

Lesnická botanika speciální přednáška 2

1. Fylogeneze
2. Doména *Bacteria*
3. Doména *Archea*



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



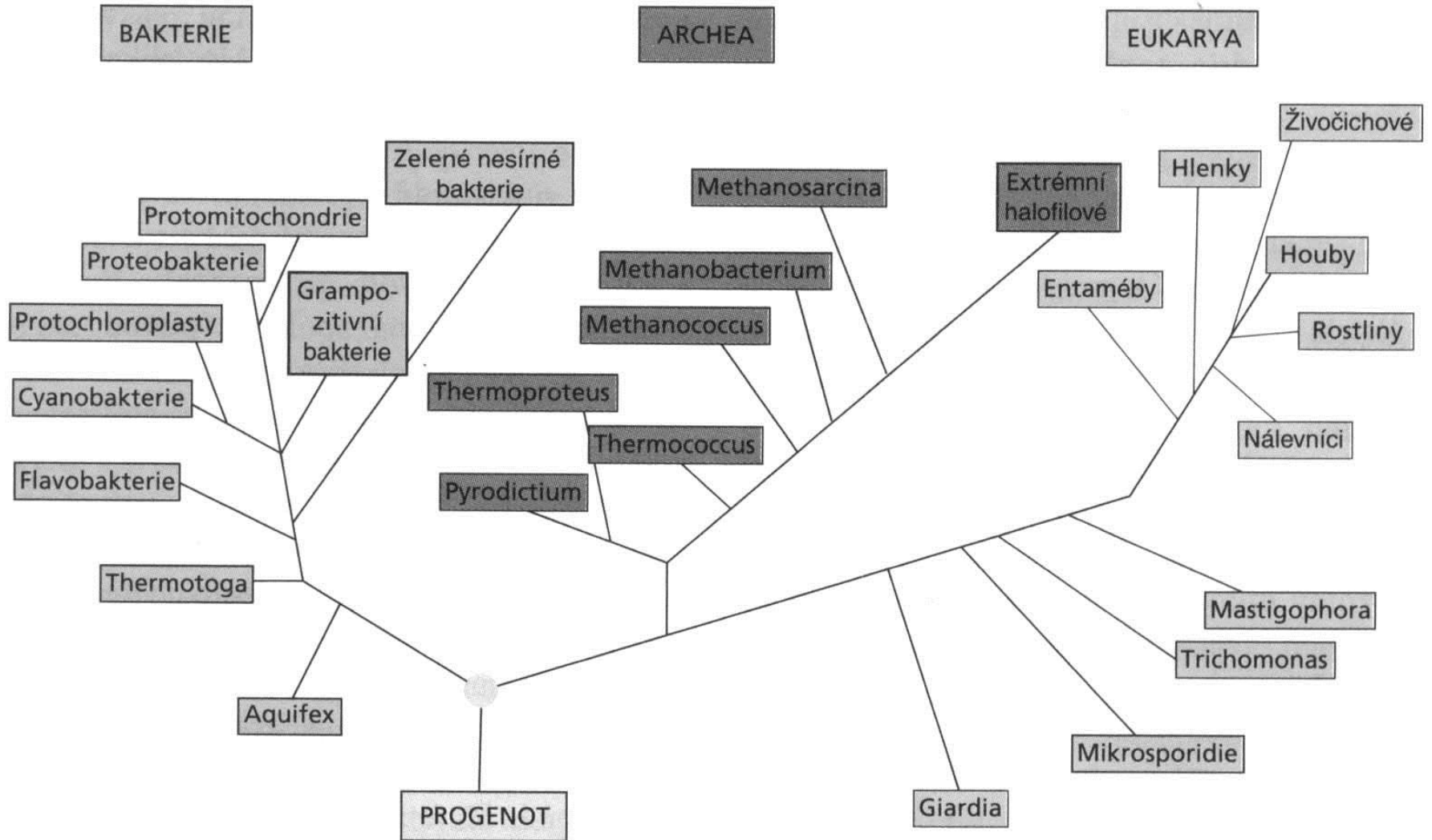
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Univerzální fylogenetický strom



System živých organismů

Doména (dominium) je nejvyšším taxonem, který je založen na molekulární evoluci organismů. Sekvence rRNA malých ribozomových podjednotek posloužila jako marker evolučních vztahů mezi organizmy

Doména **BACTERIA** - bakterie

- jednobuněčné prokaryotické organizmy
- buněčná stěna je tvořena mureinem
- geny neobsahují introny
- rozmnožování je nepohlavní
- převážně heterotrofní výživa (fotoheterotrofní nebo chemoheterotrofní), zřídka autotrofní (fotoautotrofní, chemoautotrofní) organizmy



Doména **ARCHAEA** - archea

- jednobuněčné prokaryotické organizmy
- buněčná stěna není nikdy tvořena mureinem, nýbrž pseudomureinem či jinými látkami
- geny obsahují introny a mechanismus jejich sestřihu je podobný jako u *Eucarya*
- rozmnožování nepohlavní
- výživa je chemoautotrofní nebo chemoheterotrofní



Doména **EUKARYA** - eukarya

- jednobuněčné i mnohobuněčné eukaryotické organizmy
- buněčná stěna tvořená rozmanitými látkami, u rostlin většinou polysacharidy, u hub chitinem, u živočichů buněčná stěna chybí, je vytvořena pouze cytoplazmatická membrána
- geny bez intronů i s introny
- rozmnožování u jednobuněčných druhů většinou nepohlavní u mnohobuněčných druhů převážně pohlavní
- výživa u rostlin je obligátně fotoautotrofní, u živočichů a hub obligátně chemoheterotrofní, u chromista od fotoautotrofní až po parazitickou.



Srovnání počtu druhů krytosemenných s mechorosty a ostatními skupinami vyšších rostlin

- mechorosty - 25 000
- kaprad'orosty - 10 000
- nahosemenné - 800
- krytosemenné - 257 000

- **Krytosemenné** jsou rozšířeny na celém povrchu Země s výjimkou arktických a antarktických ledových pustin

- **Evoluční původ krytosemenných**
megafylní typy nahosemenných (odd. *Cycadophyta*, odd. *Gnetophyta*)

Doména *Bacteria*

- Nejstarší a nejrozšířenější organizmy na Zemi
- Stáří víc než 3,5 mld. let
- Tvoří 10 x víc biomasy než eucaryota
- 1 g půdy až 40 000 000 bakterií
- 1 ml vody až 1 000 000 bakterií
- Dosud popsáno cca 5 000 druhů, předpokládáno však několik stovek tisíc

1676: 1. Pozorování bakterií

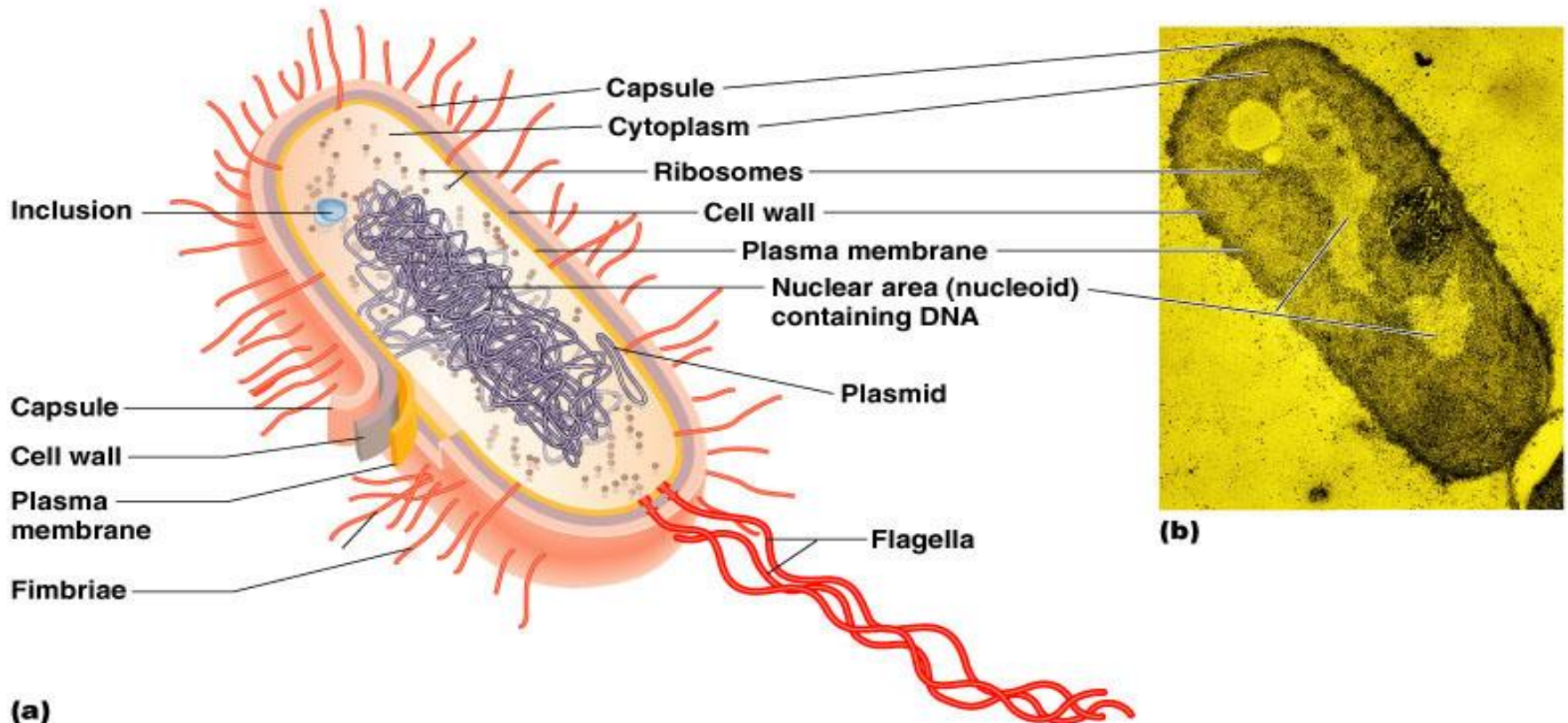
Antoni van Leeuwenhoek (mikroskop vlastní konstrukce)

Bacterion = řecky tyčka (1. pozorované bakterie byly tyčinky)

Doména *Bacteria*

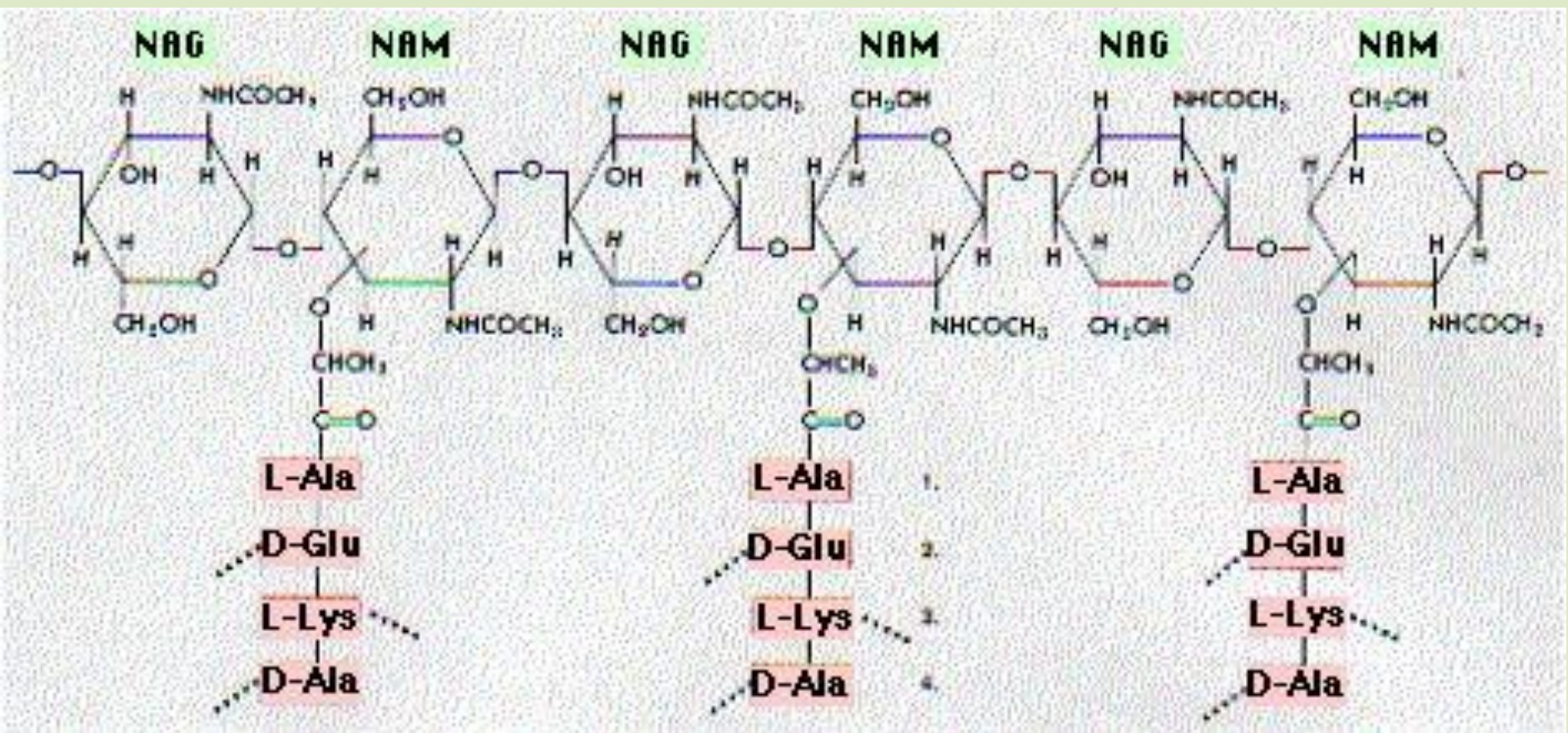
- Tělo = jednobuněčná stélka nebo buňky skládají řetízkovité nebo hroznovité útvary
- tvoří funkčně a morfologicky diferencované tkáně

Prokaryotická buňka



Buněčná stěna

Síť polysacharidových molekul + polypeptidové řetězce
= peptidoglykanová matice



Typy bakteriálních buněk



koky



diplokoky



streptokoky



stafylokoky



tyčinky



bacily



vibria



spirily



treponemy



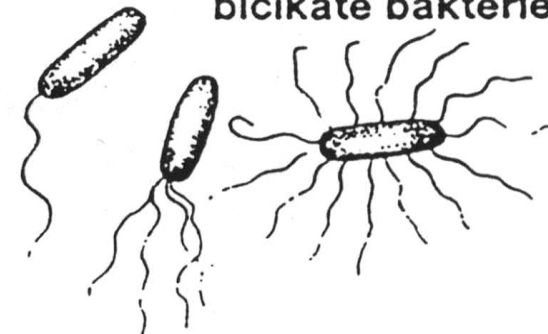
mykobakterie



korynebakterie



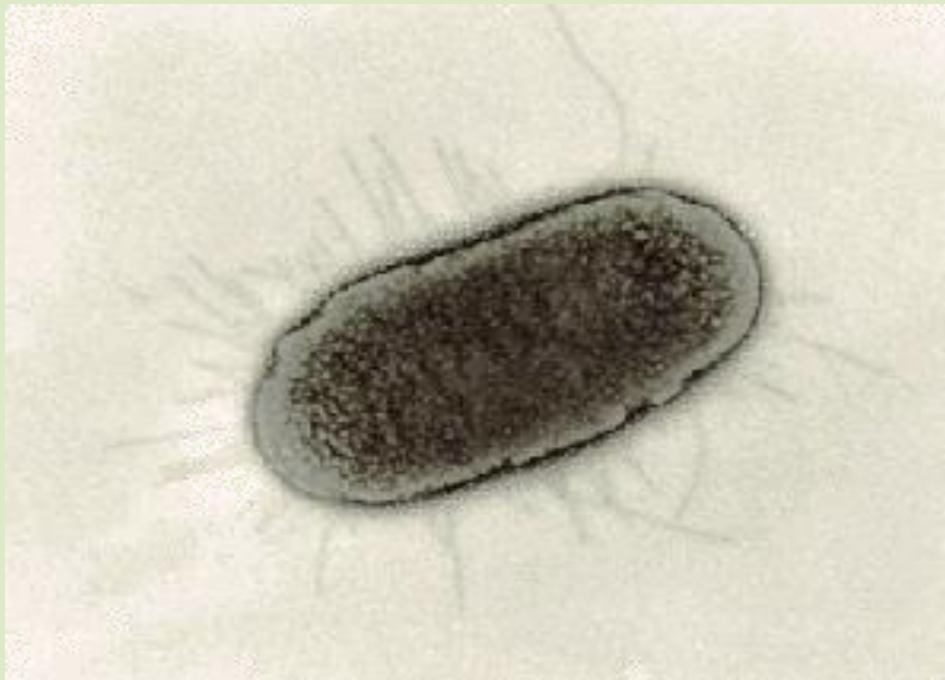
aktinomycety



bičíkaté bakterie

***Bacteria* - rozměry buněk**

- kulovité: průměr 0,5-5 μm
- tyčinkovité: délka 1-7 (10) μm ; šířka 0,3-2 μm
- spirochéty: délka 5-500 μm ; šířka 0,2-0,7 μm
- nejmenší: *Micrococcus progrediens* - průměr 0,15 μm



Escherichia coli

***Bacteria* - růst a rozmnožování**

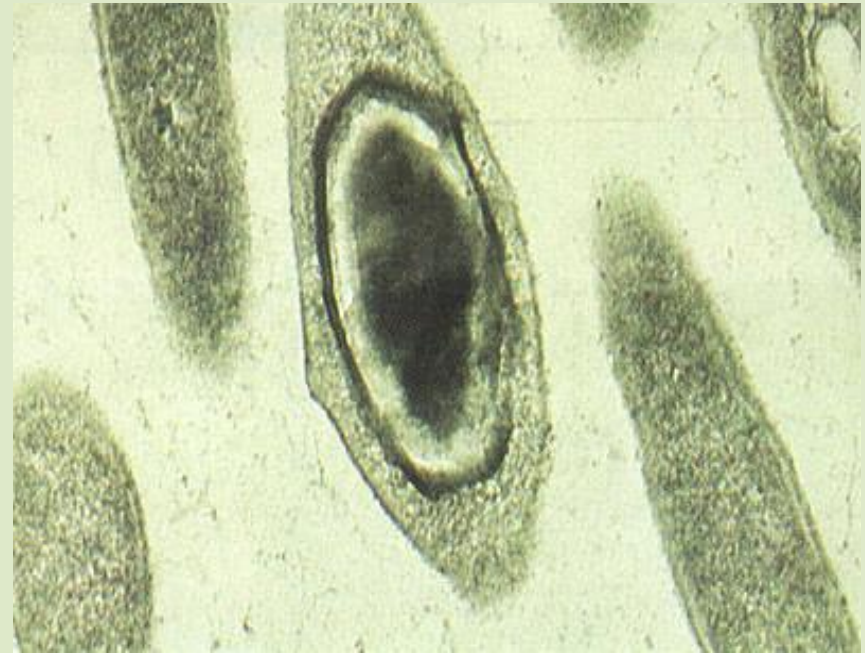
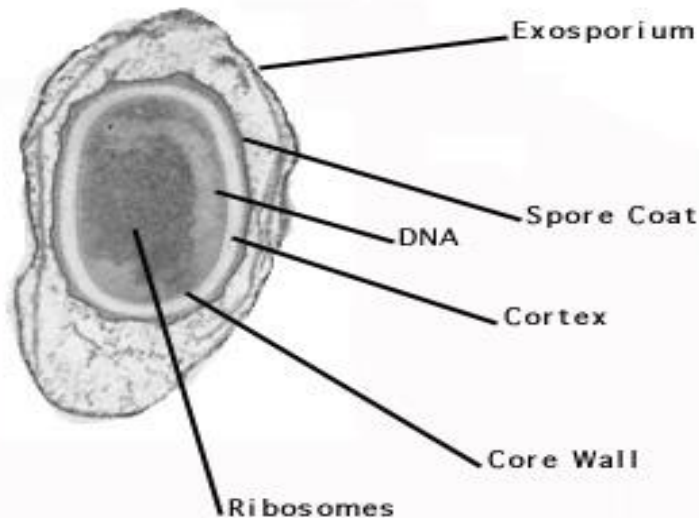
- **Příčné (binární) dělení** - prodlužování a replikace DNA, rozdělení nukleoidu, příčná přepážka=septum, buňky se oddělí n. se oddělí neúplně ➡ tvoří charakteristická seskupení
- **Pučení** – vychlípenina na konci buňky, postupně roste, přechází do ní jádro a odškrtní se
- **Fragmentace** řetízků buněk
- **Parasexuální proces – přenos genů dárce do genomu příjemce** konjugace – (přenos DNA z bakterie na bakterii plasmidem)

Sporulace:

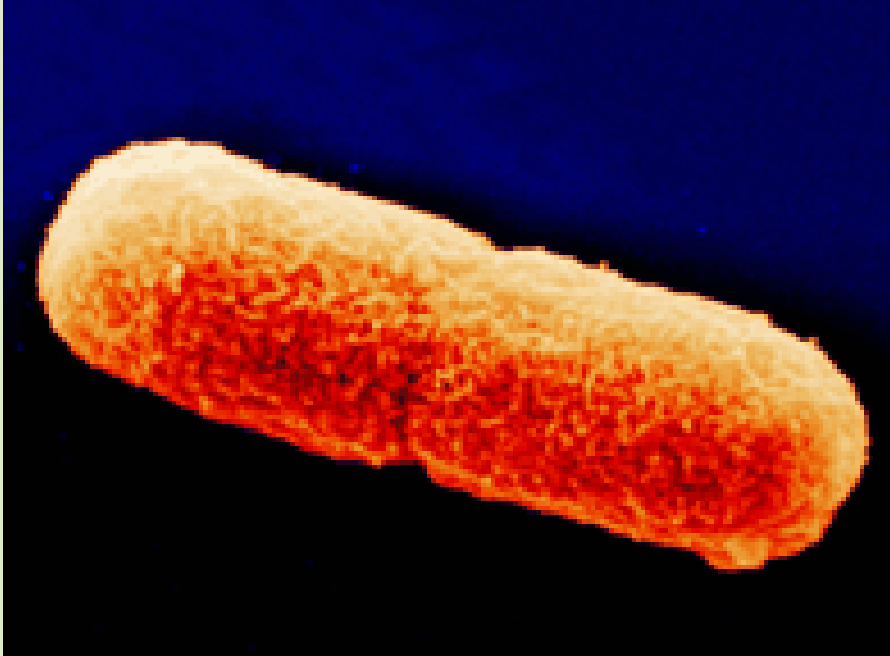
- **Endospora** – spora vytvořená uvnitř buněk, termorezistentní
- **Cysty + mikrocysty** – klidová forma obalená rezistentním pouzdrém, jiné uspořádání obsahu buňky (exospory)
- **Spory aktinomycetů** – několik kulovitých buněk na konci vlákna

Endospory

- Tvorba za nepříznivých podmínek
- Endospory vydrží var ve vodě, působení radiace a chemických látek
 - bakterie replikuje chromosom a obalí jej pevnou stěnou (obal endospory)
 - z endospory se vyčerpá voda a metabolismus se sníží na minimum
 - zbytek buňky se následně rozpadne

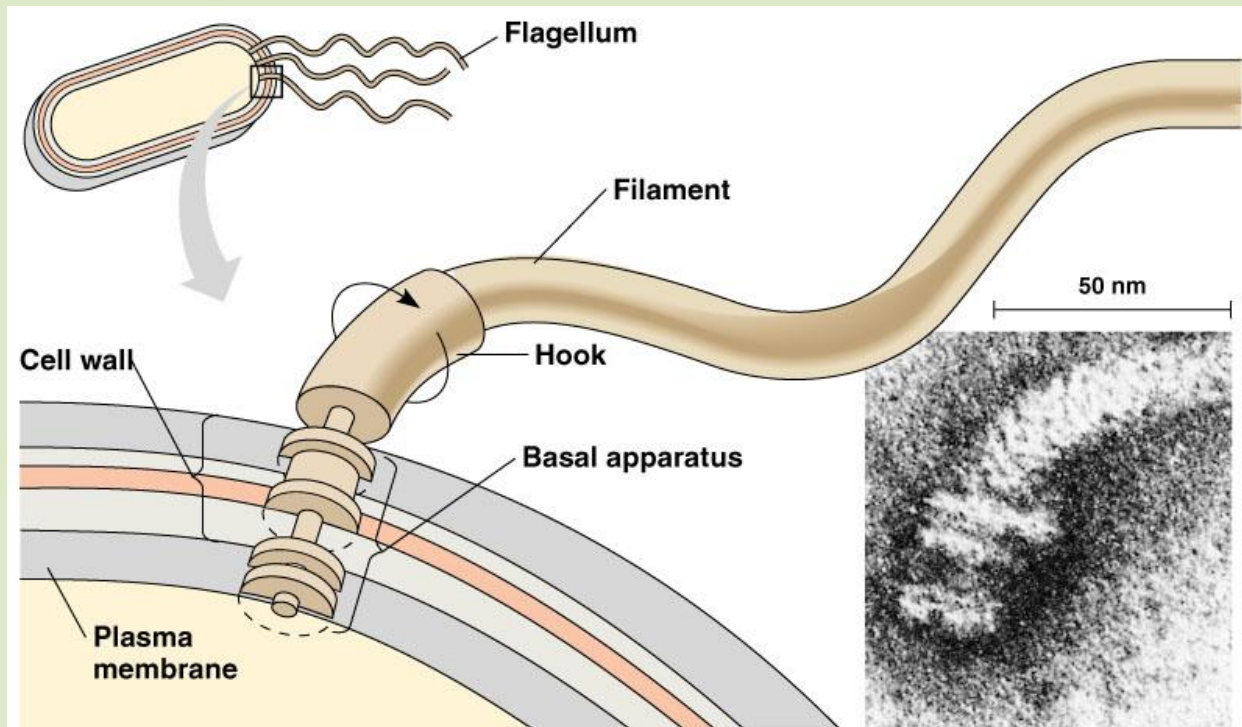


Cysta (exospora) rodu *Azotobacter*



Pohyblivost

- asi polovina druhů bakterií je schopna se řízeně pohybovat
- některé druhy až rychlostí $50 \mu\text{m/s}$, což je 10-50 délek těla za vteřinu!
- bakteriální bičík má jen desetinu tloušťky jako bičík u Eukarya, šroubovitě se otáčí dopředu



Metabolismus bakterií

Dělení dle zdroje energie:

- fototrofoní = energii získávají ze světla
- chemotrofoní = energii získávají rozkladem chemických látek

Dle zdroje uhlíku:

- autotrofoní získávají uhlík z anorganických látek (CO_2)
- heterotrofoní získávají uhlík z organických látek (např. z glukózy)

Metabolizmus bakterií

Zdroj energie:

A. Autotrofní

A.1 Fotoautotrofní – bakteriochlorofyl, energie ze slunečního záření

A.2 Chemoauto(lito)trofní – energie oxidací anorg. kyselin atmosférickým O_2 (např. sírné bakterie)

B. Heterotrofní

B.1 Fotoheterotrofní – energie ze slunečního záření

B.2 Chemoheterotrofní – oxidace org látek - kvašením, anaerobní n. aerobní respirací

Metabolismus bakterií ve vztahu ke kyslíku

- obligátní aerobové = nemohou růst bez kyslíku
- fakultativní anaerobové = mohou žít jak za přítomnosti, tak i za nepřítomnosti kyslíku
- obligátní anaerobové = rostou jen v nepřítomnosti kyslíku

System bakterií

Dříve:

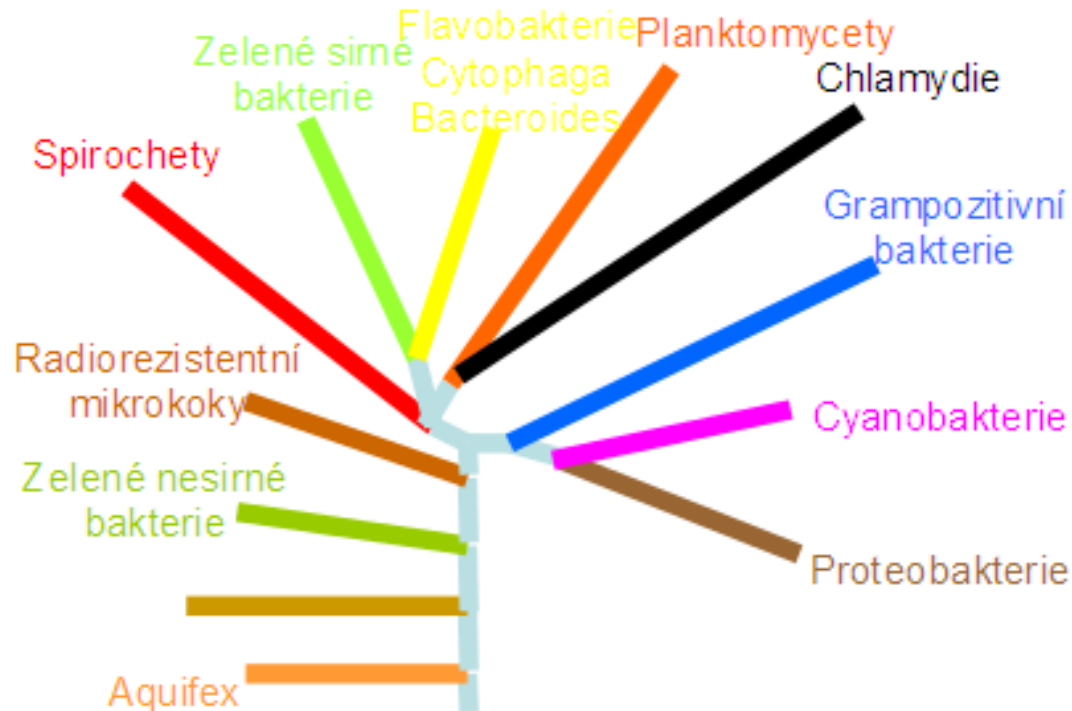
Odd. *Gracilicutes* - gramnegativní bakterie

Odd. *Firmicutes* - grampozitivní bakterie

Odd. *Tenericutes* - bakterie bez buněčné stěny

Dnes na bázi molekulárních dat:

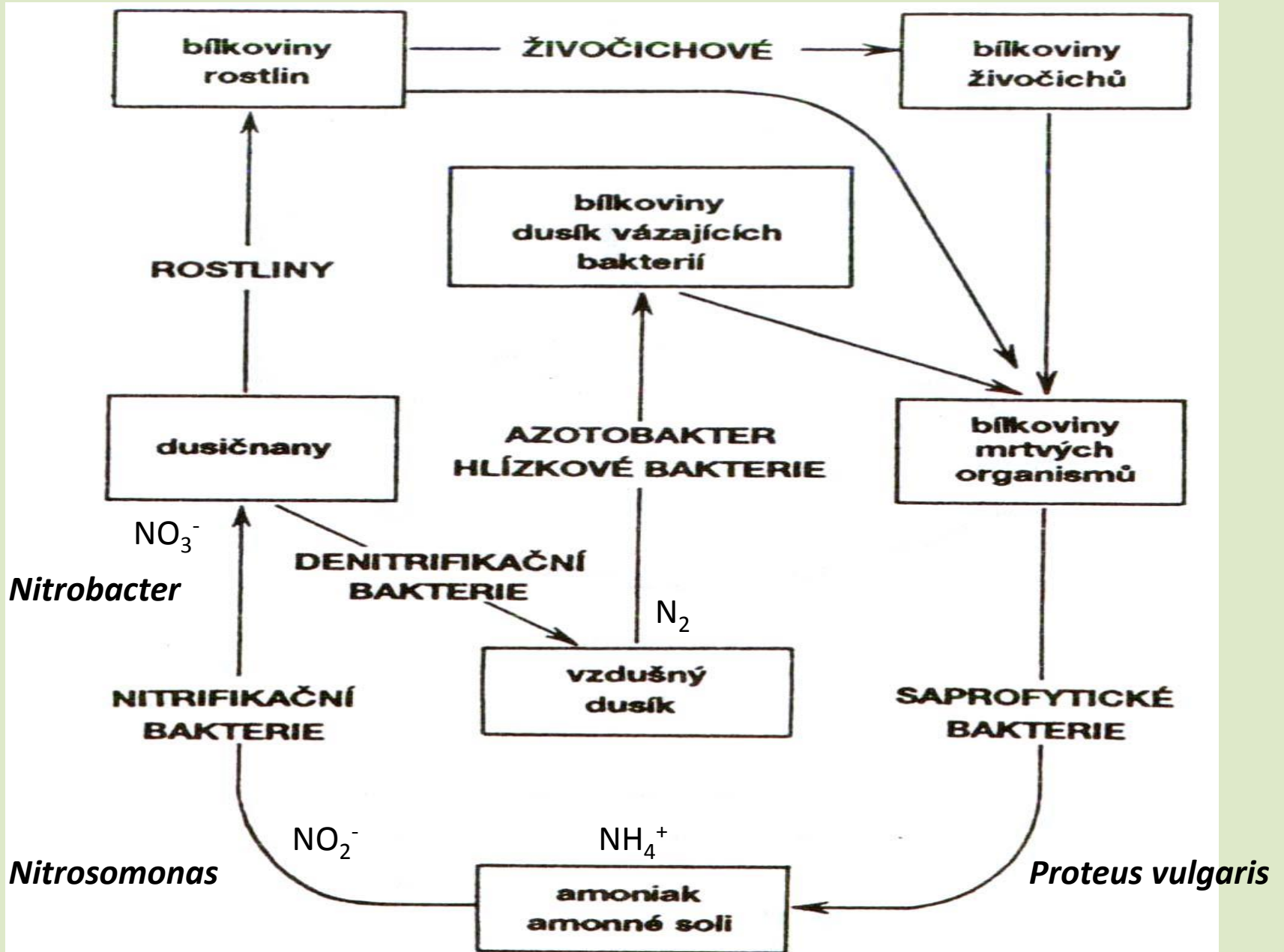
Současný stav poznání fylogeneze bakterií je uvedena na následujícím obrázku:



***Bacteria* - význam**

- význam bakterií v přírodě – dekompozice org hmoty, většina v půdě, vodě, v organizmech; všudypřítomnost, polovina biomasy Země
- agresivita – rychlé množení, tvorba toxinů, parazitizmus, koroze kovů...
- Výskyt bakterií ve všech ekosystémech – půda, voda, organizmy, vzduch koloběh látek v přírodě - N
- Metabióza – jeden druh umožňuje produkty své činnosti rozvoj jiného druhu ➡ navazující kontinuální destruce organické hmoty
- komenzalismus = některé bakterie žijí na povrchu těl živočichů, aniž by jim prospívaly nebo škodily
- saprobita = znečištění, zažívací trakt ➡ saprobní vody – enterobakterie *Escherichia coli*, *Clostridium sporogeus* ➡ **coli-index**=počet bakterií v 1 ml vody vody polysaprobní – nad 1 mil
mezosaprobní – tis-mil.
oligosaprobní – 10-tis bakterií
prameny – pod 10 bakterií na 1 ml

Koloběh dusíku



Půdní bakterie

- Celulolytické – *Myxobacterium*
- Uhlovodíkové – *Pseudomonas*, *Mycobacterium*
- Amonizační – *Proteus vulgaris*
- Nitritační – *Nitrosomonas* (amoniak na dusitany)
- Nitratační – *Nitrobacter* (dusitany na dusičnany)
- Nitrogenní – *Clostridium pasteurianum*, *Azotobacter chroococcum* (volně žijící), *Rhizobium radicicola*
- Denitrifikační – *Paracoccus denitrificans*, *Chromobacterium*
- Myxobakterie – *Myxococcus* („mnohobuněčné“, tvoří „plodničky“)
- Aktinomycety – *Actinomyces*, *Frankia alni*, *Streptomyces griseus*

***Bacteria* – význam**

Mutualismus

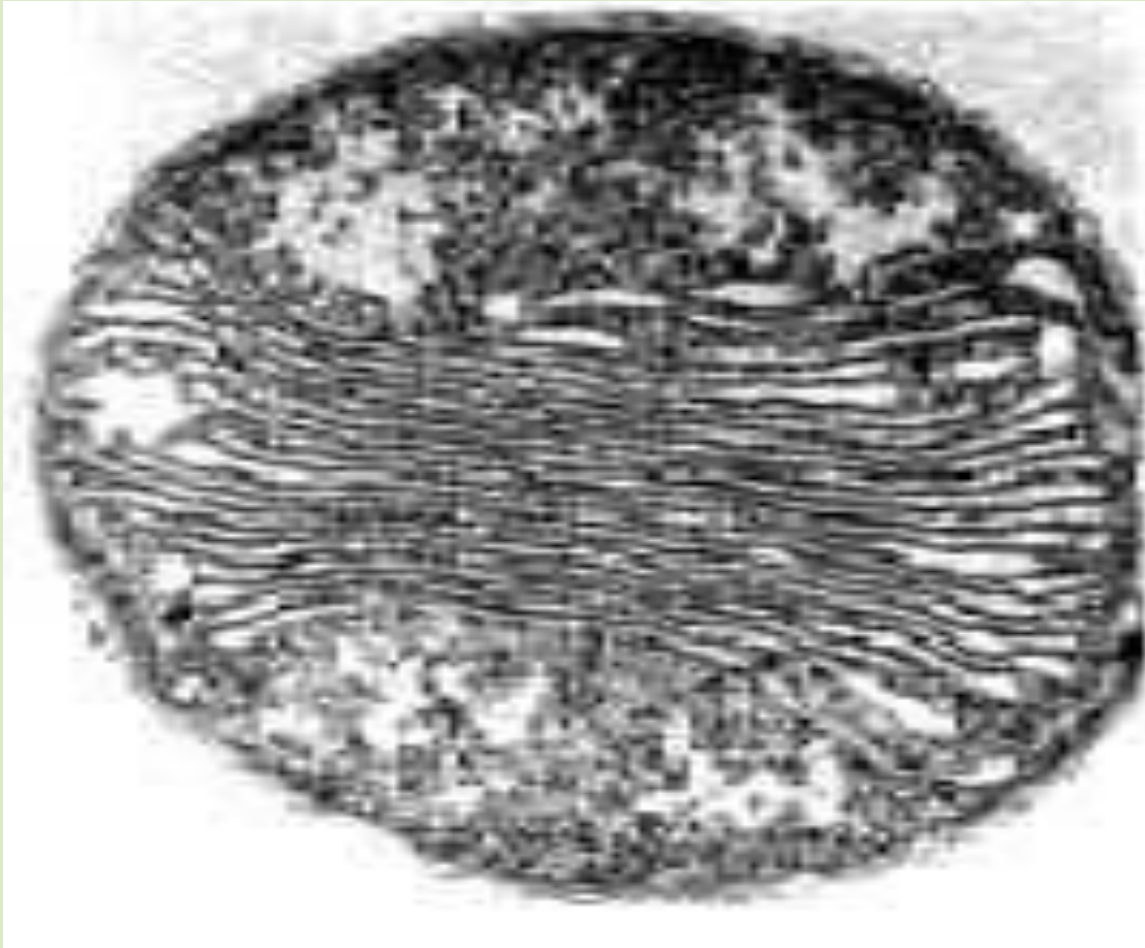
- na kořenech bobovitých rostlin žijí v hlízkách nitrogenní bakterie fixující vzdušný dusík, oplátkou získávají od rostlin živiny z fotosyntézy
- Krávy a další býložravci nejsou schopni trávit celulosu. Mají proto ve svém žaludku bakterie, které produkují enzym celulázu
- podobně bakterie v našem tlustém střevu produkují vitamíny K a B₁₂, které si sami vytvořit neumíme



Rhizobium leguminosarum



***Nitrobacter* sp.**



Využití bakterií

1. v potravinářství:

- bakterie mléčného kvašení, zkvašování mléka (*Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*), *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus* jako užitečné střevní bakterie
- octové kvašení (*Bacterium aceti*, *B. pasteurianum*, *B. orleanse*)

2. ve farmacii:

- produkce antibiotik *Actinomyces*
- lázeňství – léčivá bahna (*Desulfovibrio*)
- genové inženýrství – *Escherichia coli*, tvorba inzulinu, vitamínů, růstových látek, protilátek

3. v průmyslu:

- těžba ropy (ropné bakterie)
- biologické loužení rud (Cu) – *Thiobacillus*

Lactobacillus sp.



Bifidobacterium



Thiobacillus ferrooxidans



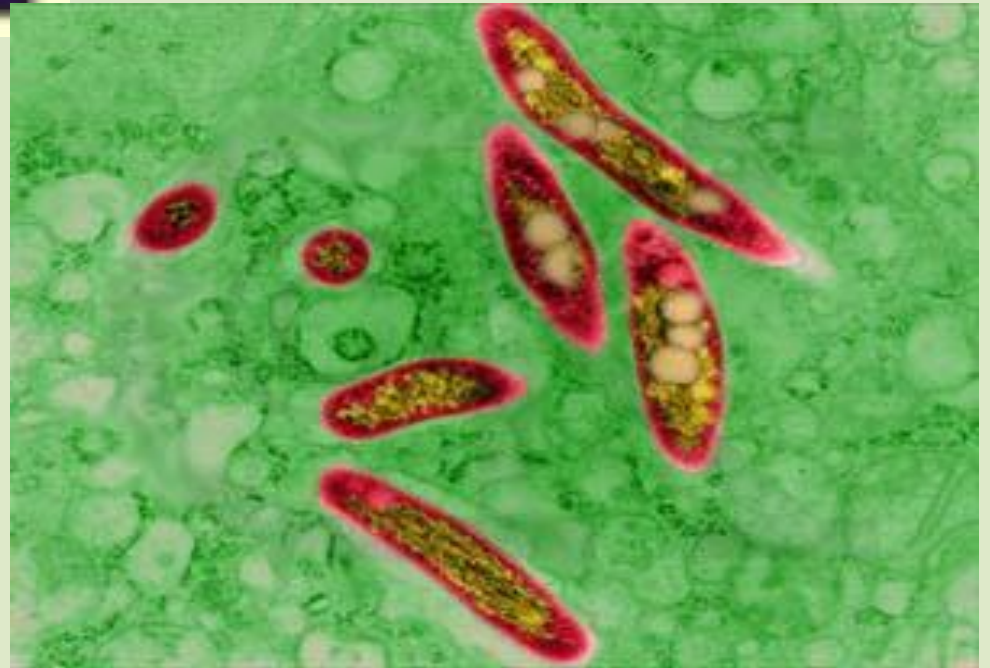
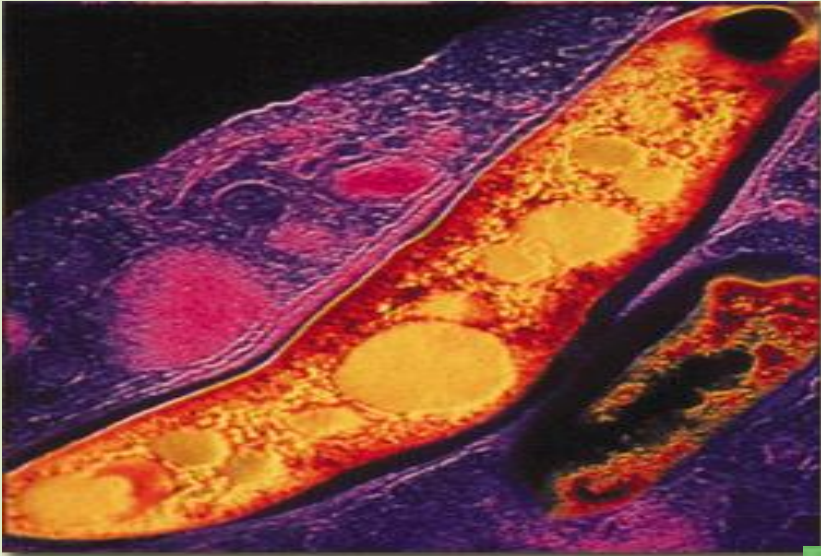
Patogenní (parazitické) bakterie

Fytopatogenní bakterie

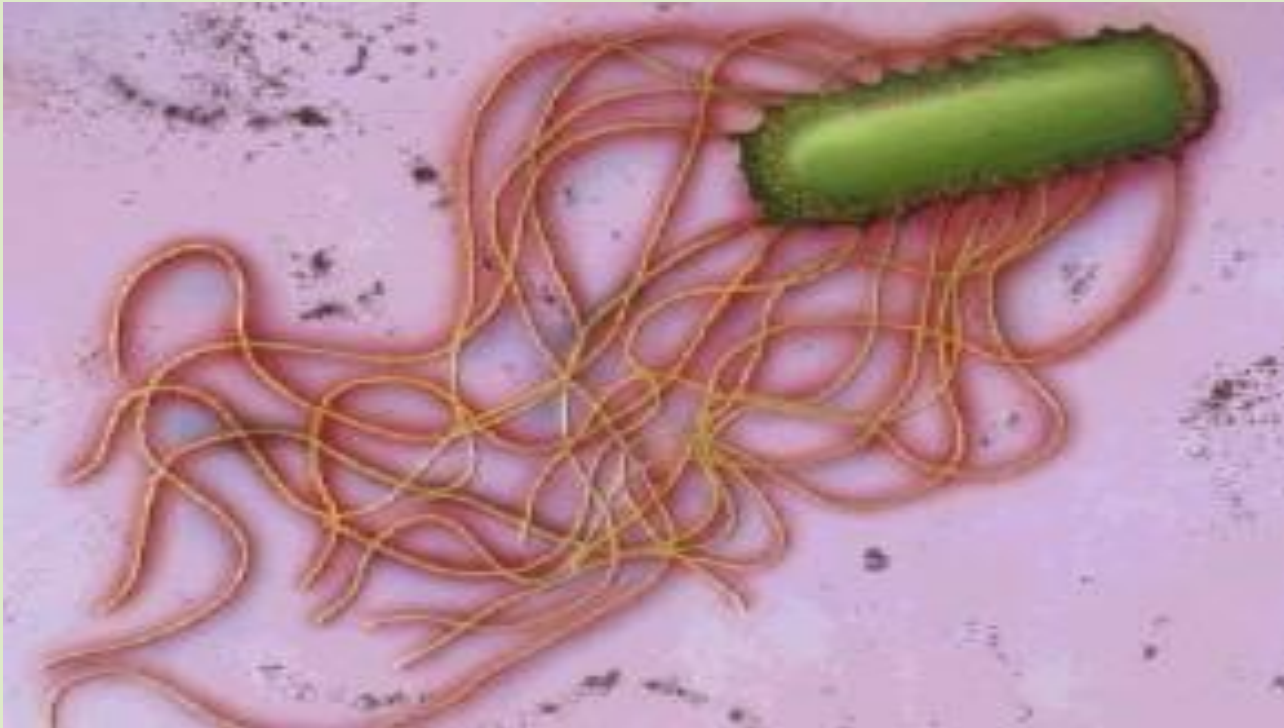
- Rychlý průběh infekce
- Chlorózy - mykoplazmy
- Nekrózy a mokré hniloby
Erwinia
- Cévní vadnutí a následná nekróza -
Corynebacterium
- Nádorovitost+fasciace, metlovitost -
Corynebacterium
- Produkce slizu, toxinů



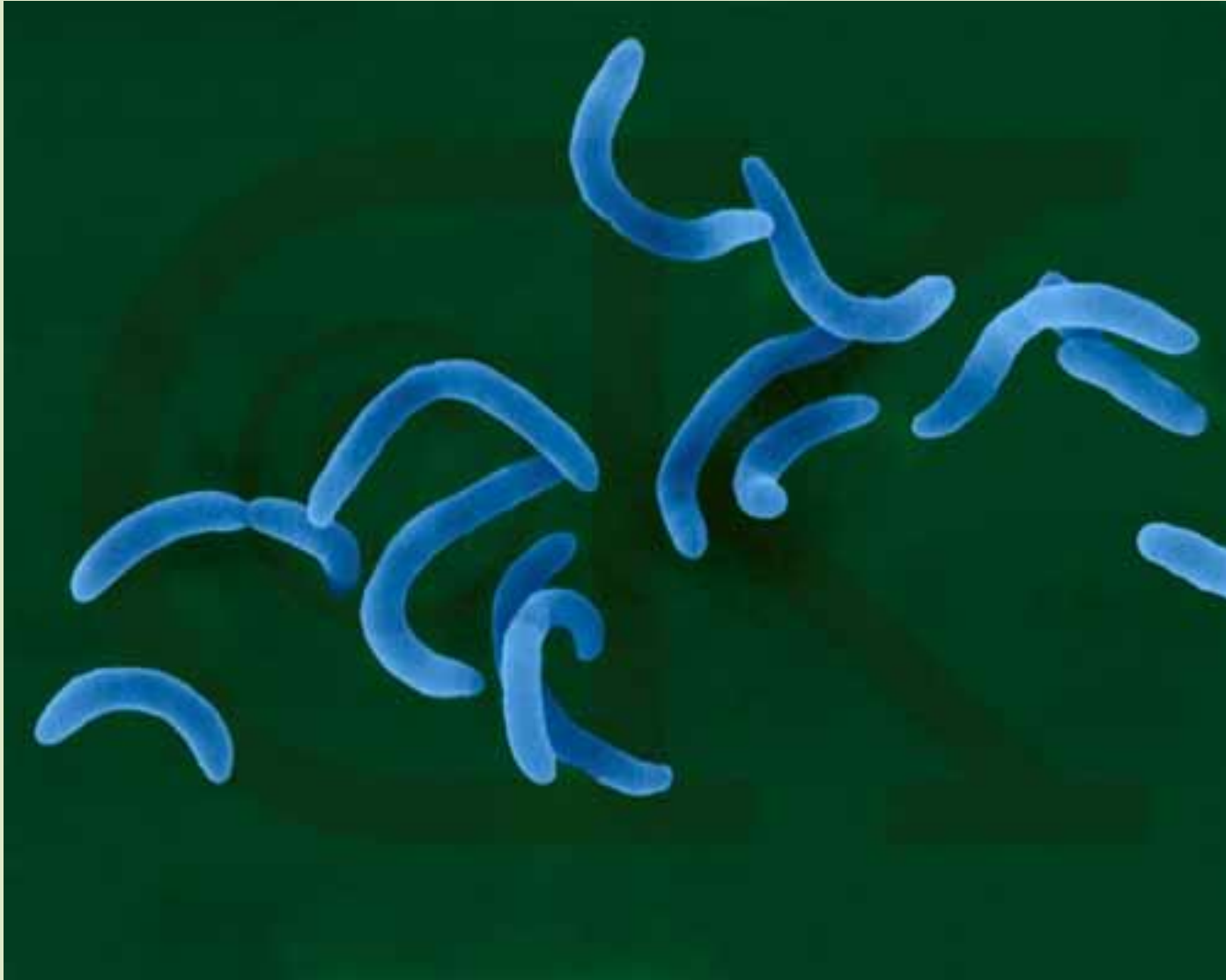
Mycobacterium tuberculosis



Salmonella sp.



Vibrio cholerae



Yersinia pestis



Borrelia burgdorferi



Příklady patogenních (parazitických) bakterií

- *Pseudomonas*
 - *Xanthomonas*
 - *Agrobacterium*
 - *Corynebacterium*
 - *Streptomyces*
 - *Erwinia*
- rostlinné patogeny
- Spála, angína – *Streptococcus pyogenes*
 - Zápal plic – *Streptococcus pneumoniae*
 - Záněty sliznic – *Staphylococcus aureus*
 - Tuberkulóza – *Mycobacterium tuberculosis*
 - Střevní tyfus – *Salmonella typhi*, *S. paratyphi*
 - Skvrnitý tyfus – *Rickettsia prowazeki*
 - Cholera – *Vibrio cholerae*
 - Botulismus – *Clostridium botulinum*
 - Mor – *Yersinia pestis*
 - Lymská borelioza – *Borrelia burgdorferi*
 - Příjice – *Treponema pallidum*
- lidské patogeny

Odd. *Cyanophyta* – sinice



Odd. *Cyanophyta* – sinice

charakteristika

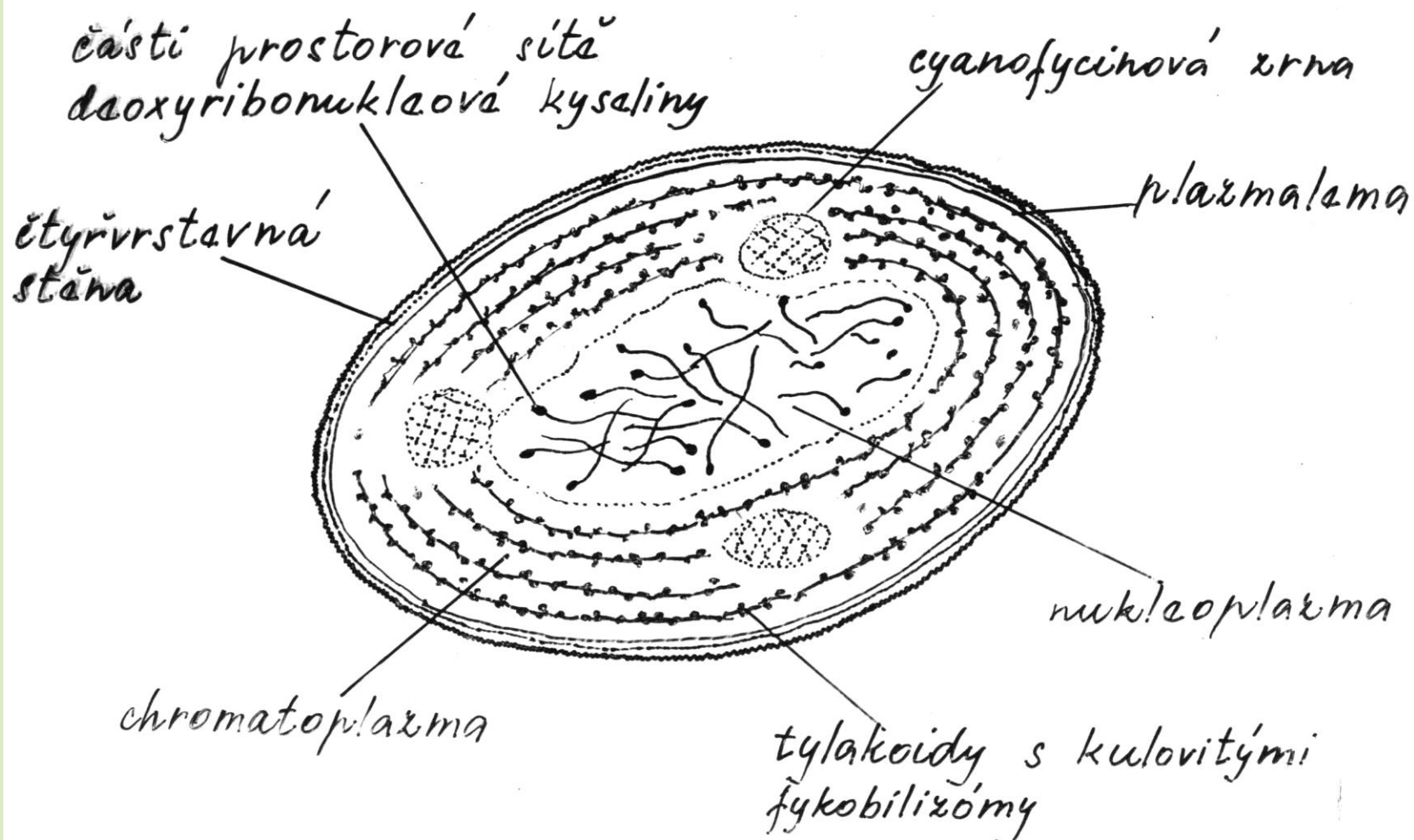
- **Převážně fotoautotrofní organizmy, stáří 3,5 mld. let**
- **Typ fotosyntézy shodný s rostlinami (uvolňují O₂)** Chlorofyl a, karotenoidy + další barviva=fykobiliny (alofykocyan, fykocyan, fykoerytrin) ve fykobilizomech
- **Minimální požadavky na výživu** – světlo, minerální médium, CO₂ jako zdroj uhlíku, N₂ jako zdroj dusíku; nerostou ve tmě a nevyužívají organické zdroje C a N
- **Anaerobní i aerobní prostředí**
- **Buněčná stěna 4-vrstevná, složitější než u bakterií**
- **Buňky nemají bičíky a vykonávají klouzavý pohyb pomocí slizové pochvy**
- **Tylakoidy – membrány s kulovitými fykobilizomy na povrchu**
- **Vesikly (plynné vakuoly-měchýřky)**

Odd. Cyanophyta – sinice

- Rozmnožování dělením, hormogonie, akinety
- Heterocysty – slouží k vázání vzdušného N
- Vodní nádrže, toxiny - *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, *Trichodesmium erythraeum*
- Perspektivní skupina - pionýrské organizmy, zdroj bílkovin
(v těle až 50 % bílkovin)
- Vazači vzdušného N (*Anabaena oryzae*)
- Symbióza s houbami=lišejníky (*Nostoc*)

Odd. Cyanophyta - sinice

Submikroskopická stavba buňky sinice

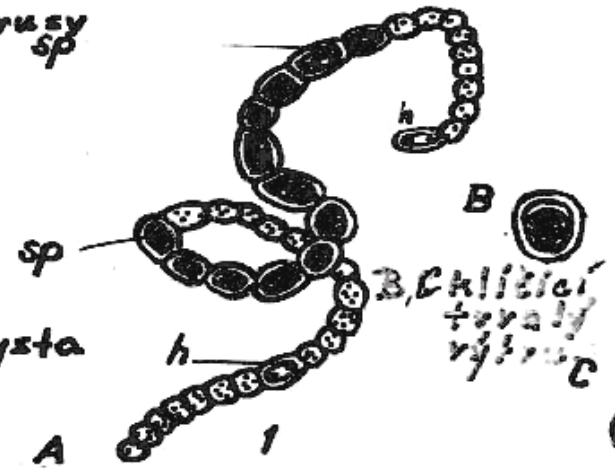


Odd. Cyanophyta - typy větvených stélek

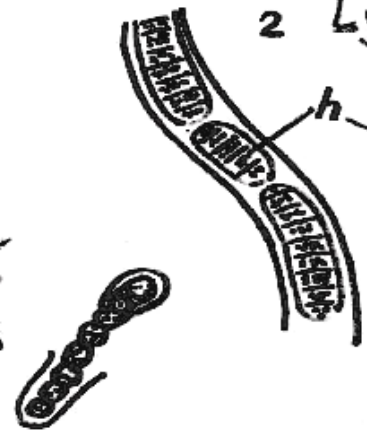
trvale vytrusy
sp

heterocysta

Noctoc



2 Lyngbia
versicolor
h - hormogonie



Anabaena

Aphanizomenon



Oscillatoria

polární
vláken

- vlákn
trichom

Rivularia



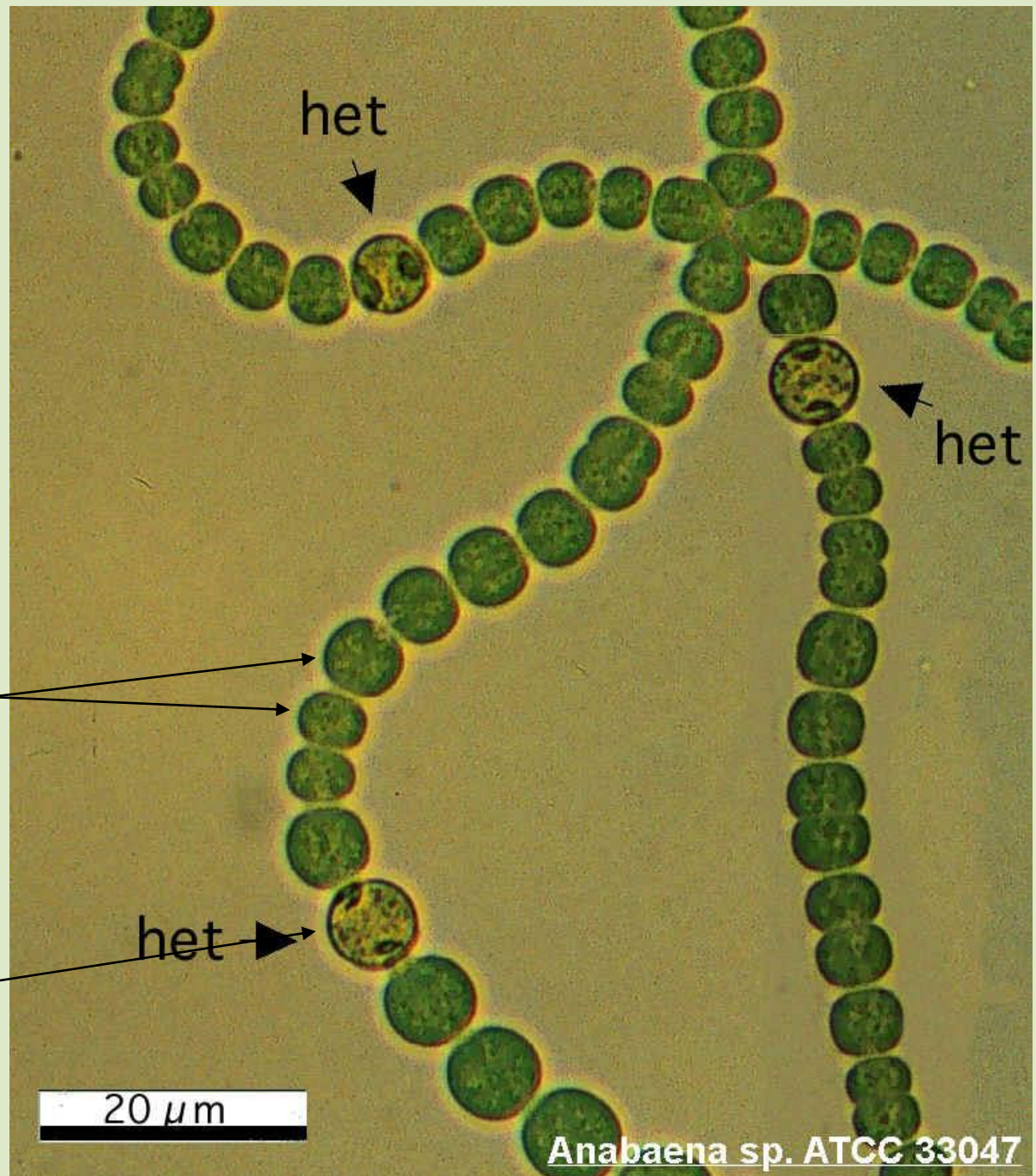
Metabolismus sinic

- sinice *Anabaena* má sice geny kódující jak proteiny potřebné k fotosyntéze a k fixaci dusíku, avšak jediná buňka v jedné chvíli buď fotosyntetizuje, nebo poutá dusík
- **odpadním produktem** fotosyntézy je **kyslík**, který **blokuje enzymy** potřebné k fixaci **dusíku**
- *Anabaena* řeší problém tím, že žije v koloniích, kde většina buněk fotosyntetizuje, zatímco některé specializované buňky, zvané **heterocyty**, fixují vzdušný dusík
- heterocyty mají silnou buněčnou stěnu, která brání průniku kyslíku z okolních fotosyntetizujících buněk

Odd. *Cyanophyta* - rozmnožování

- **Příčné dělení**
- **Rozpad vláken** (rozpad kolonií)
hormogonie - krátká několikabuněčná vlákna, oddělená od mateřských a dorůstající v nová vlákna
- **Akinety** – klidové spory se zesílenou buněčnou stěnou, přežívající v nepříznivých podmínkách, metabolická aktivita omezena na 10 %

sinice rodu
Anabaena



fotosyntetizující buňky

heterocyty

Anabaena sp. ATCC 33047

Odd. *Cyanophyta* - rozšíření a význam

- Rozšíření: v přírodě velmi hojné – sladká, vzácněji i mořská voda, vlhké půdy, skály, srst zvířat, kmeny stromů a zdi, horké prameny, pouště, sníh Arktidy; symbióza-lišejníky, játrovky, hlevíky, kořeny cykasů a epif orchidejí, buňky prvoků
- Význam: fytoplankton, vodní květ (cyanotoxiny), zdroj bílkovin, obohacení půd fixací N-očkování rýžových polí, biomineralizace-stromatolity, předkové chloroplastů-primární endosymbióza

Doména *Archaea*

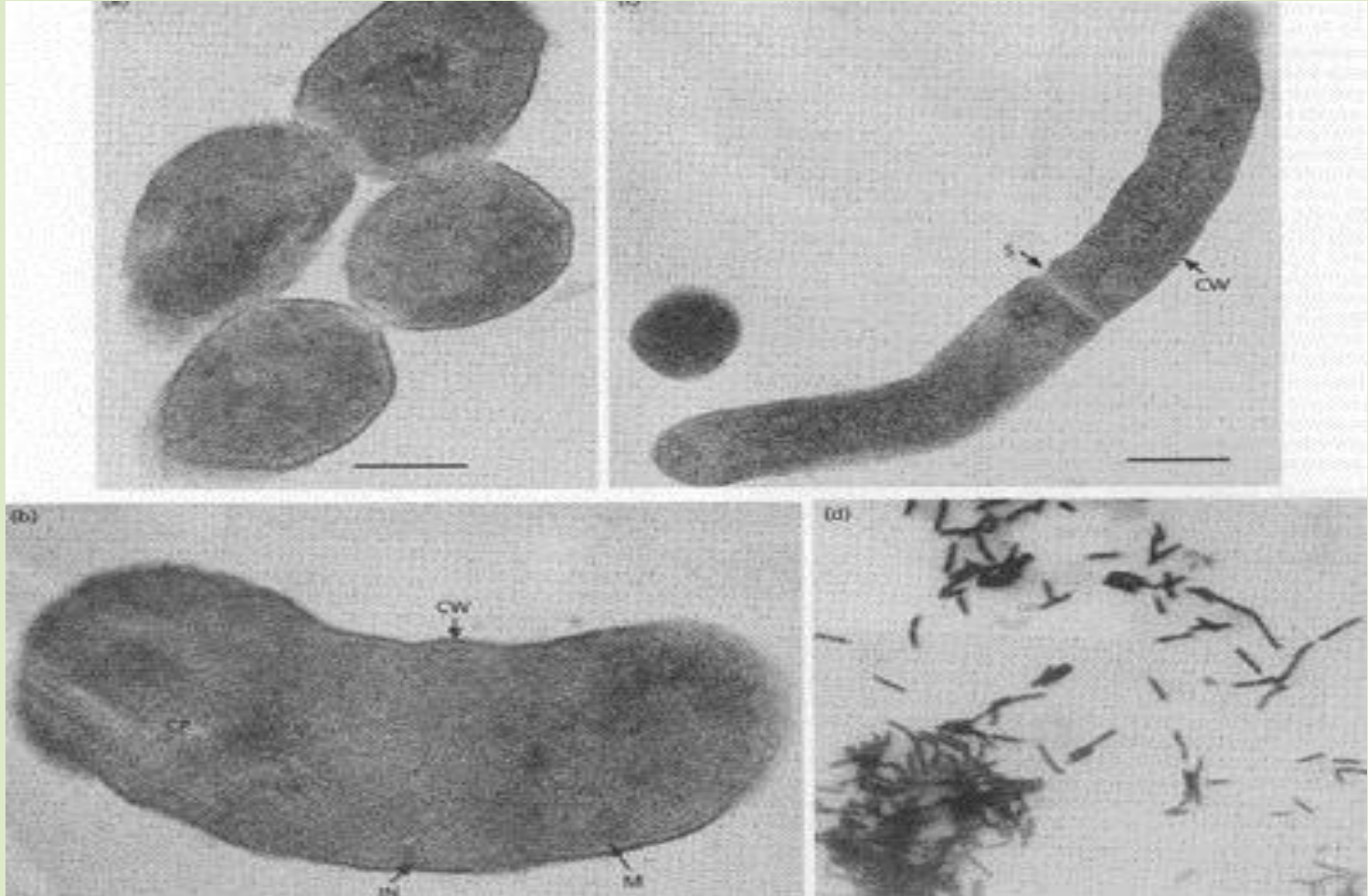
charakteristika

- jednobuněčné prokaryotické organizmy
- v buněčné stěně pseudomurein
- výživa je chemoautotrofní nebo chemoheterotrofní
- redukce a oxidace mnoha sloučenin
- rozmnožování nepohlavní
- mnoha vlastnostmi podobné *Eucarya*
- **20 % biomasy na Zemi**
- Schopnost existovat v ekologicky extrémních biotopech
(slaná jezera, prostředí s vysokým obsahem síry a vysokou teplotou – růst a rozmnožování při 100°C)



Pyrococcus sp.

Doména Archaea



Methanobacterium subterraneum

Děkuji za pozornost.....

