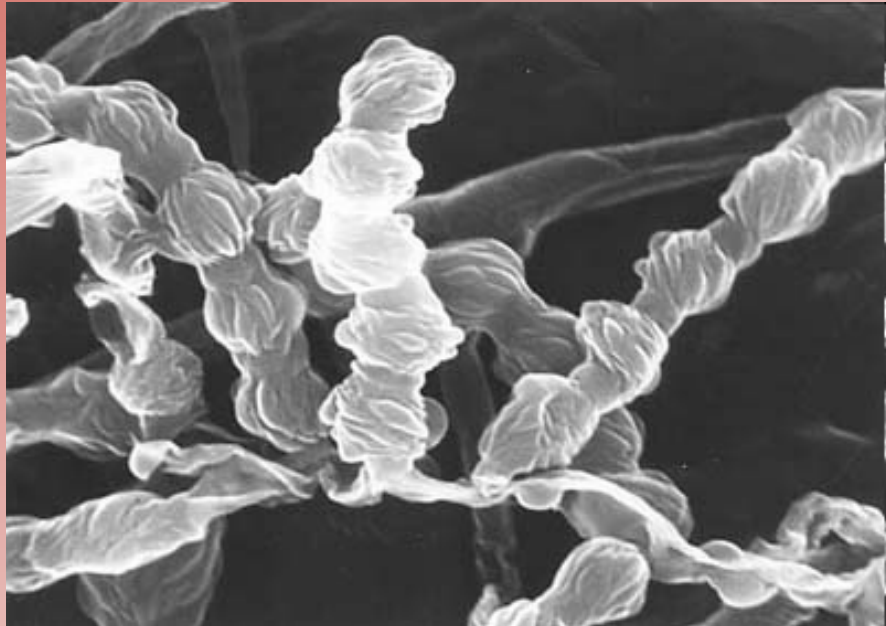
ovoidní nepohyblivé.



*Actinomadura yumaensis*  
*Thermomonosporaceae*

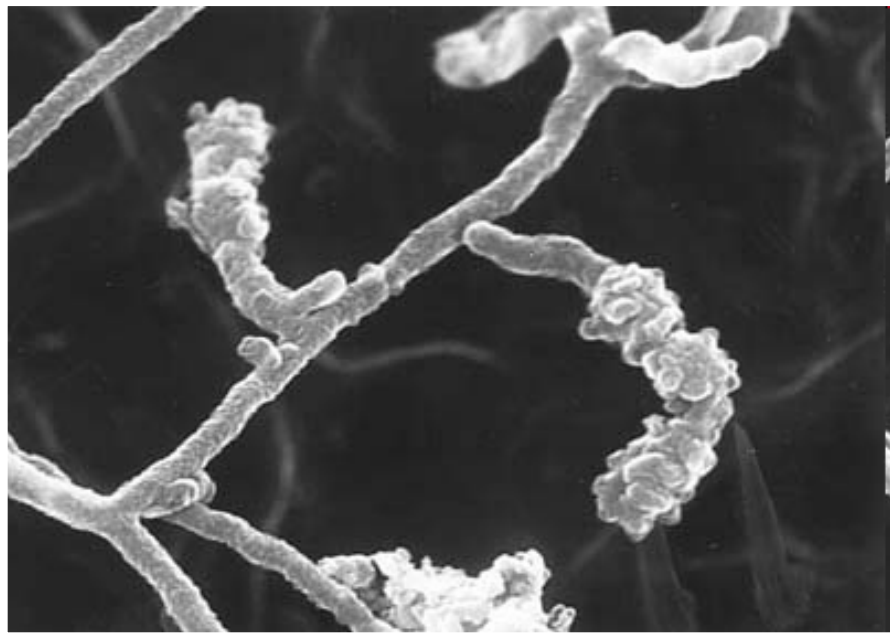


*Actinomadura viridis*



*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**

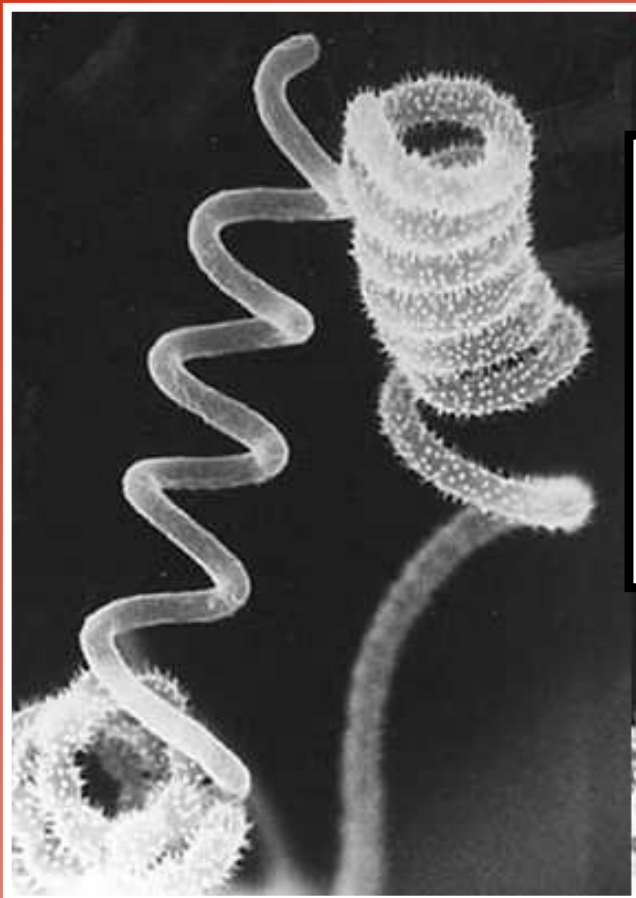
*Actinomadura rugatobispora*

**Zelené vzdušné mycelium**

**Dvojice rýhovatých spor**

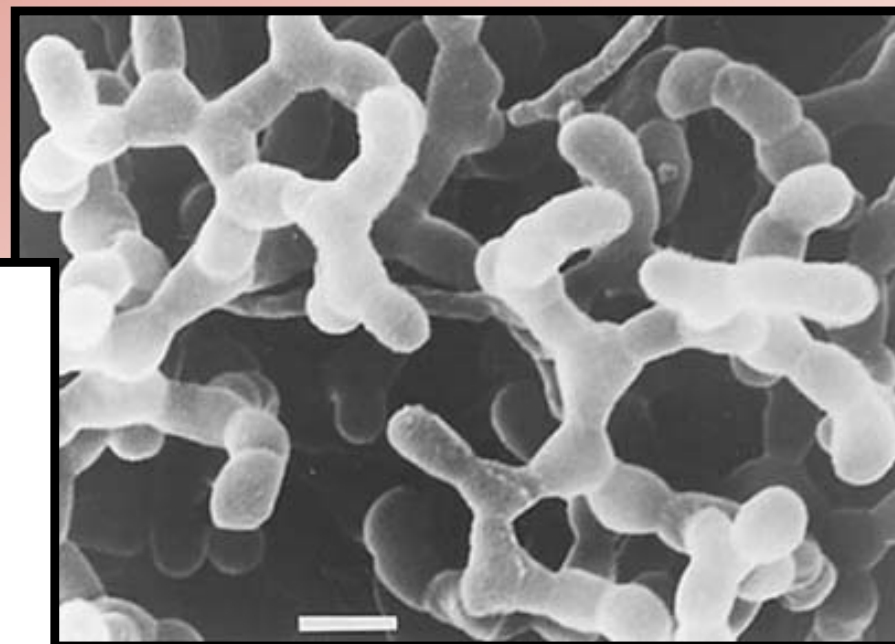


# Charakter spor

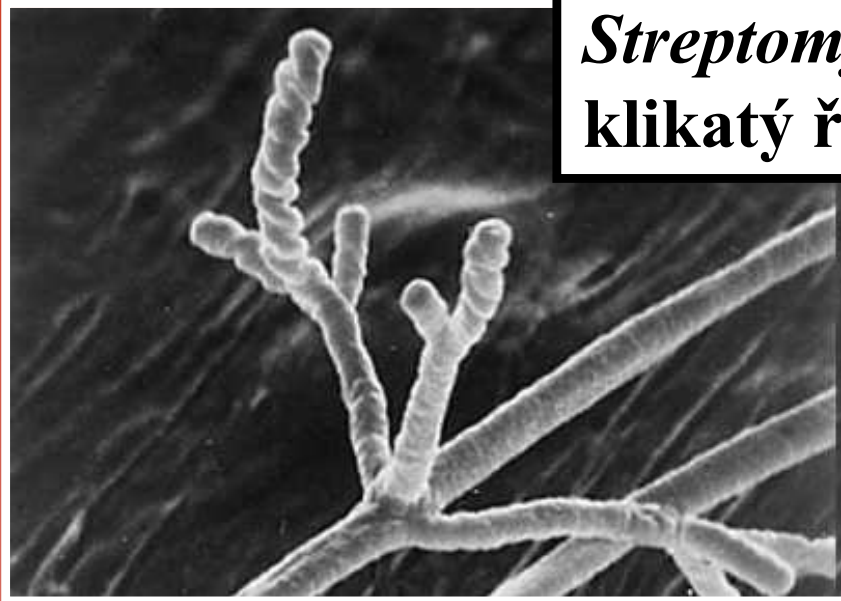


*Streptomyces violascens*  
Spirálovitý řetízek spor.  
Na obrázku mladé hyfy –  
ještě není vytvořeno septum.  
**ATB elulicinového-typu**

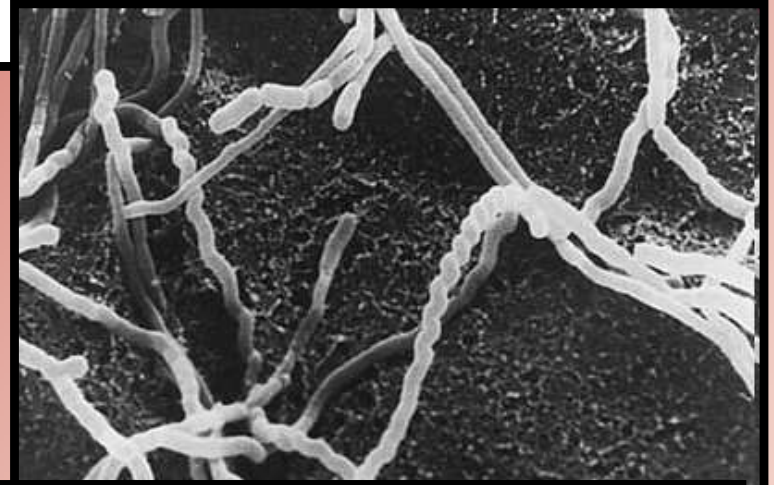
„*Streptomyces triangulata*“  
Šedomodré vzdušné mycelium  
s klikatými řetízky spor tvaru  
trojúhelníku nebo Y  
**Antifungální ATB**



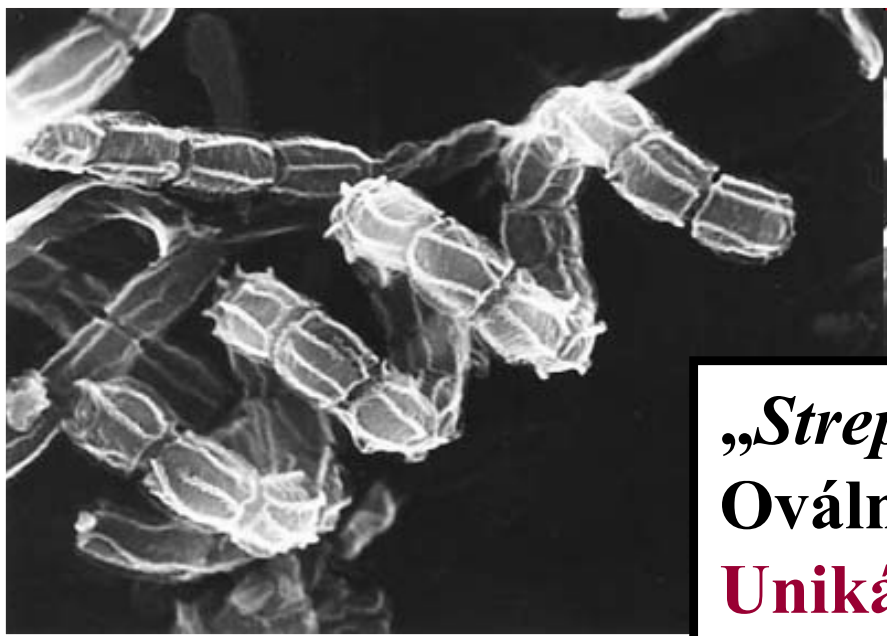
# Charakter spor



*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:

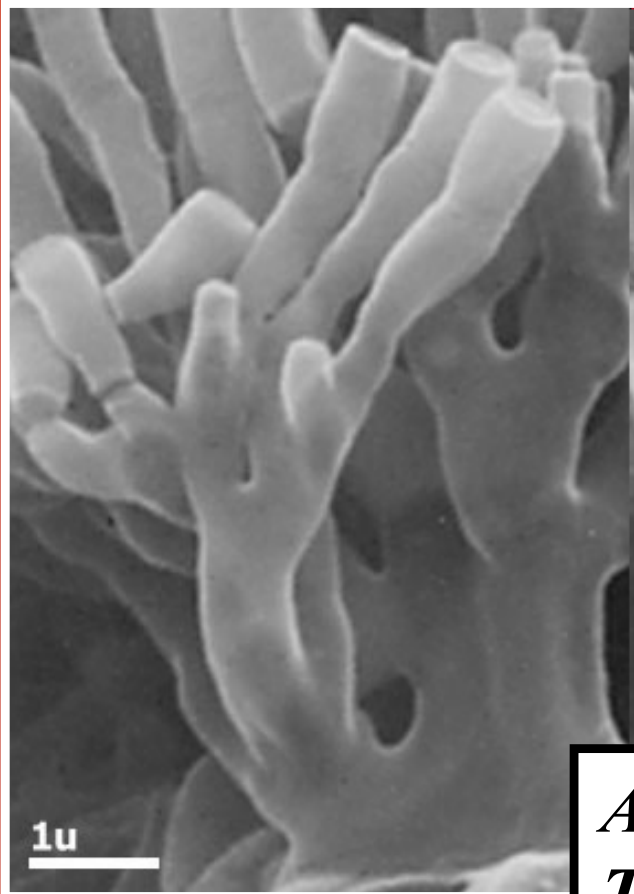
řetízky spor - terminální nebo

laterální výrůstky = prolongace

nebo větvení hyf







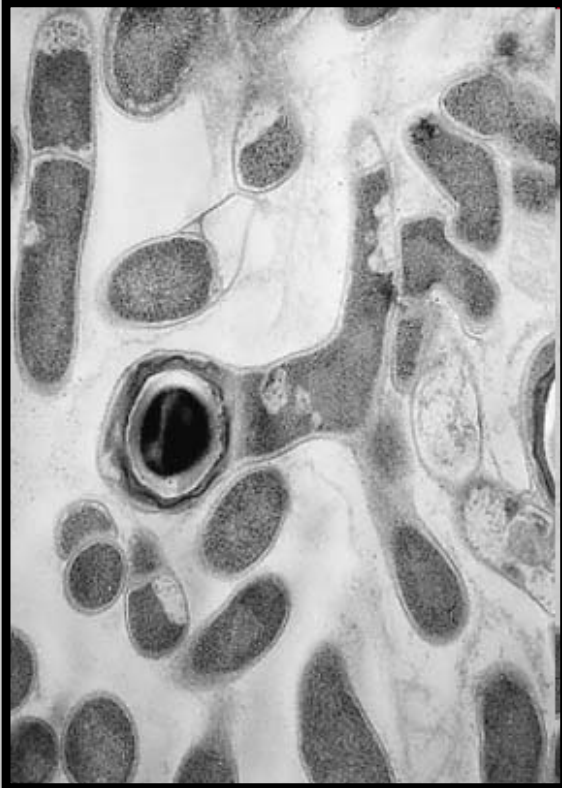
*Actinocorallia herbida*

*Thermomonosporaceae*

**Unikátní korálovité sporofory ze S mycelia**

**Dlouhé řetízky nepohyblivých spor (až 30)**

# Charakter spor



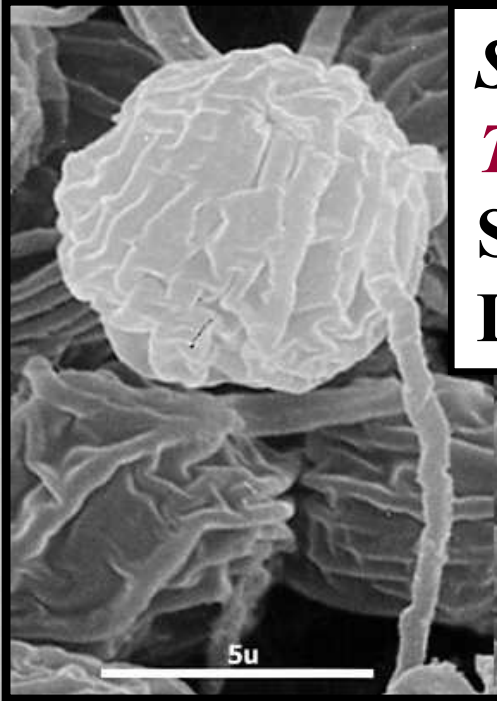
*Thermoactinomyces* sp.

Jednotlivé kulovité spory na vzdušném i substrátovém myceliu

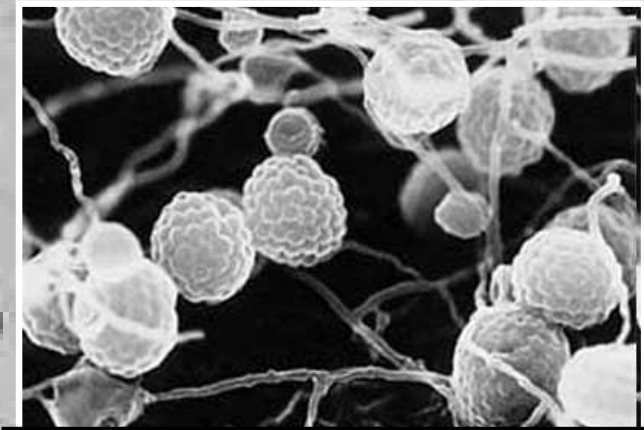
Jsou to pravé bakteriální endospory –  
strukturou, formováním i fyziologií !!!

**Růst až do 60°C**

# Charakter sporangia



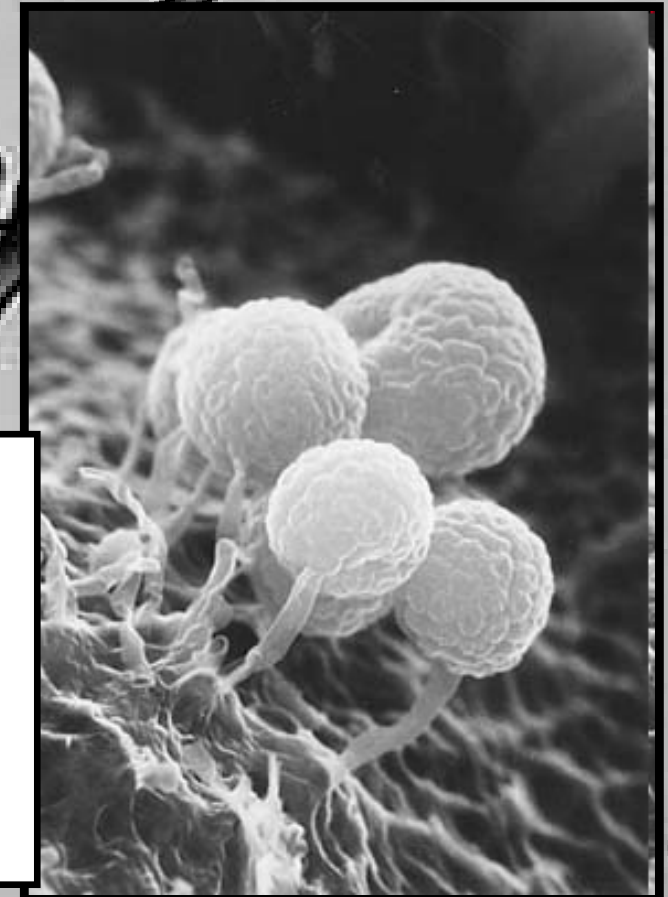
*Spirillospora albida*  
*Thermomonosporaceae*  
Sférické sporangium  
Laterální sporangiofor



*Streptosporangium roseum*  
**ATB sinefungin**



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



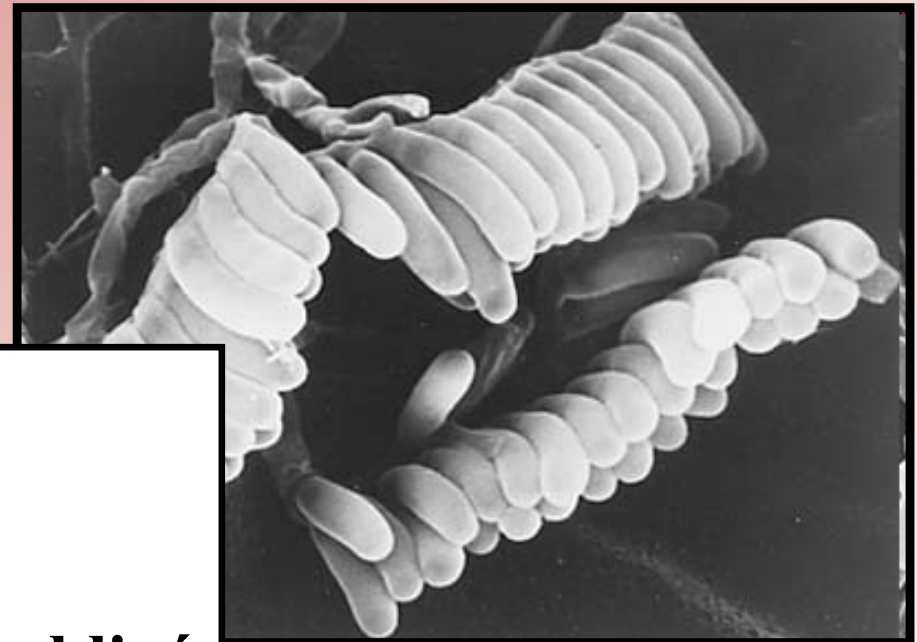


„*Sarracenospora aurea*’,

„Other genera“

Chomáčky dlouhých rovných sporangií

Nepohyblivé spory uvolňovány na  
vrcholcích



*Planomonospora alba*

*Streptosporangiaceae*

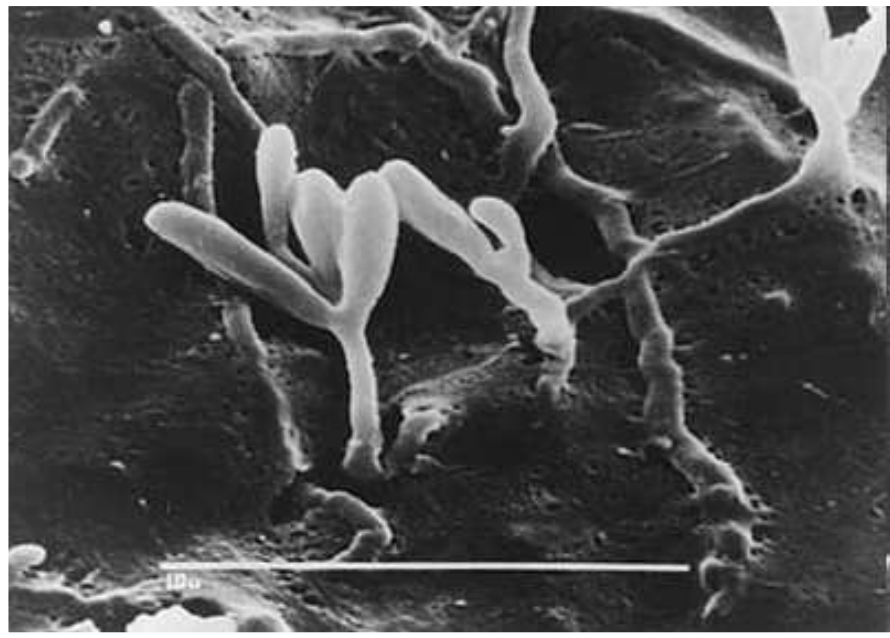
Sporangium tvořeno jednou

cylindrickou sporou - pohyblivá

Typická řada sporangií

Bohaté vzdušné mycelium

# Charakter sporangia



*Planomonospora venezuelensis*

*Streptosporangiaceae*

Dvě sporangiospory

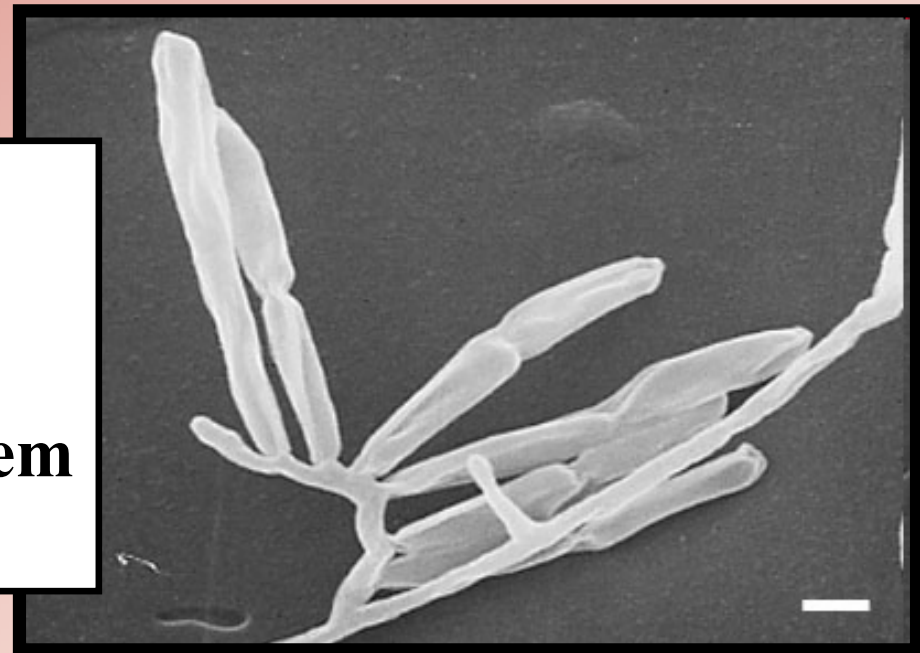
- větvené kyjovité sporangium,  
Vzhled palmových listů

*Planobispora rosea*

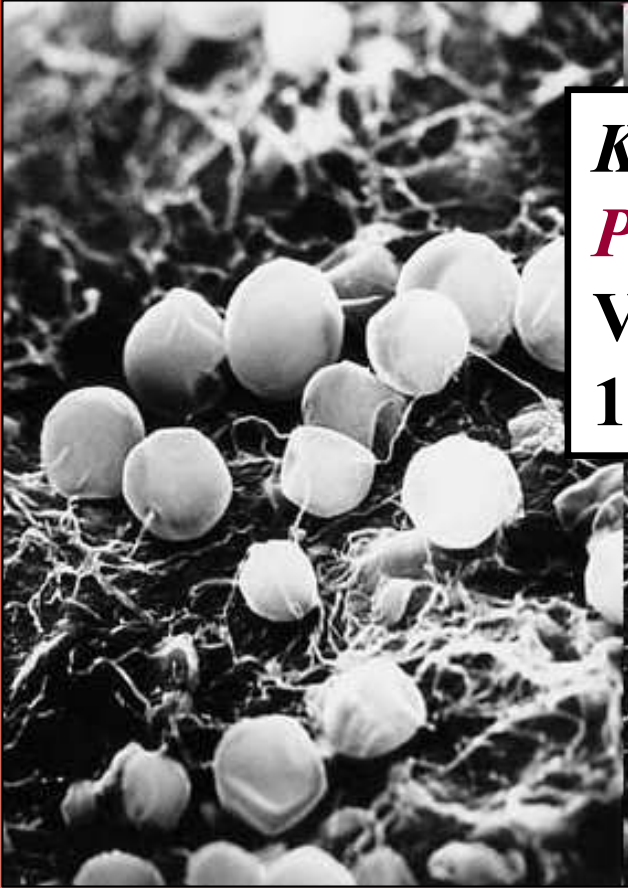
Vějíř 6 sporangií

– každé má dvojici spor

Na sporangioforu s primordiem  
sedmého sporangia na konci



# Charakter sporangia



*Kutzneria viridogrisea*

*Pseudonocardiaceae*

Velká tlustostěnná sporangia

1994 vyčleněna ze *Streptosporangium*

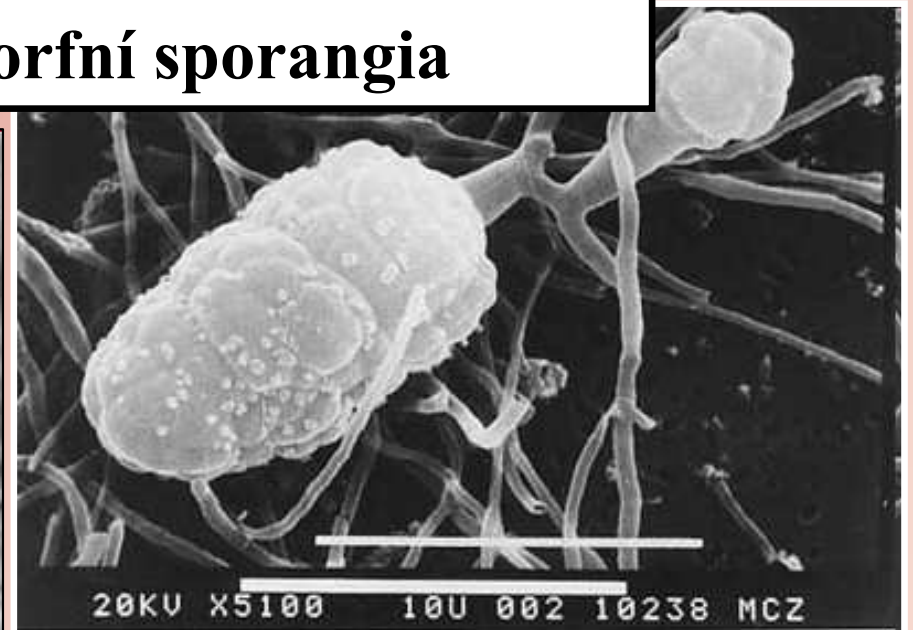
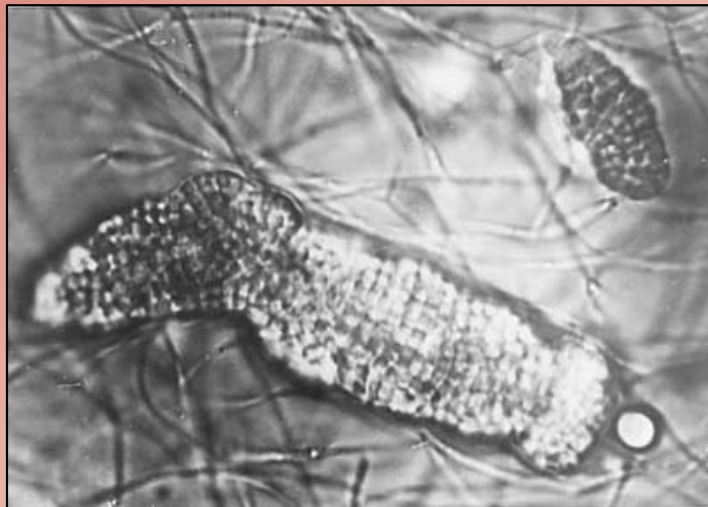
*Frankia* sp.

'Other genera'

Kořeny olše

Ve vezikulech fixace dusíku

Polymorfní sporangia

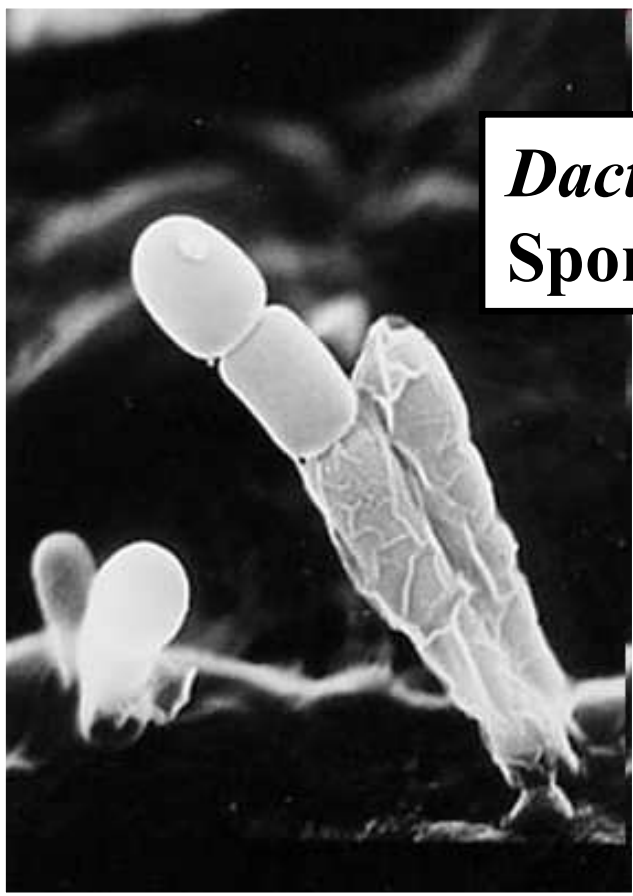


20KV X5100 10U 002 10238 MCZ

# 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

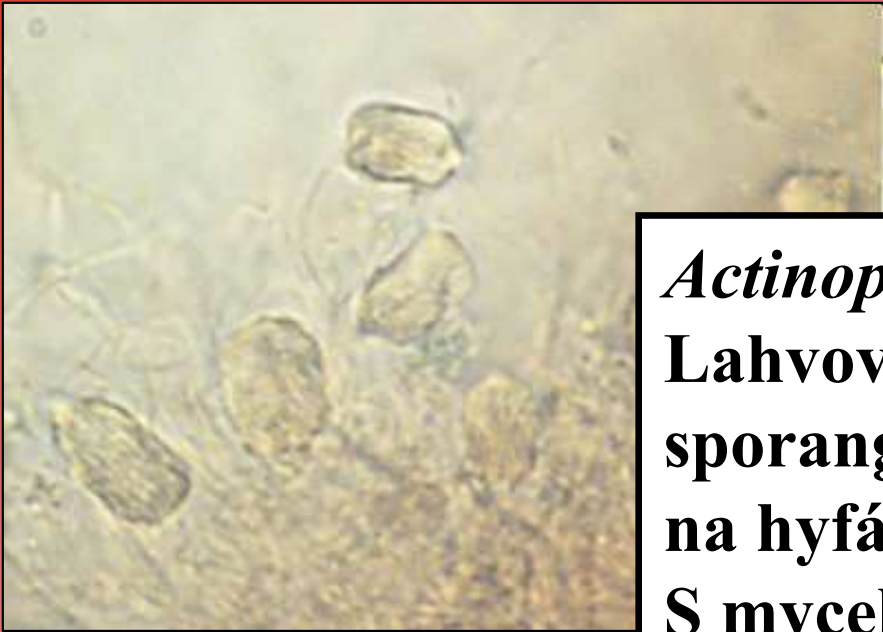
– dezintegrace struktury

Ve sporangiu:

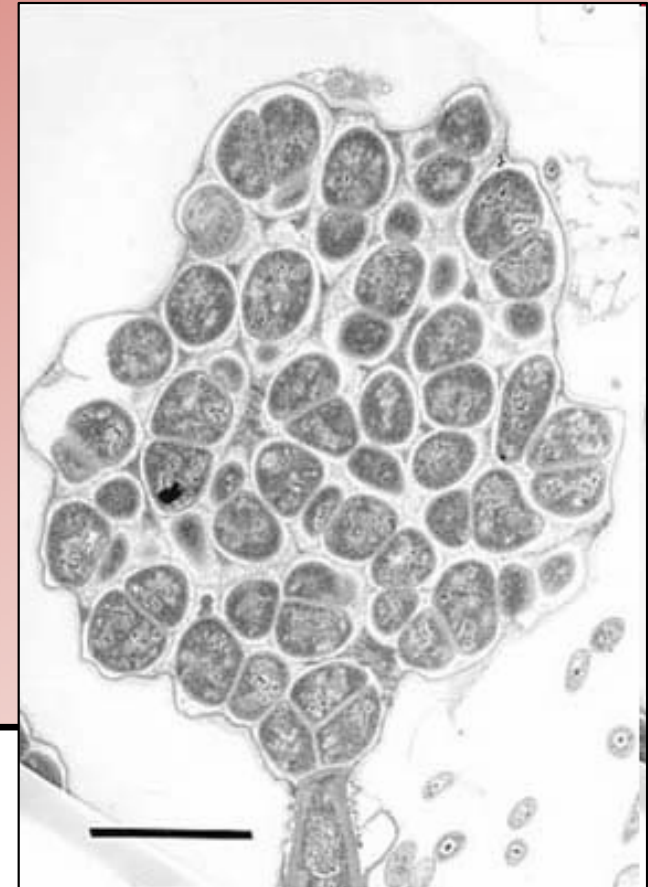
kolumella = pokračování sporangioforu.



# Charakter sporangia



*Actinoplanes* sp.  
Lahvovité  
sporangium  
na hyfách  
S mycelia



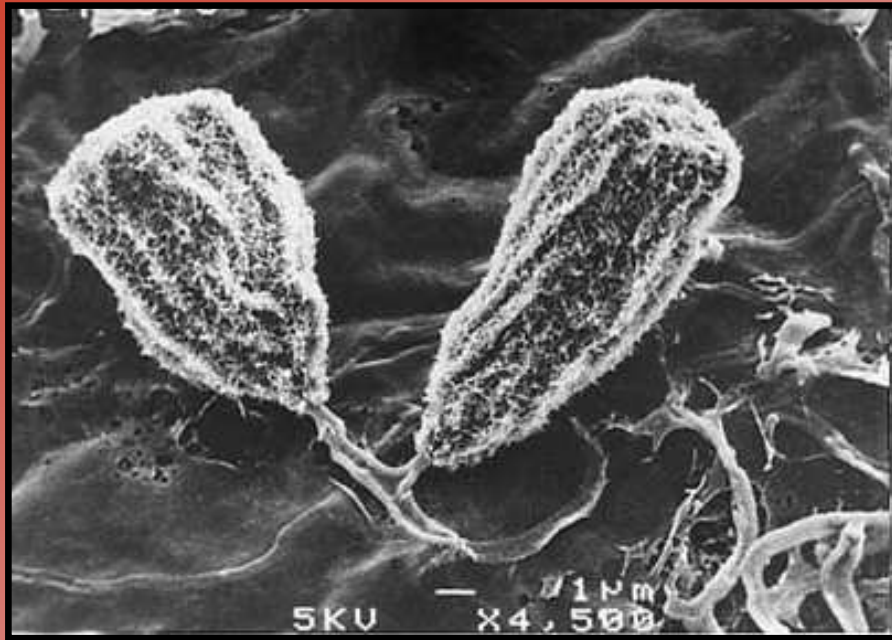
*Actinoplanes* sp.

*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>

The background of the slide is a grayscale fluorescence micrograph of plant roots. The roots are stained with two different fluorescent dyes, one red and one green, which appear as bright spots along the length of the root cells. Some roots are straight, while others are curved or branched. A central text box with a grid pattern and an orange border contains the text.

*Děkuji za pozornost*