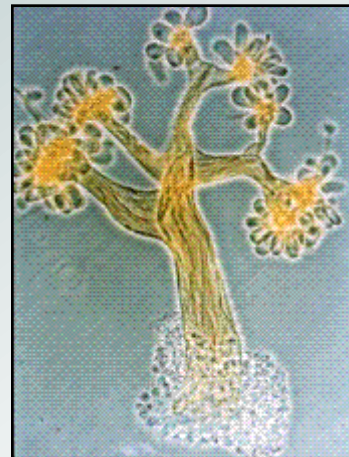
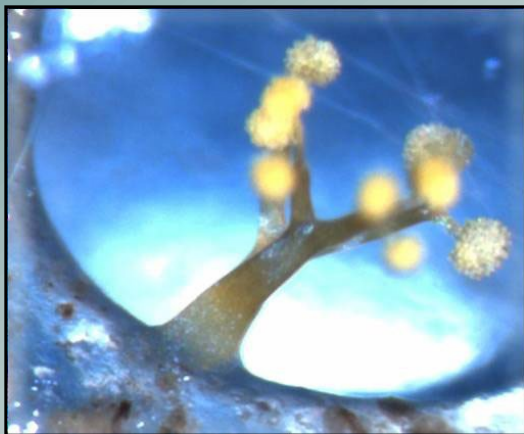
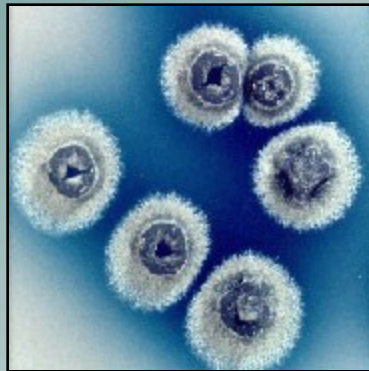


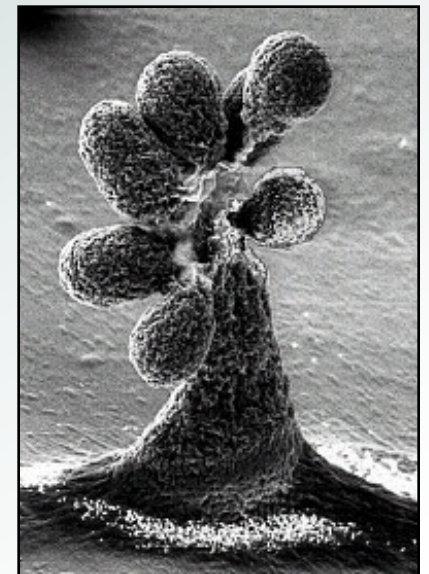
Komplexní růstové cykly

Myxobakterie, streptomycety

Rhodospirillum rubrum

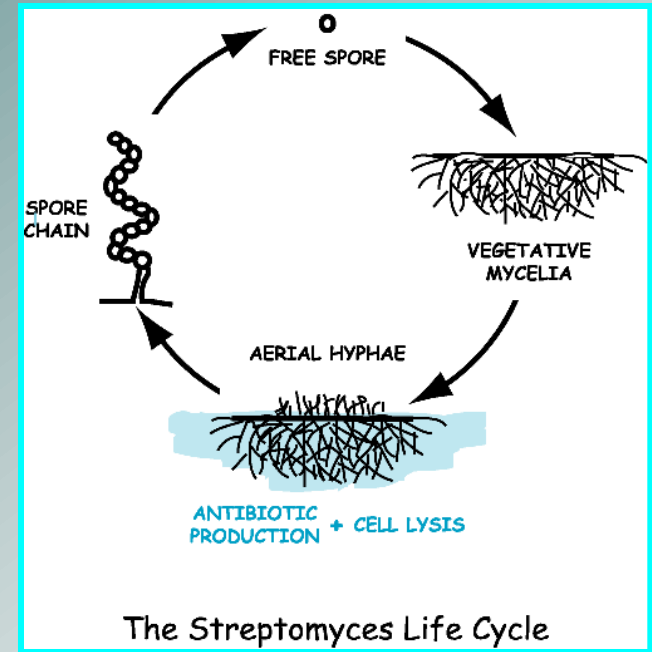


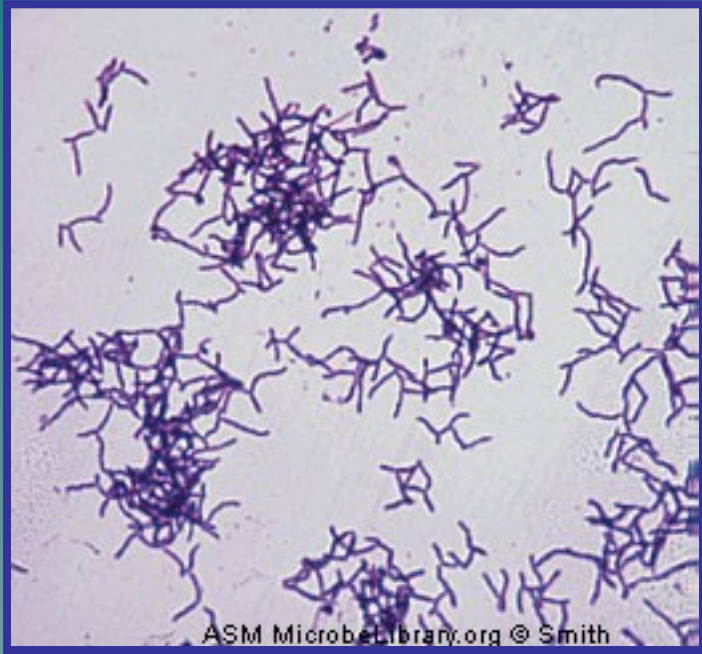
Chondromyces crocatus



Streptomycety

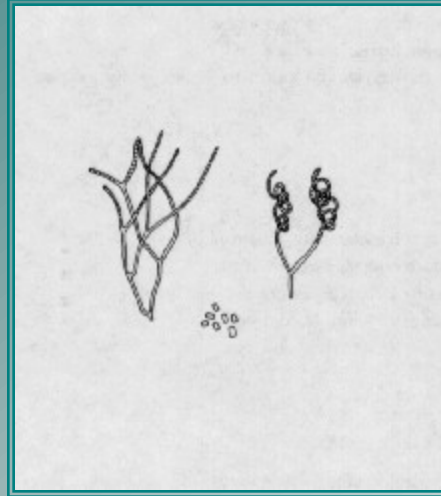
- Skupina řádu *Actinomycetales*
- Saprofyti, zřídka patogeni člověka (*S. somaliensis*), nebo fytopatogeni (*S. scabies*)
- Produkce biol. aktivních látek 70% všech ATB
- Základem rodové identifikace je chemotaxonomie
- Všichni v b.s. kyselinu L-DAP a glycin



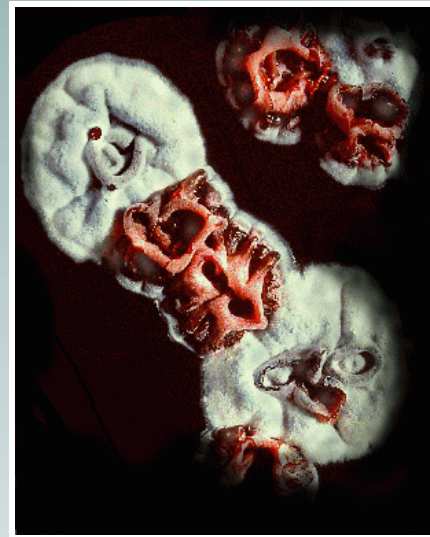
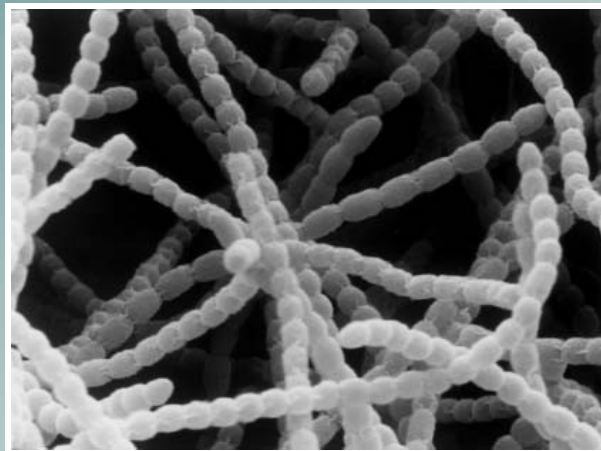
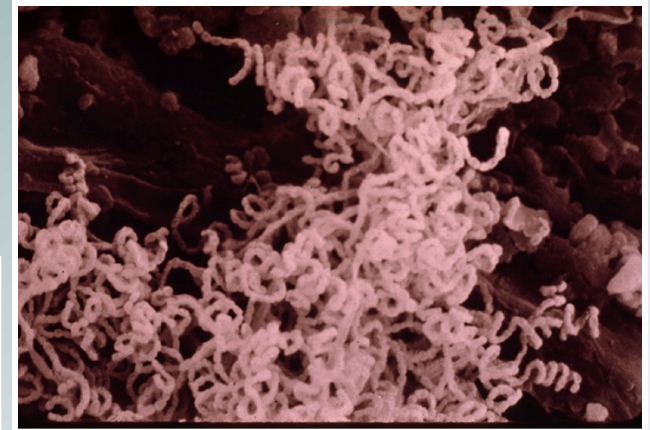


ASM MicrobeLibrary.org © Smith

***Streptomyces* –
Gramovo barvení**



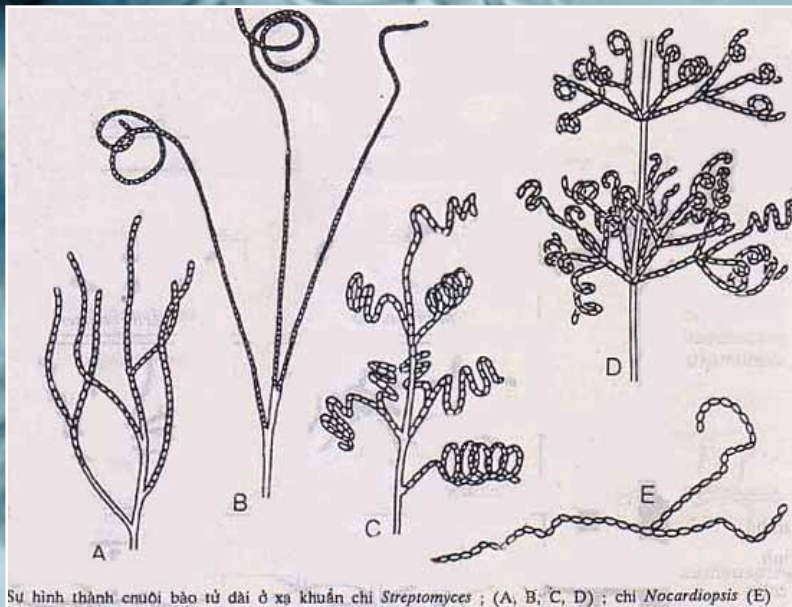
**Trvalá vlákna
zřídka fragmentace**



**Pigmentovaná
mycelia**

**Spory - řetízky lépe na mediu s
nižším obsahem cukrů**

- **Růst**: na celofánu, nitrocelulosové membráně
- Růst na **pevném i v tekutém mediu** (hrudky) (třepačka, aerace; produkce ATB: pevné med.)
- **Světelná mikroskopie** – růst na celofánu, sklíčkové kultury, gramovo, DAPI a fluorescenční barvení

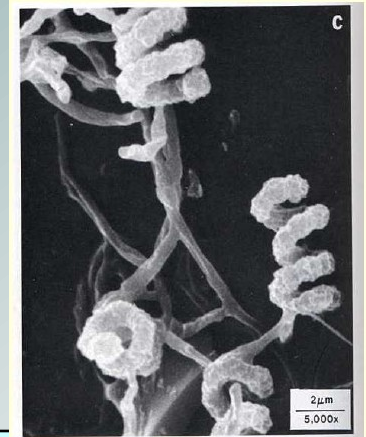


- S.M.** – nefragmentované,
 - nese přepážky – necenocyt.
 - z úlomků mohou vyrůst nové buňky
- V.M.** – stárnutím S.M., vertikálně
 - pestrá morfologie
 - taxonom.význam

délka hyf – **krátké** („zaprášené“ kolonie - dusty), **dlouhé** („chmýřité“ kolonie – cottony)
větvení – **sympodiální** (keříčky, stromečky), **monopodiální** (vedlejší větve)

Jednoduchá klasifikace podle vzdušného mycelia

- přímá vlákna
- háčkovitá spirálovitá – max. 2 otočky
- spirálovitá



- **Spirály:**
 - četnost
 - délka stopky
 - počet otoček
 - interval otoček
 - průměr otoček
 - směr otoček

Spory = arthrospory

4 základní morfologické typy (SEM)

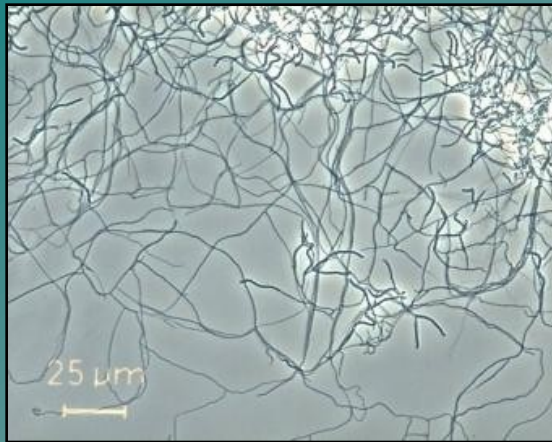
hladké (smooth)

bradavčité (warty)

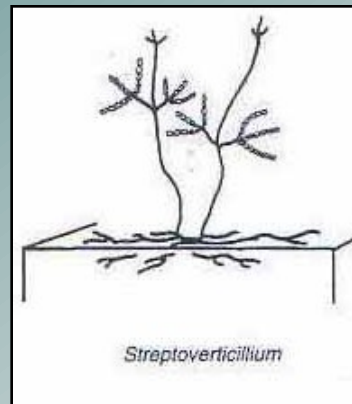
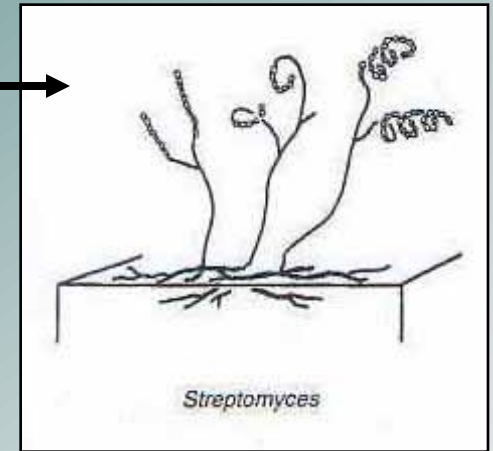
chlupaté (hairy)

ostnaté (spiny)

vně obaleny pochvou z tenkých vláken
a trubiček – obal hladký nebo s výběžky
silně hydrofobní



Streptomyces
Druhová identifikace
problematická
Větvené mycelium
Spory v řetízcích



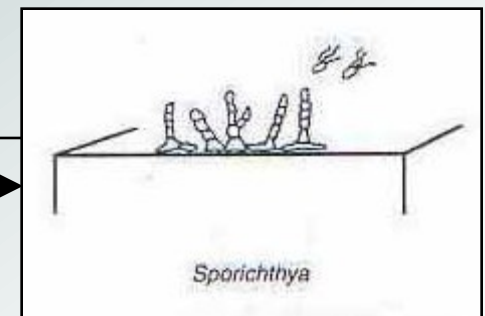
Streptovorticillium
S.M. i V.M. větvené

Sporichthya

Velmi krátké řídké V.M.

S.M. netvoří

se větví ze stěny mateř.b. do kokovitých spor
V přítomnosti vody u spor bičíky



Intrasporangium

Větvené rozpadavé S.M.

V.M. netvoří

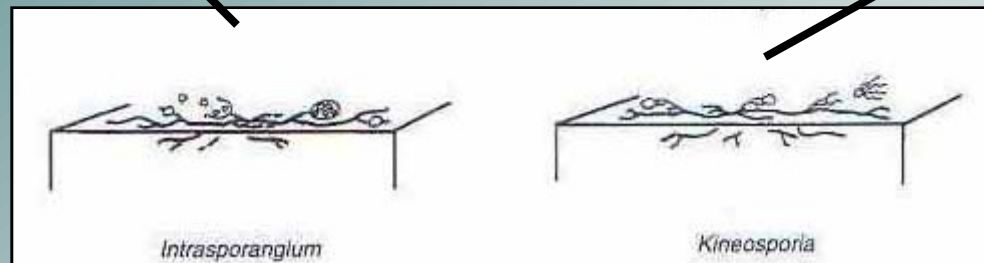
Oválná sporangia

Kineosporia

Malé kolonie, lesklý povrch

V.M. netvoří

Prodloužená kyjovitá sporangia
s 1 pleomorfní sporou



- autolýza – postihuje významnou část populace v průběhu vývojového cyklu



- *S. coelicolor* A3(2) – modelový mikroorganismus genetických, fyziologických a biochemických studií
- 8 667 507 bp – lineární chromosom
- Nejvyšší počet genů v 1 bakterii (7 825) –2x

sekvenován
v červnu 2001

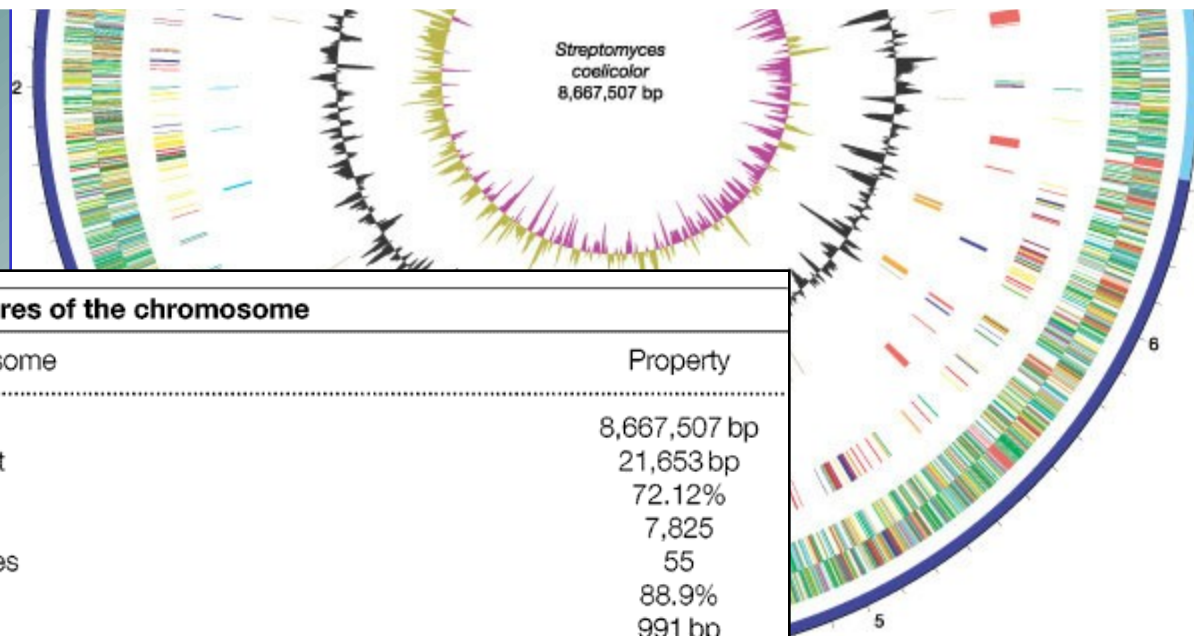


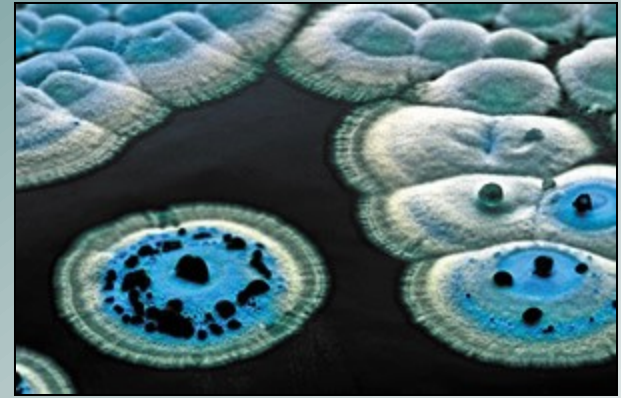
Table 1 General features of the chromosome

Component of chromosome	Property
Total size	8,667,507 bp
Terminal inverted repeat	21,653 bp
G + C content	72.12%
Coding sequences	7,825
...of which pseudogenes	55
Coding density	88.9%
Average gene length	991 bp
Ribosomal RNAs	6 x (16S–23S–5S)
Transfer RNAs	63
Other stable RNAs	3

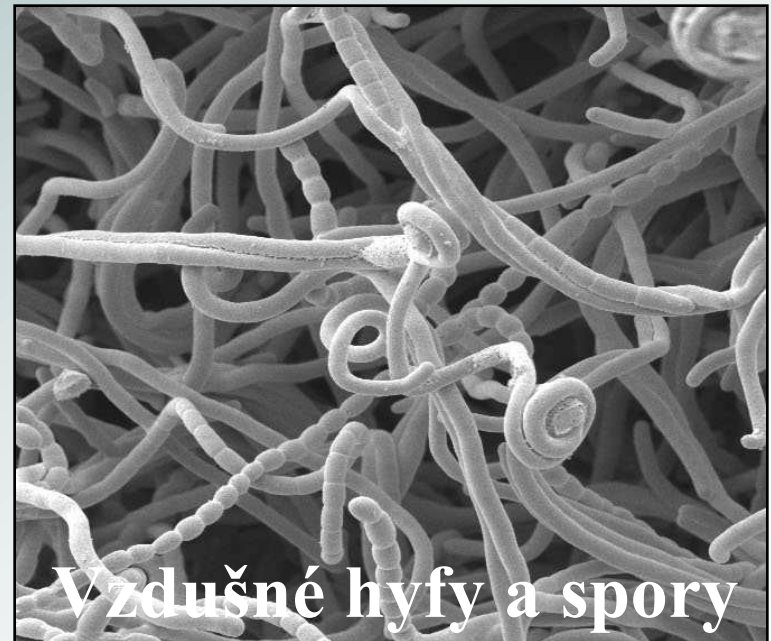
Bentley a kol. (2002),
Nature 417, 141-147

S. coelicolor A3(2)

- Mnoho regulačních genů – odpovědi na stres
- Unikum – v genomu duplikovány sady genů fungující v jednotlivých fázích životního cyklu
- Unikátní telomera – 5' konec při replikaci nekompletní – ssDNA
- Vlásoky z repetice chrání chromozom (Goshi *et al.*)
- Nejblíže *M. tuberculosis* a *C. diphtheriae*



Streptomyces coelicolor
pigment – ATB aktinorhodin



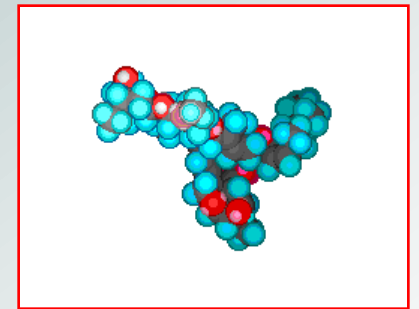
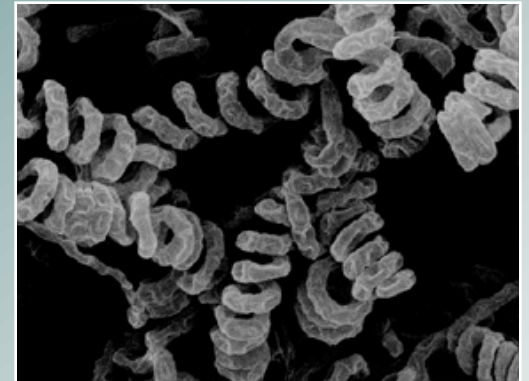
Vzdušné hyfy a spory

- *Streptomyces avermitilis*

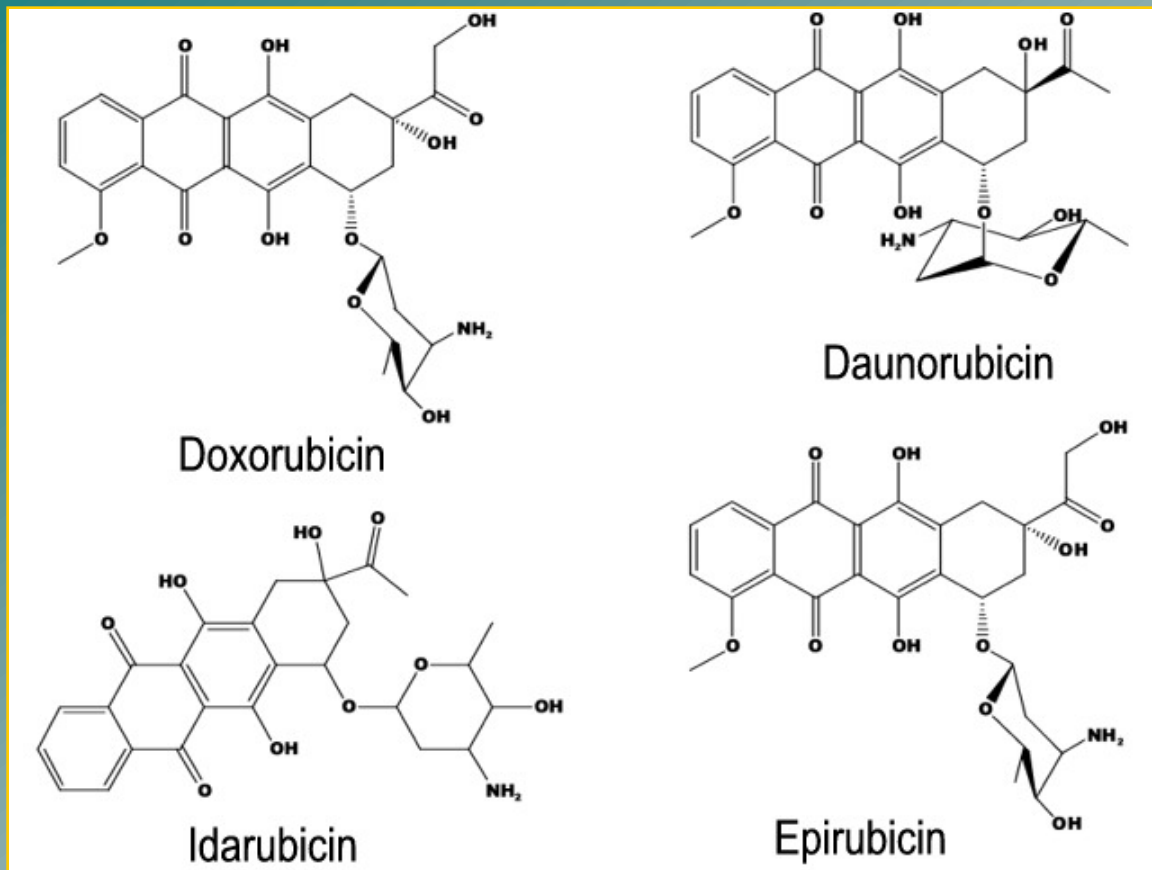
genom sekvenován v říjnu 2001

9,025,608 bp, 7,575 ORFs

produkuje protiparazitární látky (avermectin)
(hlísti a hmyz subsaharské Afriky)



- Další projekty sekvenování genomu:
Streptomyces scabiei and *Streptomyces ambofaciens*.



Protinádorová antibiotika

– rakovina prsu,
 endometria, vaječníků, varlat, moč.měchýře,
 jater, žaludku, štítné žlázy a plic

Bleomycin

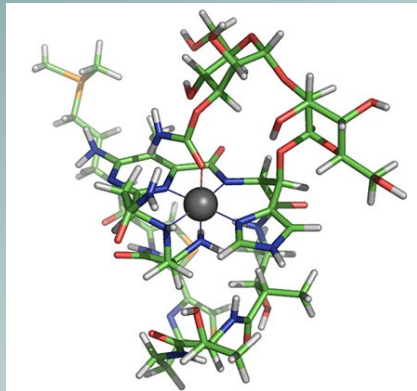
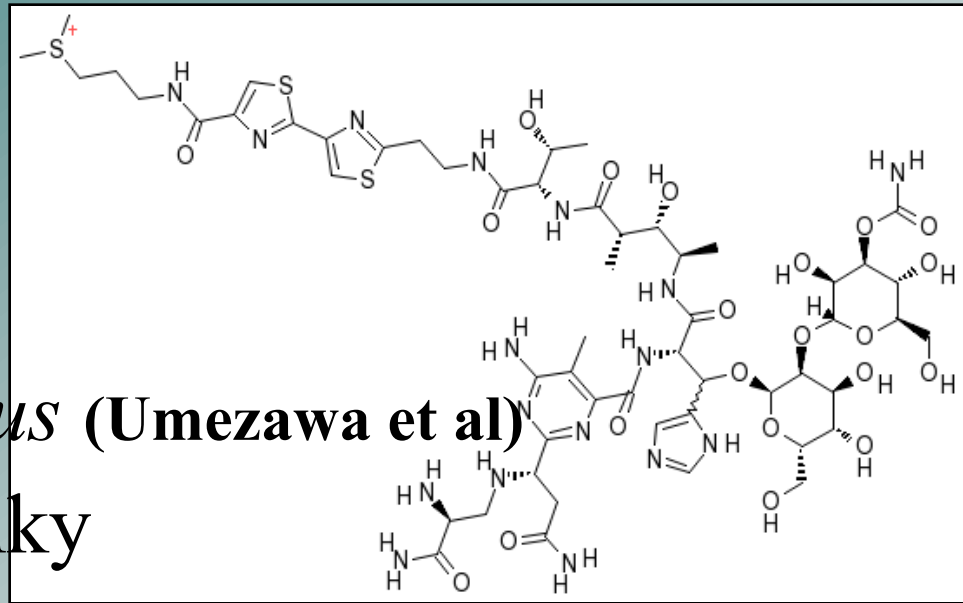
- izolován 1966

Streptomyces verticillus (Umezawa et al)

- protirakovinové účinky

- produkce volných radikálů zlom ds DNA

- maligní nádory kmenových buněk,
lymfomy, Kaposiho sarkom



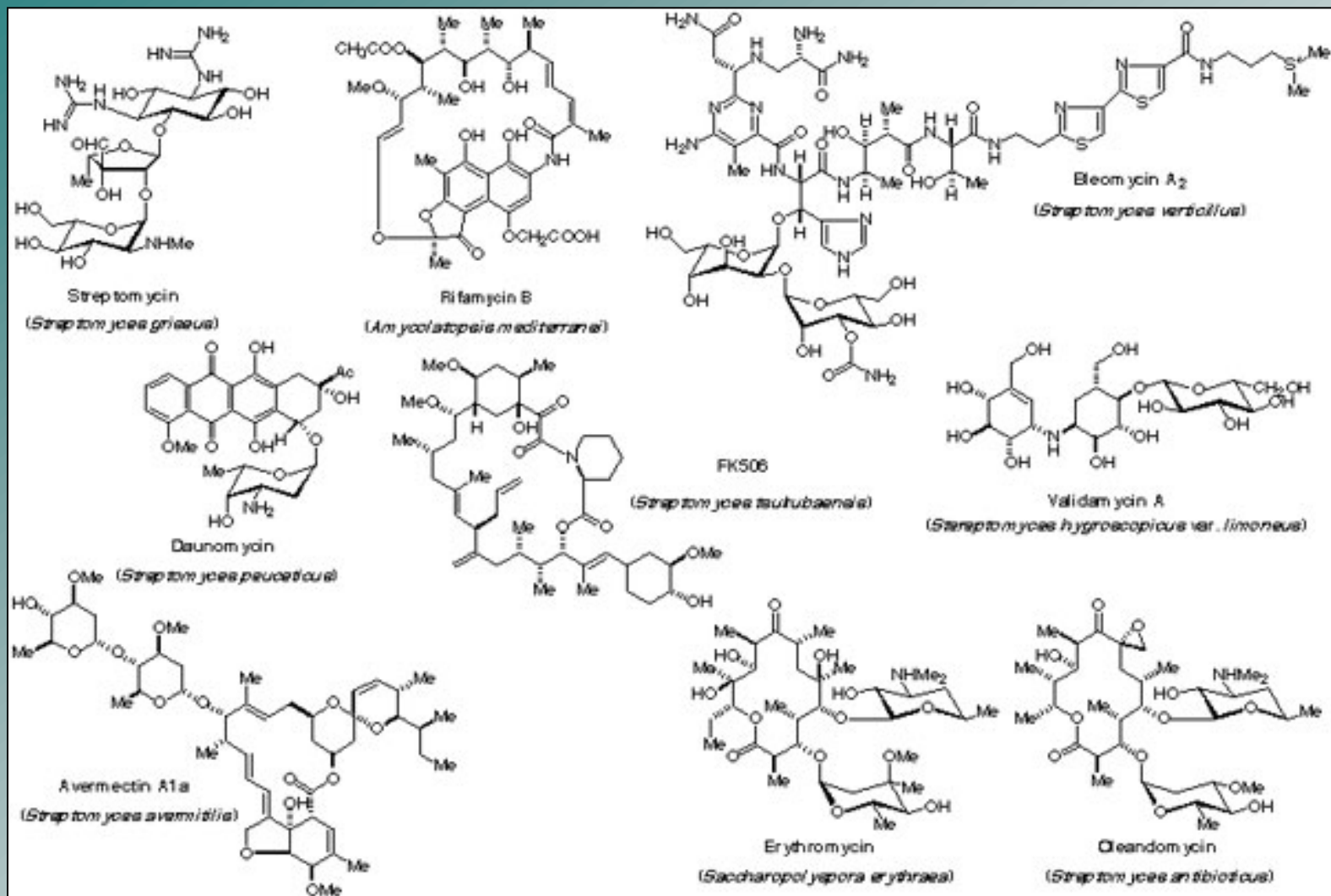
Antifungicidní látky *Streptomyces* spp.

- Nystatin (from *S. noursei*)
- Amfotericin B (from *S. nodosus*)
- Natamycin (from *S. natalensis*)

Antibiotika *Streptomyces* spp.

- Erythromycin (from *S. erythreus*)
- Neomycin (from *S. fradiae*)
- Streptomycin (from *S. griseus*)
- Tetracyklin (from *S. rimosus*)
- Vankomycin (from *S. orientalis*)
- Rifampicin (from *S. mediterranei*)
- Chloramfenikol (from *S. venezuelae*)



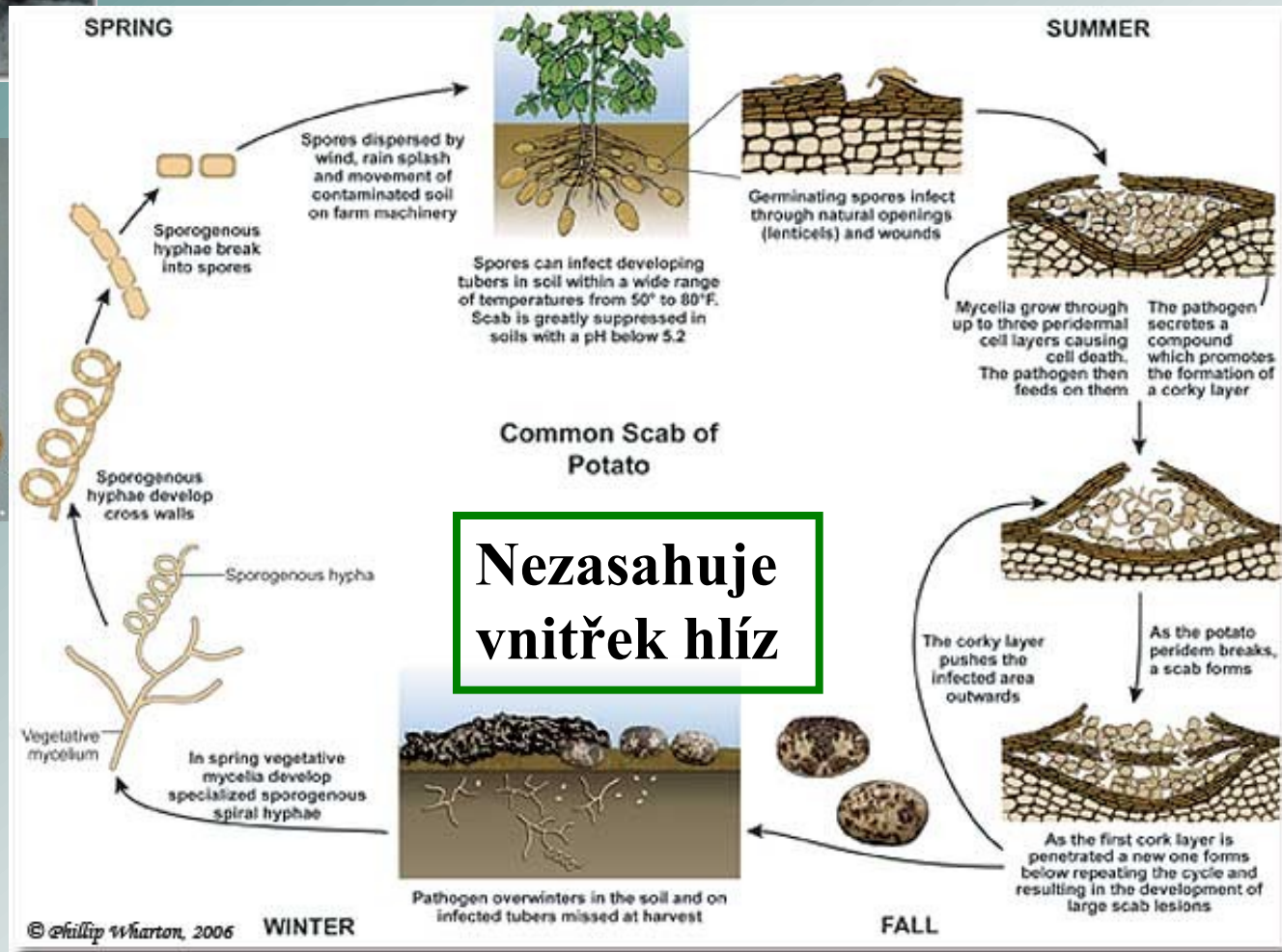
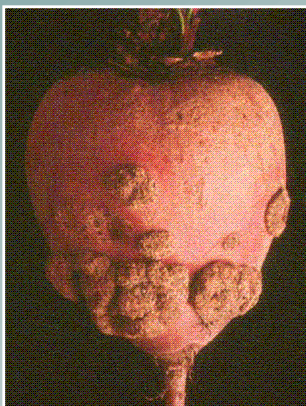


Streptomyces scabies

-křen, pastinák, řepa, mrkev, brambory



©T.A.



1. Germinace spory

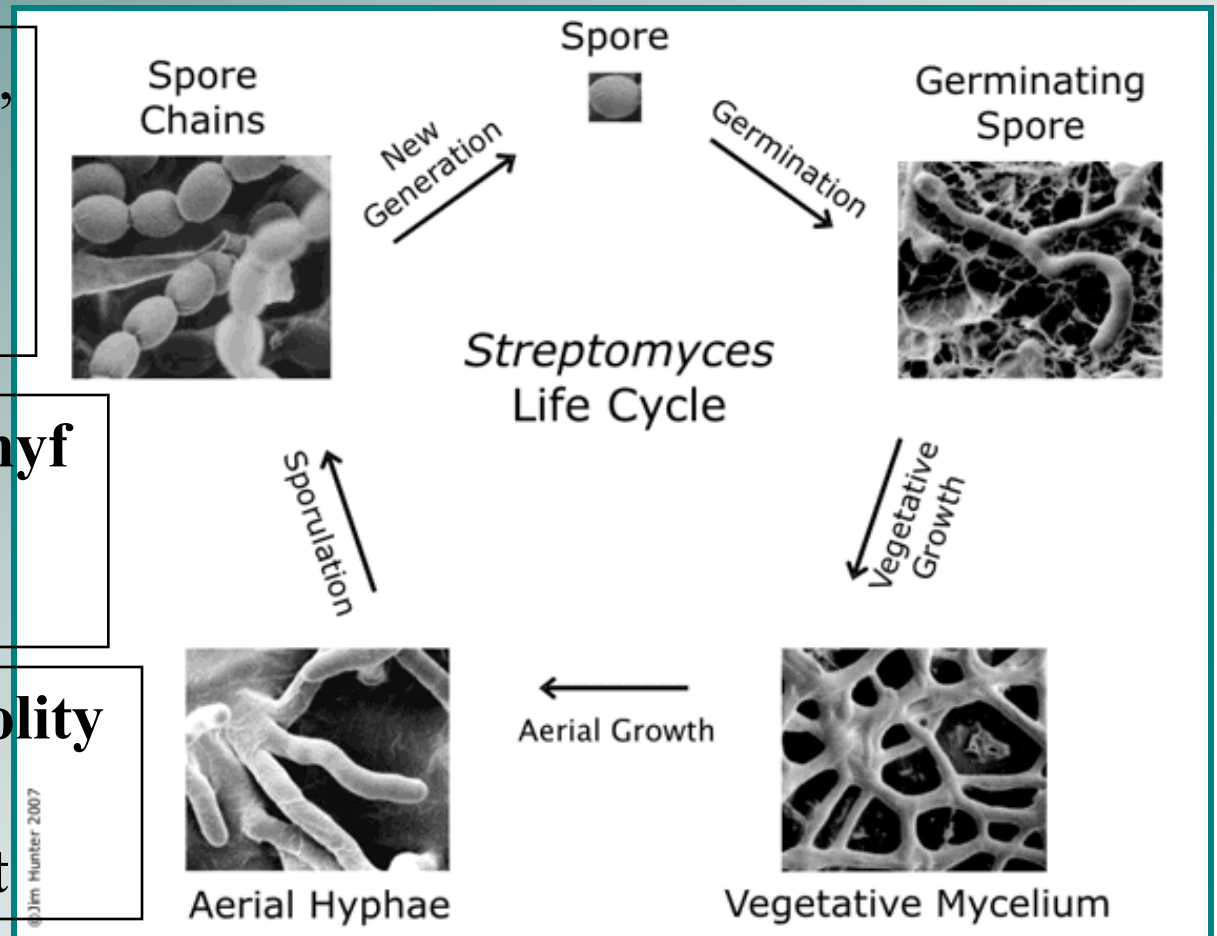
2. Spora produkuje jedno nebo více „mnohojaderných“ vláken

3. Prodlužování a větvení vláken vegetativního mycelia v a na mediu

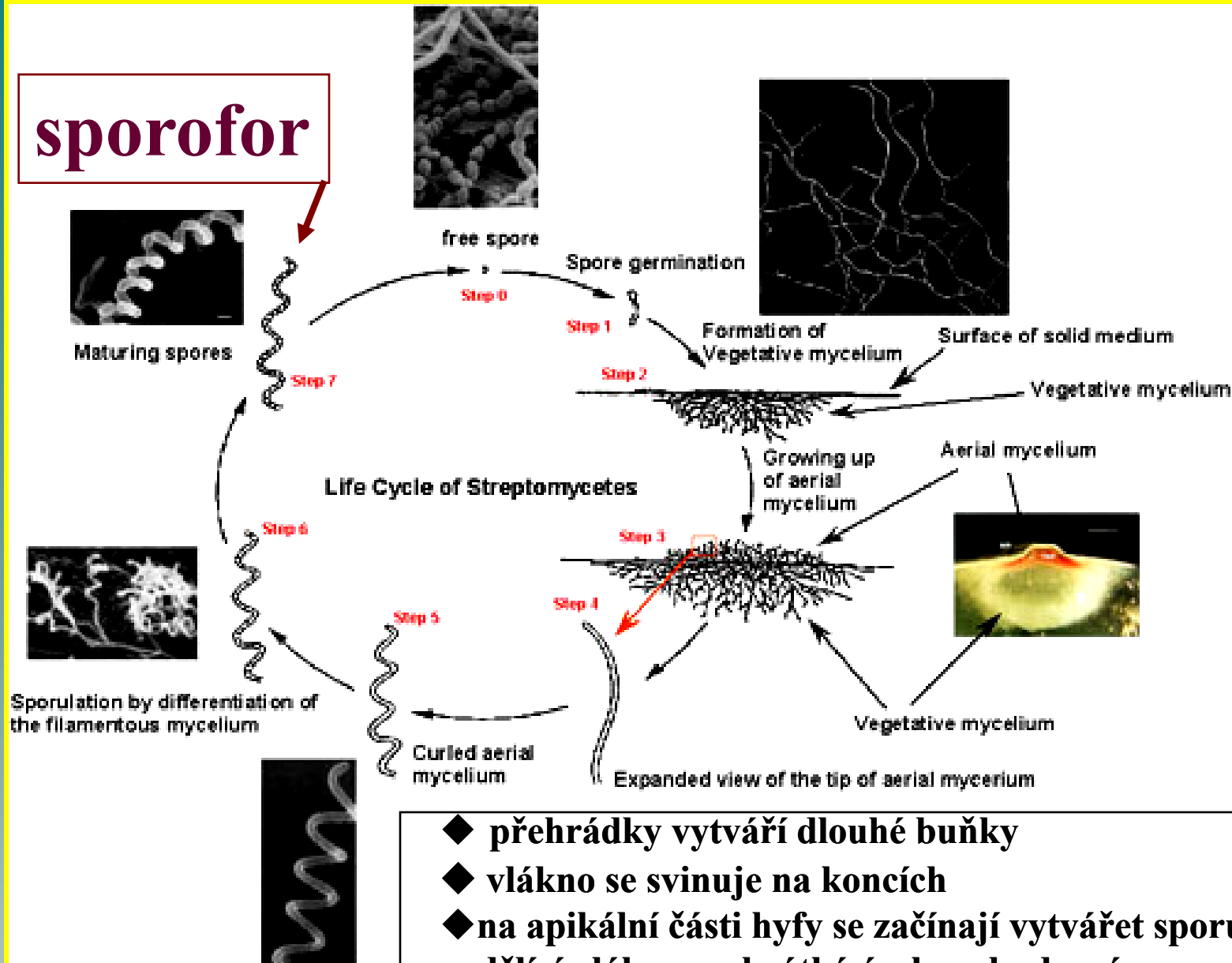
4. Penetrace do media, „pohyb“, kolonizace. Extracelulární hydrolytické enzymy

5. Tvorba vzdušných hyf odpovědí na signály - vyčerpání živin

6. Sekundární metabolity
Multigenom septování
Řetízky spor, pigment



sporofor



- ◆ přehrádky vytváří dlouhé buňky
- ◆ vlákno se svinuje na koncích
- ◆ na apikální části hyfy se začínají vytvářet sporulační přepážky
dělicí vlákno na krátké úseky – budoucí spory
- ◆ kompletně vytvořená septa, nezralé spory, ztlušťování BS
- ◆ maturace arthrospor – zakulacování, oddělování

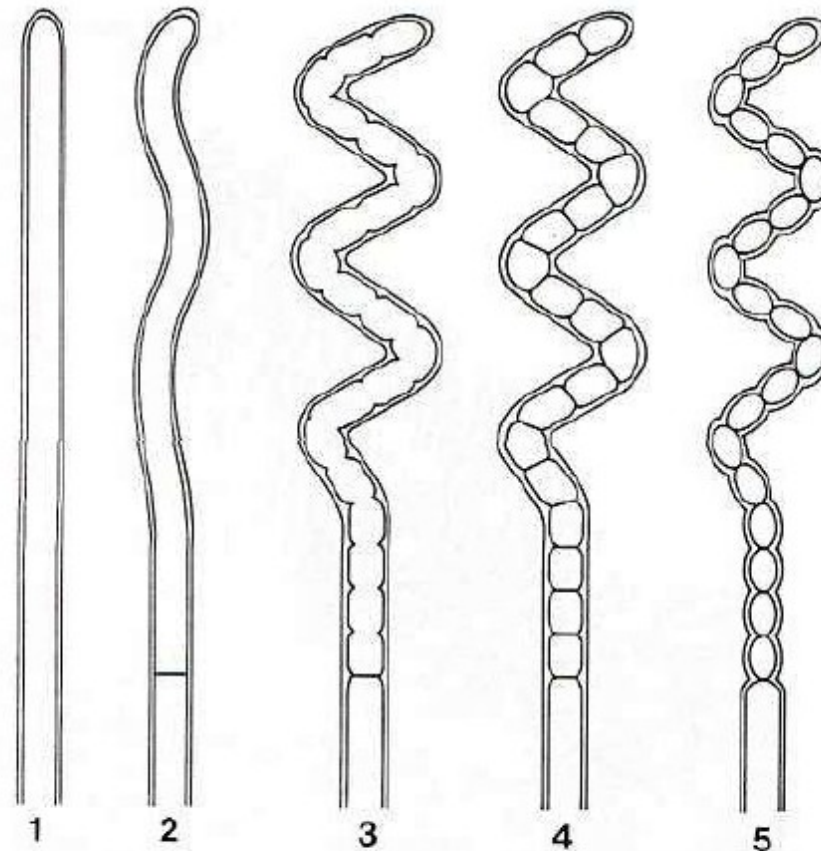
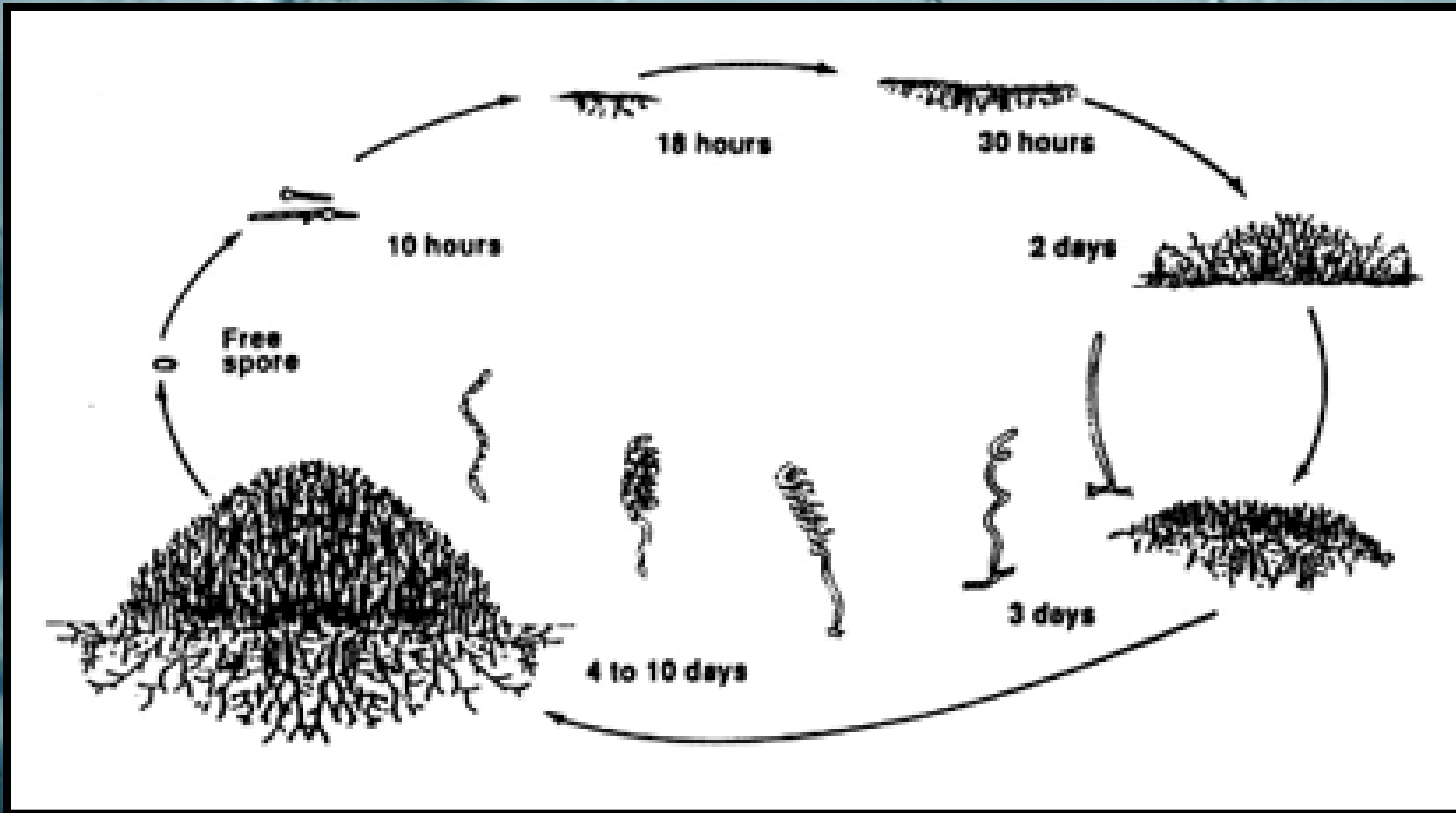
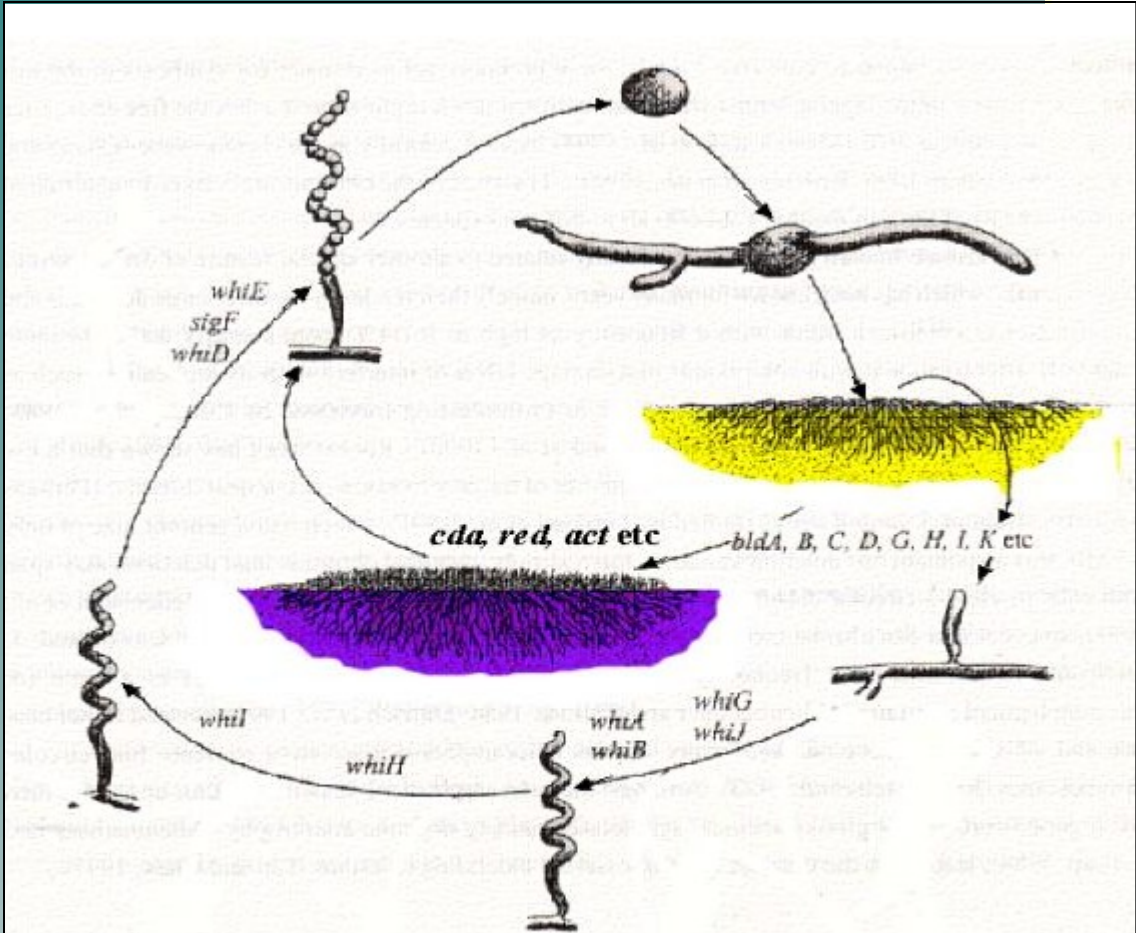
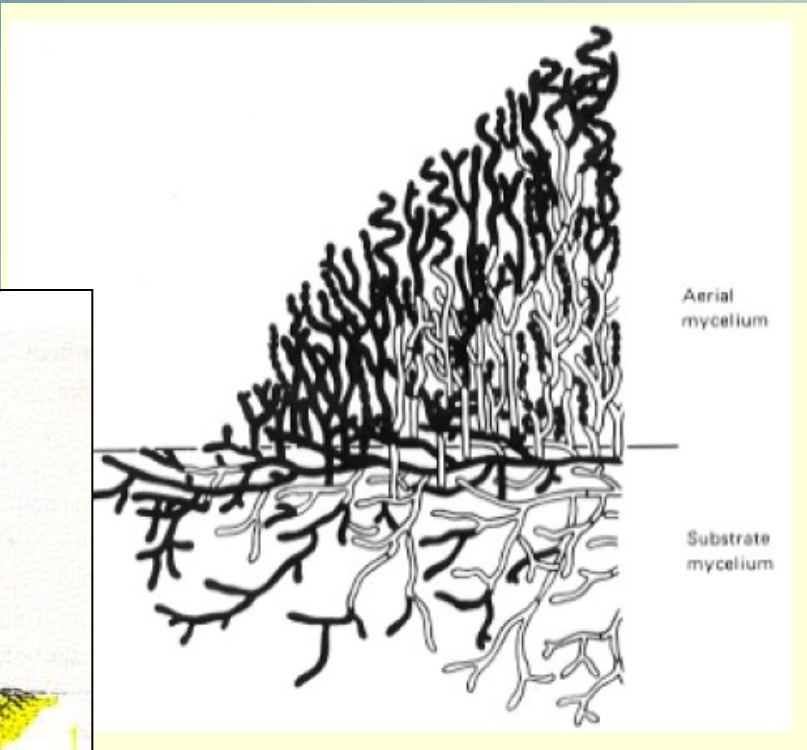


Fig. 32. Diagram of the four stages of sporulation in *Streptomyces coelicolor*. After a phase of vegetative growth, as shown in (0), the sporulating hyphae are divided into long cells by ordinary cross-walls, and the tips begin to coil (1). The apex is then partitioned into spore-sized compartments by sporulation septa (2). The cell walls thicken and constrictions appear between the young spores (3). As spores mature, they round off and separate (4). Some spores begin to germinate immediately after maturation. (From Dworkin, 1985.)





Life cycle of *Streptomyces coelicolor*
(Modified from Kieser et al. 2000)

Spory streptomycet

- Řetízky
 - Pigmentované
 - Oproti G⁺ bakteriím méně rezistentní vůči působení extrém.hodnot teploty (do 55°C) a pH
 - Velmi odolné vůči vysychání
 - Slouží k šíření organismu v prostoru a k překonání nepříznivých životních podmínek
- proti endosporám G⁺

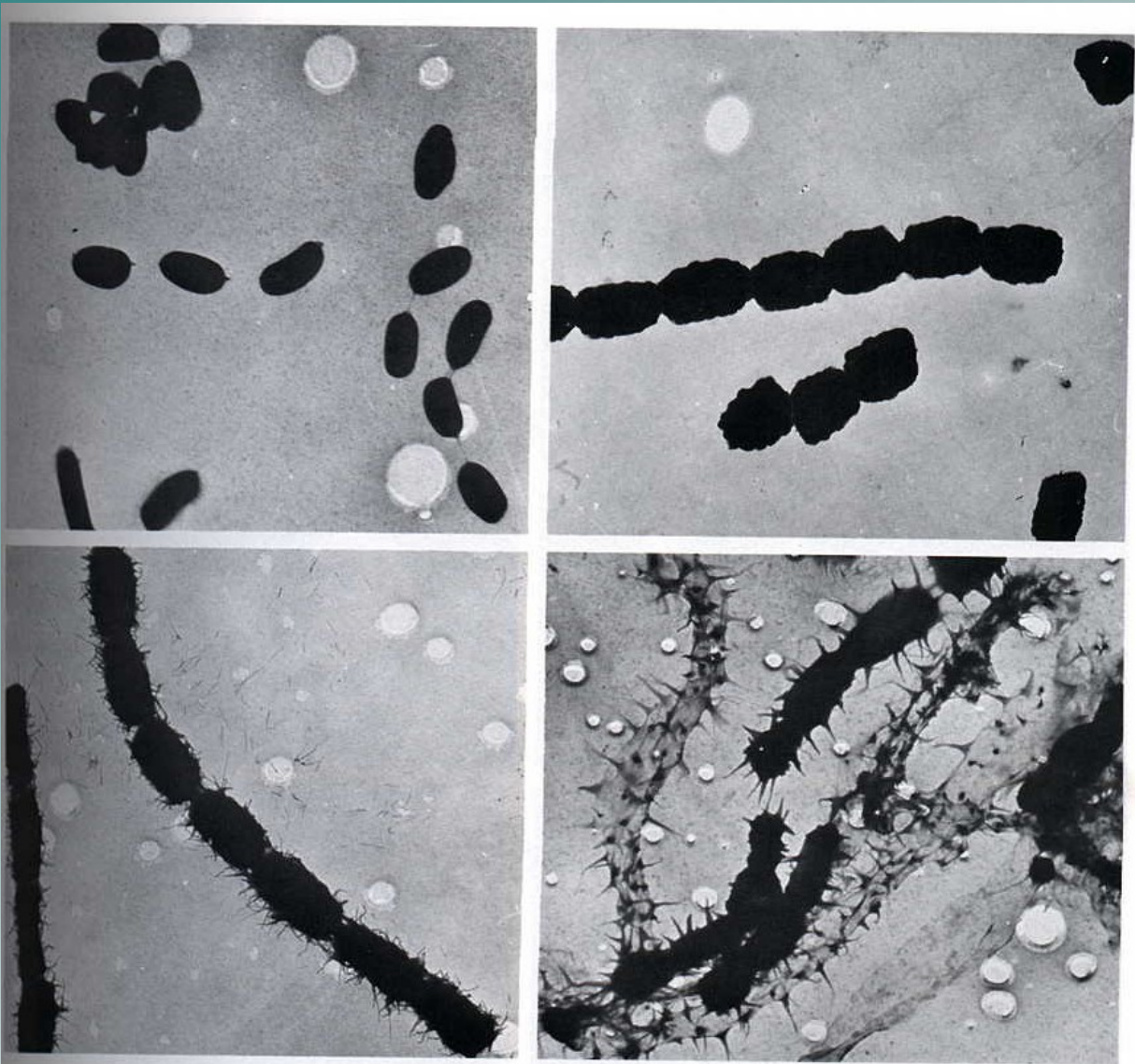
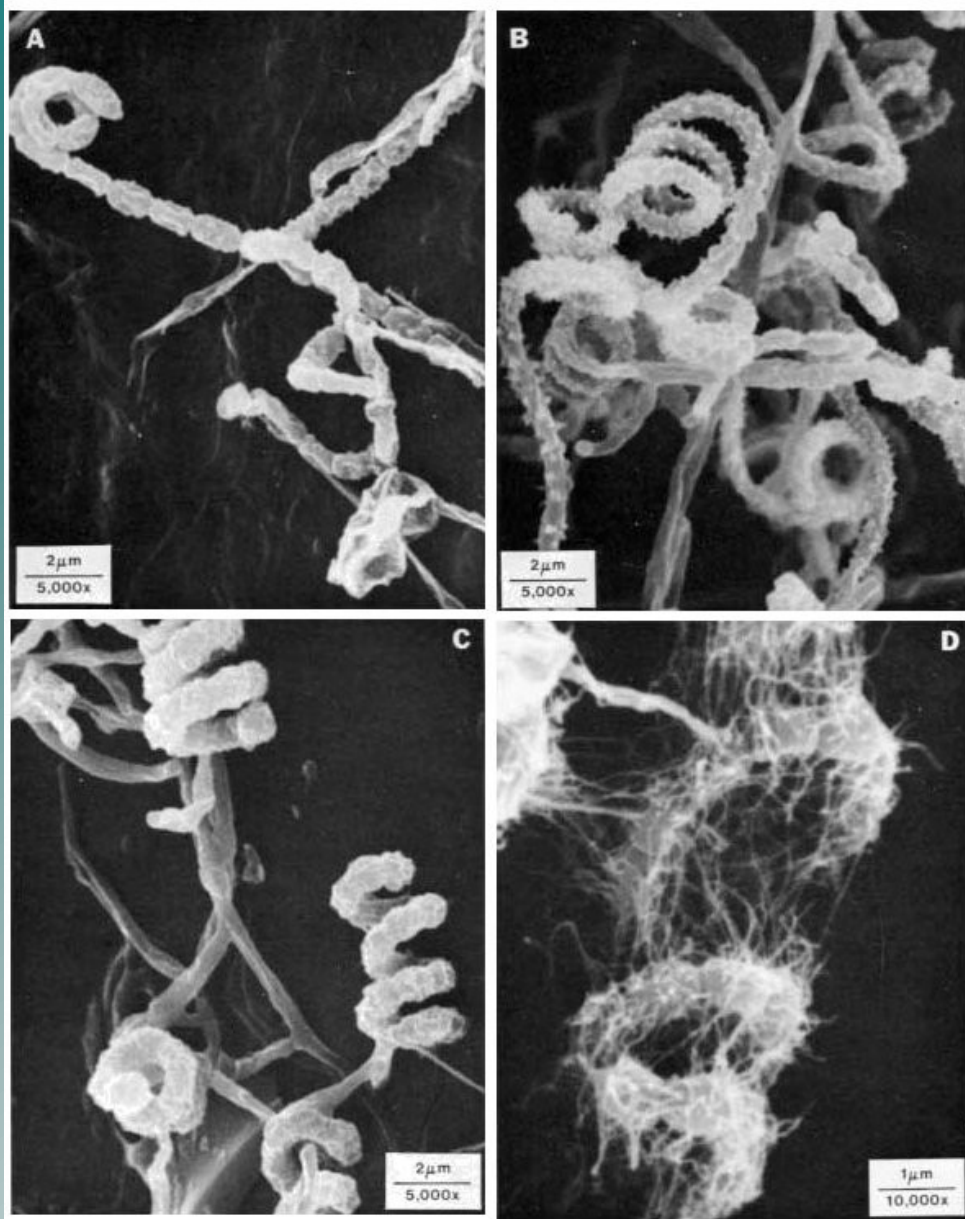


Fig. 15. Electron micrographs of four types of arthrospores of streptomycetes: smooth; warty; hairy; and spiny. The spores are about $1\ \mu\text{m}$ long. (From Kutzner, 1956; with permission.)



**Scanning electron
microscopy of
arthrospore chains.**

- (A) *Streptomyces torulosus*
(knoflíkovité)**
(B) *S. bluensis* (ostnaté)
(C) *S. antimycoticus* (drsné)
**(D) "*S. karnatakensis*"
(vláknité).**

(Courtesy of A. Dietz.)

Komplexní životní cyklus

- Odpovědi na prostředí
- Multinukleoid, segmentace
- Přesná regulace diferenciaci V.M.
- Micro arrays – identifikace hydrofobních proteinů
 - **chapliny** = kostra pro vzdušné hyfy. Sekretovány z cytoplazmy a ukládány do buněčné stěny. 8 druhů
 - Chapliny** – kovalentní vazba na PG, hydrofobní a odolná vrstva – studium cytoskeletu *S. coelicolor*
 - Studium** – exprese a funkční specializace jednotlivých druhů chaplinů, jejich polymerizace, interakce se složkami buněčné stěny a morfogeneze

Rhodomicrobium vannielii

Modelový MO studia diferenciace a morfogeneze

- pučící bakterie
- anaerobní fototrofi, aerobní chemotrofi
- Střídání:

rostoucí a klidové formy

přisedlé a pohyblivé formy

Obrázky

násled. snímků

převzaty z článku:

Morphogenesis and Differentiation in *Rhodomicrobium vannielii* and Other Budding and Prosthecate Bacteria

R. WHITTENBURY* AND C. S. DOW

BACTERIOLOGICAL REVIEWS, Sept. 1977, p. 754-808
Copyright © 1977 American Society for Microbiology

Vol. 41, No. 2

Pojmy

Morfogeneze

- změny vnější morfologie a vnitřní architektury buňky

Diferenciace

- děje startující po „přepnutí“ buněného cyklu vedoucí k formování nového typu buňky. Diferencované buňky mohou revertovat (germinace spor) nebo mohou být trvalou součástí společenství (heterocysty sinic, buňky methanoxidujících bakterií).

Vývoj mnohobuněčného komplexu

- sloučení morfogeneze a diferenciace myxobakterií, sinic kdy jsou jednotlivé buňky specifickou funkční součástí

Cell Cycle Types

Monomorphic vegetative cell cycle type – this phrase describes species of prokaryote existing always as vegetative cells and in which there is only one distinct morphological type of cell formed under what are considered to be normal nutrient and physiological regimes (e.g., *E. coli*).

Dimorphic cell cycle types – this phrase describes those prokaryotes which, at division, form two cells that differ from each other in shape (e.g., *Caulobacter*), or in size (e.g., certain filamentous blue-green bacteria), or in the possession by one of the cells of an appendage (e.g., the swarm cell of *Rhodospseudomonas acidophila* possesses a flagellum not possessed by the mother cell), or in a combination of these features.

Polymorphic vegetative cell cycle types – this phrase describes species that may produce under different nutrient and physiological regimes (but not so bizarre as to cause malfunction in the cell cycle) two or more morphologically distinct types of cell, each of which undergoes a distinctive and constant cell cycle (e.g., *Arthrobacter* species [24, 42], *Sphaerotilus* species [54, 66] certain cyanobacteria [9, 51], *Geodermatophilus* [36], *Hyphomicrobium* species [88], and *Rhodomicrobium* species; all these have two or more vegetative cell cycles). Cell cycle changes in response to nutrient conditions in *Geodermatophilus* are shown in Fig. 1. Two other species with such cell cycles have been studied by us, a *Hyphomicrobium* species (3) (Fig. 2 and 3) and a prosthecate bacterium (Fig. 4 and 5).

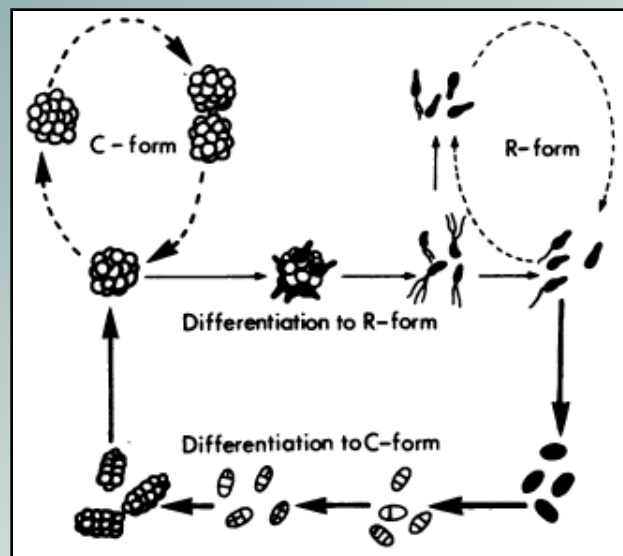


FIG. 1. The polymorphic growth cycle of *Geodermatophilus* strain 22-68 (after Ishiguro and Wolfe [36]). Growth and division in the C-form requires the presence of a factor found in tryptose. Absence of this factor induces differentiation to the R-form. Readdition of the tryptose will induce differentiation from the R-form to the C-form.

Opakování: Polymorfní vegetativní buňky *Hyphomicrobium*

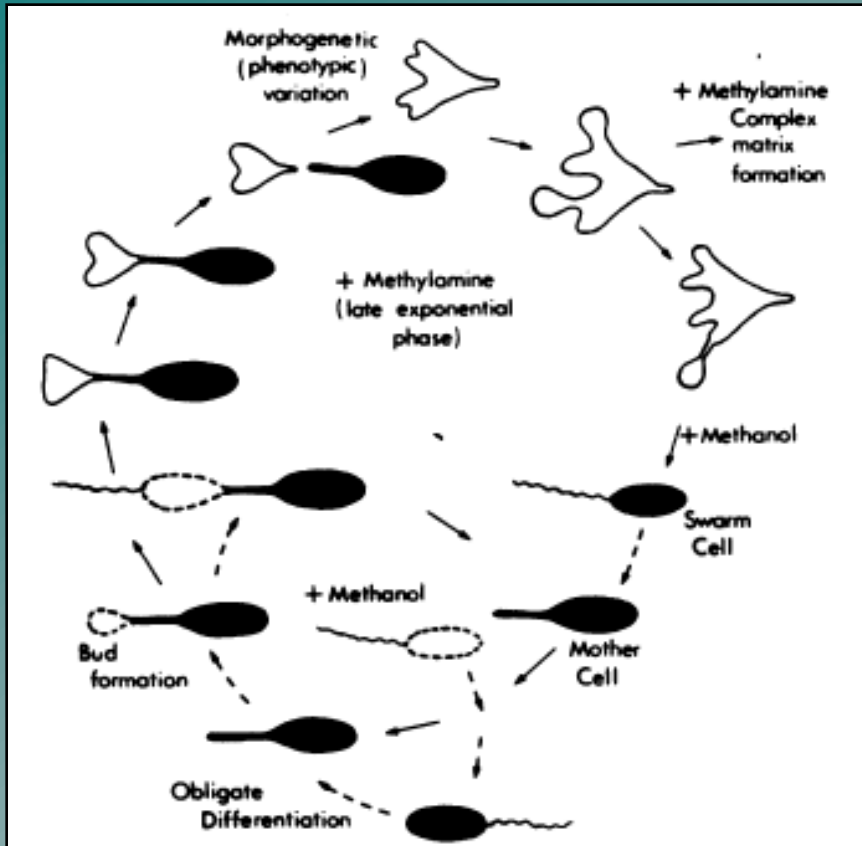
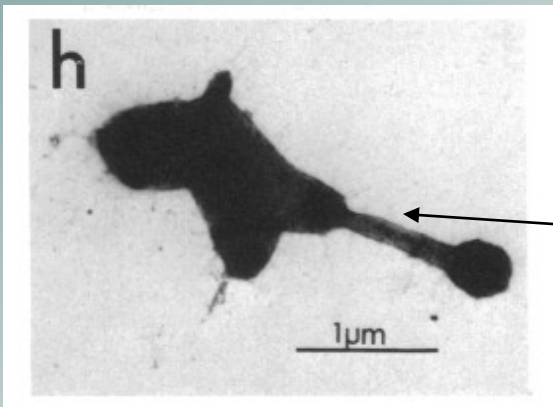


FIG. 2. Polymorphic variation evident in *Hyphomicrobium* species with substitution of the carbon source. The basic medium contained, per liter: 20 ml of mineral base (NH_4Cl , 0.5 g; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.4 g; NaCl , 0.1 g; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0.05 g; trace elements, 10 ml [61]), distilled water to 1 liter, 10 ml of 0.01 M KH_2PO_4 , 100 mM methanol, and/or 100 mM methylamine. Cultures were incubated aerobically at 30°C.



Substituce methanolu methylaminem indukuje tvorbu Y forem buňky. Přidání methanolu indukuje tvorbu vláken která se následně mění v pohyblivou buňku klasické velikosti.

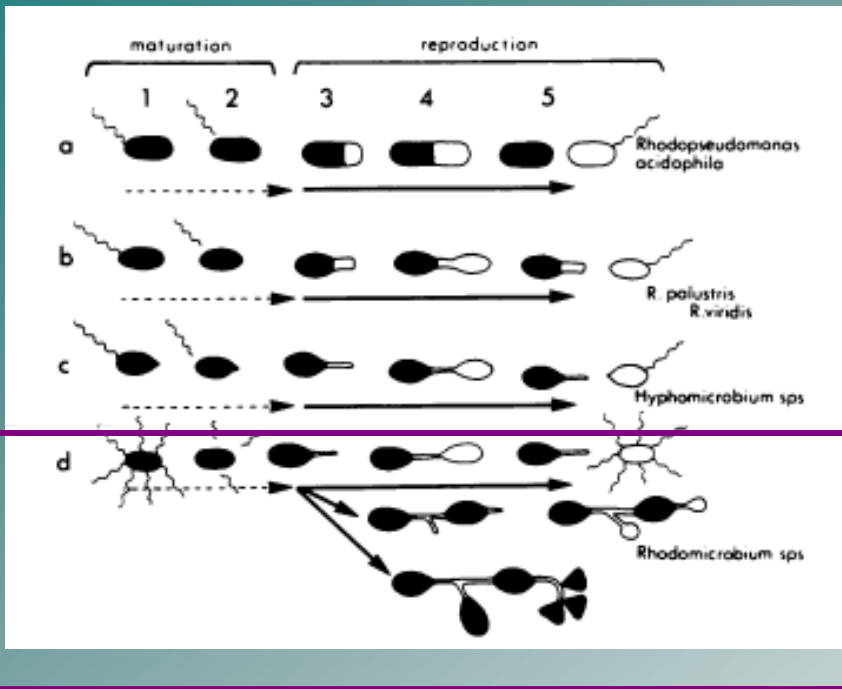


FIG. 9. Budding bacteria ordered in degrees of morphological/cell cycle complexity. In all cases motility (1), flagella shedding (2), maturation of the cell (3), daughter cell synthesis by obligate polar growth (4), and asymmetric cell division (5) give rise to an immature daughter cell and a mature mother cell. (a) *Rhodopseudomonas acidophila* (60). Simple dimorphic life cycle not involving tube/filament synthesis. (b) *Rhodopseudomonas palustris* and *R. viridis* (96). Involvement of tube/filament synthesis prior to daughter cell formation. (c) *Hyphomicrobium* species (33, 45). Reduction in width coupled with an increase in length of the tube/filament compared with *R. palustris*. (d) *Rhodomicrobium* species (see Part B). Environmentally induced life cycle variations ranging from a simple dimorphic cell cycle through complex matrix formation to exospore production.

Rhodomicrobium vannellii – typy buněk:

- Ovoidní buňky 2-3 μm – 1 μm , spojené vlákny 2-30 μm , která se mohou větvit (myceliální stadium) – dostatek světla, nižší tlak CO_2
- V časně exponenciální fázi – nestélkaté peritrichálně obrvené buňky, méně světla, vyšší tlak CO_2
- Nepohyblivé hranaté exospory – vyčerpání živin

Lag a časná exponenciální fáze růstu:

Buňky spojené vlákny

Syntéza vl.na obou pólech

40 – 50 min

Při 10mM fosfátu:

Délka vláken 2-3 μm

20-30 min
pohyblivá
peritricha
1,5x0,8 μm



Na počátku stac. fáze:
Produkce 4 hranatých
exospor

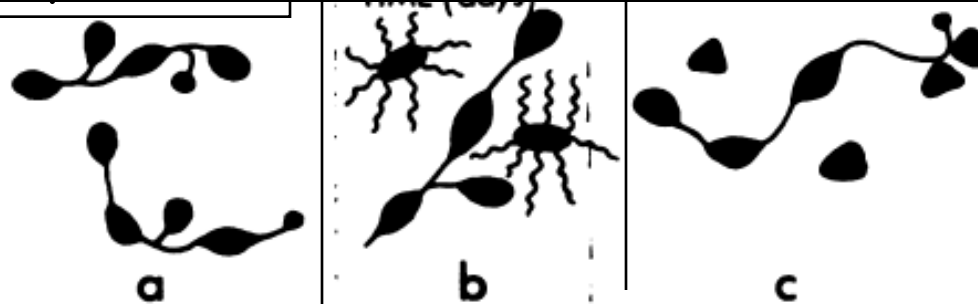
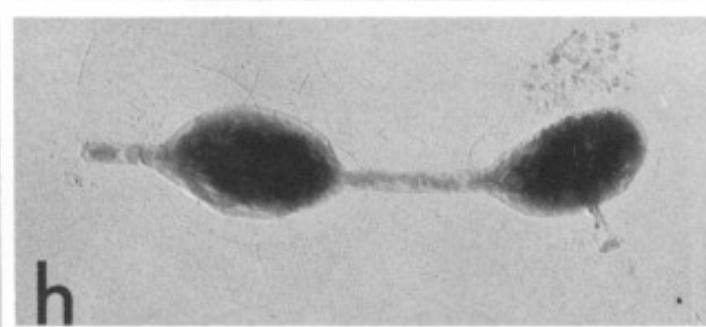
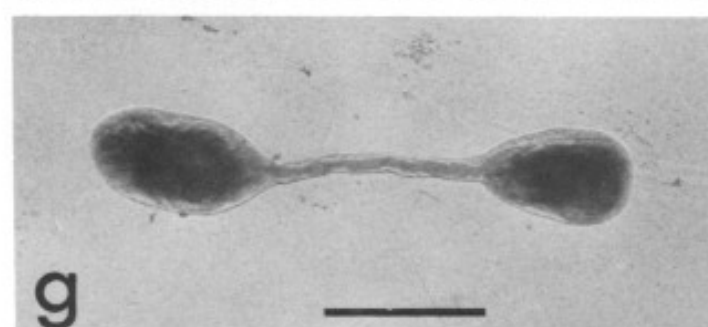
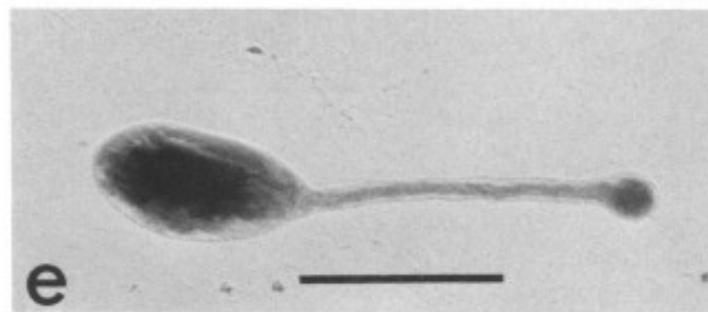
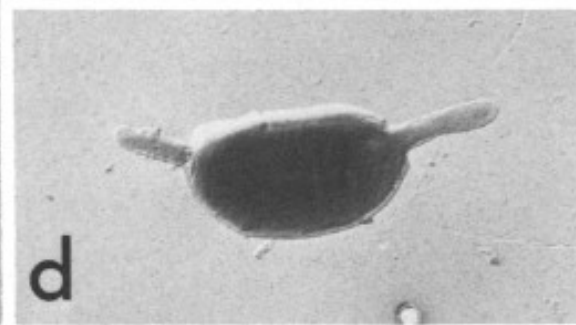
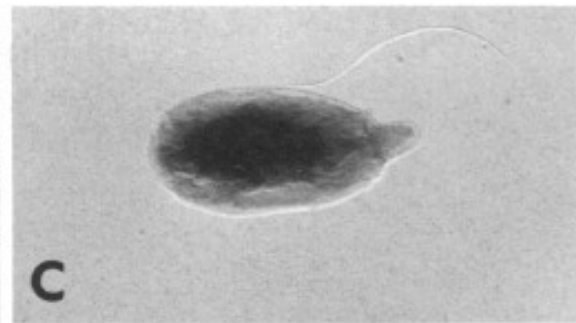
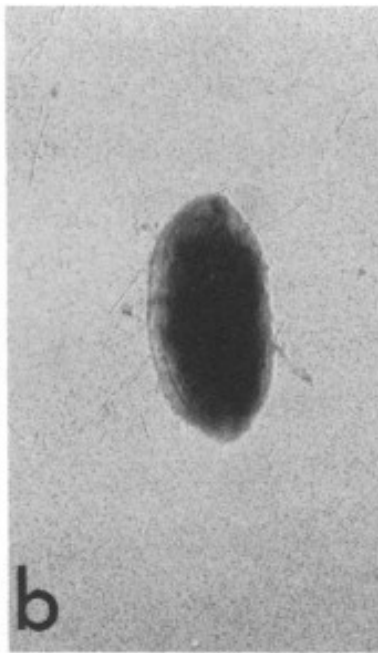
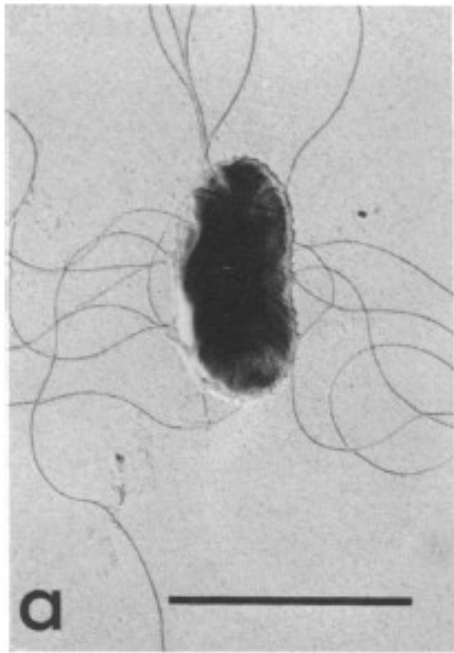


FIG. 14. (A) Growth curve of strain Rm 5 grown on malate medium at 30°C with an incident light intensity of 1,000 lx in a 15-liter batch fermentor. (B) Phase-contrast photomicrographs of cellular expression during batch culture growth of strain Rm 5. (a) Lag and early exponential phases are characterized by the presence of complexes of cells linked by filaments. No motile cells are apparent. (b) As growth proceeds, nonstalked motile cells are produced. (c) With the onset of the stationary phase, angular exospores are produced in considerable numbers.

Délka vláken závislá na nutričních vlastnostech media:

nedostatek fosfátu – délka vláken nad 30 μm a generační doba 18₇20h



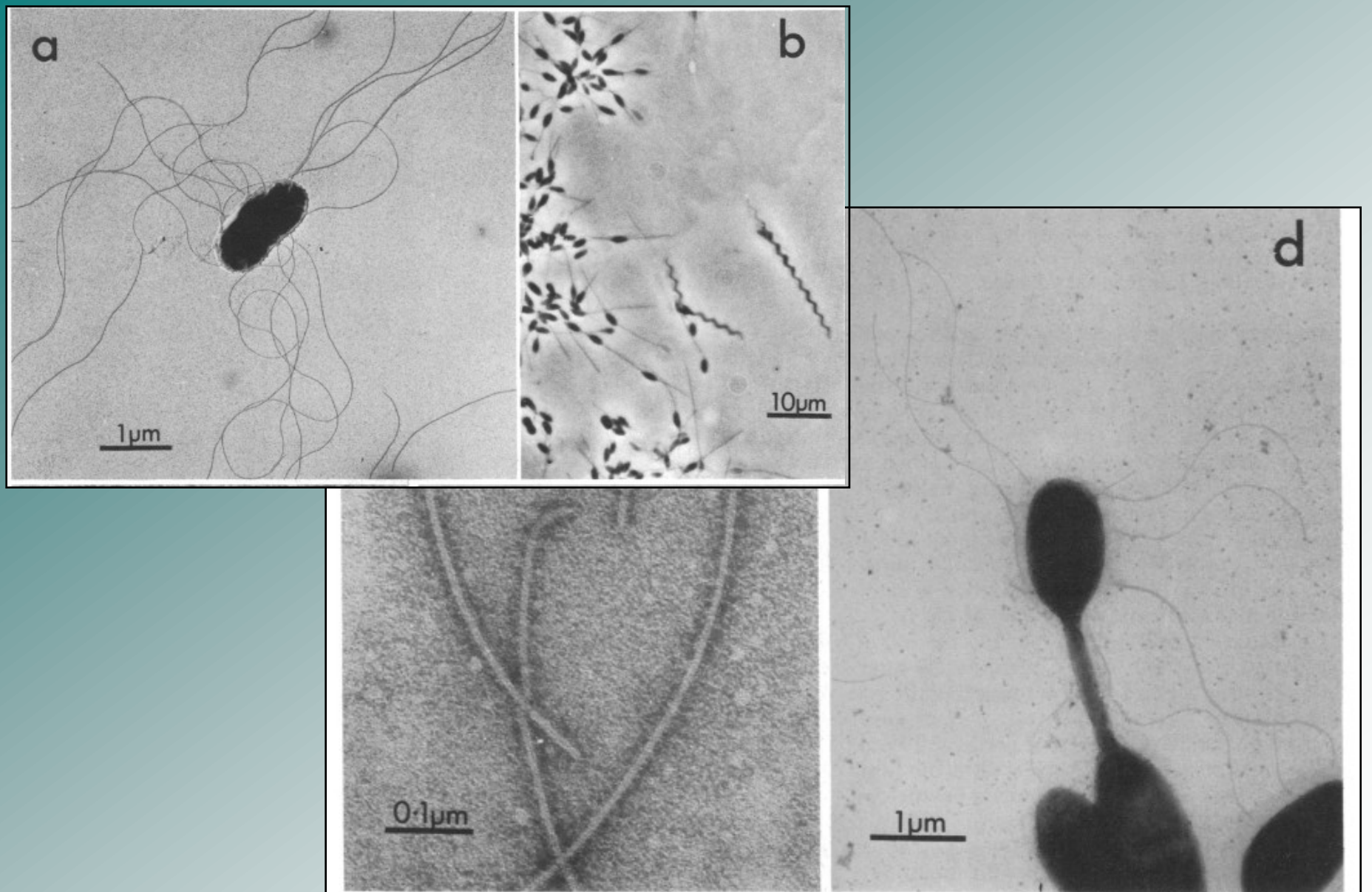


FIG. 19. (a) Strain Rm 5 swarm cell. Gold-palladium shadow. (b) Phase-contrast photomicrograph of a strain Rm 5 slide culture showing spirillar flagella bundles. (c) Electron micrograph of shed flagella showing an intact flagella hook (1% [wt/vol] phosphotungstic acid, negative stain). (d) Swarm cell formation (1% [wt/vol] uranyl acetate, negative stain).

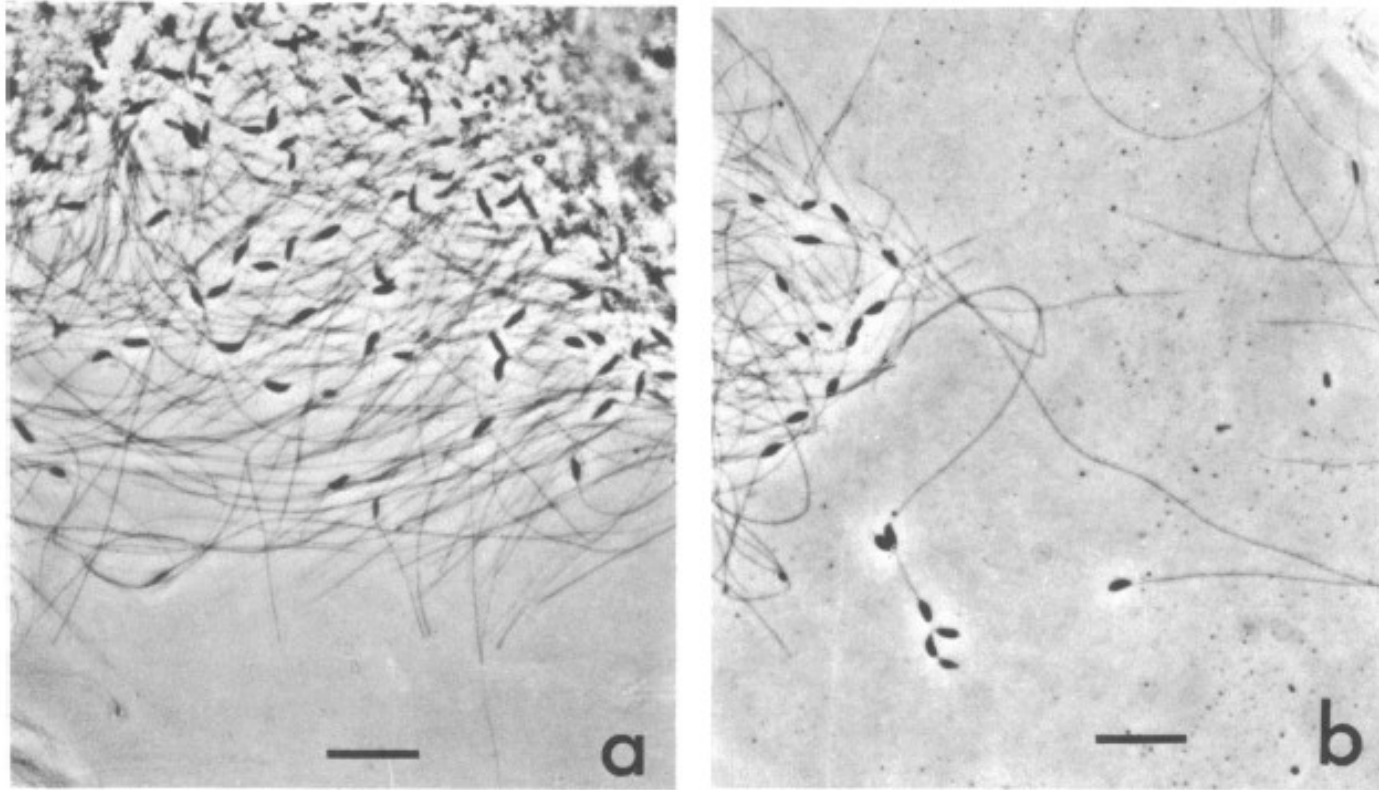
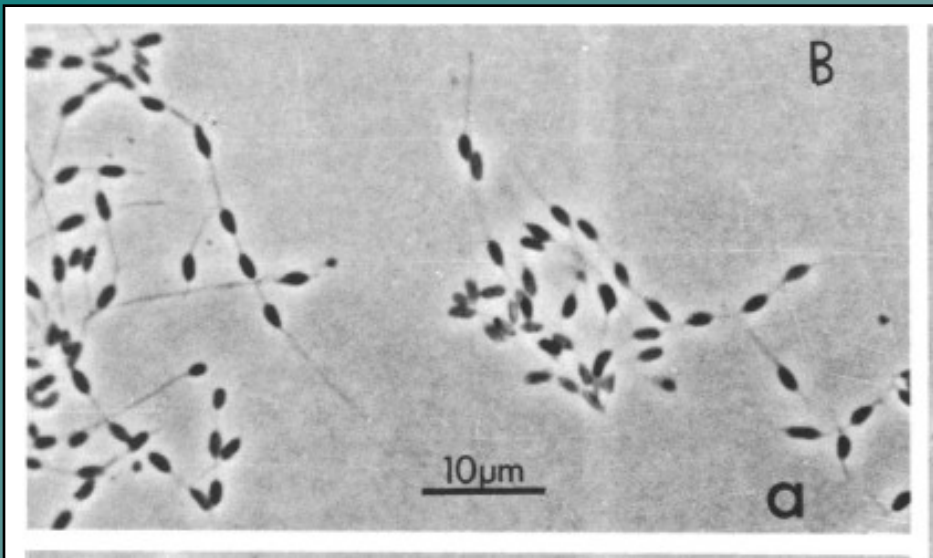


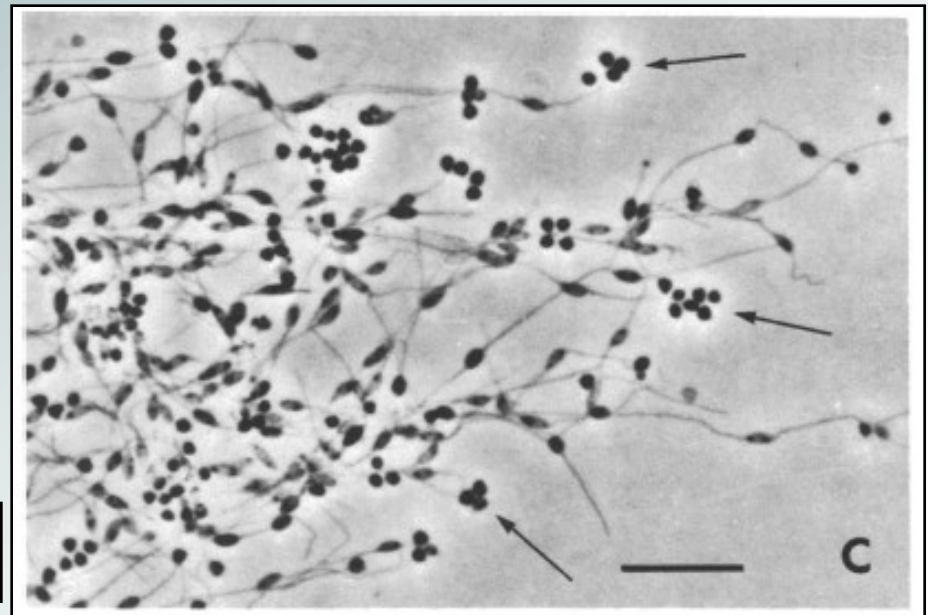
FIG. 20. *Phase-contrast photomicrographs. (a) Strain Rm 5 grown under phosphate limitation (no added phosphate). (b) Strain Rm 5 initially grown under phosphate limitation followed by addition of phosphate (10 mM) to the system. The intercellular distances are considerably reduced, with a corresponding decrease in generation time. Bar represents 10 μm .*



- Pupen se objevuje po 220-250min od iniciace b.cyklu
- Vyspělá dceřinná buňka, fyziologicky separovaná, se odděluje binárním dělením od vlákna – pohyblivá buňka
- nebo nebo syntetizuje zátku (řetězení vlákna buněk)

- Unipolární větvení vláken – vždy z naposledy syntetizovaného vlákna.
- Vždy zátka ve vláknu před jeho větvením.
- Nikdy nejsou produkovány více než 4 dceř.b.

LIMIT POČTU DCEŘ.BUNĚK





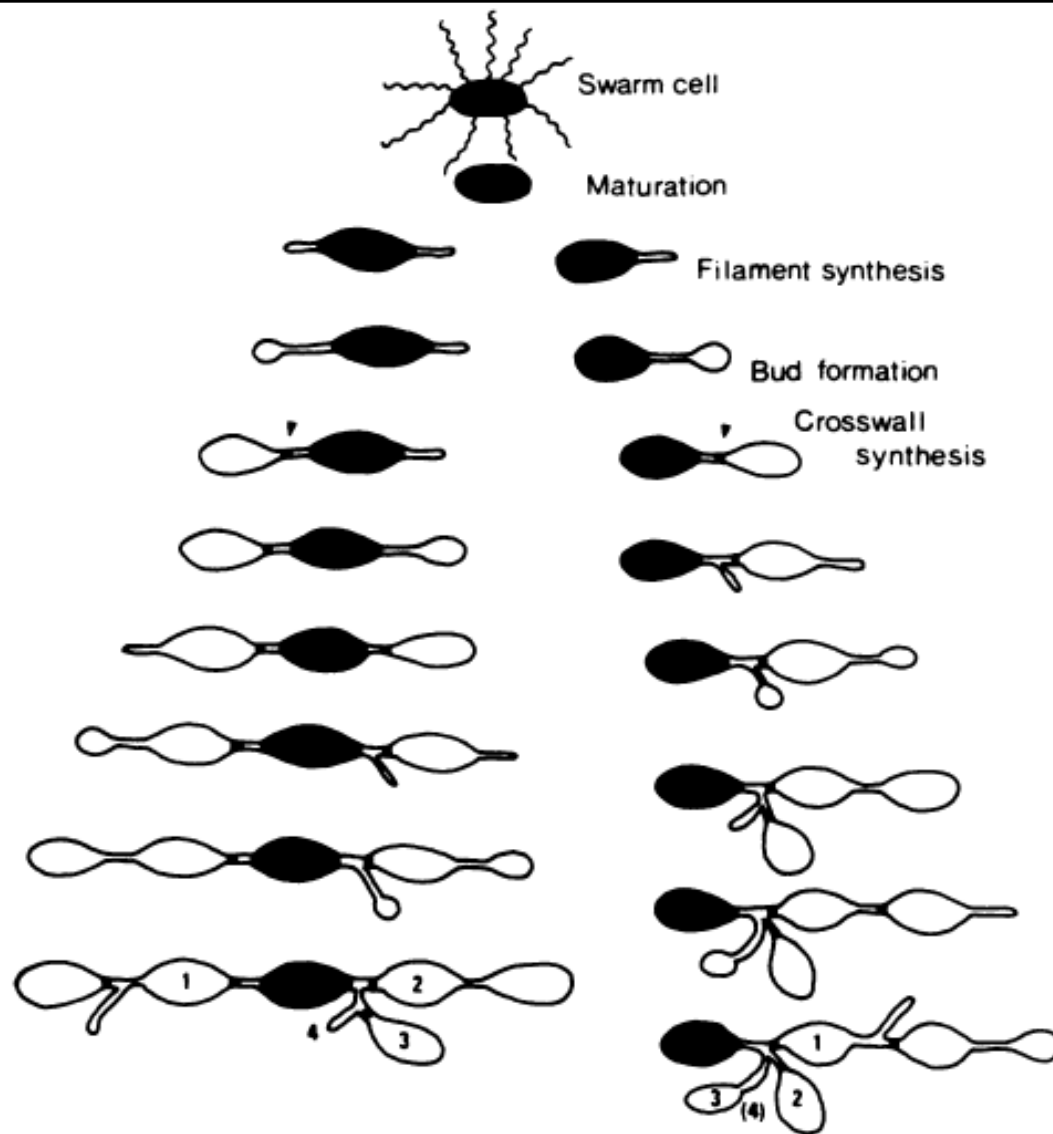
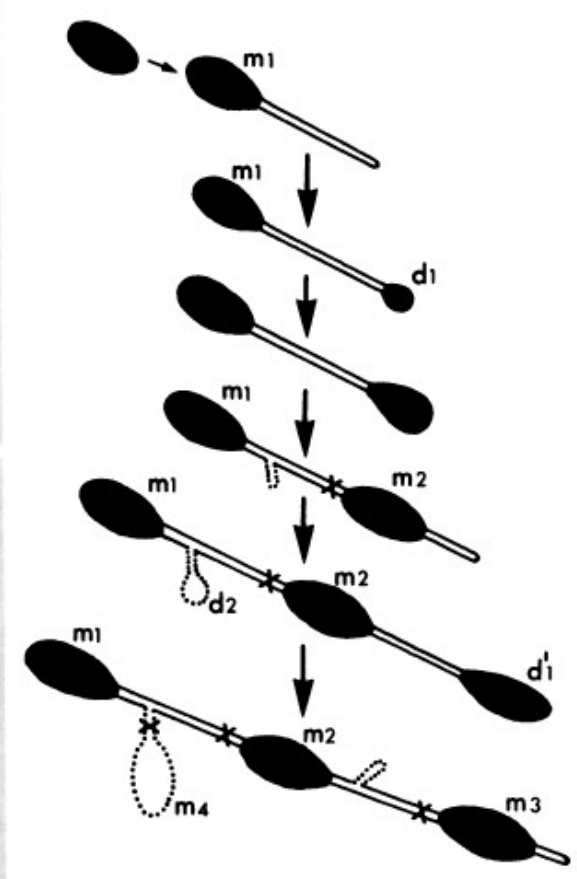
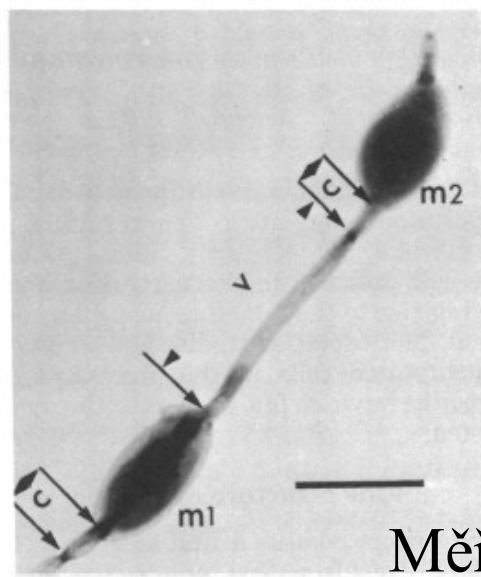
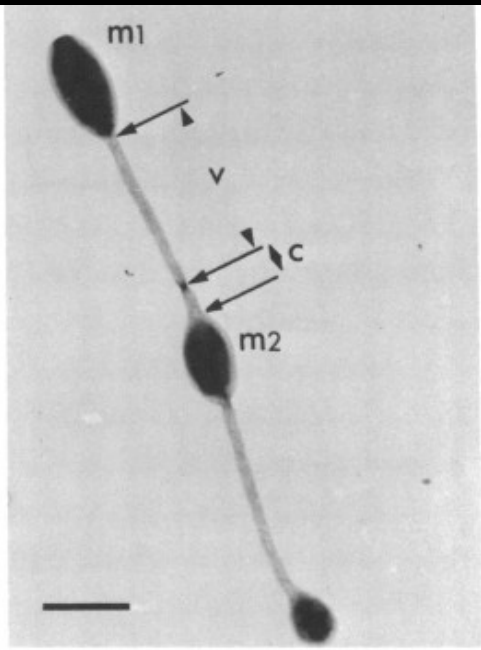


FIG. 24. Diagrammatic representation of vegetative growth and development of batch culture swarm cells of *Rhodomicrobium* strain Rm 5.



Měřítko 2,5 μm

Vzdálenost zátky od dceřinné buňky, která ji produkuje, je fixní.

Vzdálenost zátky od mateřské buňky závisí na rychlosti Růstu, tedy kultivaci

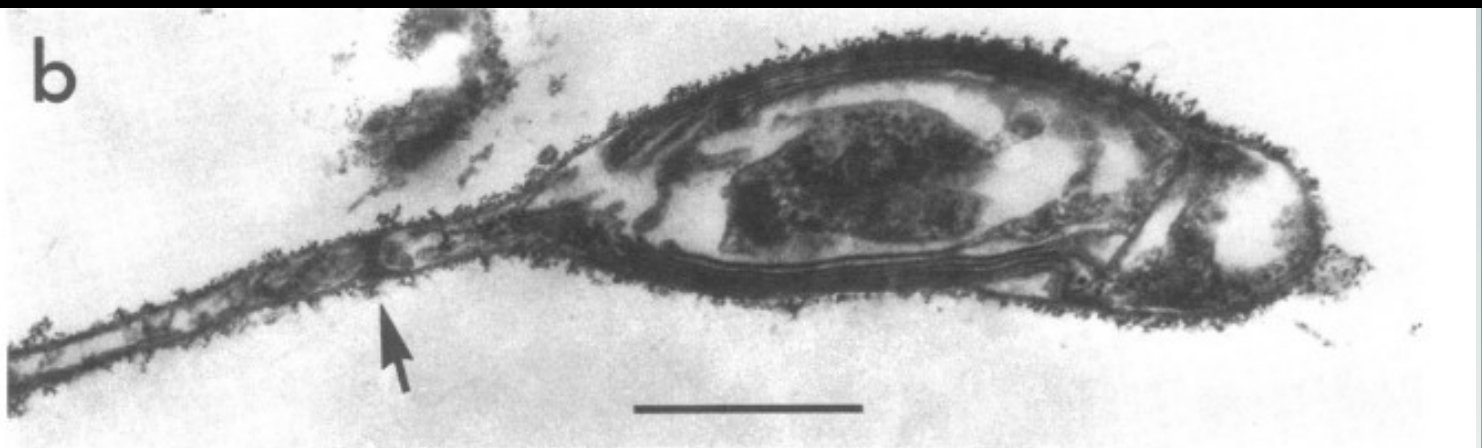


FIG. 25. (a) Gold/palladium-shadowed electron micrographs showing plug/cross wall formation in the filament of strain Rm 5 matrices. (b) Thin section of a plug/cross wall (prepared by the method of Ryter and Kellenberger [68]). Bar represents 0.5 μm .

Každá mateřská buňka je při formování exospor oddělena od těchto struktur vláknem. Exospory vznikají jedna po druhé.

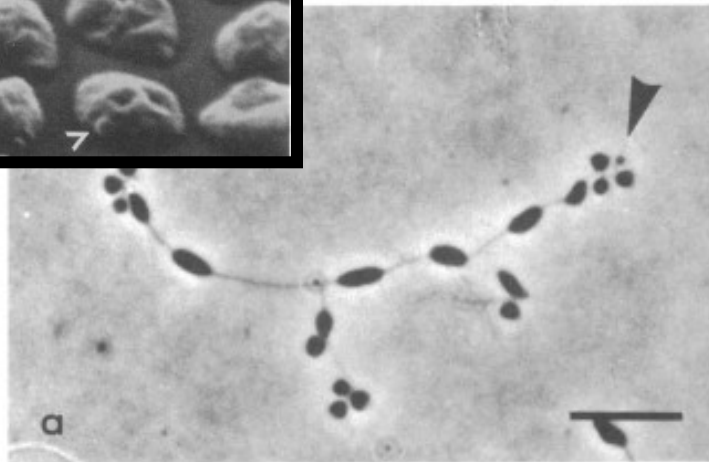
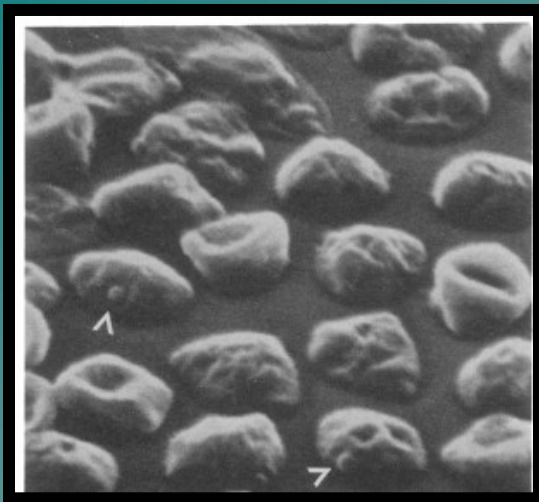


FIG. 32. Phase-contrast photomicrographs of exospore formation in *Rhodomicrobium Rm 5*. Exospores are formed (as are swarm cells) terminally and sequentially from the filament tip. The characteristic exospore clusters presumably arise because of attachment of the completed exospores to the filament by the exospore capsular material. Bar represents 10 μm .

Buňka buďto produkuje **4 exospory** (reprodukční fce) nebo vegetativní buňku.

Spory – jiná morfologie, vnitřní struktura a rezistence, obklopeny vláknitou kapsulou.

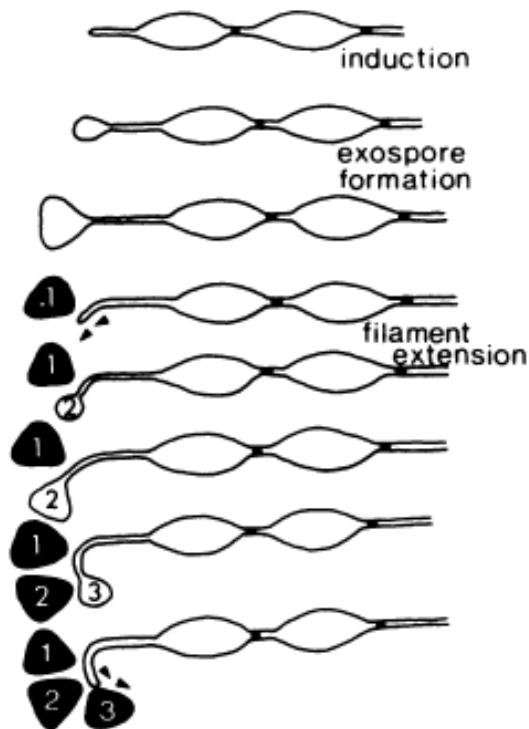
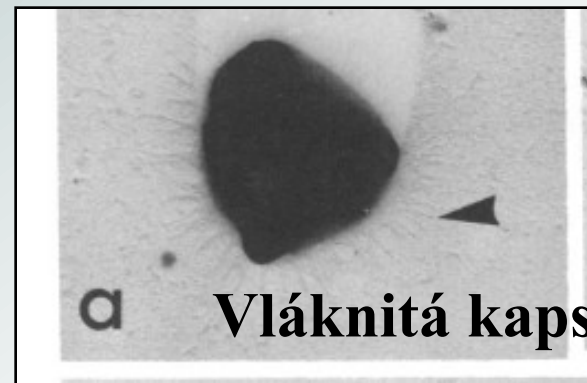
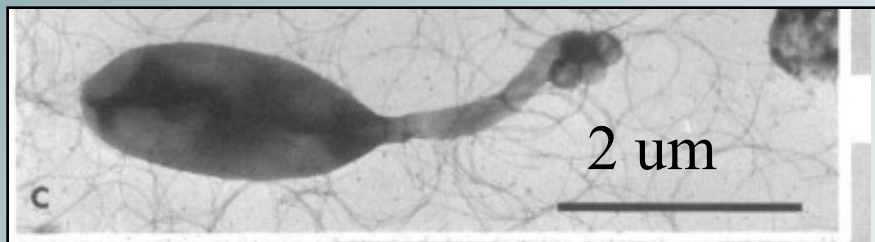


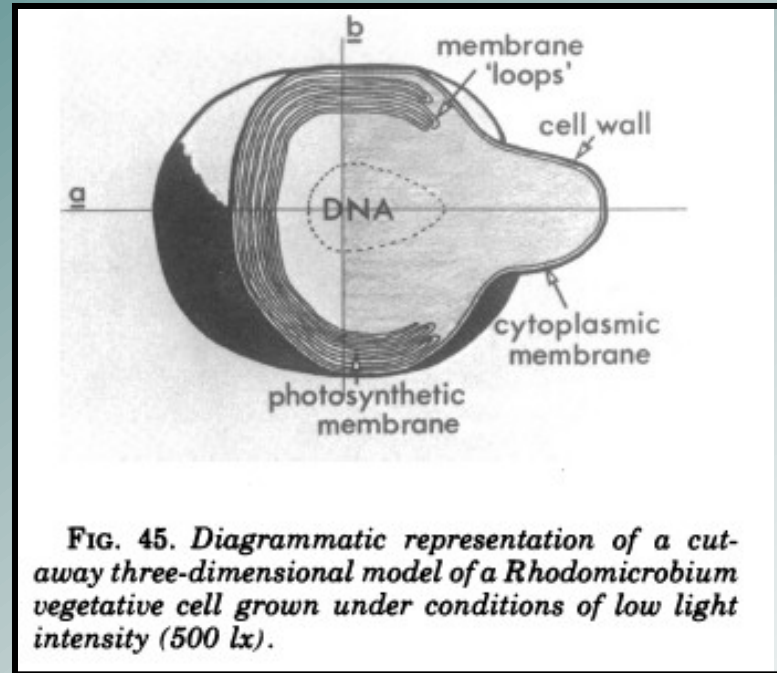
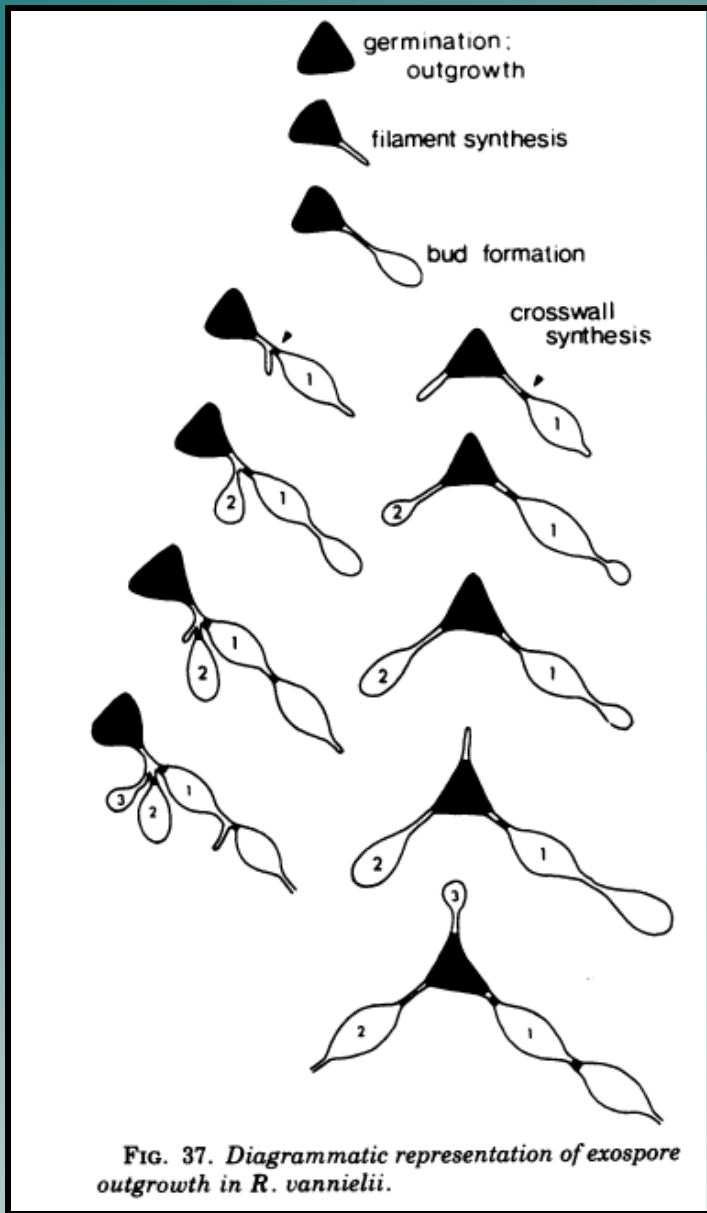
FIG. 34. Diagrammatic representation of exospore formation in *R. vannielii*.

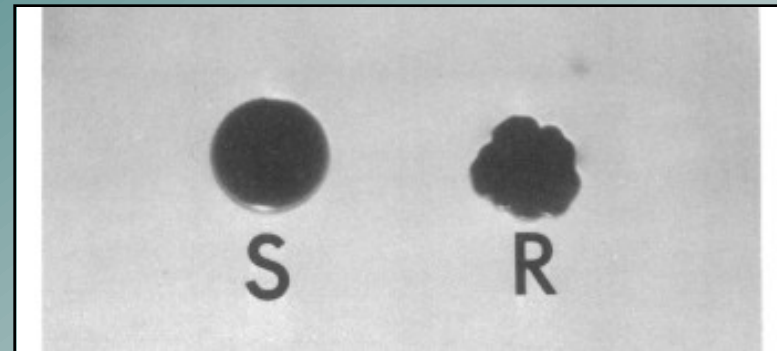
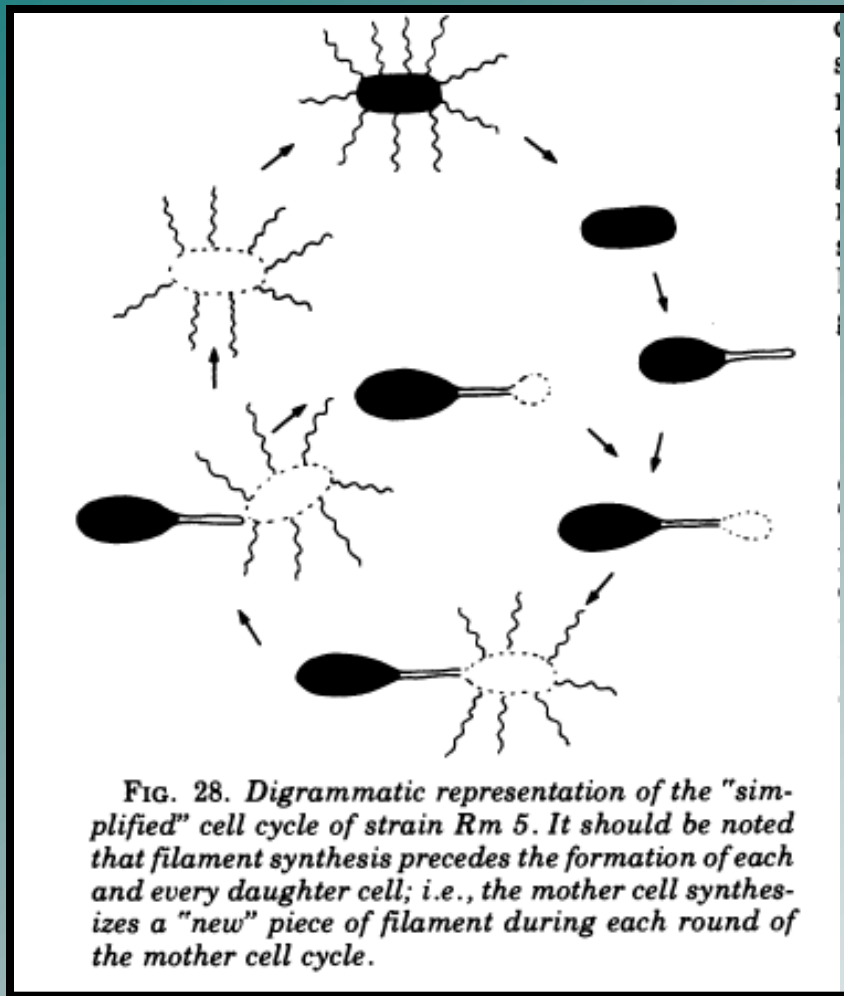
Každá mateřská buňka je při formování exospor oddělena od těchto struktur vláknem.

Exospory vznikají jedna po druhé.



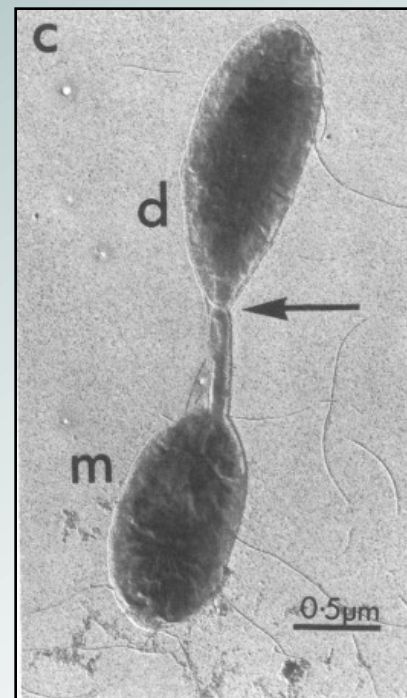
**Vláknitá kapsula
spory**





S...hladká kolonie buněk
jednoduchého cyklu.

R...drsná kolonie s vlákny



Jednoduchý
Cyklus:
Stélkatá mateř.b.
Nestélkatá
dceřinná

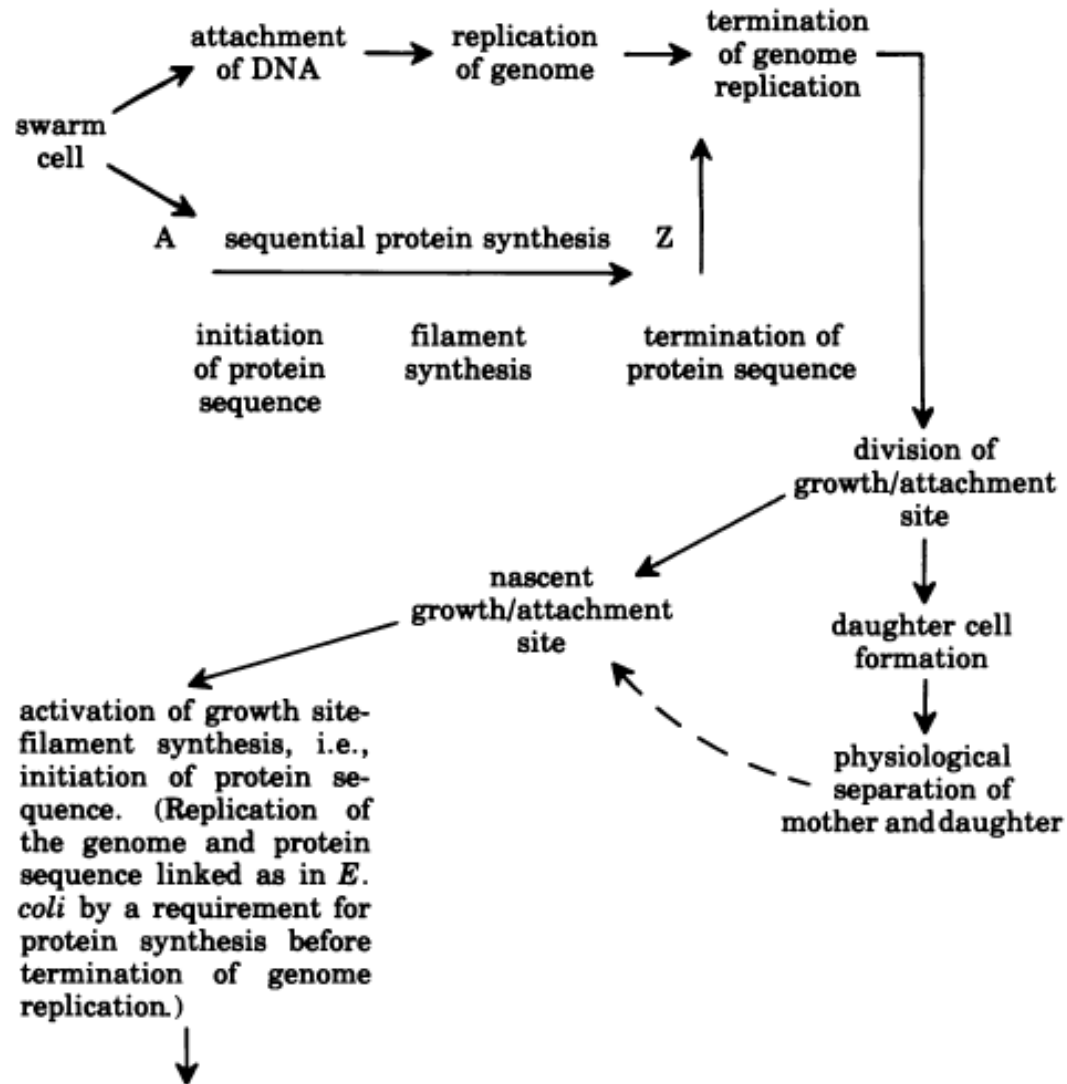


FIG. 61. Control of swarm cell development by correlation of protein and DNA synthesis.

Levels of Organization

Unicellular – the organism is normally independent of its fellows in terms of function and reproduction.

Occasional intercellular cooperation – describes bacteria able to lead a unicellular existence but which may express intercellular cooperation to form a multicellular structure (e.g., fruiting-body formation by some species of *Myxobacter* [23]).

Multicellular procaryotes – this expression describes those procaryotes with the capacity (not necessarily obligate) to differentiate and develop into a multicellular complex that clearly has (i) survival potential superior to that of a single cell of that species in the same environment, and (ii) an intercellular activity that results in selected cells of that complex undergoing differentiation.

oba

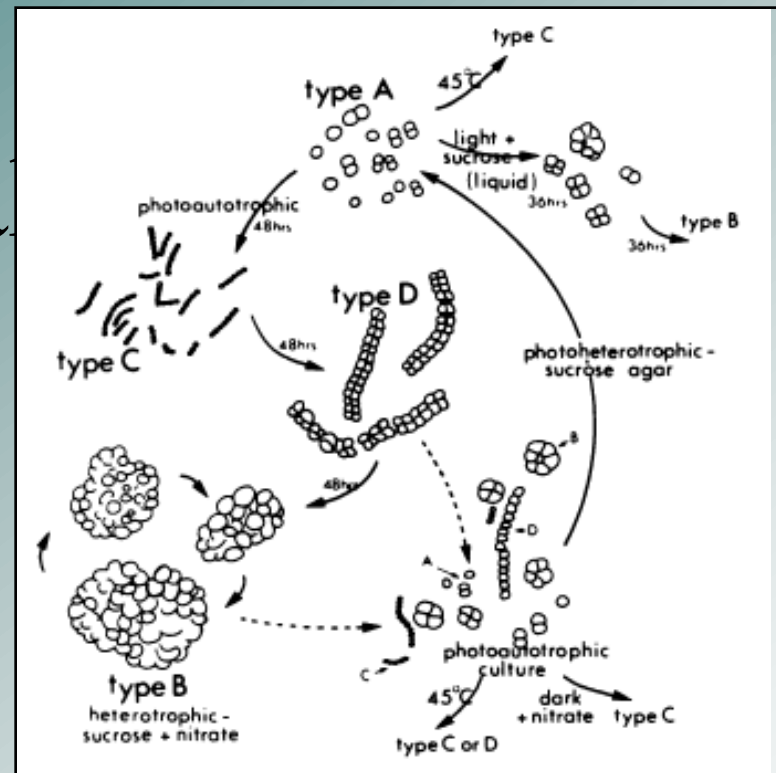


FIG. 7. Diagrammatic summary of the morphological variations induced in *Chlorogloea fritschii* by different environmental stimuli (after E. H. Evans, I. Foulds, and N. G. Carr [25]). Morphological cell types. Type A – large (2 by 3 μm) granulated cells existing either singly or as clumps containing two or more cells which arise from division in up to three planes. Type B – found in clumps which combine larger groups of cells surrounded by a mucilaginous sheath, which is termed "aseriate" (44). Type C – small (1 μm) cells found in short filaments. Type D – larger than type C (1.5 μm) and found in filaments in the process of dividing.

Since
(heterocyst, akinety)

- <http://www.jic.ac.uk/SCIENCE/molmicro/Strepmanual/Manual.htm>
- http://openwetware.org/wiki/Streptomyces:Other_Bits/An_Introduction_to_Streptomyces
- <http://microbiologybytes.wordpress.com/category/parasitology/>
- <http://www.biomedcentral.com/1471-2180/5/51>
- http://biology.kenyon.edu/courses/biol114/Chap11/Chapter_11A.html

- http://www.science.mcmaster.ca/biology/faculty/elliottm/elliottm_research.htm
- <http://www.natur.cuni.cz/~zdenap/linksMS.html>
- <http://www.microbelibrary.org/ASMOOnly/details.asp?id=1988&Lang>
- <http://www.nature.com/nature/journal/v417/n6885/full/417141a.html>
- <http://the-half-decent-pharmaceutical-chemistry-blog.chemblogs.org/archives/2007/01/21/sunday-s-family-reunion-the-antitumor-antibiotics>
- <http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=414022&blobtype=pdf>