

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

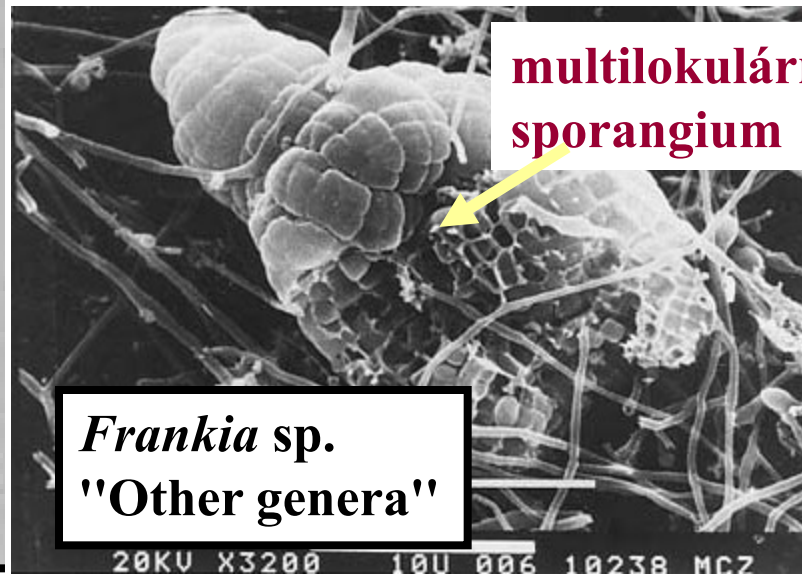
Životní cyklus

Morfologie

*Agromyces ramosus* IFO 13899



**synemata**



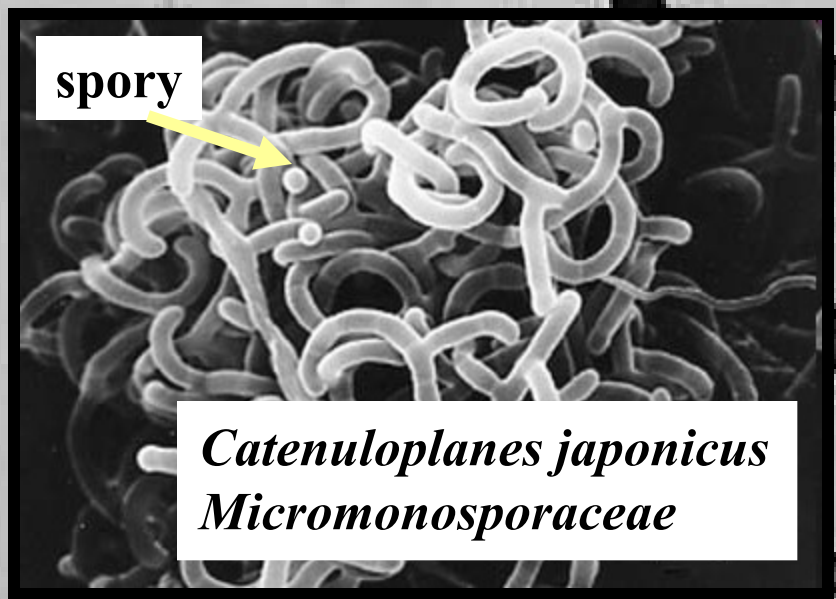
**multiloculární sporangium**

*Frankia* sp.  
"Other genera"



*Nocardia farcinica*

*Actinosynnema mirum*  
*Pseudonocardiaceae*



**spory**

*Catenuloplanes japonicus*  
*Micromonosporaceae*



*Kitasatospora setae* KM-6054  
*Streptomycetaceae*

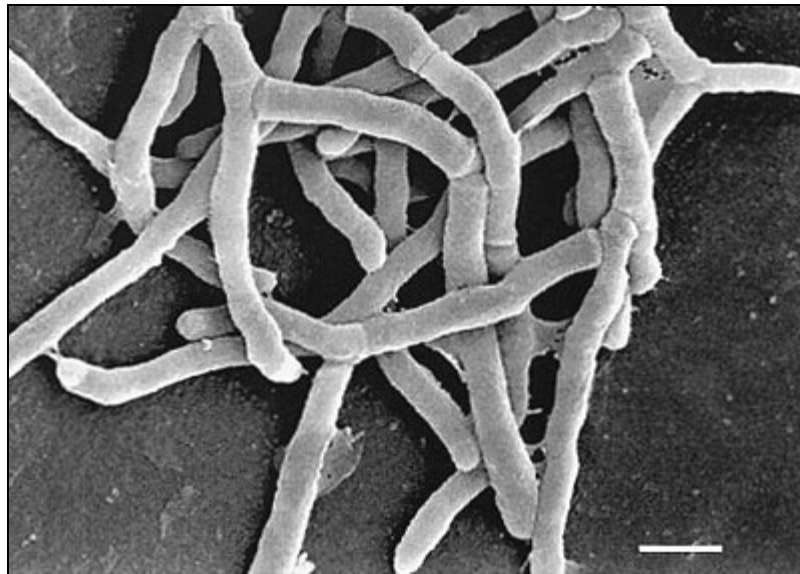
# *Actinomycetales*

- Jiný význam než Actinomyces !!
- Heterogenní seskupení G<sup>+</sup> 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

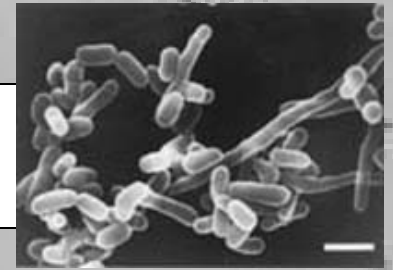
Až několik cm nad agar

# *Actinomycetales*

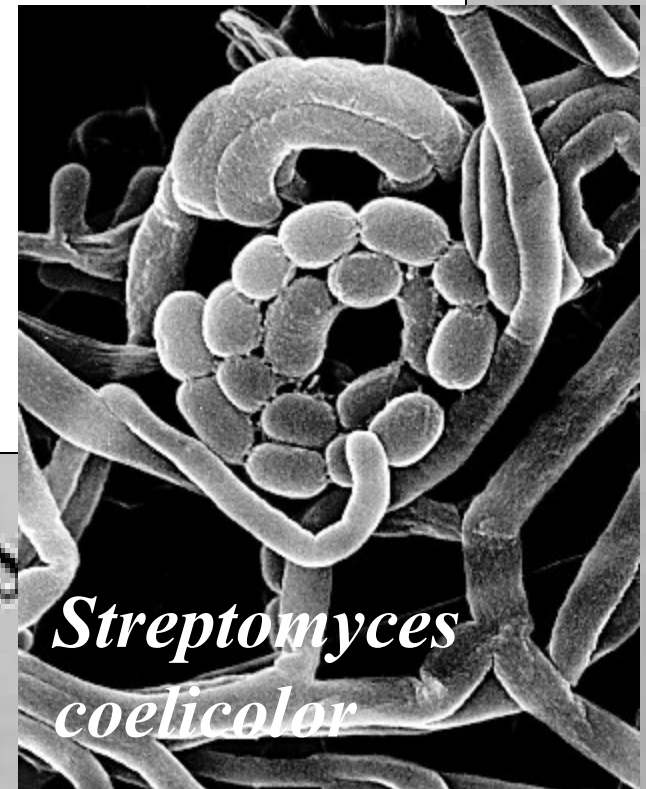
- Charakteristiky:

- 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

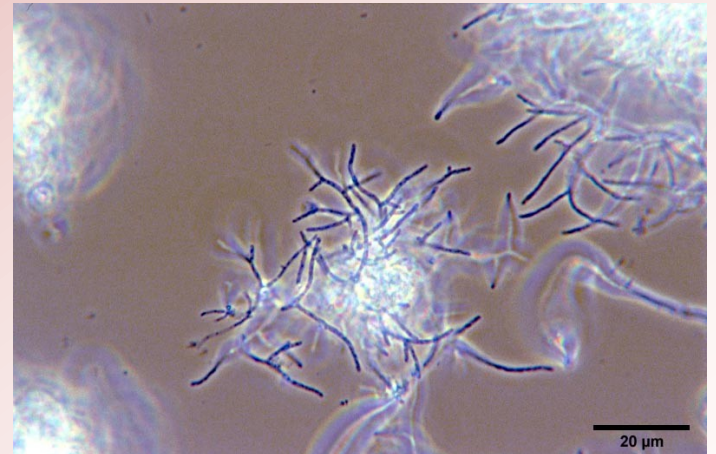
- 4 podskupiny

Půda, voda, hnůj, T.S., klin.mat

- Název podle:

nestálé mycelium rozpadající se do koků

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

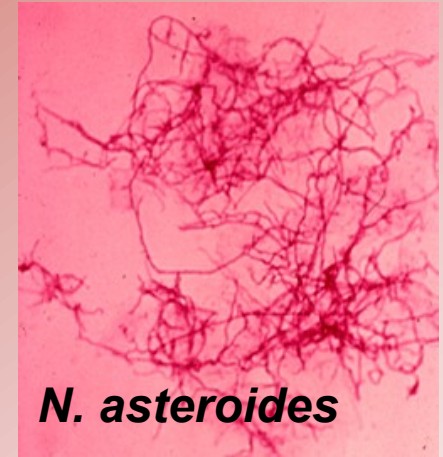




**Nocardia,**  
kožní léze



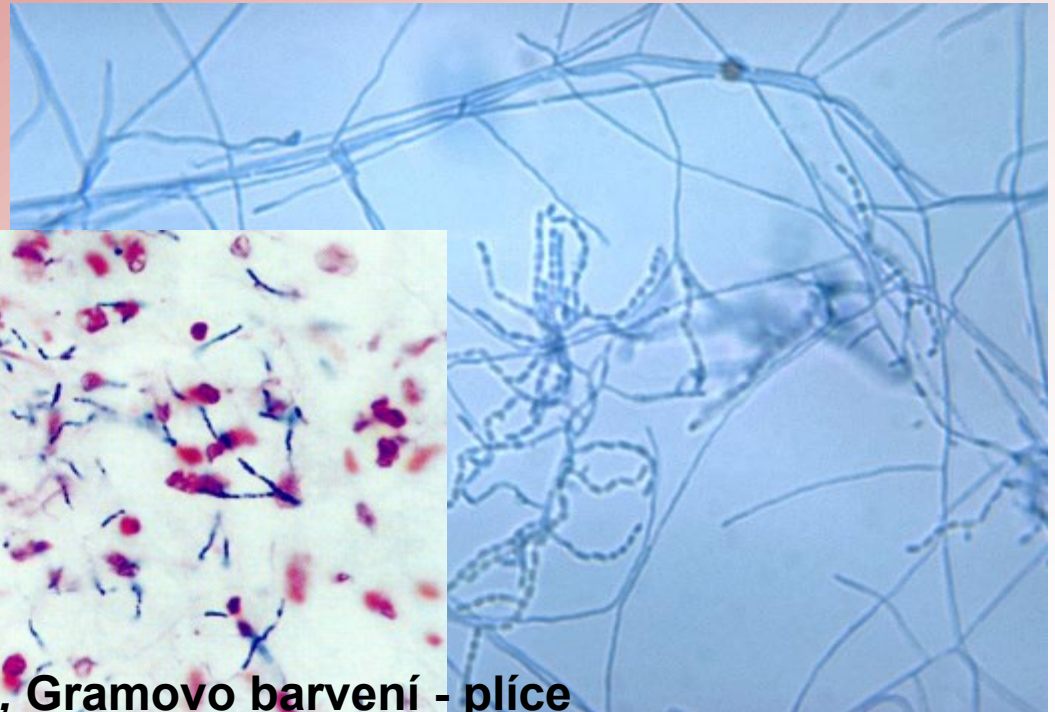
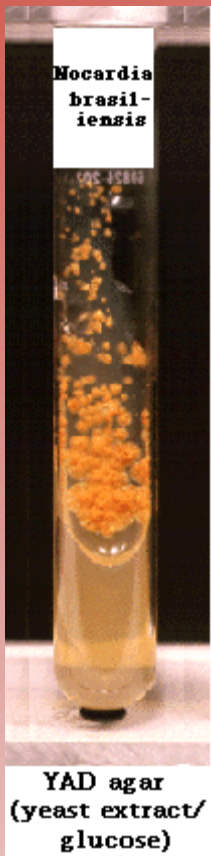
**Nocardia farnicia**



**N. asteroides**

# Nocardia

Drsné kolonie  
Lpí na mediu  
Pigmentované  
Vzdušné hyfy ano



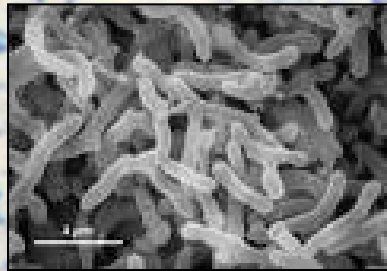
**N. asteroides, Gramovo barvení - plíce**

# *Rhodococcus equi*

Kinyoun modified acid-fast stain

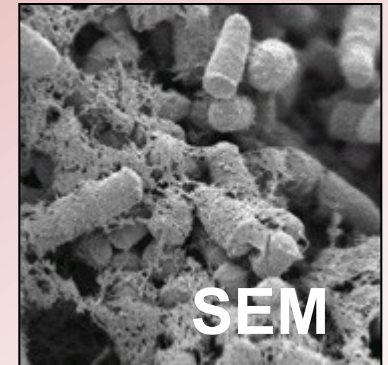
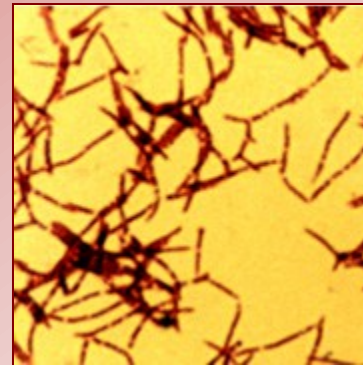
Sputum, 100X

Koky uvnitř makrofágů



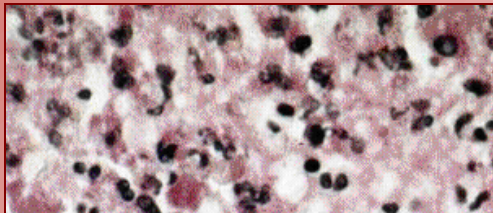
L. Bry. 10/2001

# *Rhodococcus*

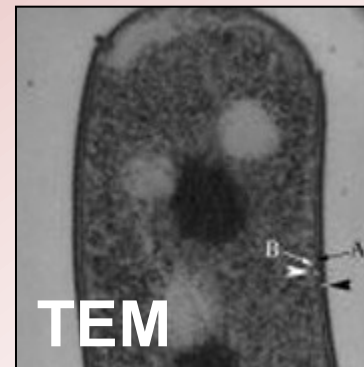


SEM

*Rhodococcus* sp. *R. aetherivorans*

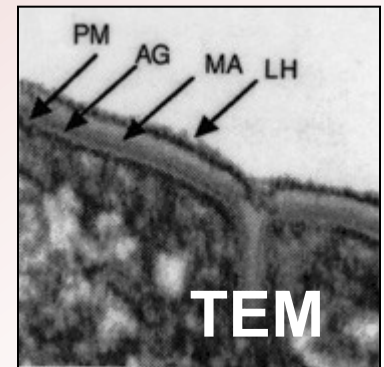


Gramovo barvení  
Kokobacily, tyčinky  
málo vzdušné mycelium



TEM

*R. aetherivorans*



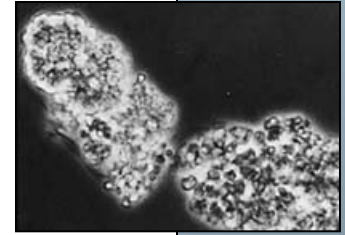
TEM

*R. ruber* V49.

Degradativní enzymy – fenol

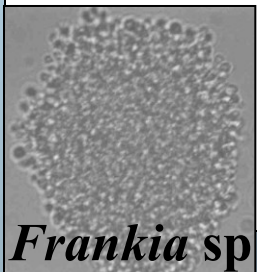


# Aktinomycety s multilokulárními sporangii



- 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

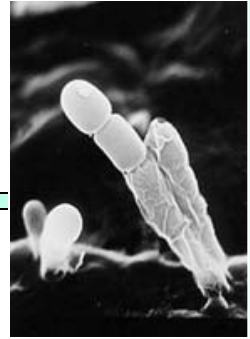


*Frankia sp*



# Actinoplanetes

- půda, voda, sedimenty, T.S. hmyzu

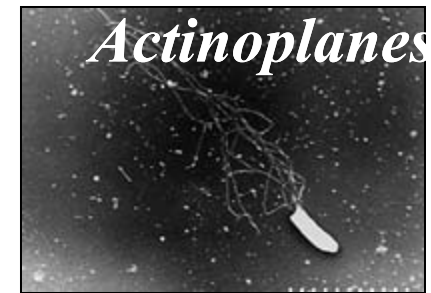


*Dactylosporangium*

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

- přisedlé stadium

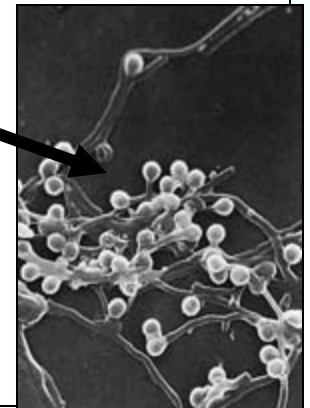
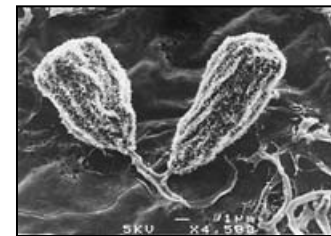
- vegetativní mycelium a sporangia, nerozpadavé, V.M. zřídka



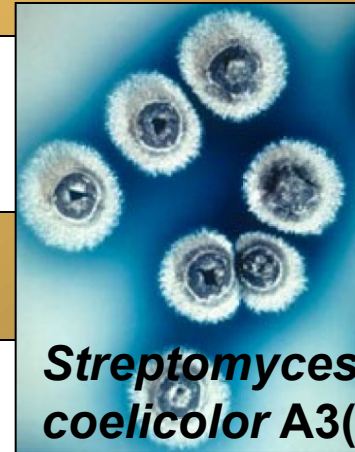
- pohyblivé stadium – spory – voda

- někdy spory va koncích hyf – bez sporangia

- *Actinoplanes, Ampullariela, Micromonospora*

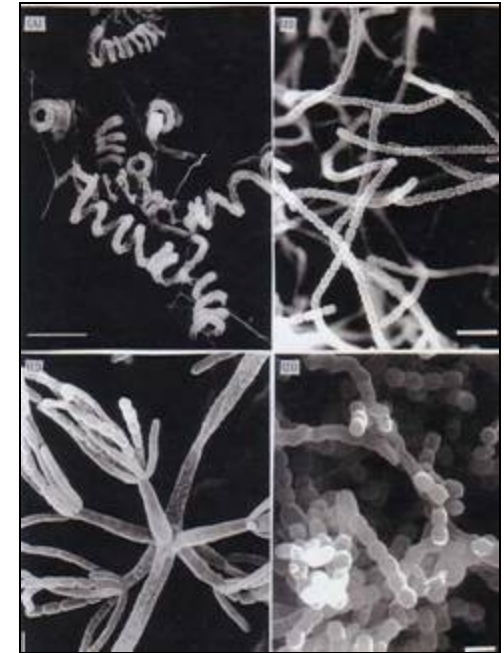
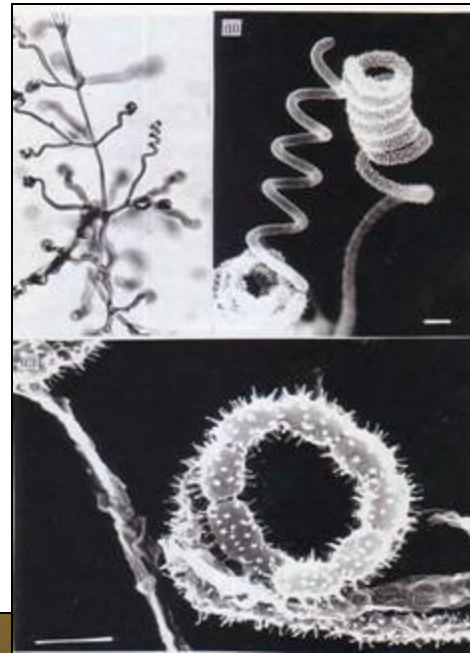


# Streptomycety



*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*

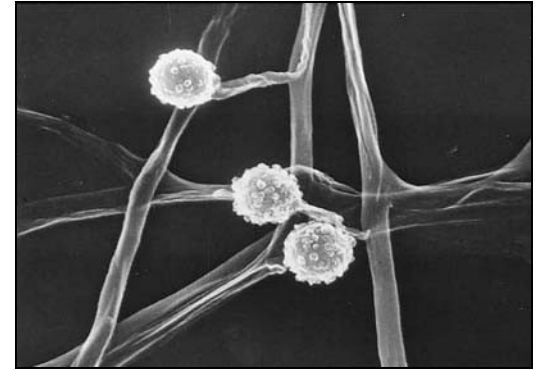
*Nocardia brasiliensis*

*Streptomyces somaliensis*

Ohraničený zánět způsobený plísní

# Thermomonospora a příbuzné aktinomycety

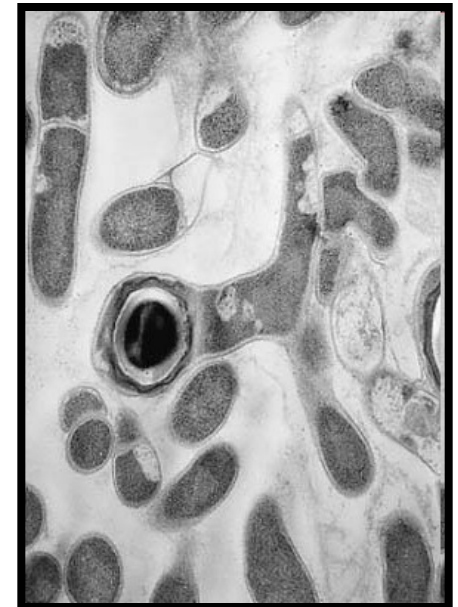
- **meso – DAP**, 40 – 48 C
- kompost a hnůj
- všechny rody **V.M.**
- Úloha při rozkladu org.materiálu:
  - xylany a celulóza – dekompozice
  - nejaktivnější prokaryota rozkládající celulózu
- náročné na kultivaci – **vitamíny, AMK**
- *Thermomonospora* – nepohyblivé aleuriospory  
= vznikají zduřením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



*Thermomonospora  
formosensis*

# Thermoaktinomycety

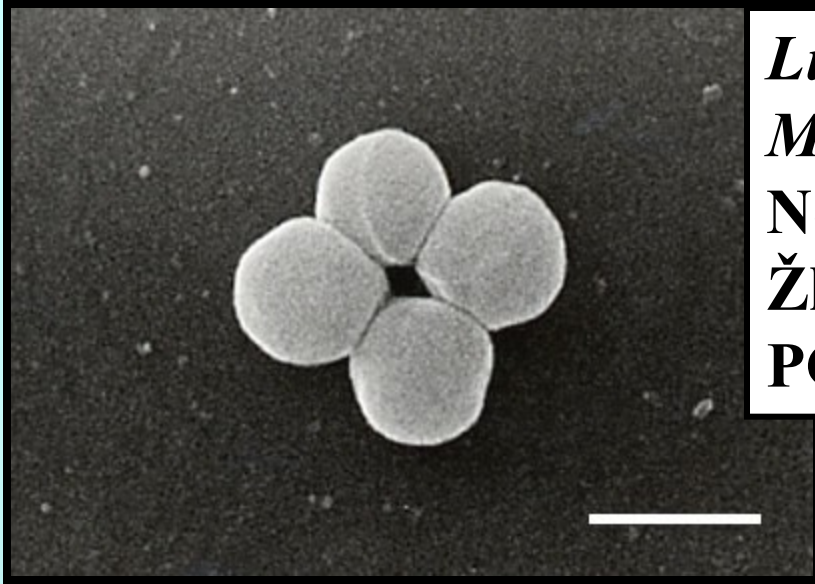
- tvoří **pravé endospory** (obsahují dipikolinovou kys.), výskyt jednotlivě v hyfách V.M. i S.M.
- spory extrémně dlouho životaschopné
- i v jiných vlastnostech velmi podobné bacilům (meso-DAP v BS, nenasycené menachinony se 7-9 izoprenoidními jednotkami)
- růst 50 – 60 °C
- kompost, obilí
- *Thermoactinomyces*



# Další čeledě

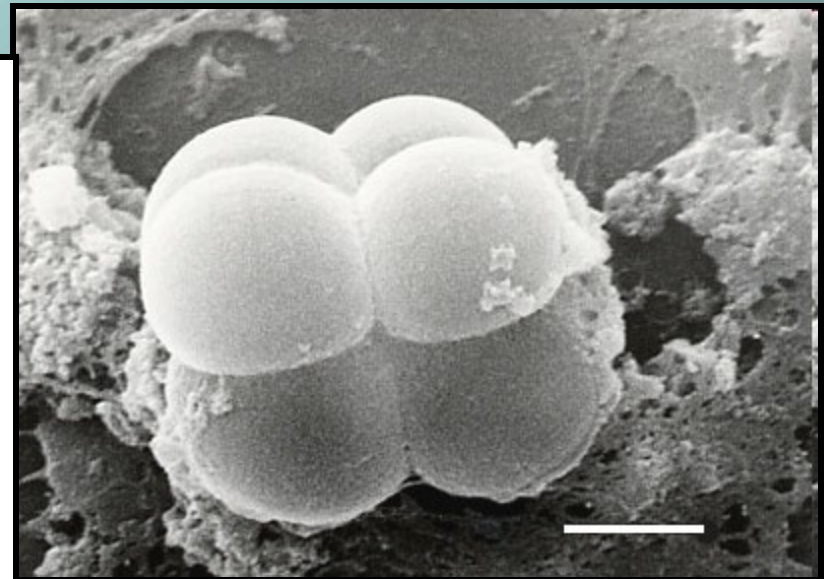
- *Micrococcaceae*
- *Sanguibacteraceae*
- *Brevibacteriaceae*
- *Cellulomonadaceae*
- *Dermabacteraceae*
- *Corynebacteriaceae*
- *Propionibacteriaceae*
- *Mycobacteriaceae*



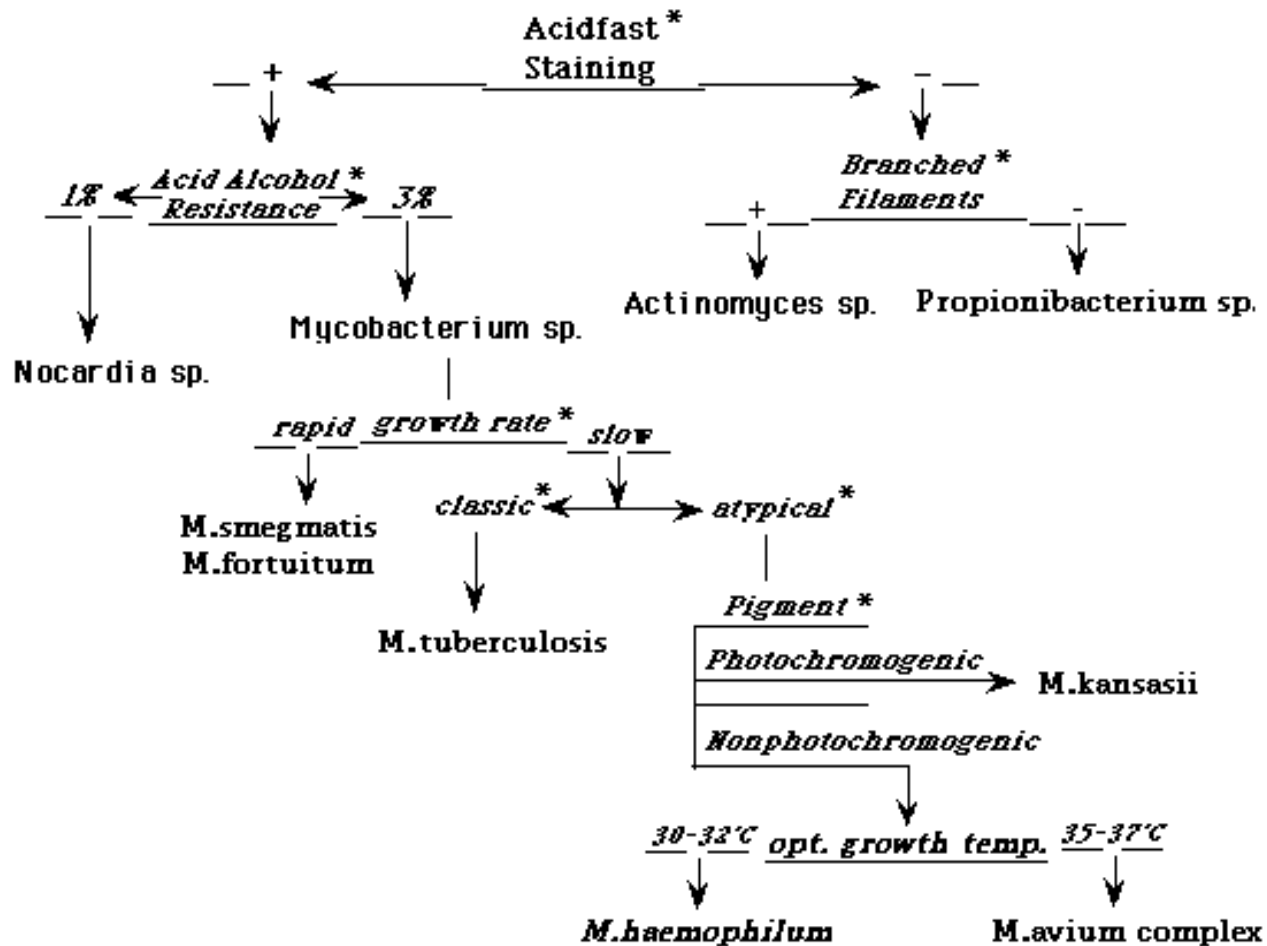


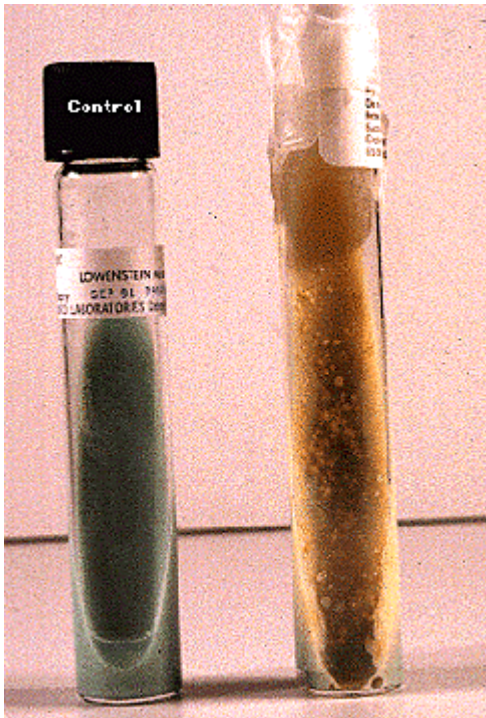
*Luteococcus japonicus*  
*Micrococcus, Microbacterium*  
Nesporulující  
Žluté kolonie  
PG: LL DAP

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



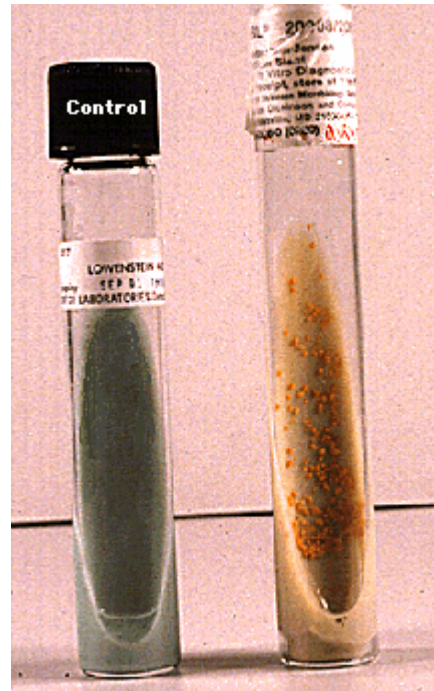
## Identification of Acidfast / Branched Rods





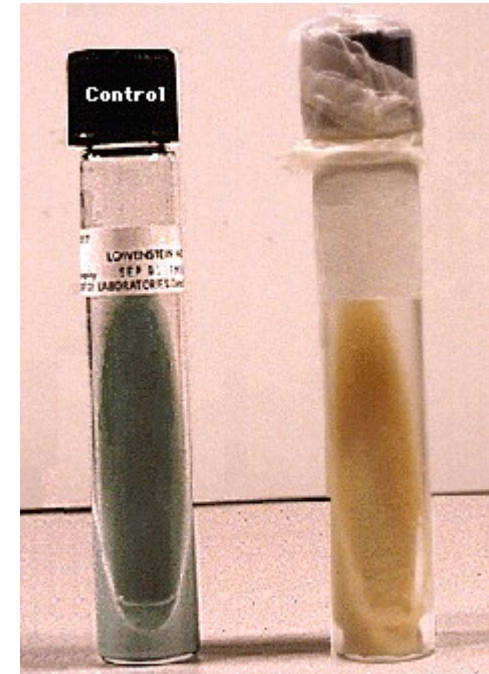
***Mycobacterium tuberculosis***  
Lowenstein-Jensen media

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

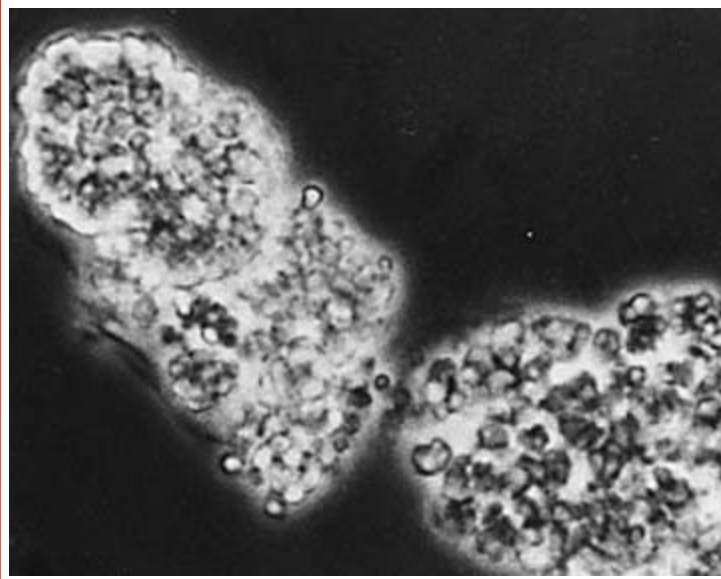
The colony morphology is smoother and they are non-adherent (they do not produce "cord factor")



***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

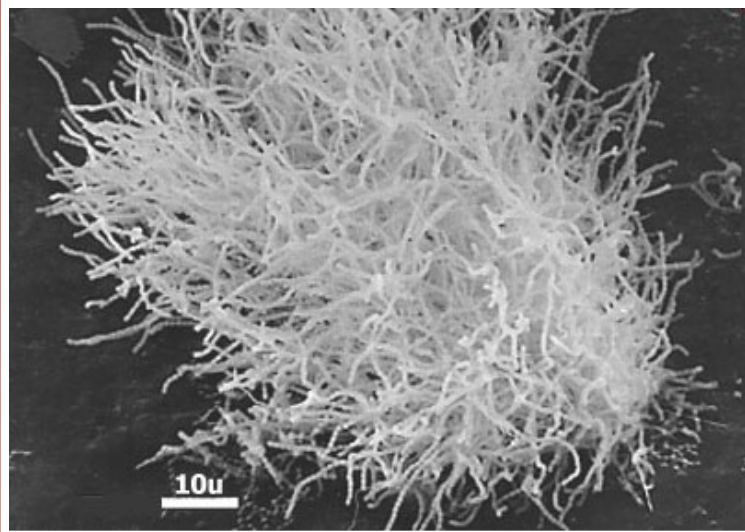
**Netvoří vzdušné ani substrátové mycelium**

**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**

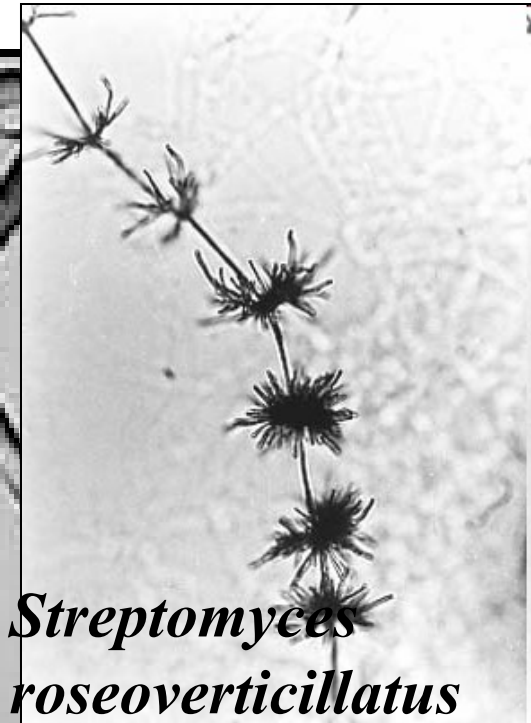
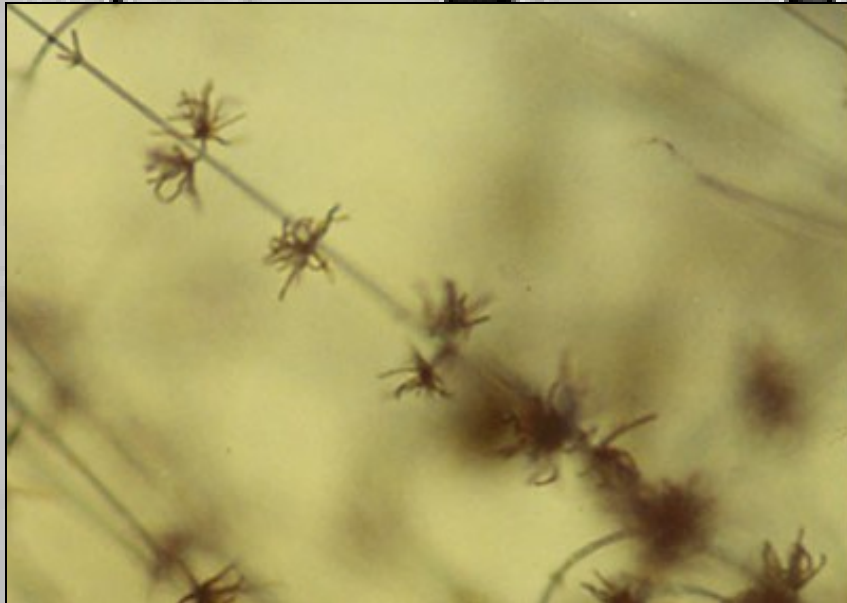


*Streptomyces verticillus*

*Streptomycetaceae*

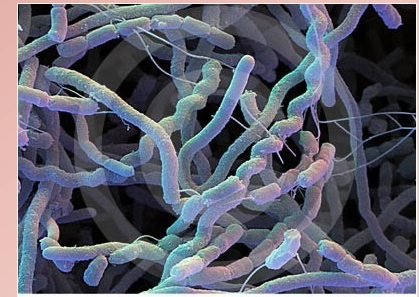
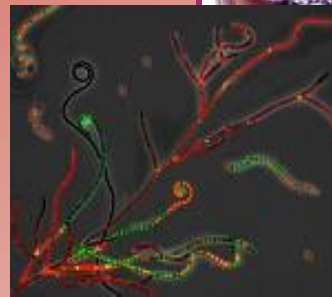
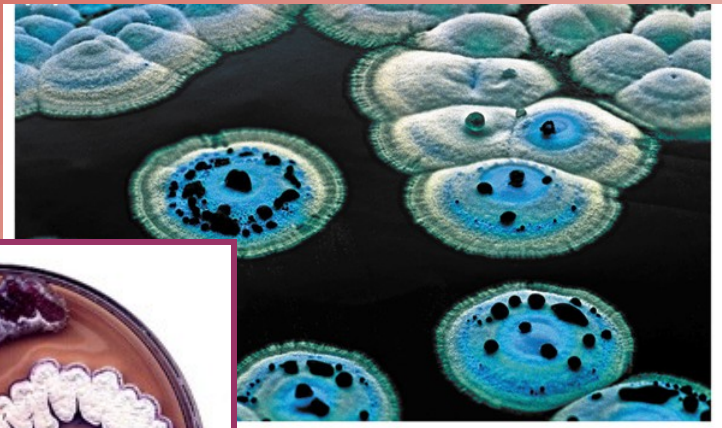
Vzdušné mycelium – větvené vegetativní hyfy, tvoří závitě.

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



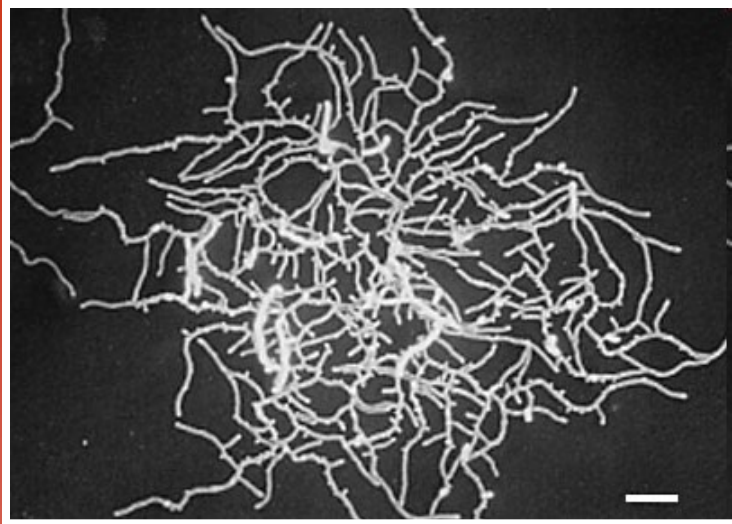
*Streptomyces  
roseoverticillatus*

*Streptomyces avermitilis*



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

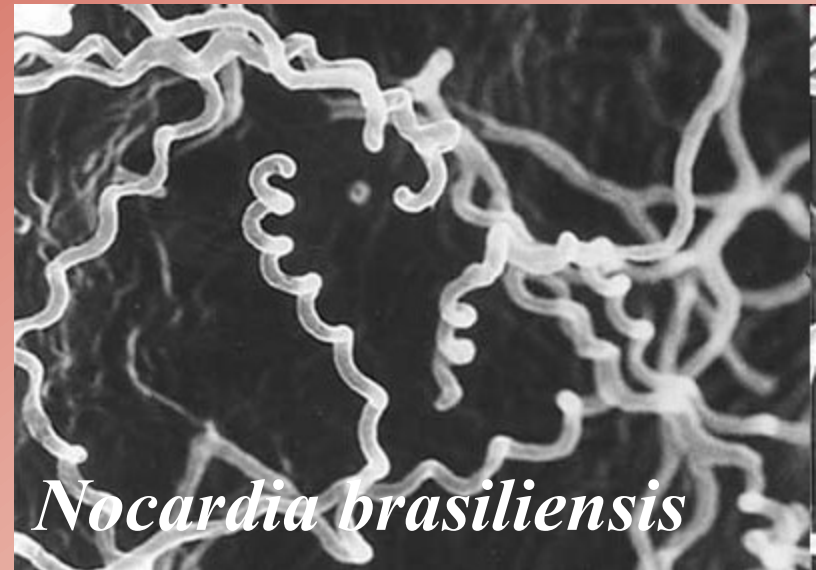




*Nocardia asteroides*

**Nokardioformní aktinomycety**

**Vzdušné mycelium**

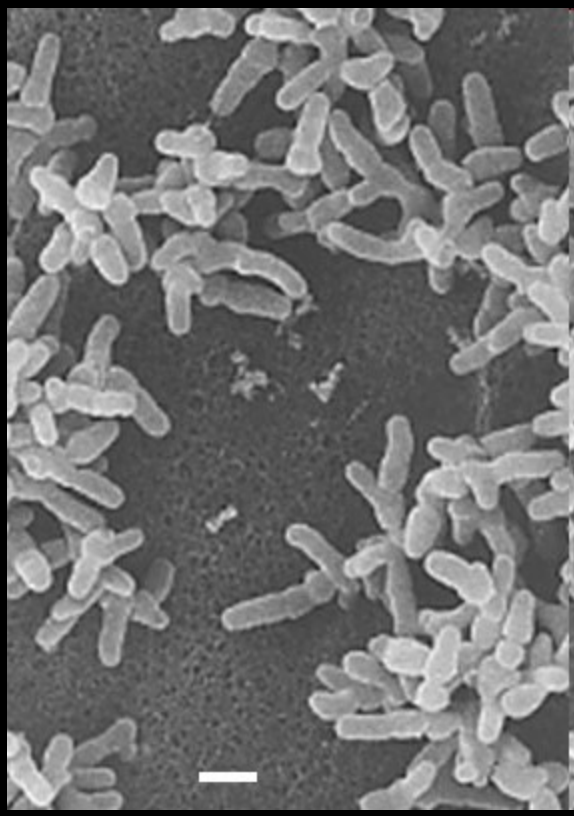


*Nocardia brasiliensis*



*Nocardia brevicatena*

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



*Sporichthya polymorpha*

*"Other genera"*

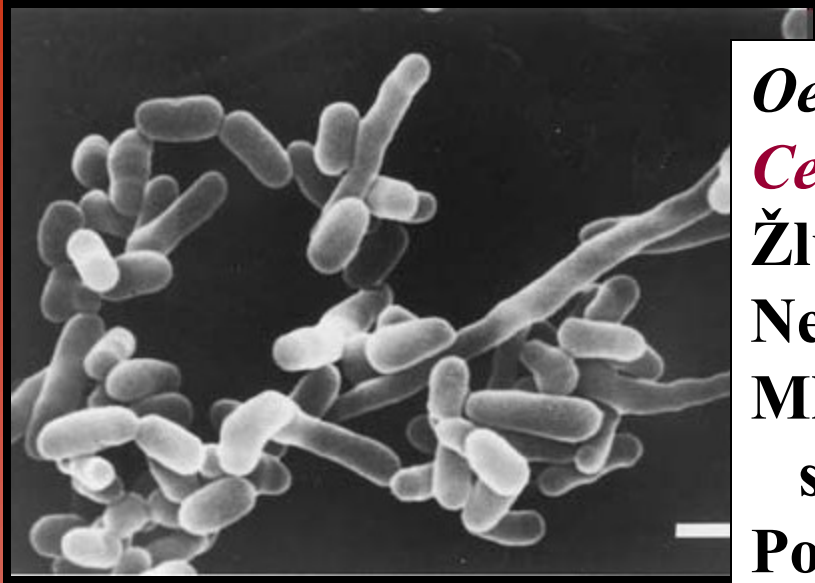
**Nažloutlé kolonie**

**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

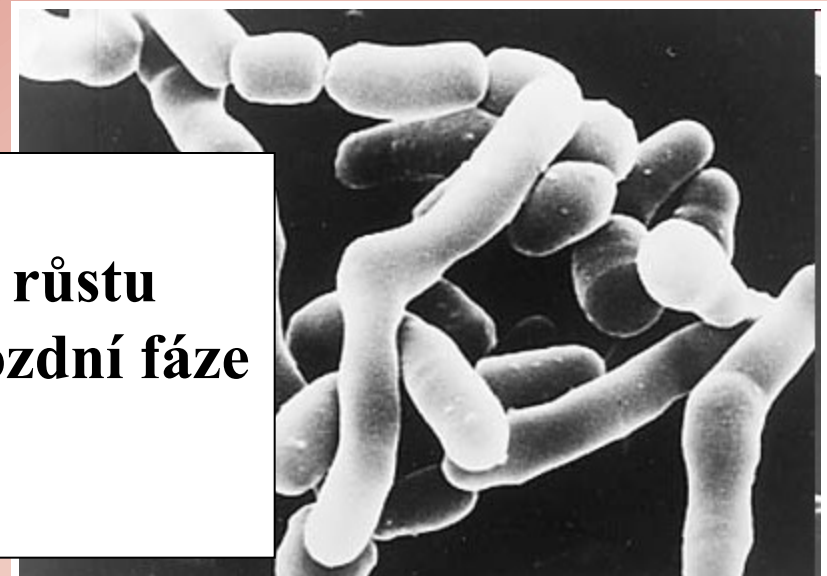
*Rhodococcus equi*

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.



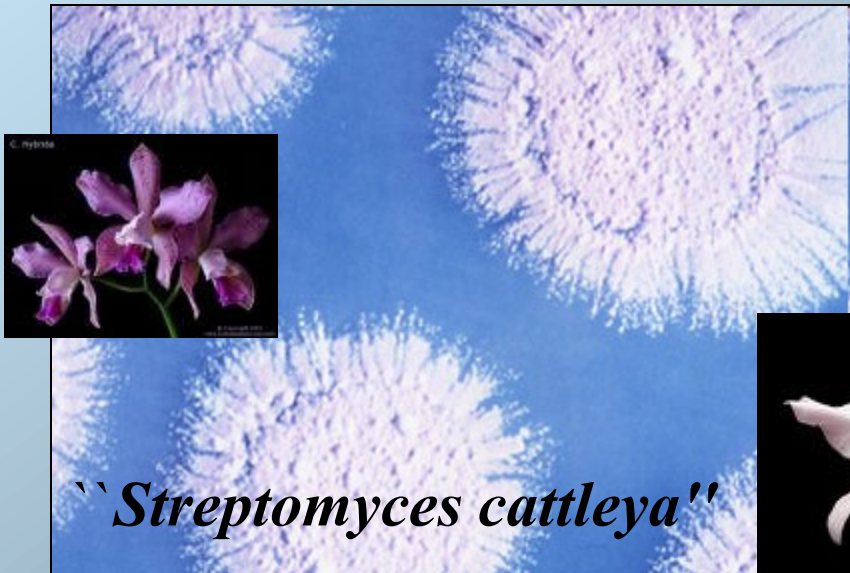
*Actinomadura libanotica*  
*Thermomonosporaceae*



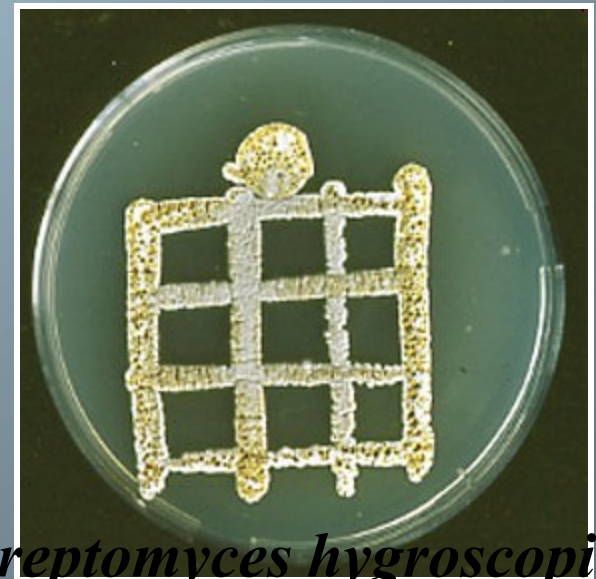
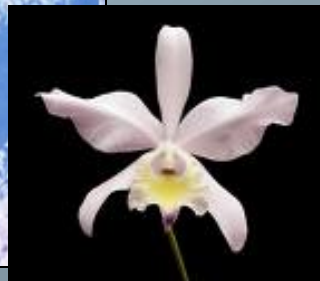
*Streptomyces*



*Streptomyces noursei*



*Streptomyces cattleya*



*Streptomyces hygroscopicus*  
subsp. *aureolacrimosus*



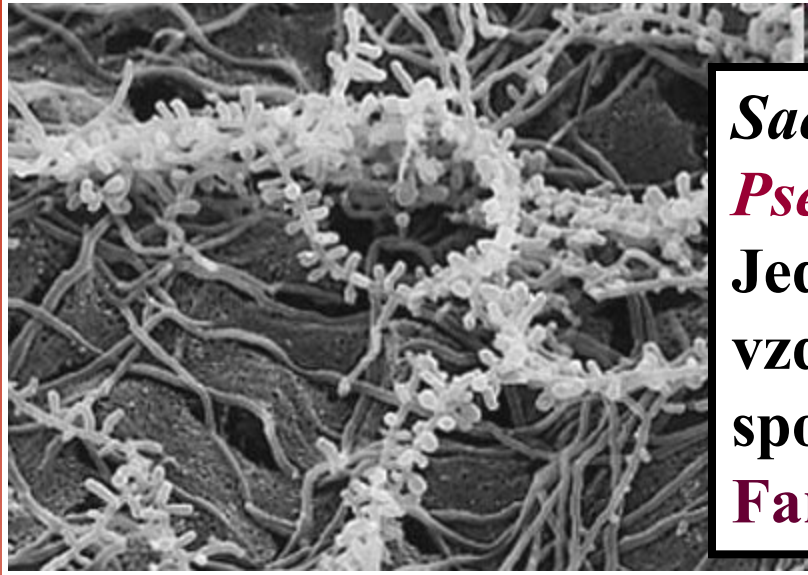
*Actinomadura rugatobispora*  
Zelené vzdušné mycelium



# Charakter spor

Konidie – nepohlavní spory

1, 2, řetízky – dlouhé, krátké (<20)

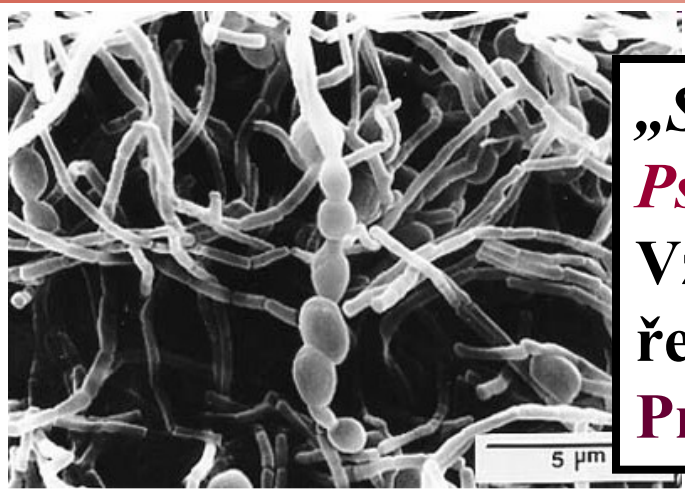


*Saccharomonospora viridis*

*Pseudonocardiaceae*

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

**Farmářské plíce**



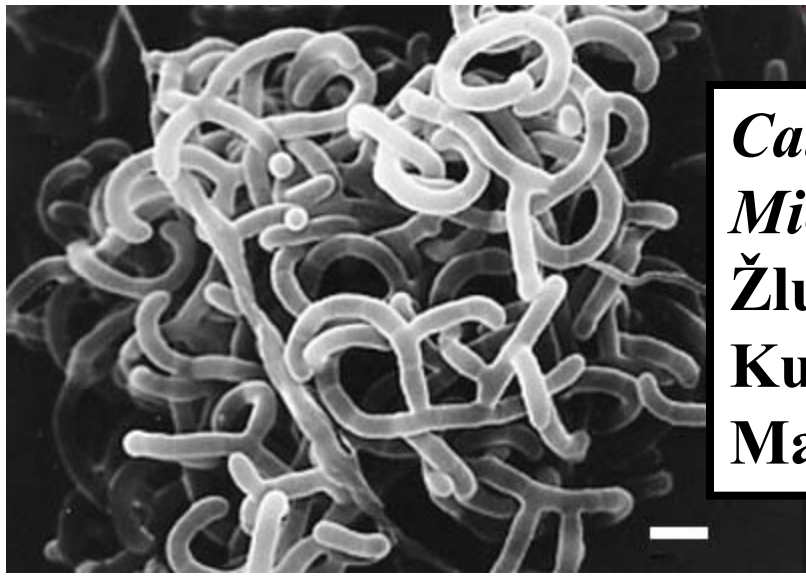
„*Saccharopolyspora interjecta*“

*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

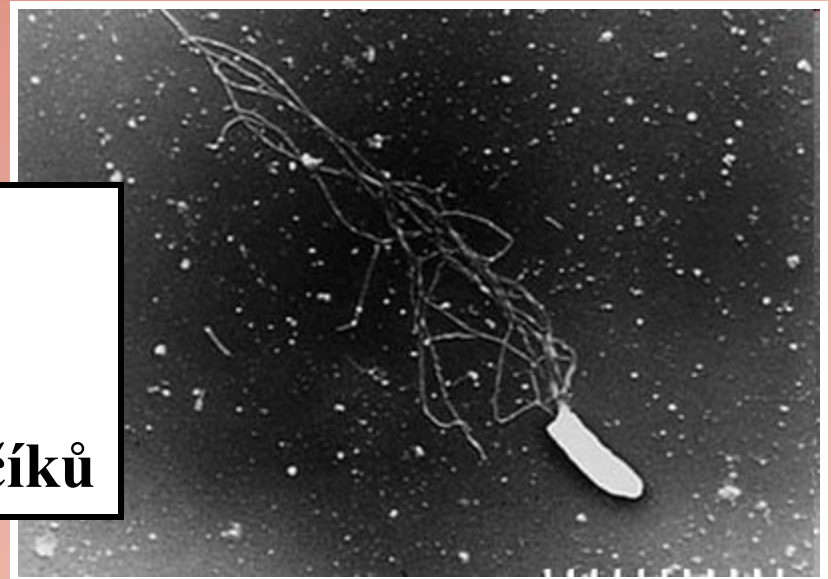
Mají hladký povrch, bičík

*Actinoplanes sp.*

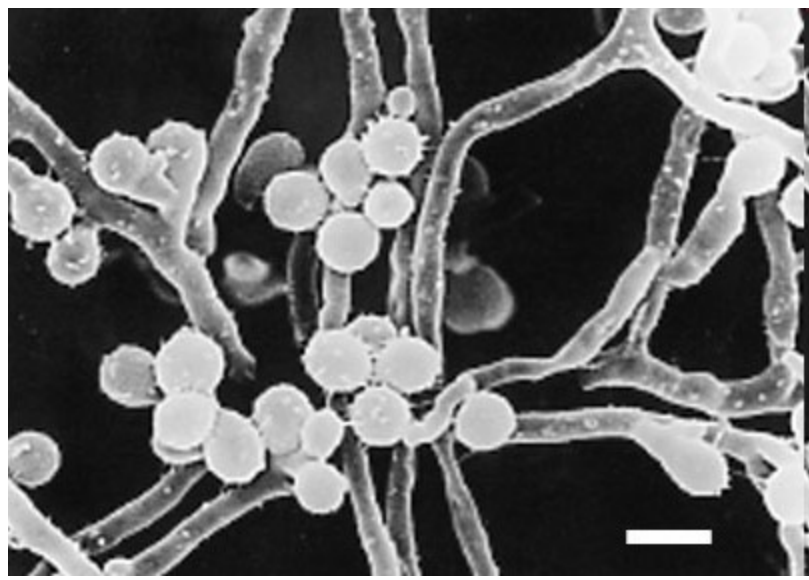
*Micromonosporaceae*

Spory – kulaté nebo elipsoidní

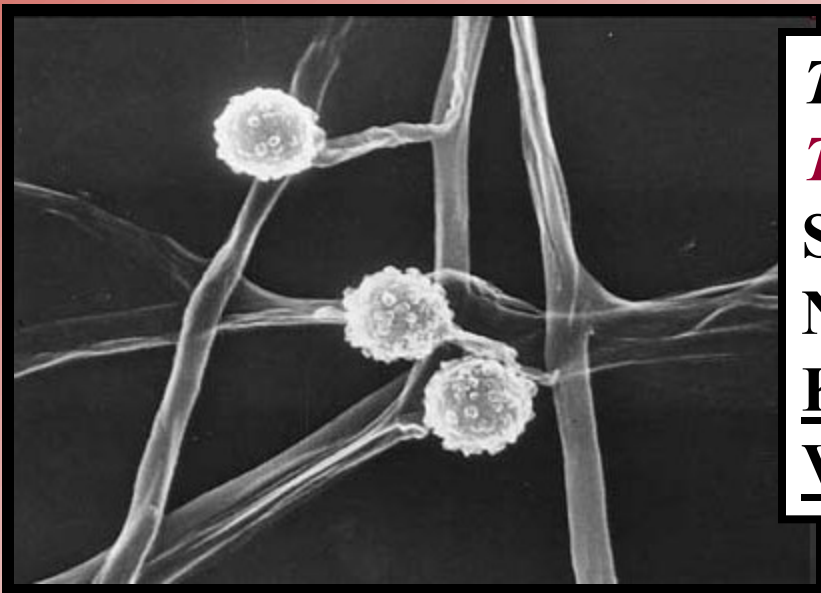
Pohyblivé svazkem polárních bičíků



# Charakter spor

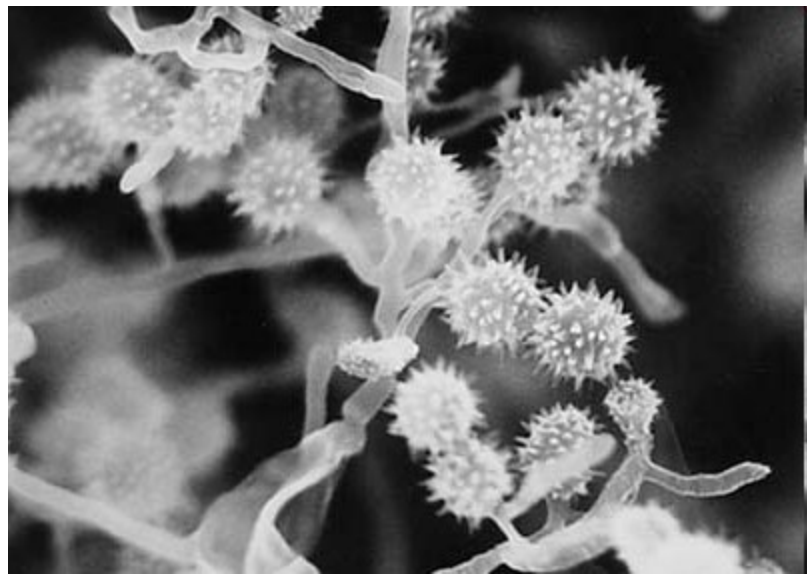


*Verrucosospora gifhornensis*  
Na substrátovém myceliu  
jednotlivé spory s výrůstky.  
Oranžový pigment.  
Bez vzdušného mycelia.



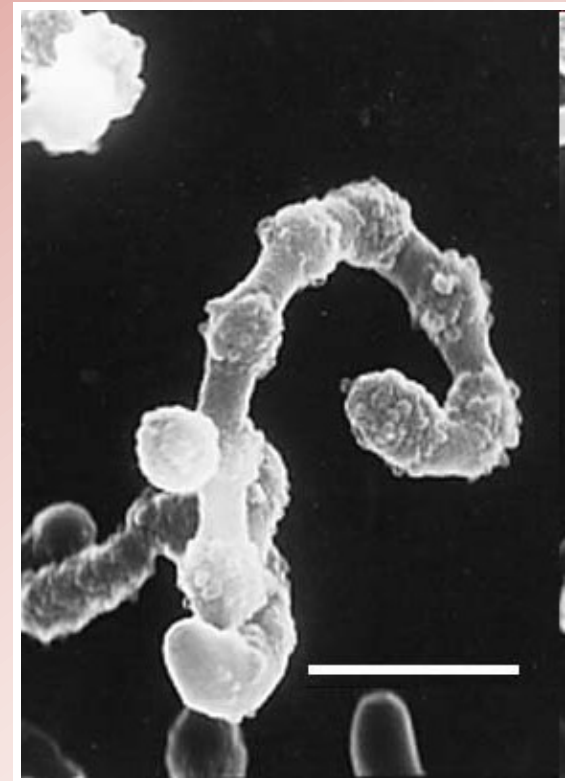
*Thermomonospora formosensis*  
*Thermomonosporaceae*  
Spory s bradavčitými výrůstky  
Na substrátovém i vzdušném myc.  
Kolonie: růžové až oranžové  
Vzdušné mycelium: bílé

# Charakter spor



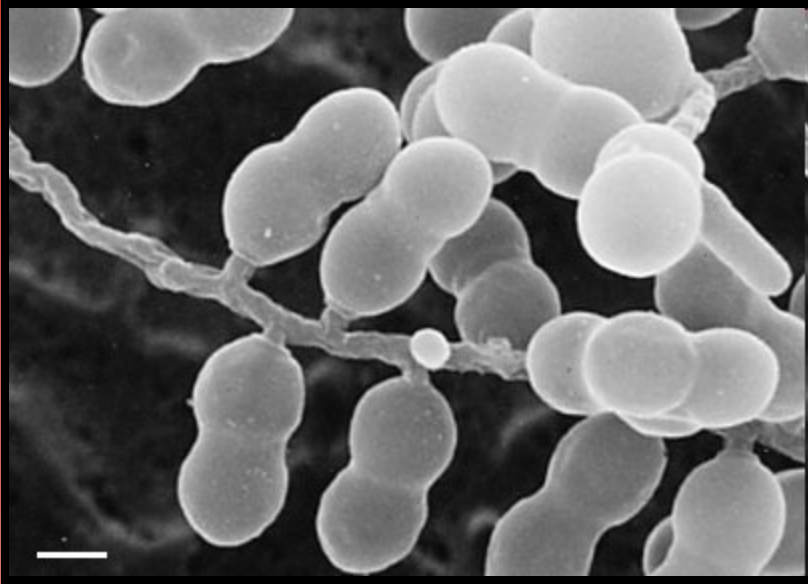
*Actinomadura echinospora*  
*Thermomonosporaceae*  
Spory: trnité výběžky

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





# Charakter spor

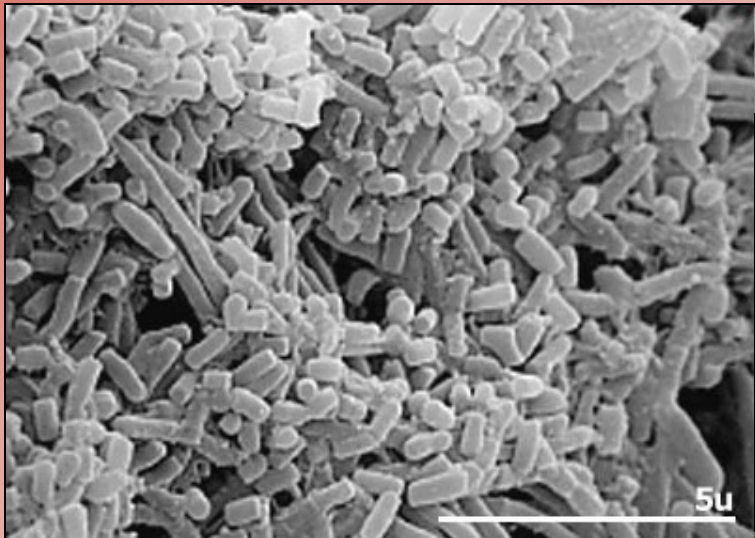
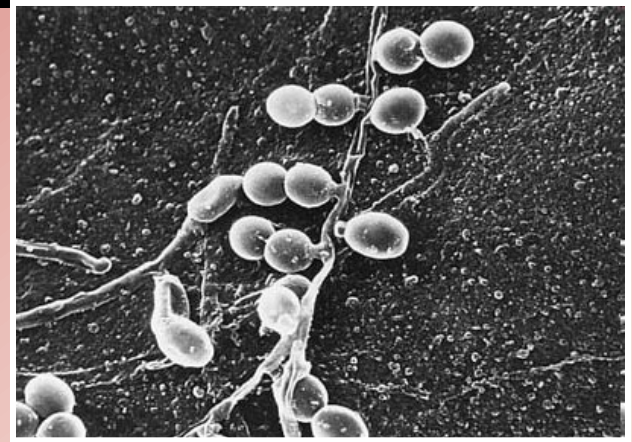


*Microbispora rosea*

*Streptosporangiaceae*

Dvojice spor – V mycelium

Krátký sporofor



*Glycomyces rutgersensis*

'Other genera'

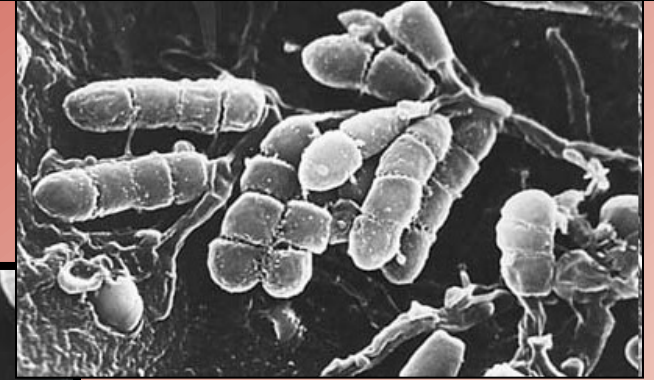
Vzdušné mycelium

Fragmentací – čtvercové, cylindrické  
spory různé délky a šířky

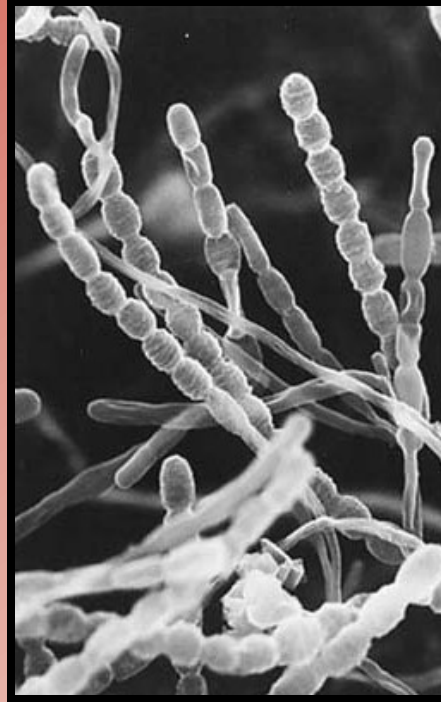


*Nocardia  
brevicatena*  
Kulaté, ovoidní až  
nepravidelné spory

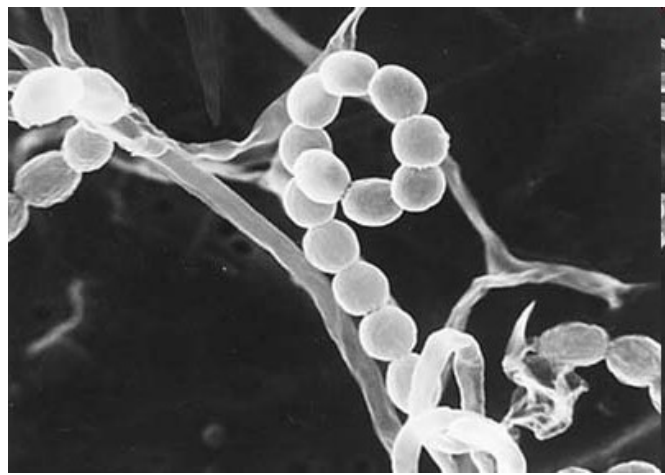
*Microtetraspora- tetrády*



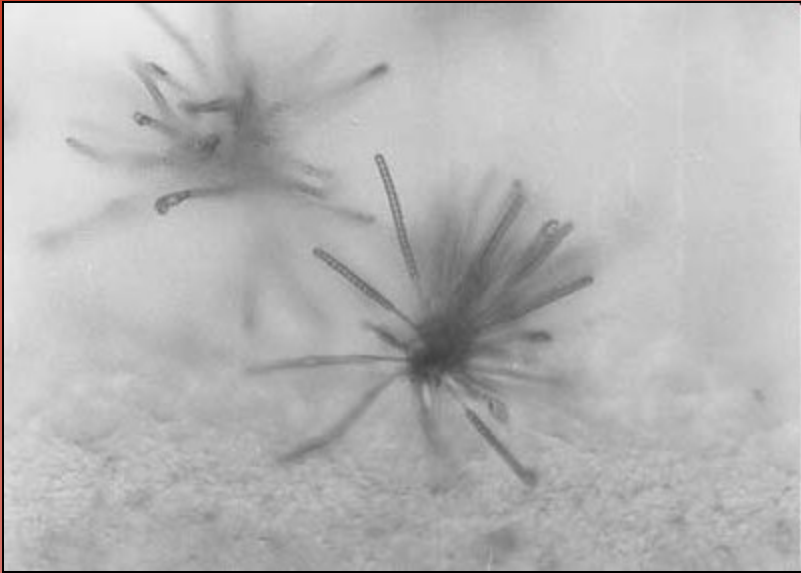
*Microtetraspora  
roseola -  
Nonomuraea roseola*  
*Streptosporangiaceae*  
Elipsovité spory s  
rýhami



*Microtetraspora salmonia*  
- *Nonomuraea*



# Charakter spor

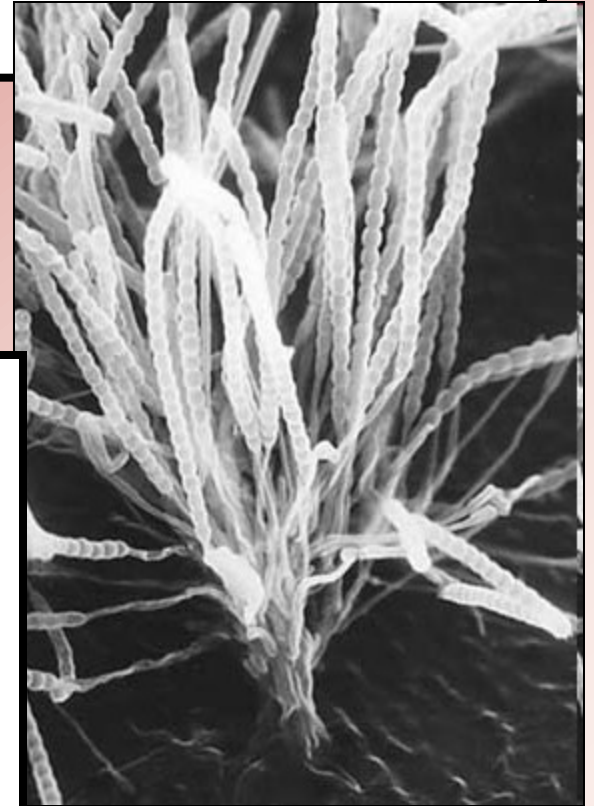


*Herbidospora cretacea*

*Streptosporangiaceae*

Krátké řetízky

nepohyblivých spor na špičce  
sporoforu



*Catellatospora* sp.

*Micromonosporaceae*

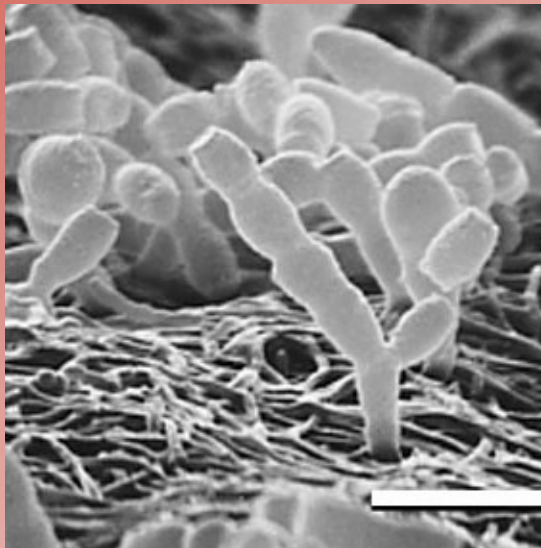
Krátký sporofor -

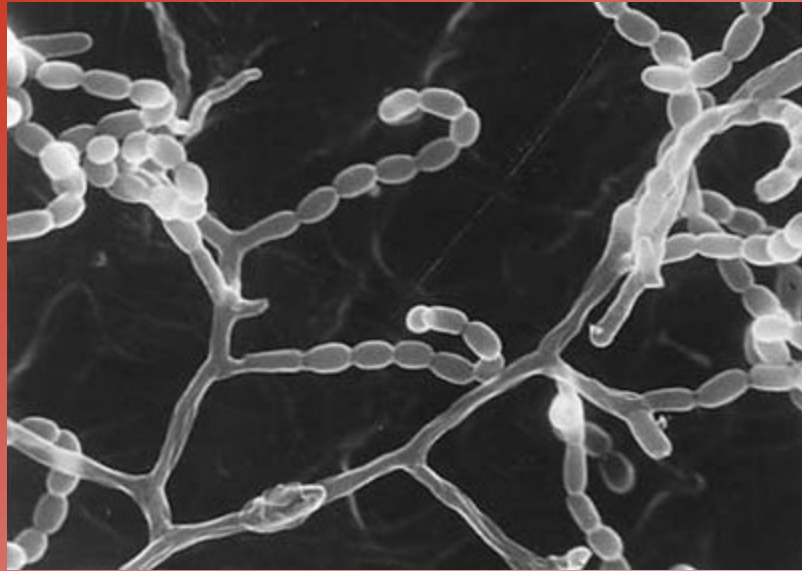
- přímo ze S mycelia

1–2 řetízky 10–20ti spor

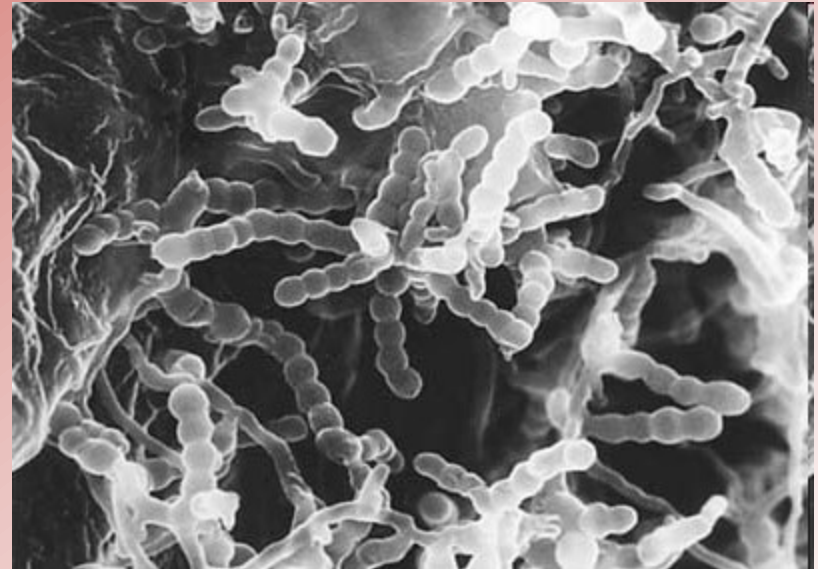
Soudkovité až protáhlé

ovoidní nepohyblivé.

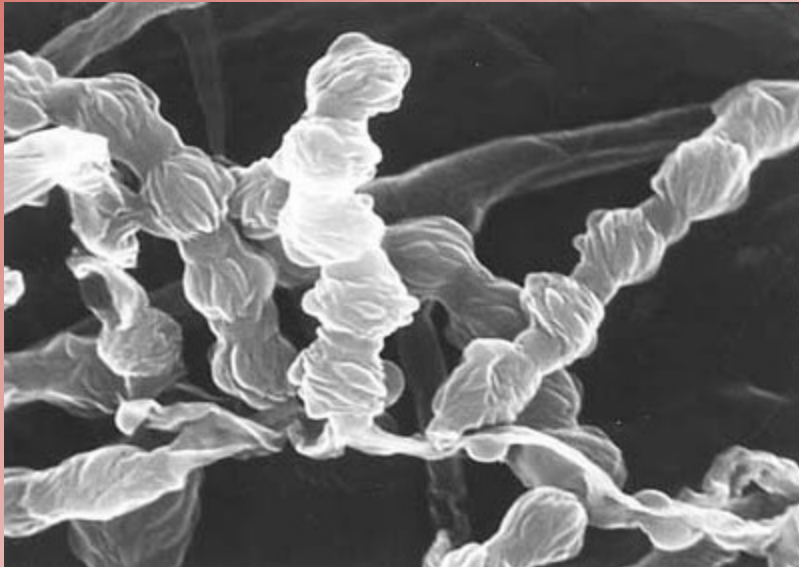




*Actinomadura yumaensis*  
*Thermomonosporaceae*



*Actinomadura viridis*

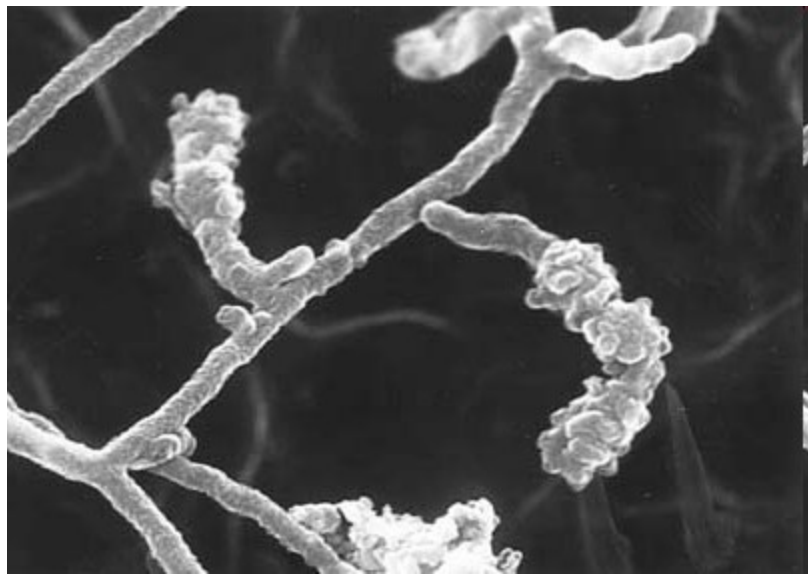


*Actinomadura* sp.

Řetízky někdy zahnuté

Spory vrásčité, 4-10 spor

# Charakter spor



*Actinomadura cremea*

*Thermomonosporaceae*

Krémovité vzdušné mycelium

Krátké háčky nebo spirálky

řetízků bradavčitých spor

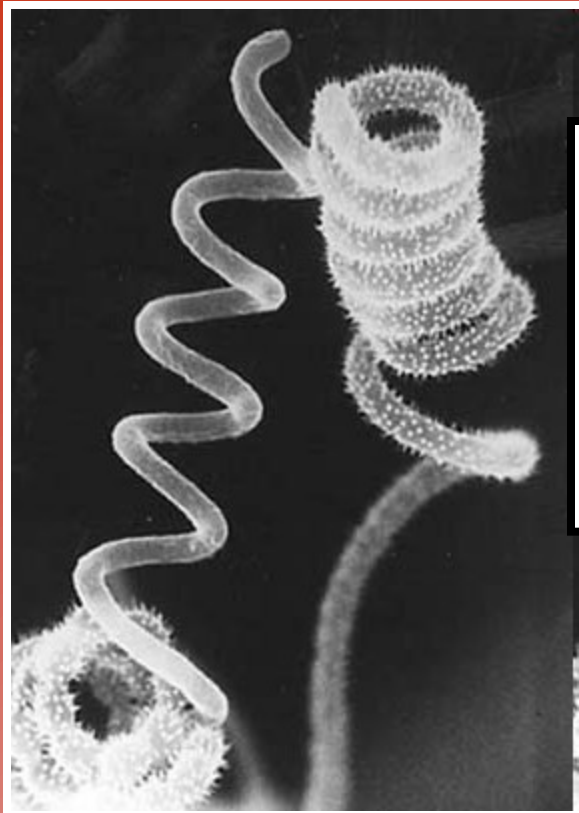
*Actinomadura rugatobispora*

Zelené vzdušné mycelium

Dvojice rýhovatých spor

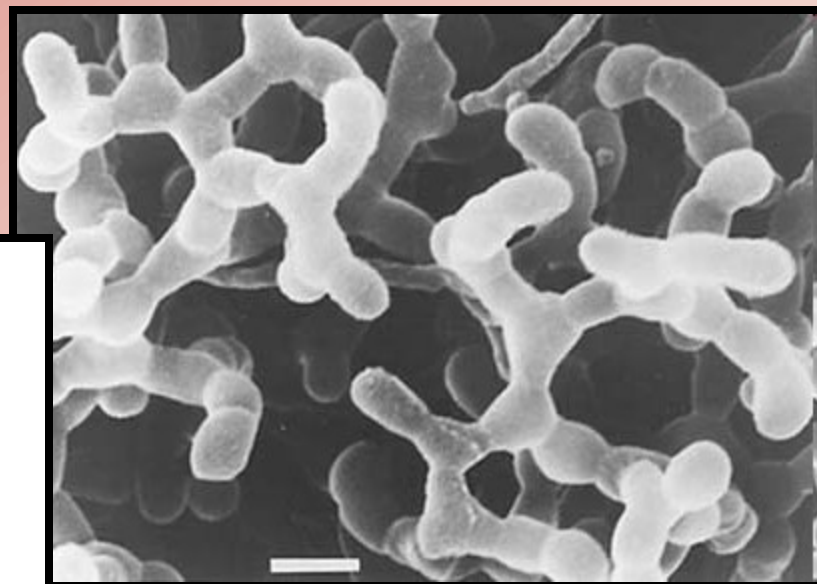


# Charakter spor



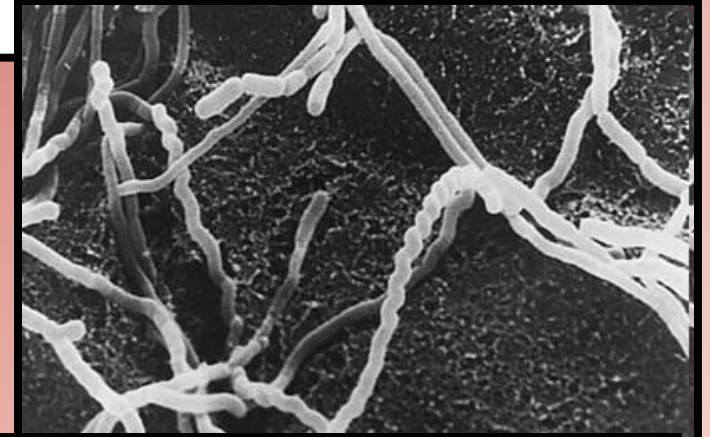
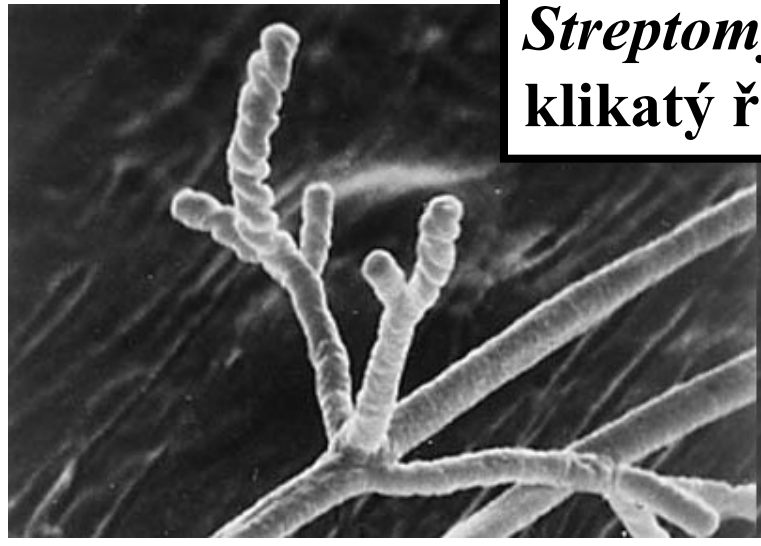
*Streptomyces violascens*  
Spirálovitý řetízek spor.  
Na obrázku mladé hyfy –  
ještě není vytvořeno septum.  
**ATB elulicinového-typu**

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

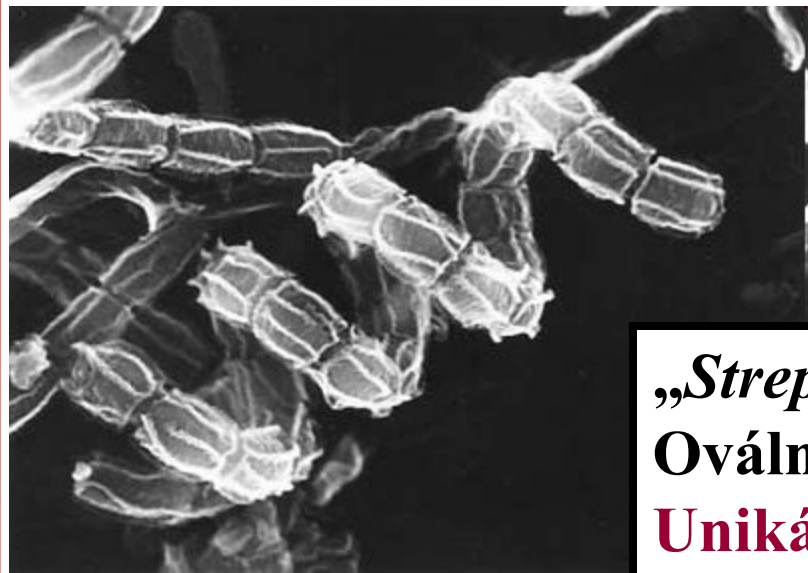


# Charakter spor

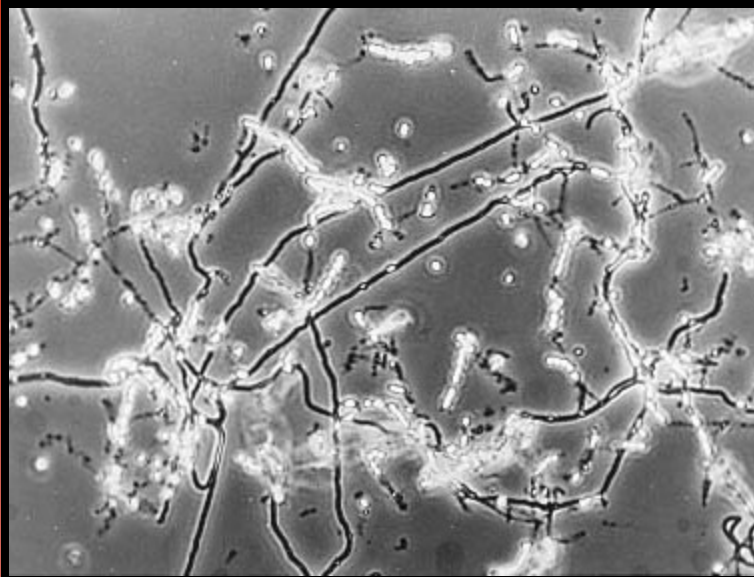
*Streptomyces salmonis*  
klikatý řetízek spor



*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

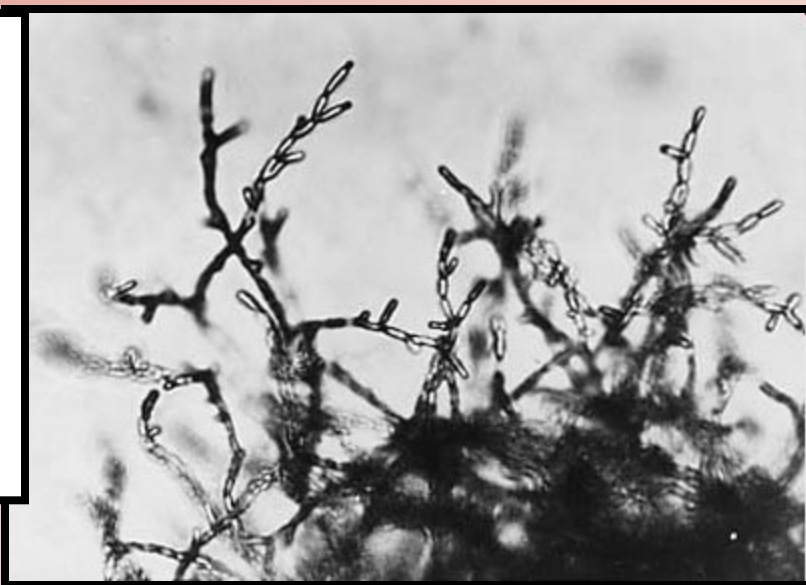
- na S i V myceliu

*Pseudonocardia spinosa*

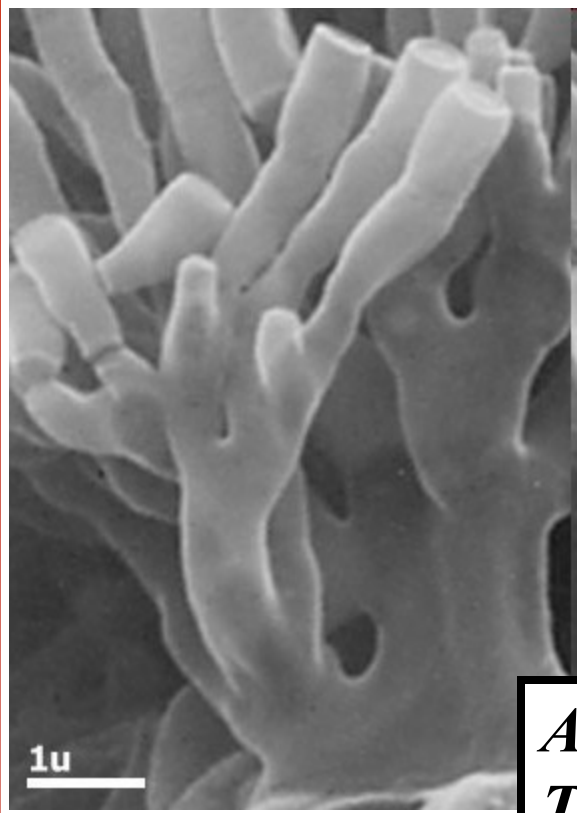
*Pseudonocardiaceae*

Tvoří větvené hyfy:

řetízky spor - terminální nebo  
laterální výrůstky = prolongace  
nebo větvení hyf





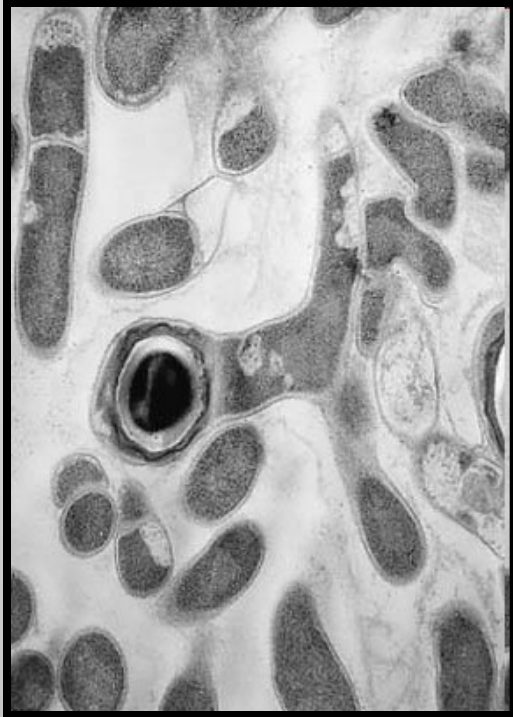


*Actinocorallia herbida*

*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

5μ



*Streptosporangium roseum*  
ATB sinefungin



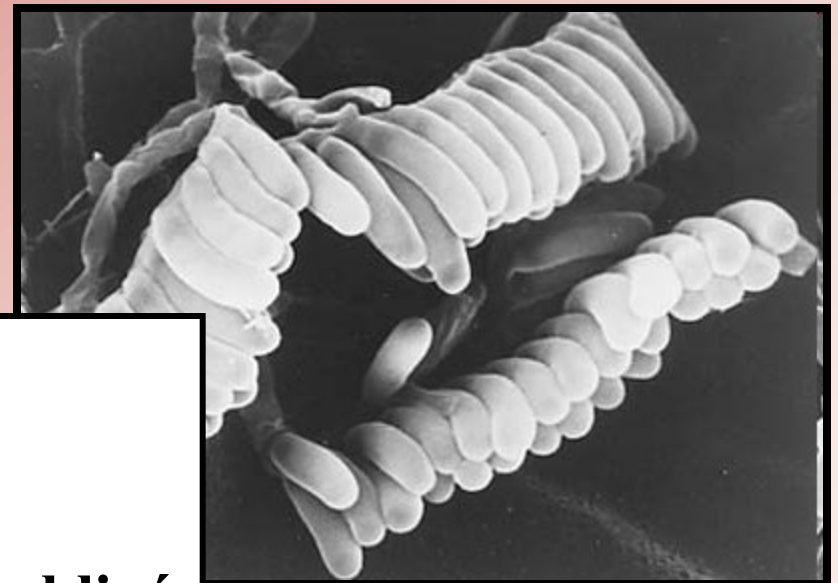
*Streptosporangium nondiastaticum*  
*Streptosporangiaceae*  
Kmen SF2513 produkuje inhibitor ACE  
(angiotensin I converting enzyme)  
= oligopeptid s fenylethylfosfoniovou k.



„*Sarracenospora aurea*’,

„Other genera“

Chomáčky dlouhých rovných sporangií  
Nepohyblivé spory uvolňovány na  
vrcholcích



*Planomonospora alba*

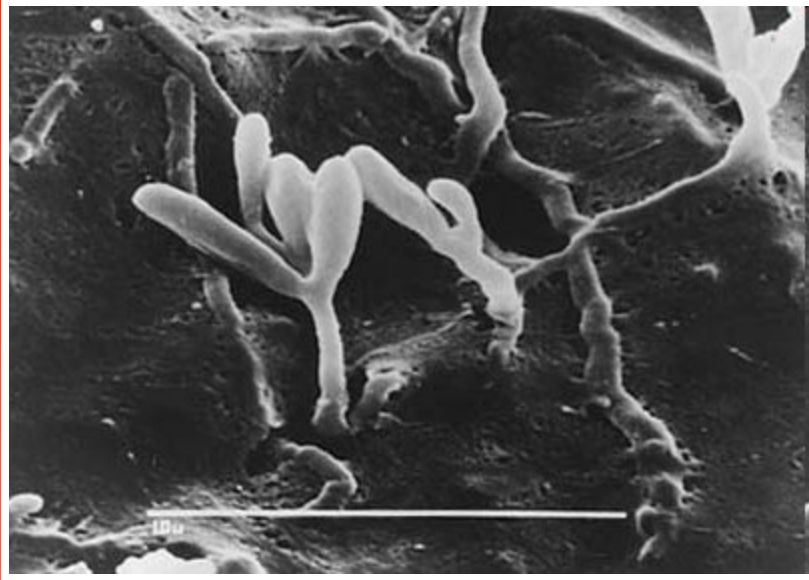
*Streptosporangiaceae*

Sporangium tvořeno jednou  
cylindrickou sporou - pohyblivá

Typická řada sporangií

Bohaté vzdušné mycelium

# Charakter sporangia



*Planomonospora venezuelensis*

*Streptosporangiaceae*

Dvě sporangiospory

- větvené kyjovité sporangium,

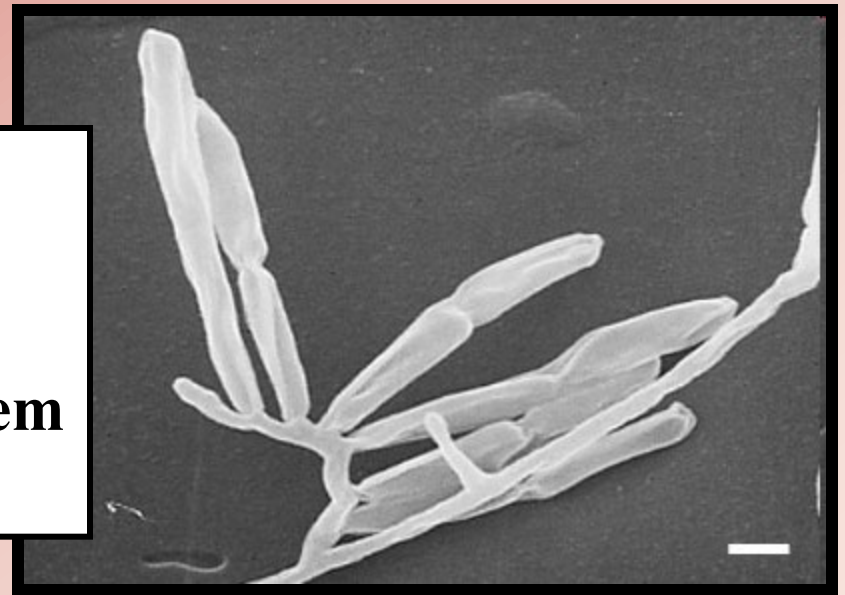
Vzhled palmových listů

*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*



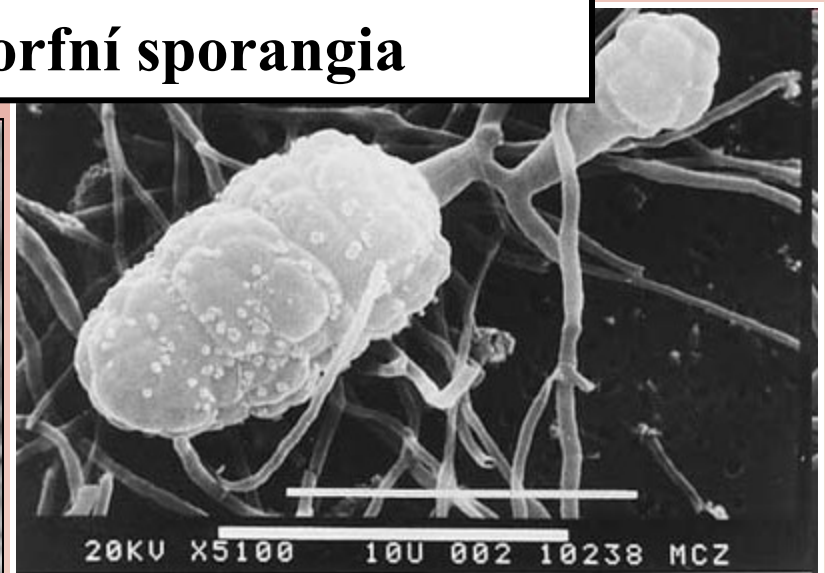
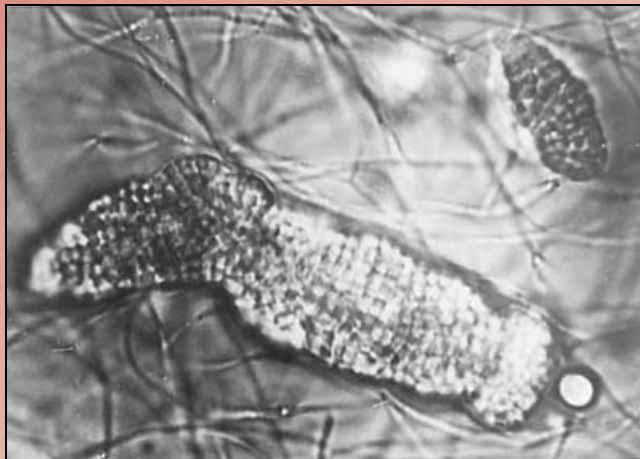
*Frankia* sp.

'Other genera'

Kořeny olše

Ve vezikulech fixace dusíku

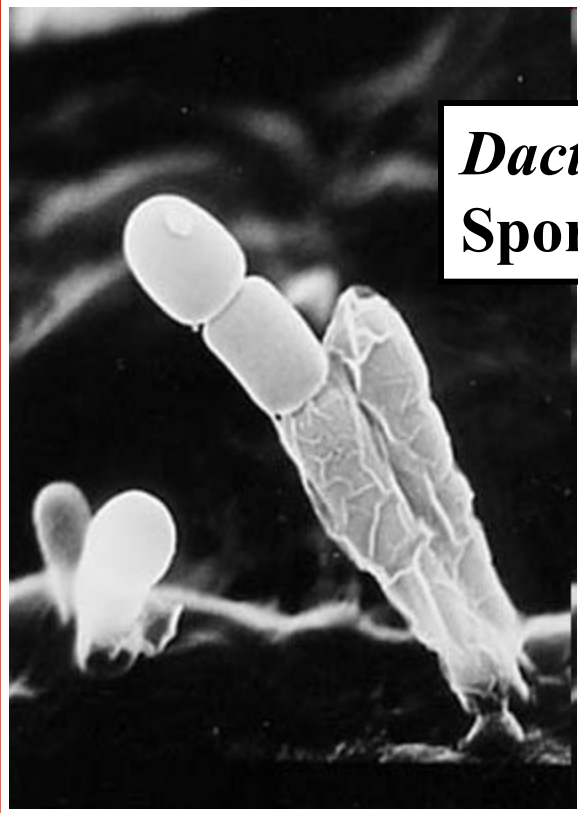
Polymorfní sporangia



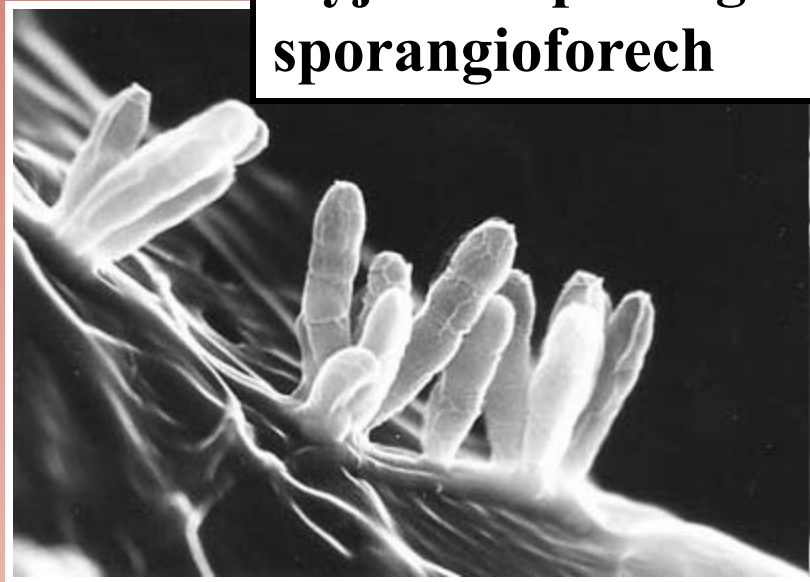
20KV X5100 10U 002 10238 MCZ

# 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:**

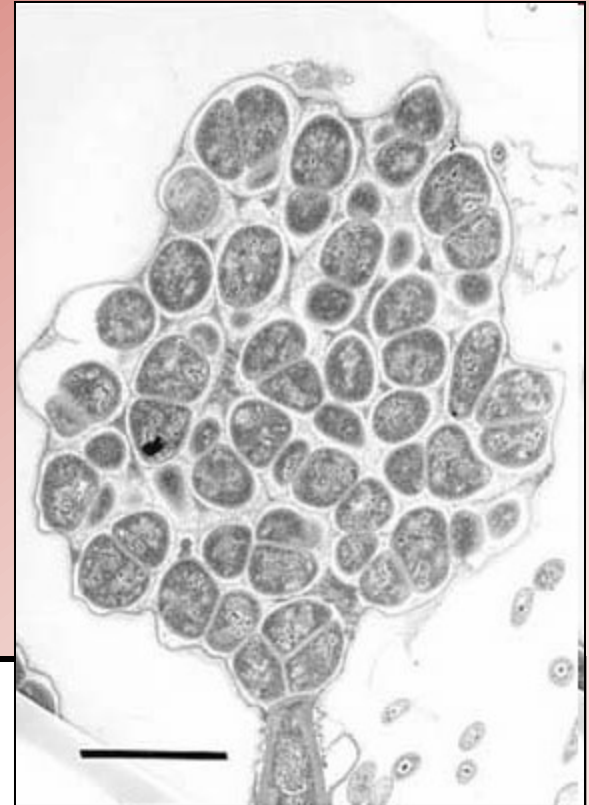
**kolumella = pokračování sporangioforu.**



# Charakter sporangia



*Actinoplanes* sp.  
Lahvovité  
sporangium  
na hyfách  
S mycelia



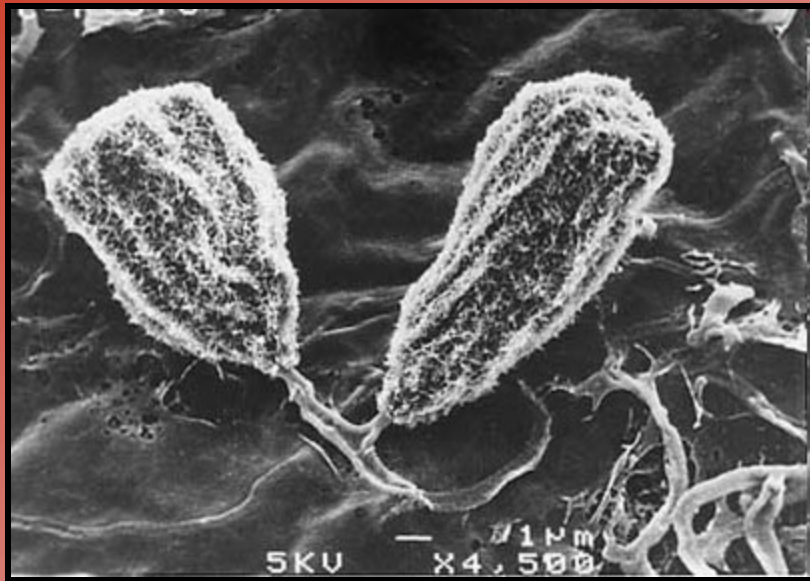
*Actinoplanes* sp.

*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.

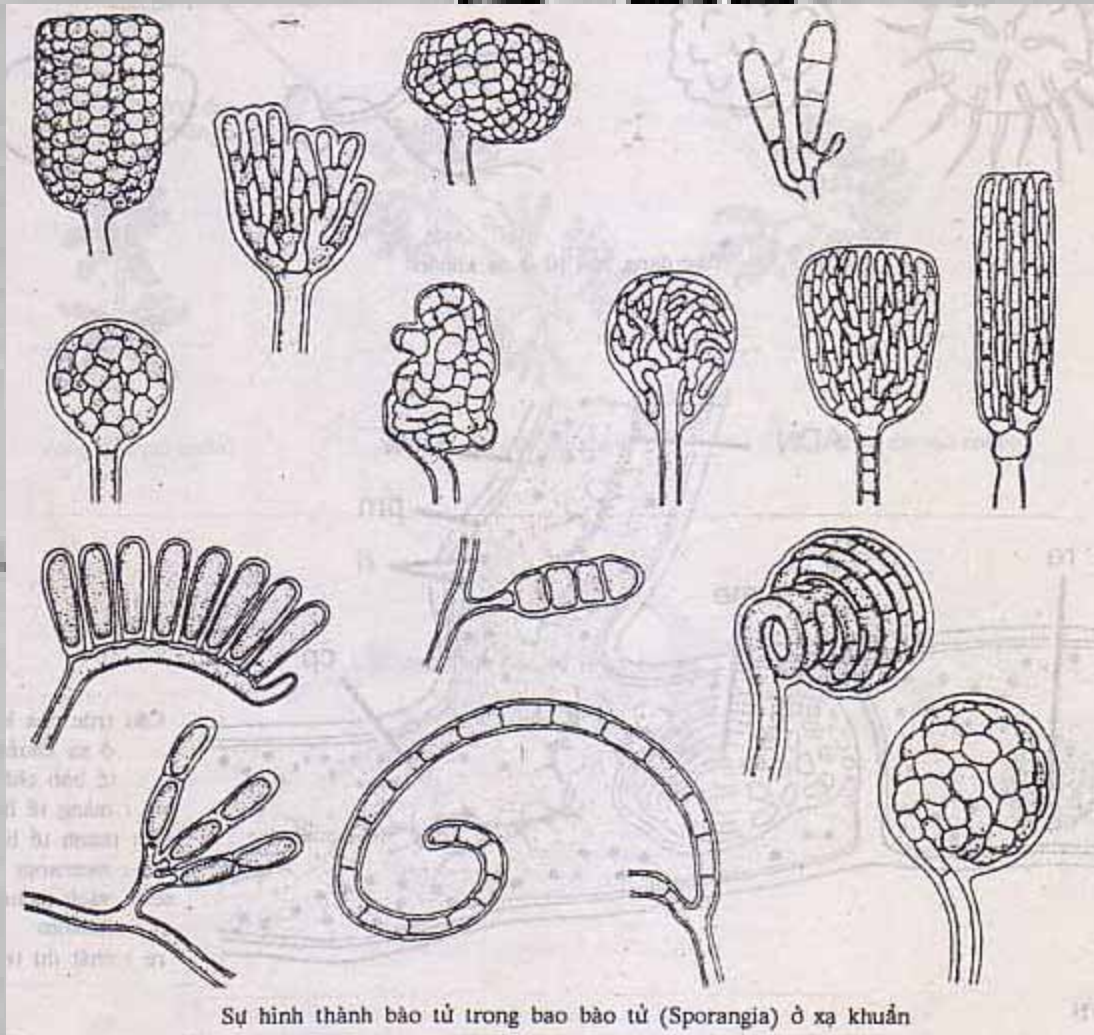
# Charakter sporangia



*Actinoplanes sp.*

*Micromonosporaceae*

**Chomáčkovitý povrch sporangií**



Sự hình thành bào tử trong bào tử (Sporangia) ở xạ khuẩn

- 
- <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 bacteria. Several long, thin, rod-shaped bacteria are visible, some of which are brightly fluorescent. These bacteria are labeled with red and green fluorescent markers, likely indicating different genetic components or proteins. Some bacteria show a mix of red and green fluorescence, while others are predominantly one color. The bacteria are scattered across the field of view, with some appearing in small clusters or chains. A central white box with an orange border contains the text.

*Děkuji za pozornost*