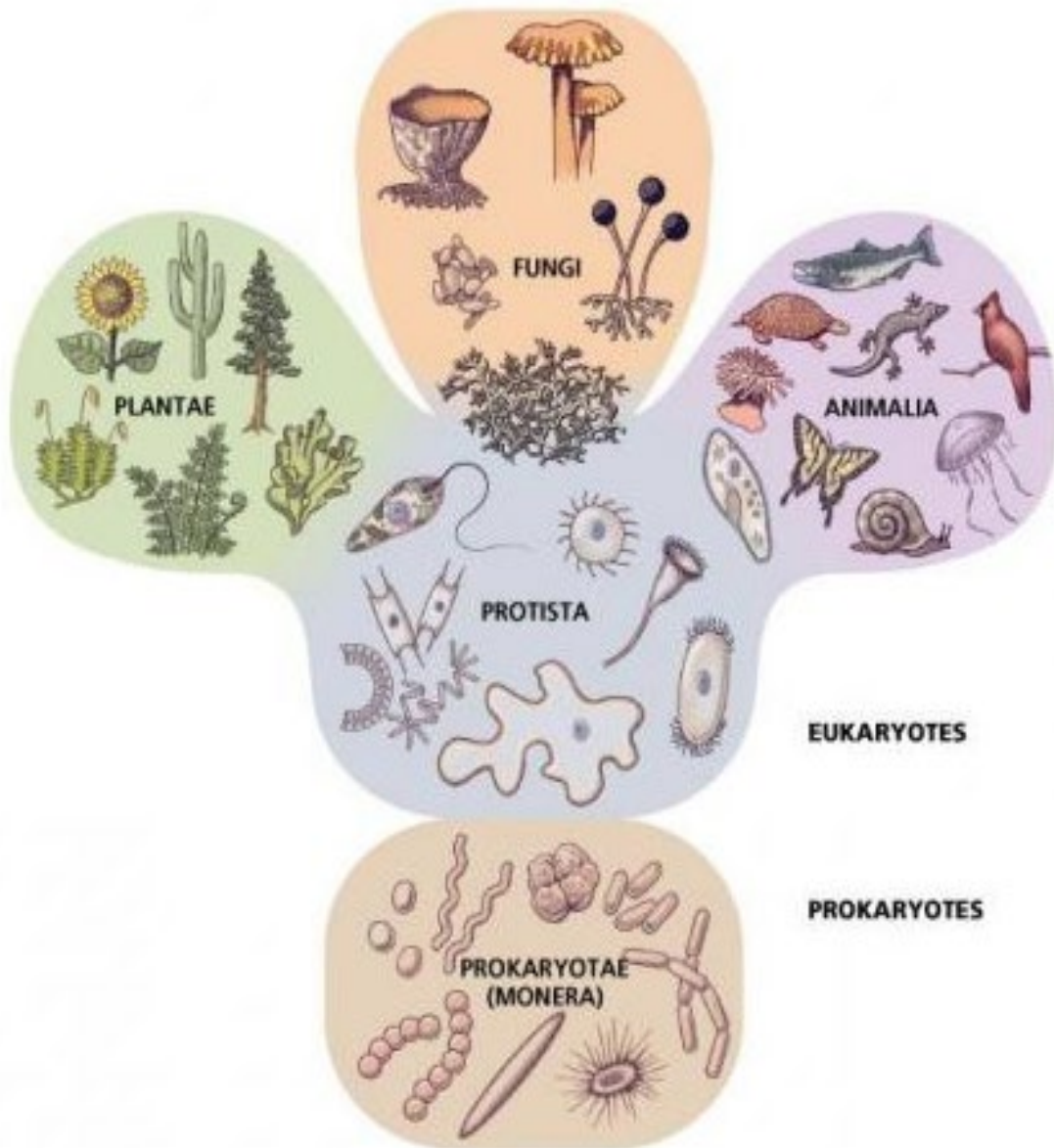




Dřívější názory na klasifikaci mikroorganismů

- Před cca dvěma desítkami let byly buněčné organismy klasifikovány do pěti říší: *Animalia*, *Planta*, *Fungi*, *Protista* (Protozoa) a *Monera* (Bacteria).
- Příslušníci těchto pěti říší byli rozděleni na prokaryontní organismy (*Monera*) a eukaryontní z důvodu chybějící či přítomné jaderné membrány.
- Tyto dvě kategorie byly považovány za nezávislé s tím, že většina biodiverzity leží uvnitř eukaryot, zvláště pak jejich mnohobuněčných forem.
- Většina biologů samotných považuje prokaryota za primitivní, jednoduché a relativně uniformní v jejich vlastnostech.

R. H. Whittaker 5 Kingdom Classification



Five kingdoms

Plants



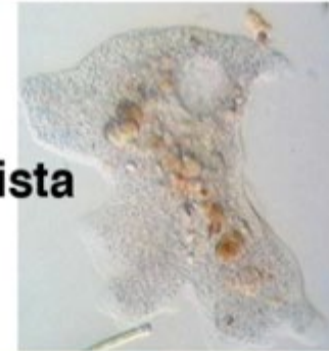
Fungi



Animals

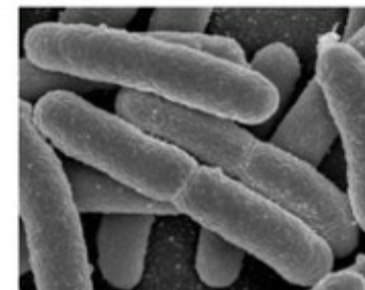


Protista



eukaryotic

prokaryotic



Monera

Evoluční příbuznost mikroorganismů

- Avšak vědci, zabývající se molekulární fylogenezí, zrevidovali obecný pohled na evoluci a na diverzitu života.
- tu můžeme určit porovnáním řazení **všech nukleotidů** v jejich odpovídajících genomech (taková řada analýz je obecně nepraktická),
- proto jsou porovnávány charakteristické, homologní „**pradávné, konzervativní**“ **geny** z rozdílných organismů a je spočítán počet rozdílů v jejich sekvencích nukleotidů,
- vzhledem k nepatrné rychlosti evolučních změn **malých podjednotek ribosomů** genových sekvencí (**16S pro- nebo 18S eukaryonta**) **rRNA**, jsou tyto obvykle užívány pro schémata fylogenetické příbuznosti (ribozom = továrna na bílkoviny, **připomenout si proteosyntézu**)
- evoluční vzdálenost, část sekvenčních rozdílů v souboru sekvencí, je využita k **vytvoření fylogenetického stromu**, k mapám evoluční diverzity.



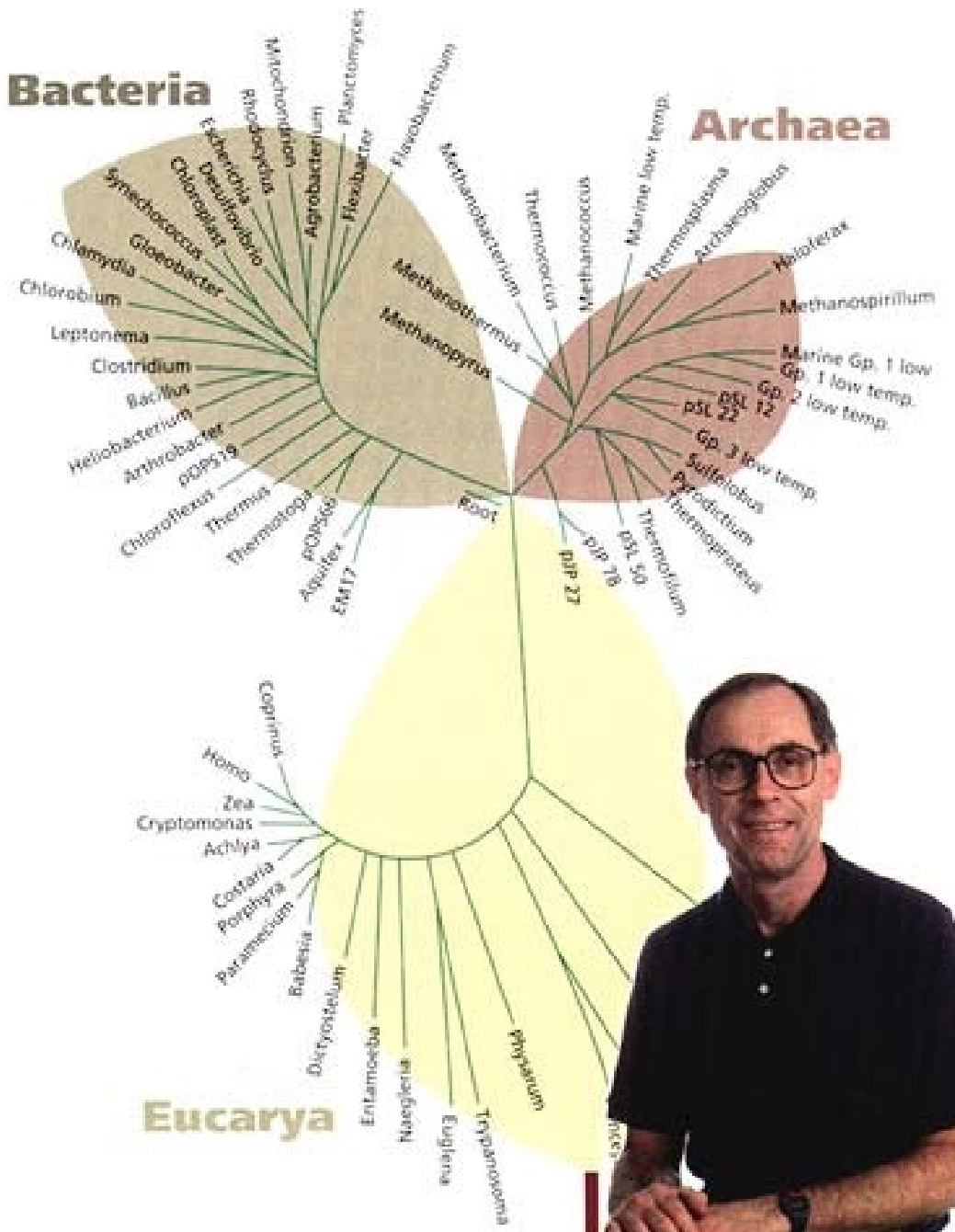
TABLE 1.1 Three hundred years of microbiology

Year	Investigator(s)
1953	James Watson, Francis Crick, Rosalind Franklin
1959	Arthur Pardee, Francois Jacob, Jacques Monod
1959	Rodney Porter
1959	F. Macfarlane Burnet
1960	Francois Jacob, David Perrin, Carmon Sanchez, Ja
1960	Rosalyn Yalow and Solomon Bernson
1966	Marshall Nirenberg and H. Gobind Khorana
1967	Thomas Brock
1969	Howard Temin, David Baltimore, Renato Dulbecc
1969	Thomas Brock and Hudson Freeze
1970	Hamilton Smith
1975	Georges Kohler, Cesar Milstein
1976	Susumu Tonegawa
1977	Carl Woese and George Fox
1977	Fred Sanger, Steven Niklen, Alan Coulson
1981	Stanley Prusiner
1982	Karl Stetter
1983	Luc Montagnier
1988	Kary Mullis
1997	Norman Pace
1999	The Institute for Genomic Research (TIGR), and o

Major reference sources here include Brock, T. D. (1961), *Milestone Bacterial Genetics*, Cold Spring Harbor Press, Cold Spring Harbor, N

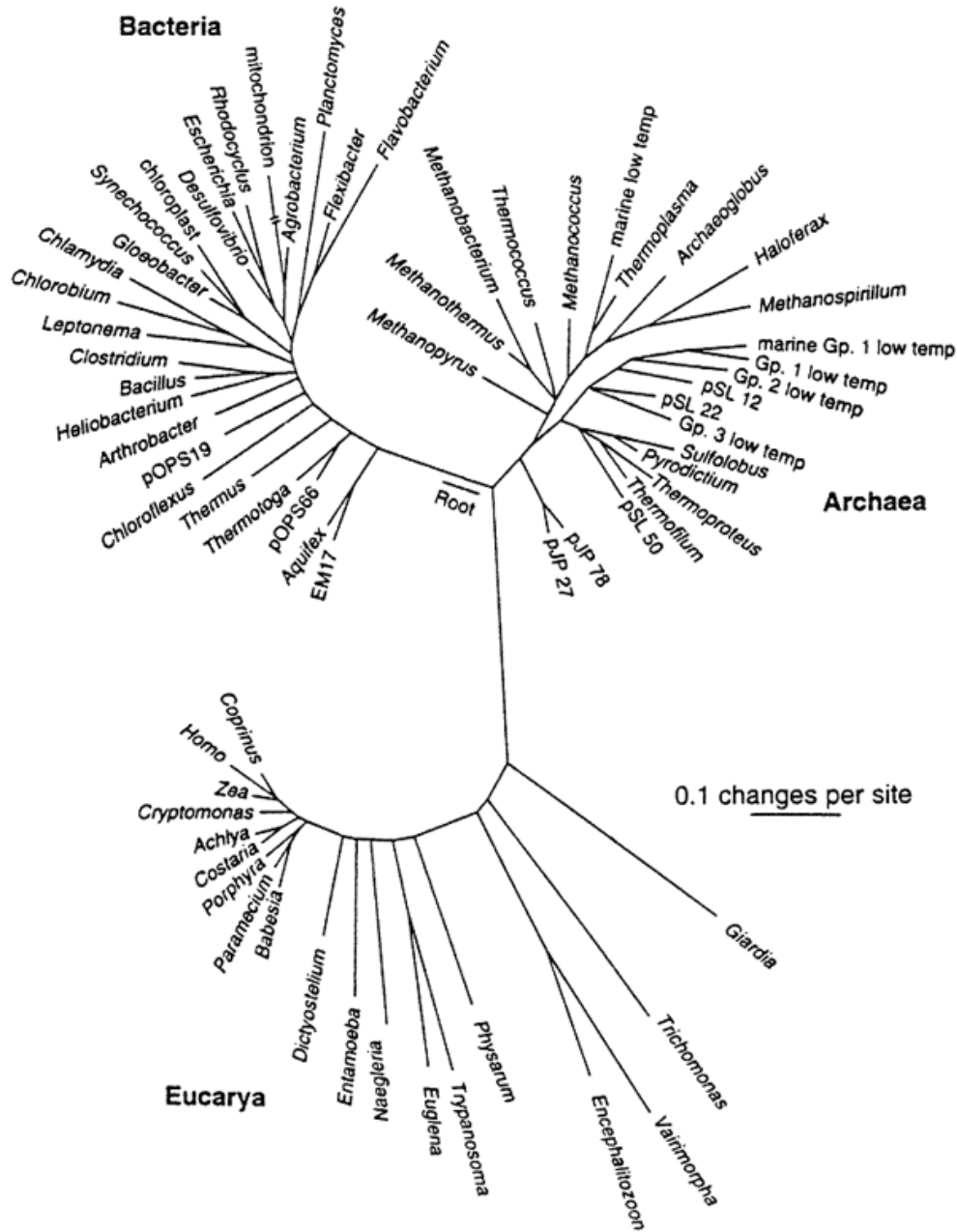
Bacteria

Archaea



1997 Norman Pace
- The Tree of Life

The Tree of Life

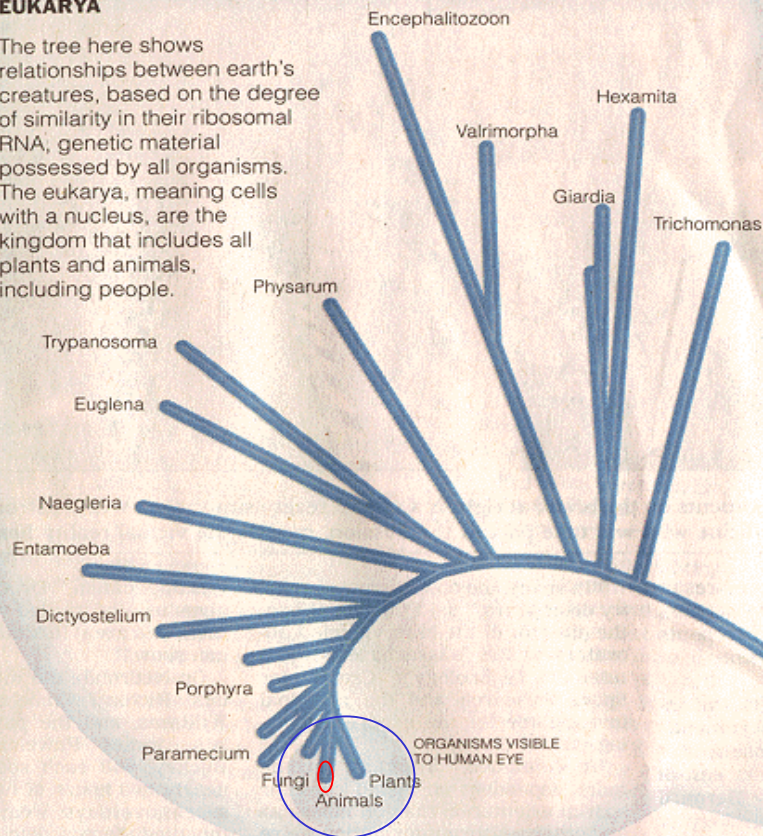


Norman Pace rozpracoval evoluční, trojdoménový „Strom života“ (The Tree of Life“), navržený Carl Woese z University v Illinois. Prostřednictvím ribozomální RNA, která se nachází ve všech živých organismech, od bakterií až po modré velryby, odhaluje evoluční vztahy, které jsou jinak maskovány morfologickými odlišnostmi. Vymezuje také existenci třetí hlavní domény života, domény Archaea.

"Every species alive today has been perfected for its niche through millions of years of evolution. Evolution is a radiation, not a ladder."

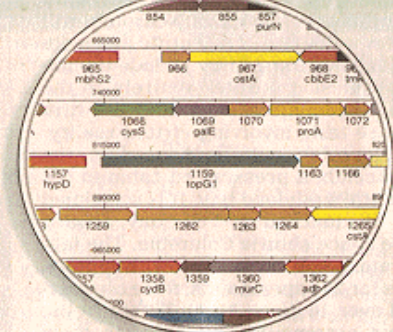
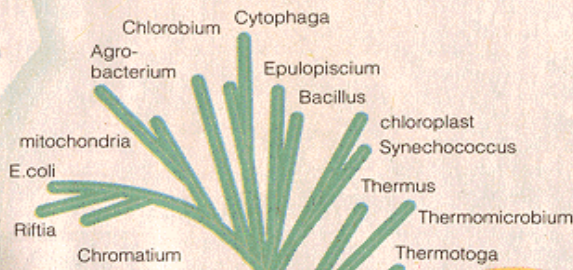
EUKARYA

The tree here shows relationships between earth's creatures, based on the degree of similarity in their ribosomal RNA, genetic material possessed by all organisms. The eukarya, meaning cells with a nucleus, are the kingdom that includes all plants and animals, including people.



BACTERIA

Bacteria are single-celled organisms with no nucleus.



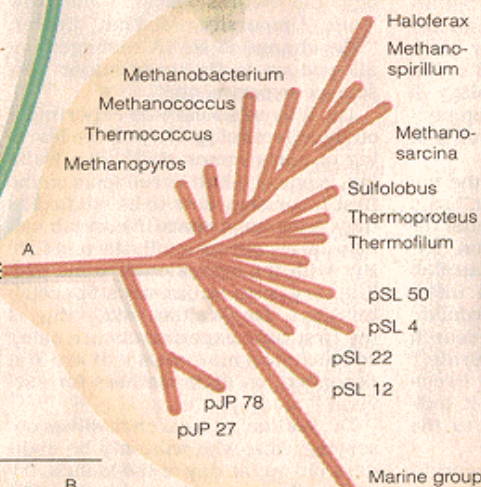
Almost perfect candidate

Part of the newly decoded genome of *Aquifex* showing a few of its 1,512 genes. The gene labeled TopG1 stabilizes DNA and enables the bacterium to live at near-boiling temperatures, as the universal ancestor is now thought to have done.

ARCHAEA

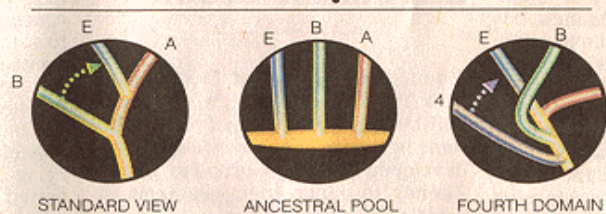
The archaea look like bacteria but have different genes for managing and reading out their DNA.

Length of the branches indicates the extent of the genetic change in each organism



At the Root of the Tree of Life

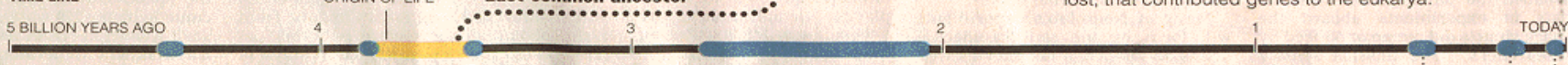
Biologists are searching for the "universal ancestor," the organism from which all life is descended. Their guiding chart has been this family tree, showing the relationship among the three great branches in the tree of life, the kingdoms of the **archaea**, the **bacteria**, and the **eukarya**. Microbes that live in super-hot conditions, such as *Aquifex aeolicus*, were thought to be the closest living relatives of the universal ancestor, but research is yielding confusing answers.



Three theories of life

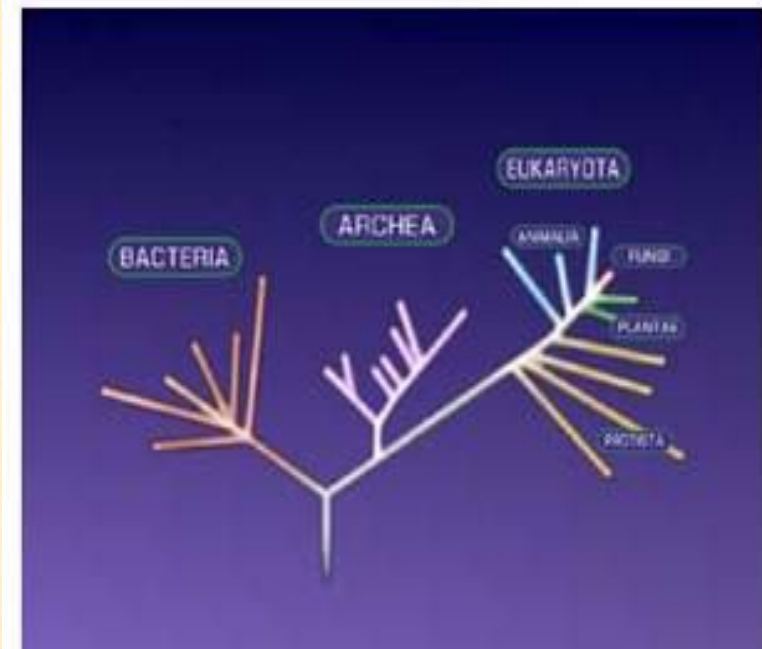
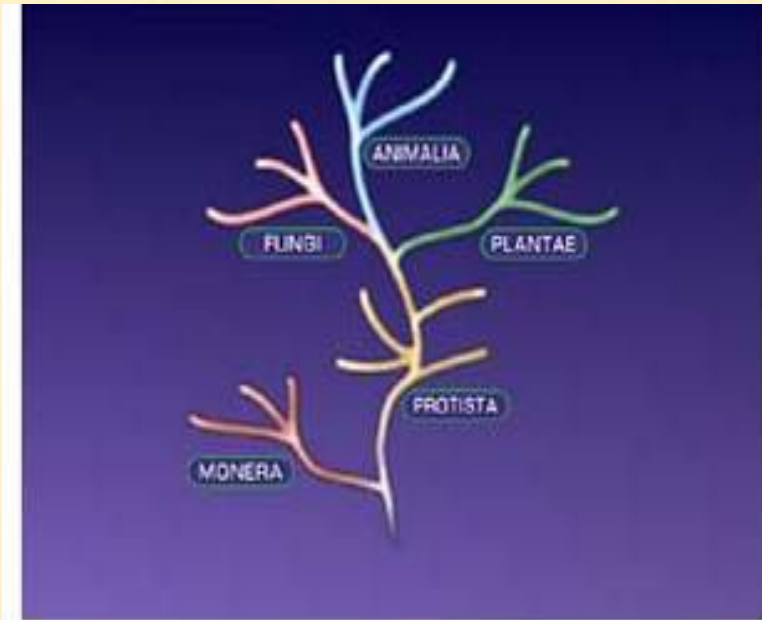
The standard view is that the universal ancestor split into bacteria and archaea, and the eukarya then branched off from the archaea. An emerging view is that all three branches evolved independently from the same pool of genes. A third view is that there was a fourth branch, now lost, that contributed genes to the eukarya.

TIME LINE



Rozdíly proti klasickému pojetí

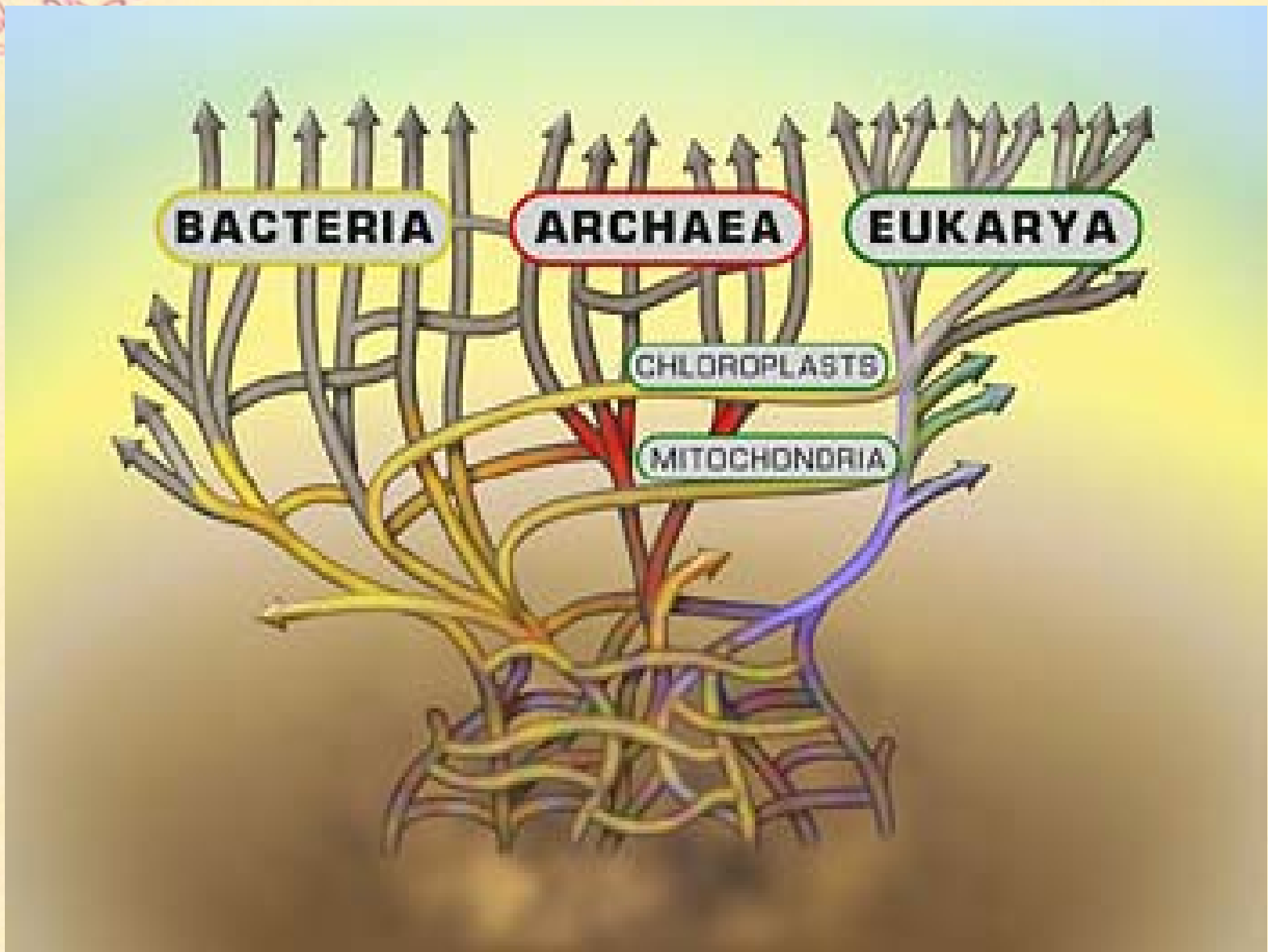
- Velký vývojový rozdíl mezi *Archaea* a *Bacteria* rozbíjí hluboce zakořeněný názor o evoluční jednotě uvnitř prokaryot.
- Navíc prapůvodní eukaryontní větev, stejně stará jako prapůvodní prokaryontní větve, je mnohem starší, než jsou linie pro organely.
- Tedy obecně uznávaná myšlenka, že se eukaryotická buňka vyvinula před 1 až 1,5 miliardou let fúzí dvou buněk prokaryontních, se nyní jeví jako nesprávná.





Rozdíly proti klasickému pojetí

- Nicméně takto získané poznatky potvrzují původní předpoklady o tom, že mitochondrie a chloroplasty jsou endosymbiotického bakteriálního původu.
- Z hlediska různorodosti rRNA představují však mnohobuněčné formy života - živočichové, rostliny a houby, relativně nepatrnou větevku na vrcholu eukaryontní větve.
- Ve skutečnosti jsou na této škále člověk a myš nebo člověk a potkan stěží rozlišitelní.



Endosymbiotický bakteriální původ chloroplastů a mitochondrií

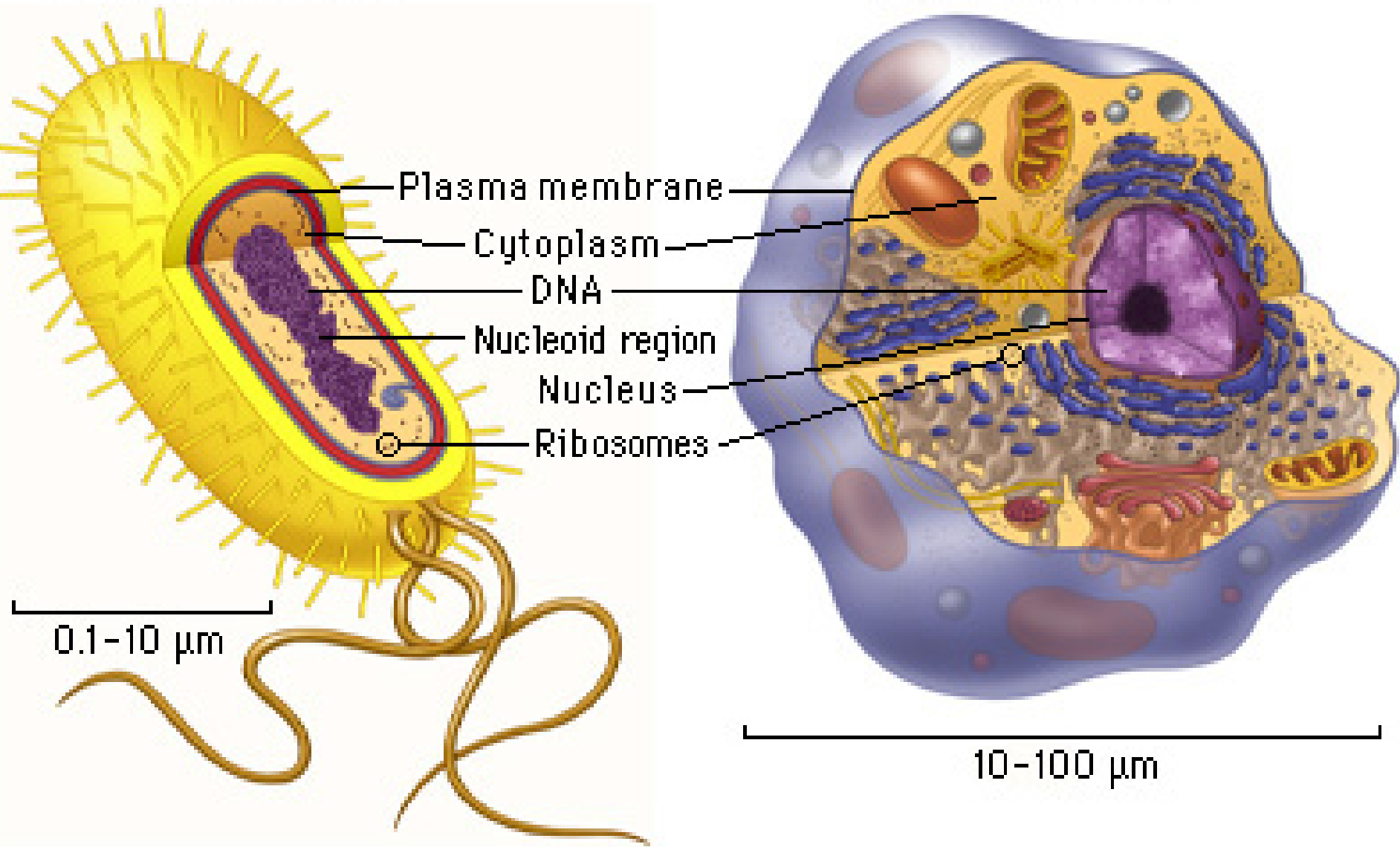


Rozdíly proti klasickému pojetí

- Jestliže byl tedy stupeň fylogentické příbuznosti mezi zvířaty, rostlinami a houbami dostatečný k definování říší, potom by tady mohlo být množství dalších říší v doméně *Eucarya* a obdobný počet říší v doméně *Bacteria*.
- Trojdoménový strom života poskytuje tedy nový pohled na biodiverzitu, podtrhujíc, že většina genetické diverzity je mikrobiální, ať již prokaryontní nebo eukaryontní.

Prokaryotic cell

Eukaryotic cell



Srovnání prokaryotické a eukaryotické buňky



Prokaryotické organismy

- **Prokaryota** (někdy označované jako *Monera*) zahrnují domény *Archaea* a *Bacteria*. Nemají jadernou membránu, neprobíhá u nich mitotické dělení jádra a buněčná stěna obsahuje typické polymery – peptidoglykany.
- **Bakterie** – mikroskopické, jednobuněčné organismy – nemají jádro (v obvyklém cytologicko-morfologickém významu, chybí i ostatní membránové struktury uvnitř buňky (mitochondrie, chloroplasty, apod.). Funkce enzymatické a syntetizující u nich plní cytoplazmatická membrána
- Příslušníci domény *Archaea* nemají v buněčné stěně kyselinu muramovou a D-aminokyseliny.

Charakteristika domény *Archaea* (archea)

Jako bakterie:

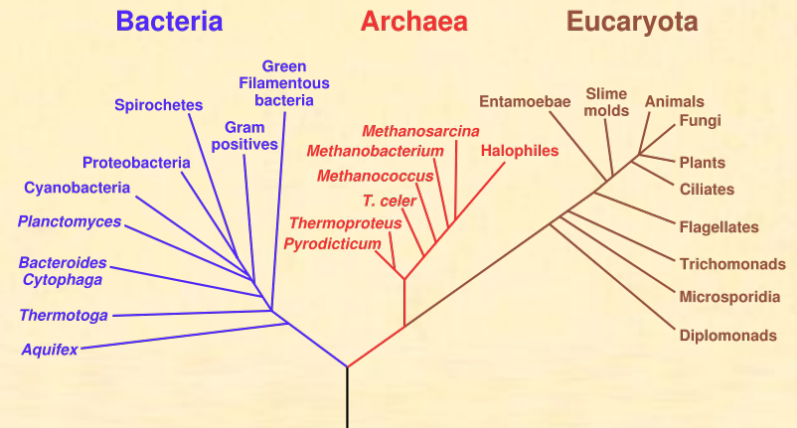
- prokaryotní buňka
- cyklický genom
- operony

Rozdíly:

- buněčná stěna – pseudomurein
- buněčná membrána – etherlipidy – membránová jednovrstva

Jako eukaryota:

- některé geny – introny
- mechanismus replikace a transkripce

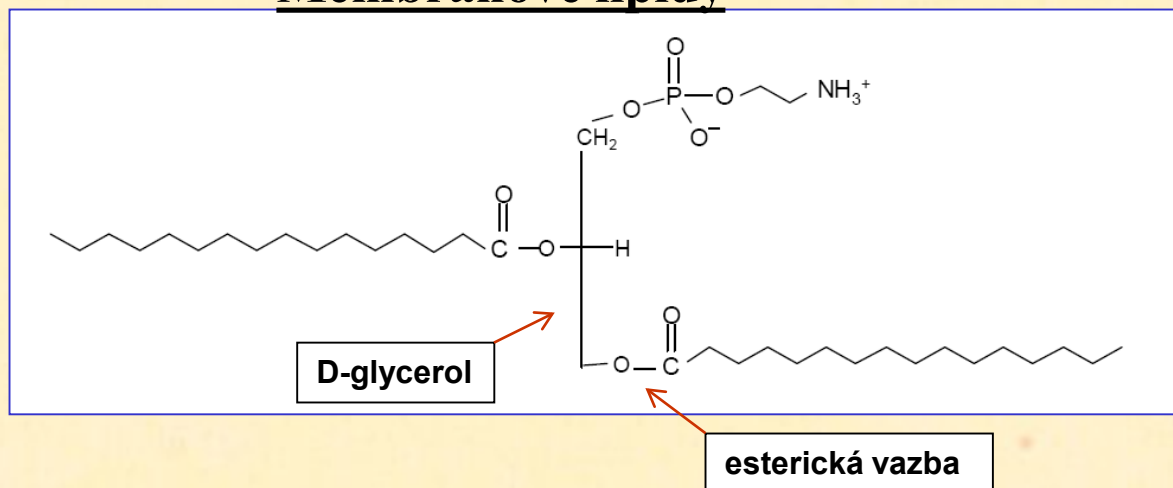




Membránové lipidy

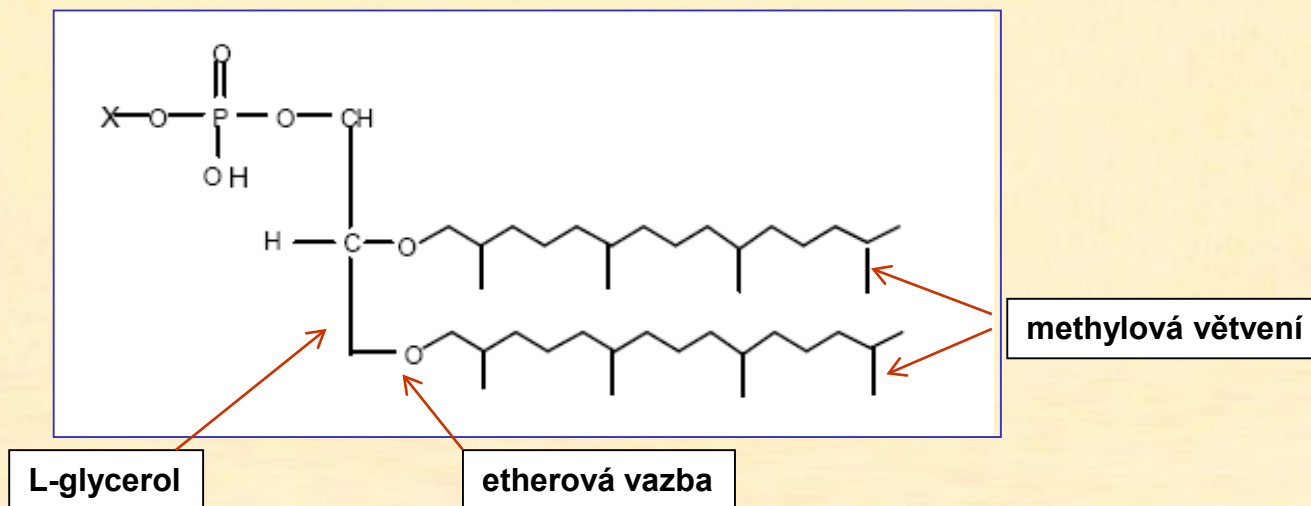
Bacteria, Eucarya

fosfolipid



Archaea

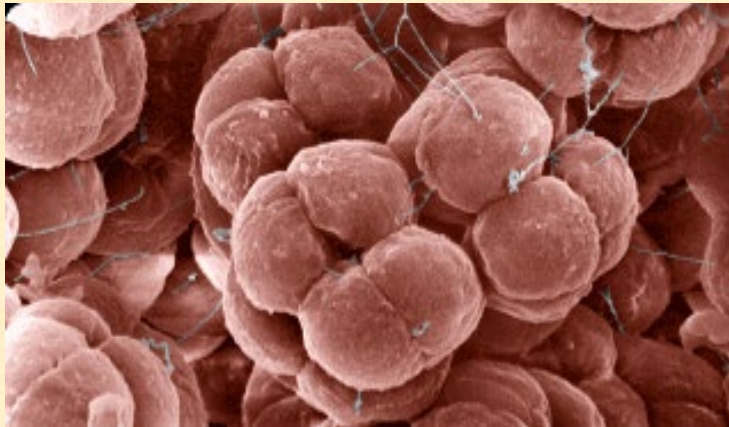
etherlipid



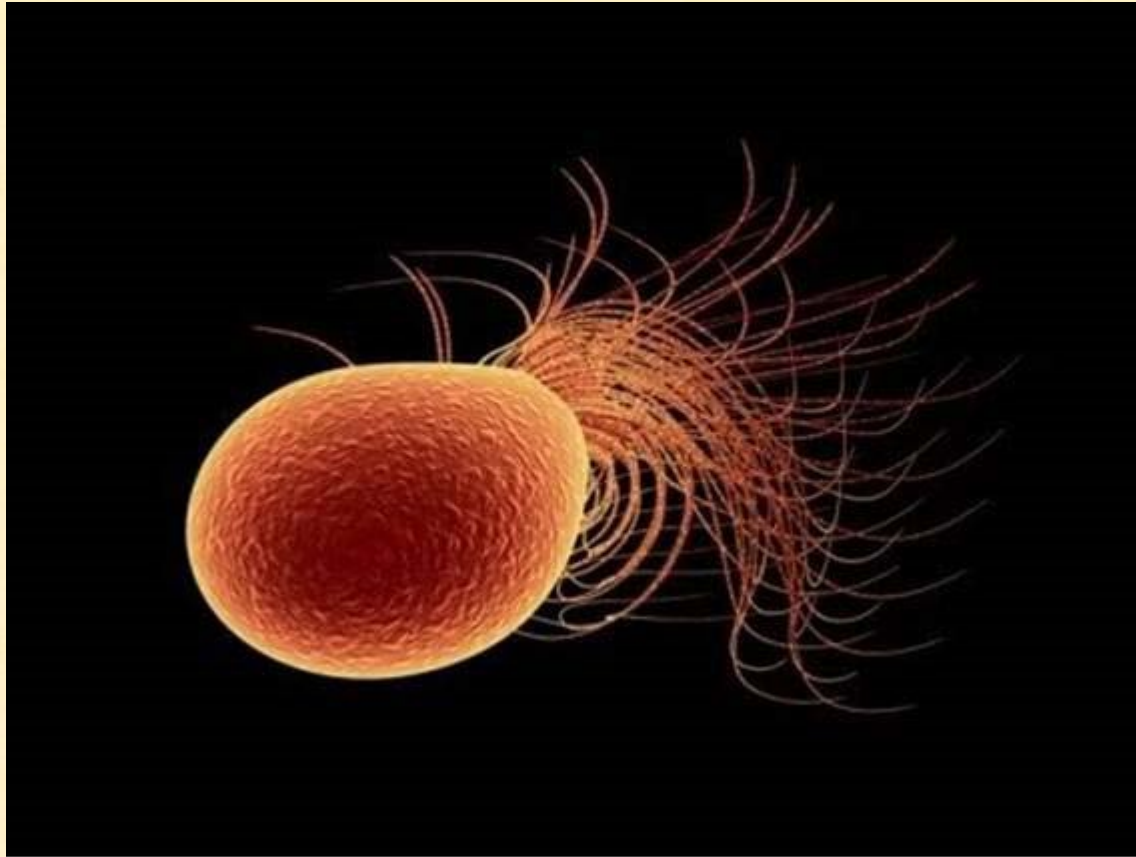
Zástupci domény *Archaea* (archea)

Odpařování vody v
odsolovacích nádržích v
zálivu San Francisco. Jasně
barvy jsou způsobeny
pigmentací bílkovin
nacházejících se v
bakteriích *Halococcus*
salifodinae právě z domény
Archaea.

Foto: University of Miami, Ústav biologie.



Zástupci domény *Archaea* (archea)



Pyrococcus furiosus objevil Karl Stetter v roce 1986 z Itálie. Je to hypertermofilní bakterie z domény *Archaea*, která je schopná růst v teplotním rozsahu od 70 ° C a 103 ° C. Rozmezí pH je mezi 5 a 9. Je anaerobní a heterotrofní a je závislá na přítomnosti sloučenin síry. Nachází se ve velké hloubce na dně oceánu.

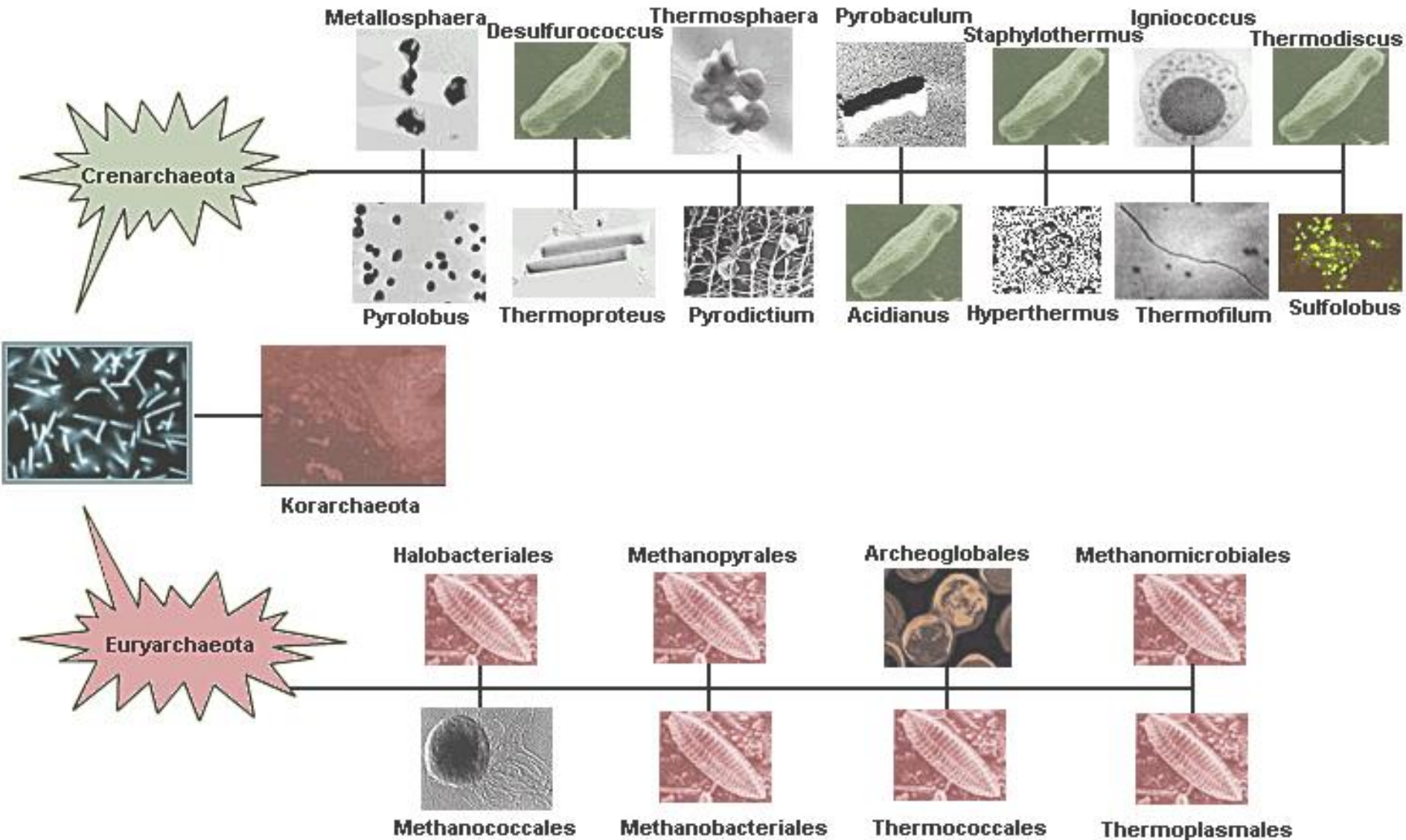
Zástupci domény *Archaea* (archea)

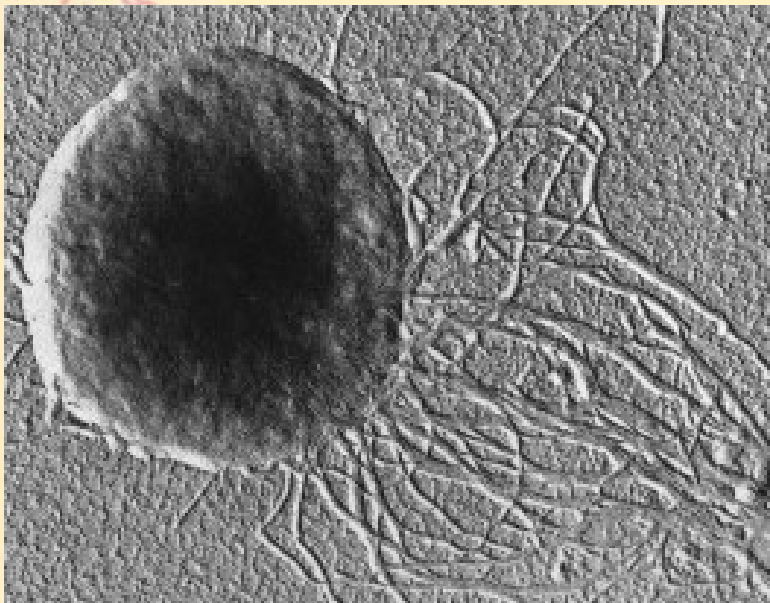


Více než třetina všech emisí metanu, zhruba 900 miliard tun ročně, je vyprodukována methanogenními bakteriemi, které žijí v trávicím traktu přežvýkavců, jako je skot, ovce a kozy. Vzato podle objemu, metan je dvacetkrát účinnější v jímání tepelného záření než oxid uhličitý, což z metanu dělá velmi efektivní skleníkový plyn.

Přínos omega 3 mastných kyselin pro zvířata z rybím tuku byl dobře zdokumentován - pomáhá srdci a oběhovému systému, zlepšuje kvalitu masa a snižuje emise metanu. Výzkumníci z University College Dublin zjistili (2009), že již 2% rybího oleje ve stravě skotu bylo dosaženo snížení množství metanu uvolňovaného zvířaty.

Zástupci domény *Archaea* (archea)

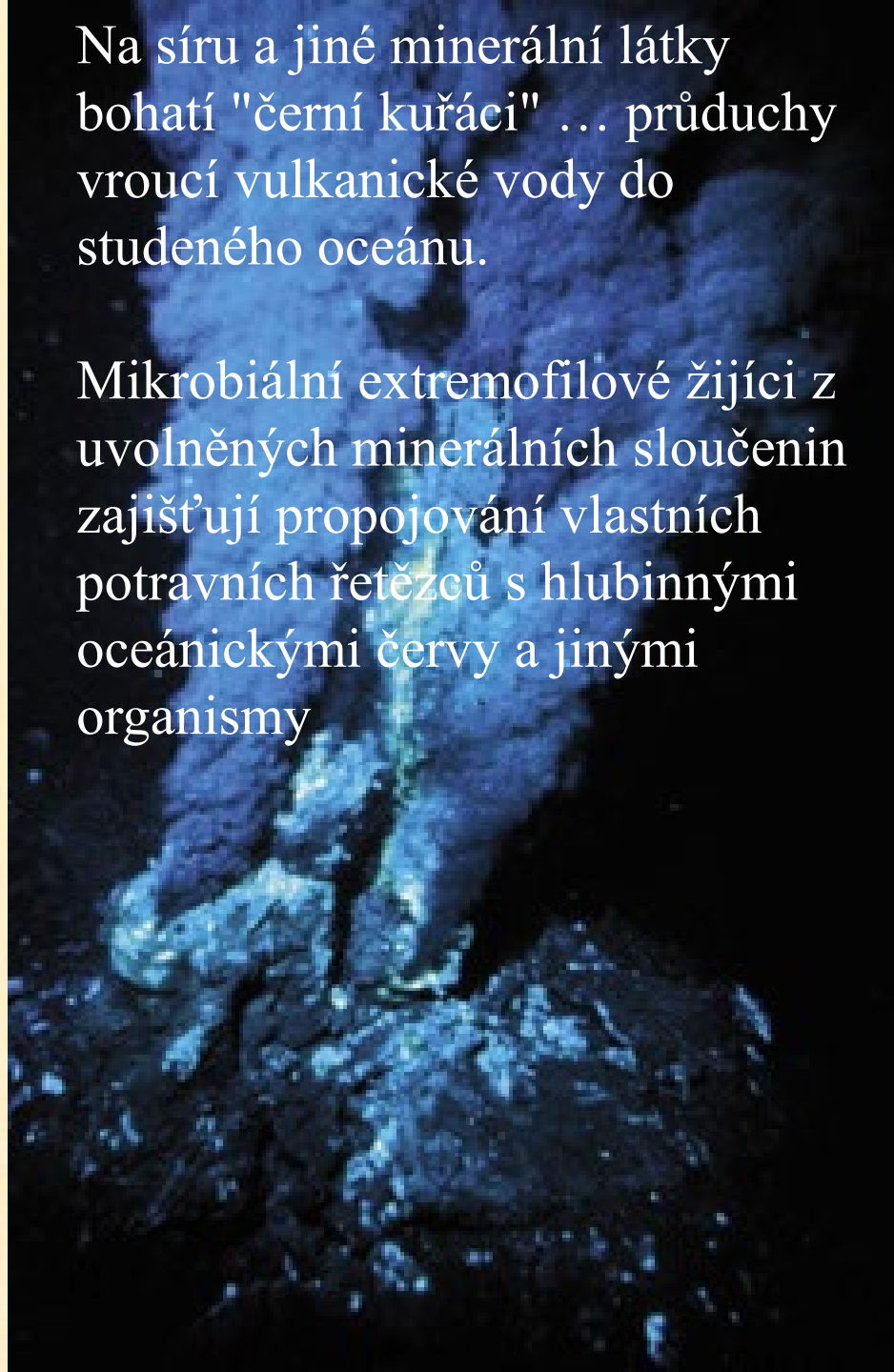




Mikrofotografie druhu rodu *Methanococcus* izolovaného z hlubinných vulkanických vývěřů ve východním Tichém oceánu. Vyskytuje se v hloubce 2600 m pod hladinou oceánu v teplotě 50 až 86 stupňů Celsia

Na síru a jiné minerální látky bohatí "černí kuřáci" ... průduchy vroucí vulkanické vody do studeného oceánu.

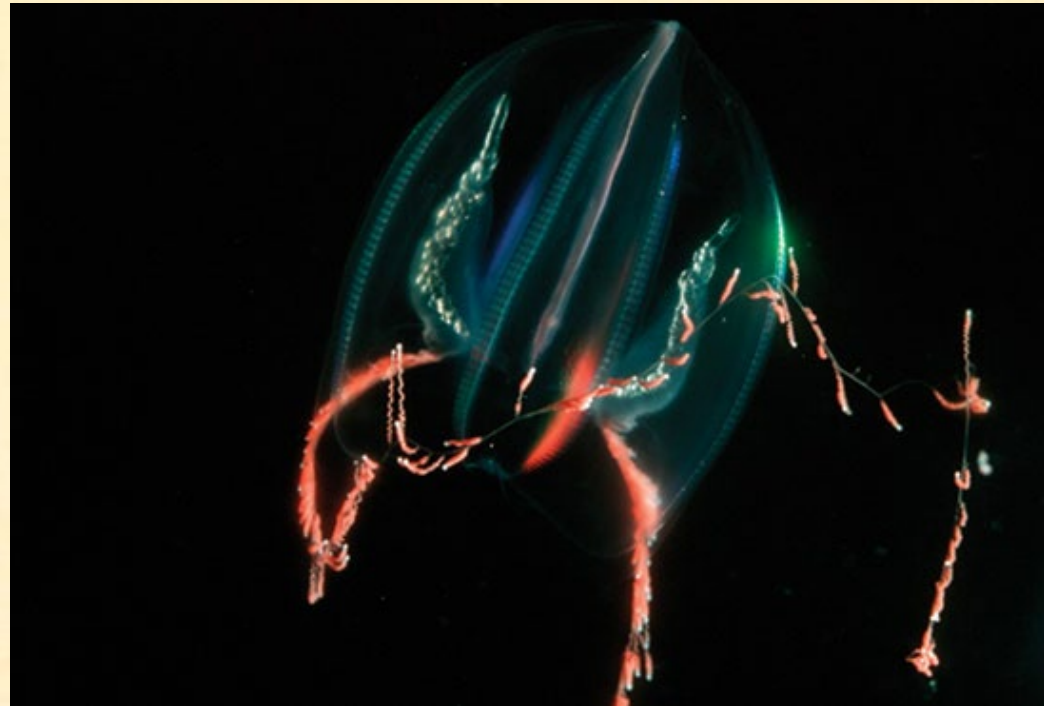
Mikrobiální extremofilové žijící z uvolněných minerálních sloučenin zajišťují propojování vlastních potravních řetězců s hlubinnými oceánickými červy a jinými organismy

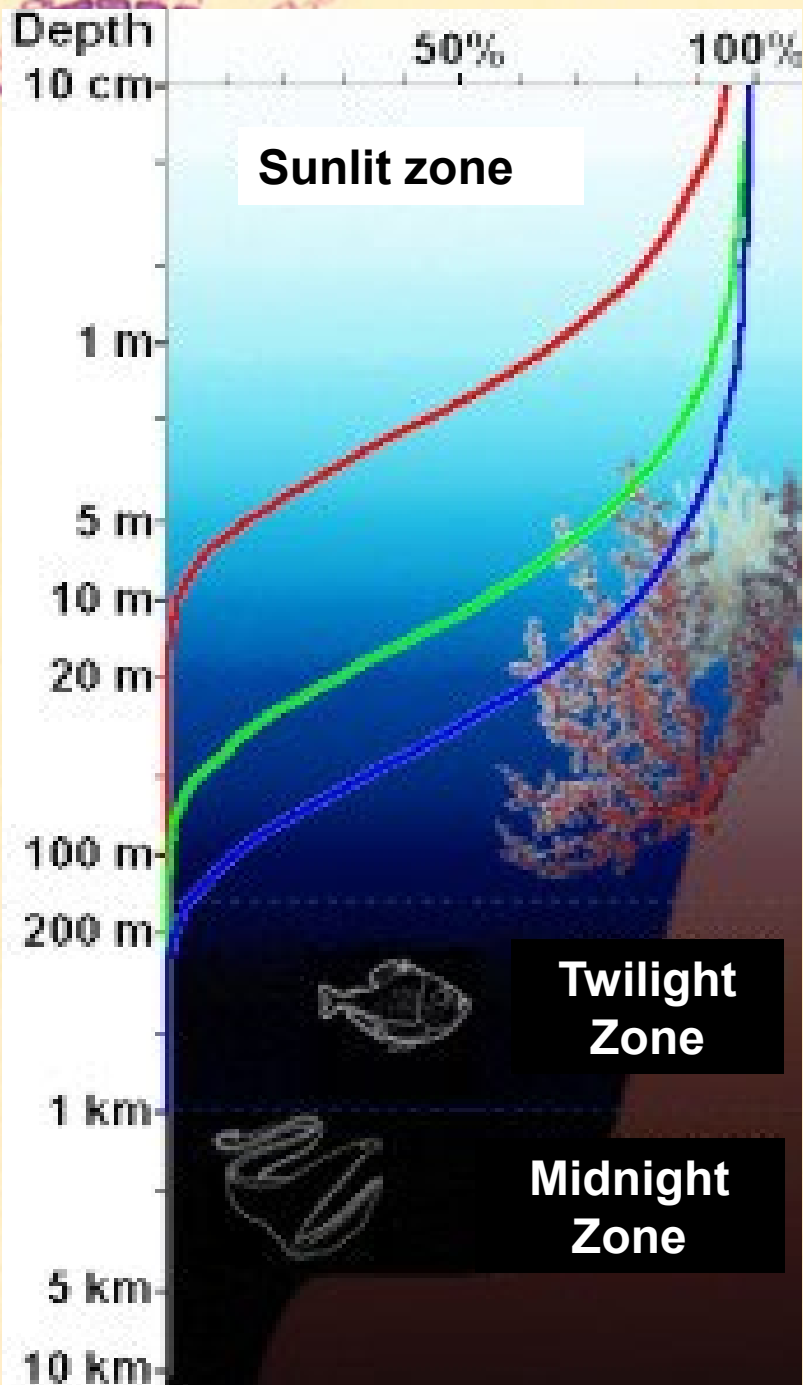




Mnohé abiotické faktory přispívají k charakteristické zonaci v hloubce oceánu:

- Tlak (každých 10 m = 1 atmosféra)
- Světlo
- Teplota
- Salinita
- Rozpuštěný kyslík
- Minerální živiny





Světelné zóny

Zóna světla – 200 m

Výskyt rostlin, potrava relativně hojná

Zóna soumraku - 1000 m

světlo nemůže podpořit rostliny, nedostatek potravy, produkce redukována na 20% světelné zóny, Teplota postupně klesá z 23° až na 4 ° C

Zóna půlnoční – pod 1000 m, věčná tma, produkce redukována na 5% světelné zóny; T = 4 ° C

Light penetration in open ocean

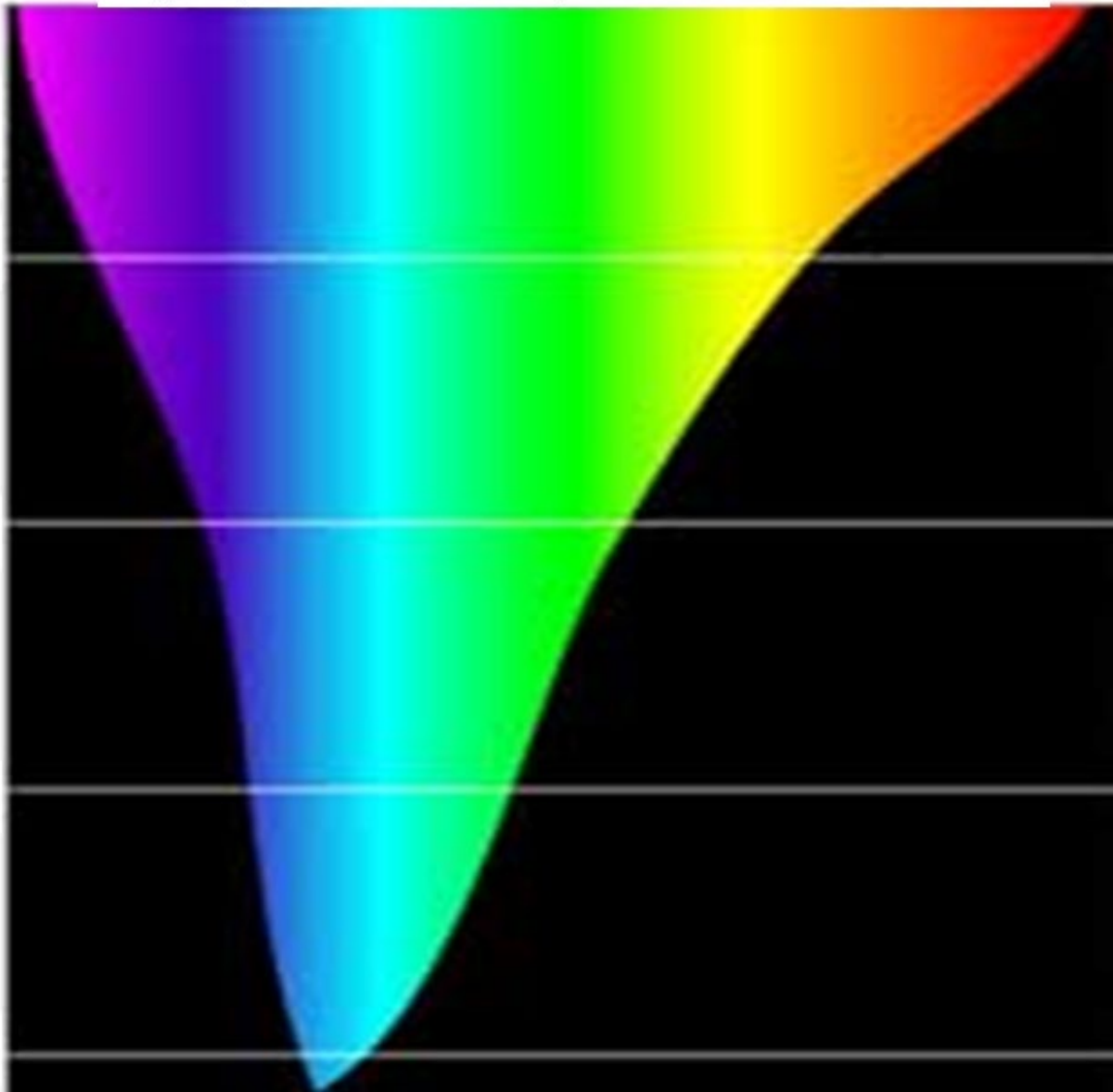
Depth in meters

50

100

150

200



Vysoká energie (700nm)

<

Nízká energie (400 nm)



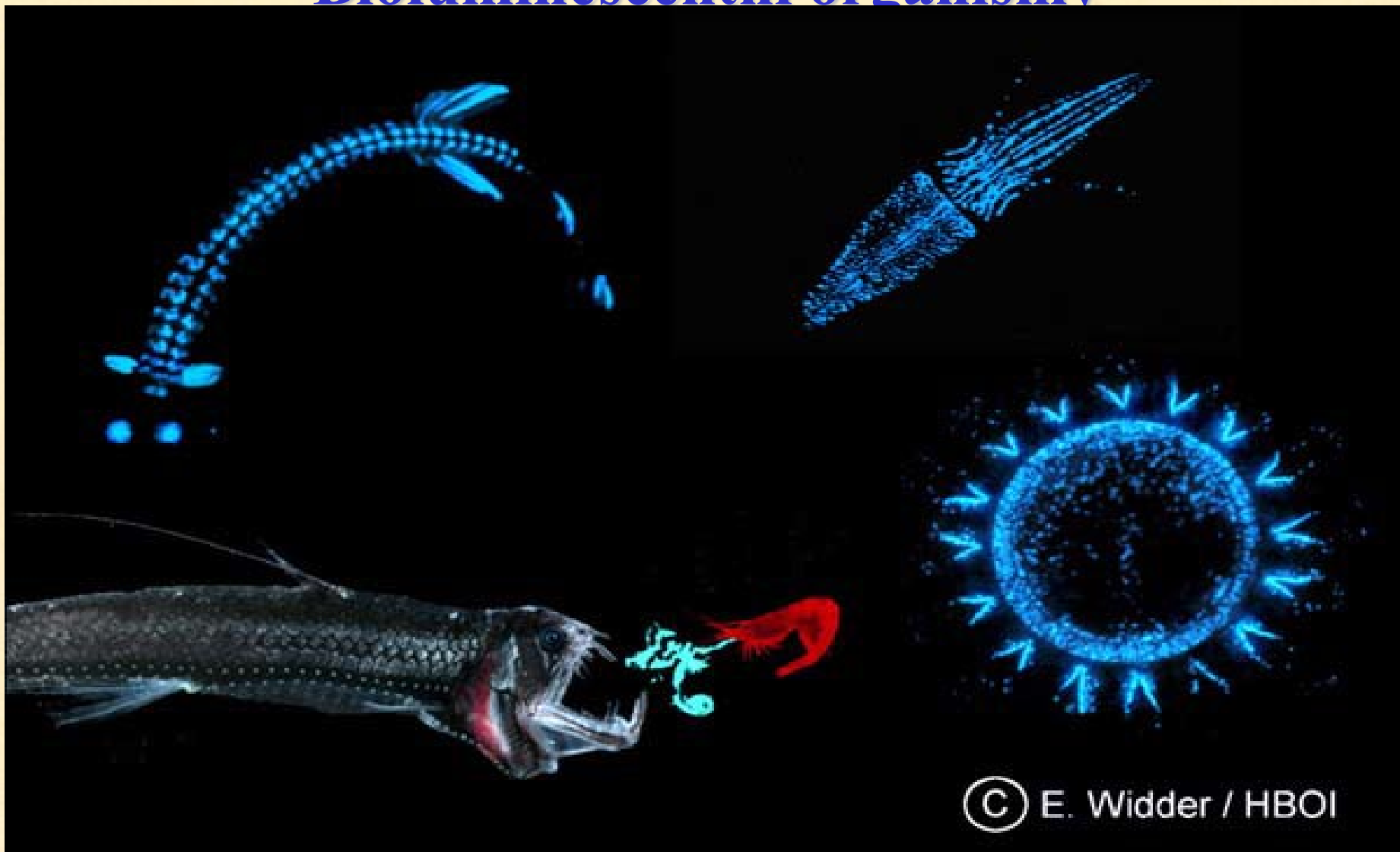
Chemiluminescence: produkce viditelného světla chemickou reakcí.

Bioluminescence: forma chemiluminescence.

Fluorescence: absorpce světla jedné vlnové délky a jeho re-emise v jiné vlnové délce nebo barvě, produkce světla pouze v případě ozáření.

Fosforescence: Podobná fluorescenci, ale vyzařování se udržuje mnohem déle po odstranění zdroje záření.

Bioluminescentní organismy



© E. Widder / HBOI



Charakteristiky organismů ze zóny soumraku (200m – 1000m)

- malé rozměry (jídlo vzácné)
- velká ústa, v poměru k velikosti těla
- nepohyblivé čelisti - polykání velké kořisti
- velké zuby
- mnohé z nich jsou černé nebo červené (neviditelný)
- velké oči (k zachycení dostupného světla)
- vertikální migrace (až do zóny světla, ale jen v noci)
 - barva černá nebo stříbrná
- - vyvinutý plynový měchýř / vyvitnuté svaly / kostí
- nemigrující (zůstávají v zóně soumraku)
 - žádný plynový měchýř / slabé kosti / ochablé svaly

Blackdevil anglerfish



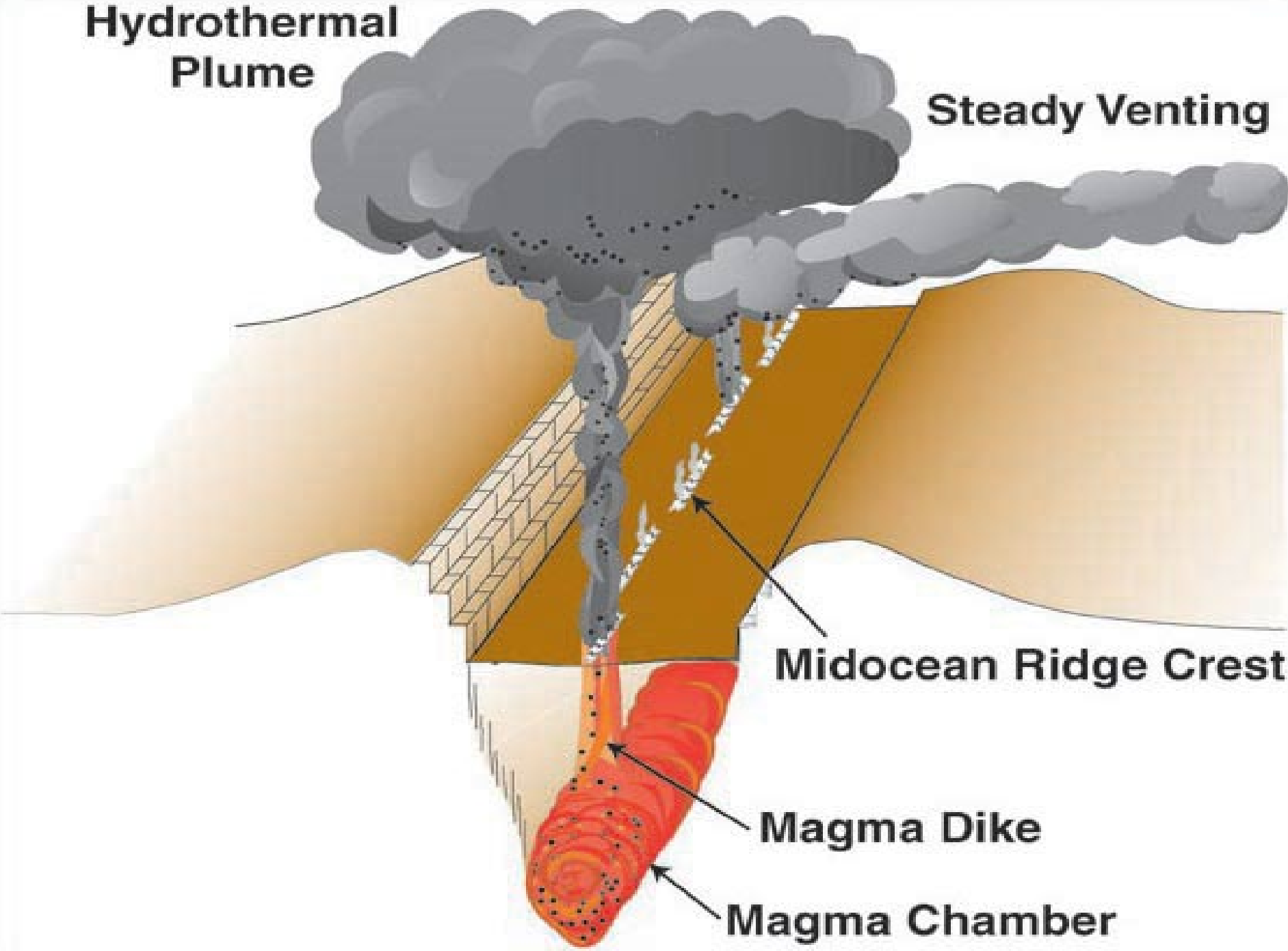


Hydrotermální vývěry

- poprvé objeveny v roce 1977
- nachází se ojediněle na dně oceánů např. na východ od Galapág v místě dotyku kontinentálních desek
- Voda:
 - - až do 400 °C (avšak nedochází k varu - příliš velký tlak)
 - - vysoce kyselá
 - - velké množství sirovodíku (toxický pro většinu zvířat);
 - - sirníky železa, zinku, mědi a dalších kovů se sráží
 - - a vylučuje se jako „černý kouř“, odtud označení „černí kuřáci“
- Může být i více než dva kilometry hluboko
 - - absence světla
 - - absence fotosyntézy; potravní řetězce se odvíjejí od chemosynteticky vázané prvotní organické hmoty

**Hydrothermal
Plume**

Steady Venting



Midocean Ridge Crest

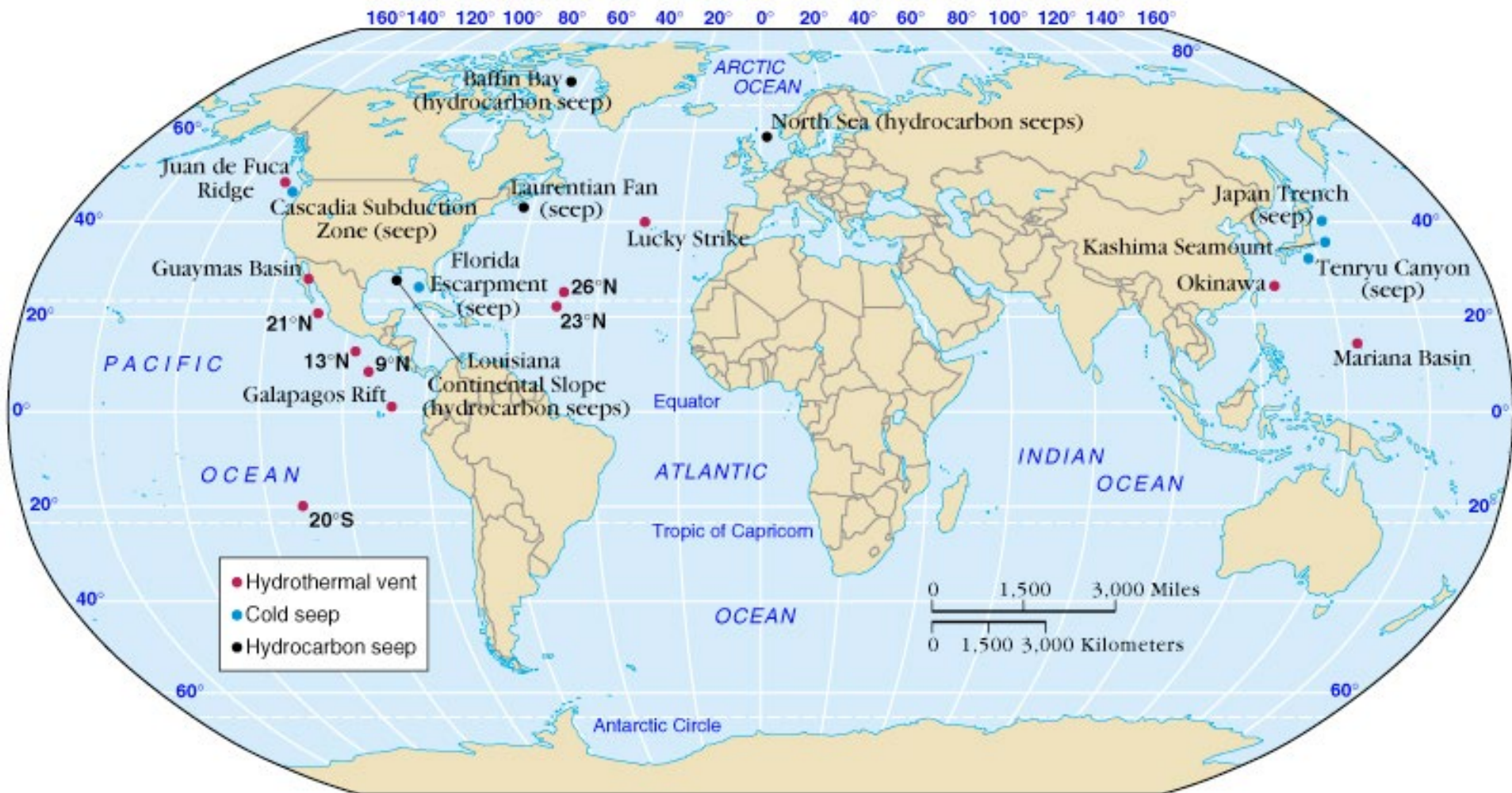
Magma Dike

Magma Chamber

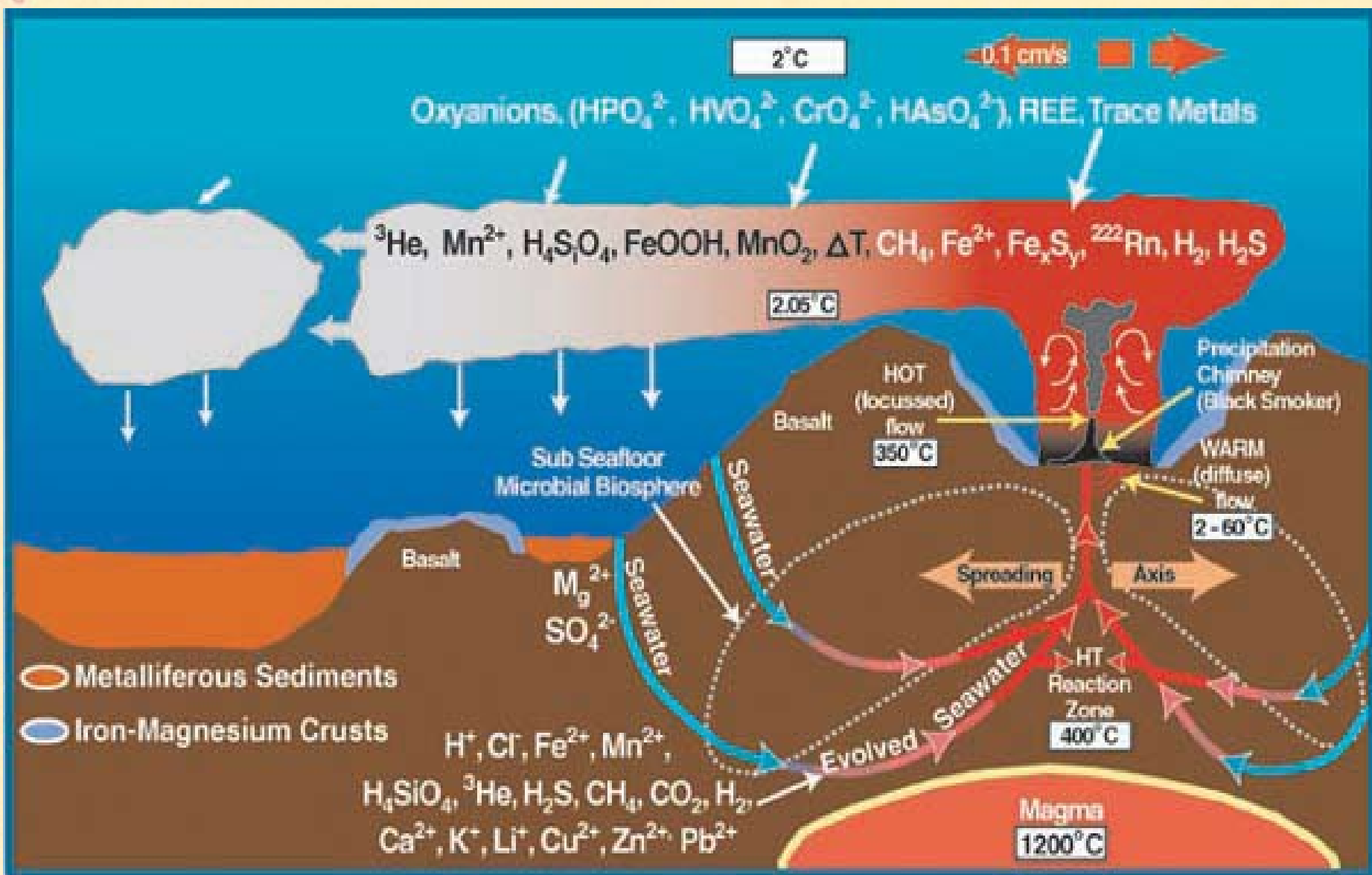
Podmořská „laboratoř“ *Alvin* v blízkosti ostrůvku života vázaného na hydrotermální vývěř



Lokalizace hlubinných společenství



Chemie okolí hydrotermálního vývěru

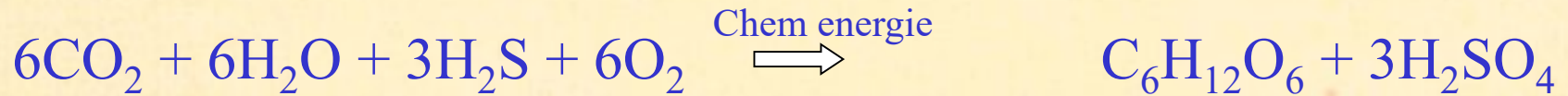






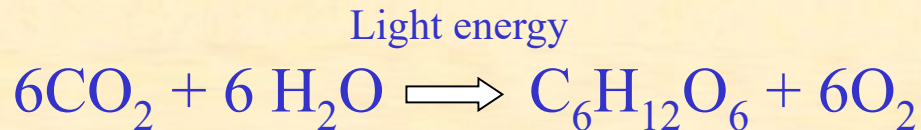
Chemosyntéza:

využití energie uvolněné anorganickými chemickými reakcemi k produkci org. látek (sirovodík, metan, apod.)

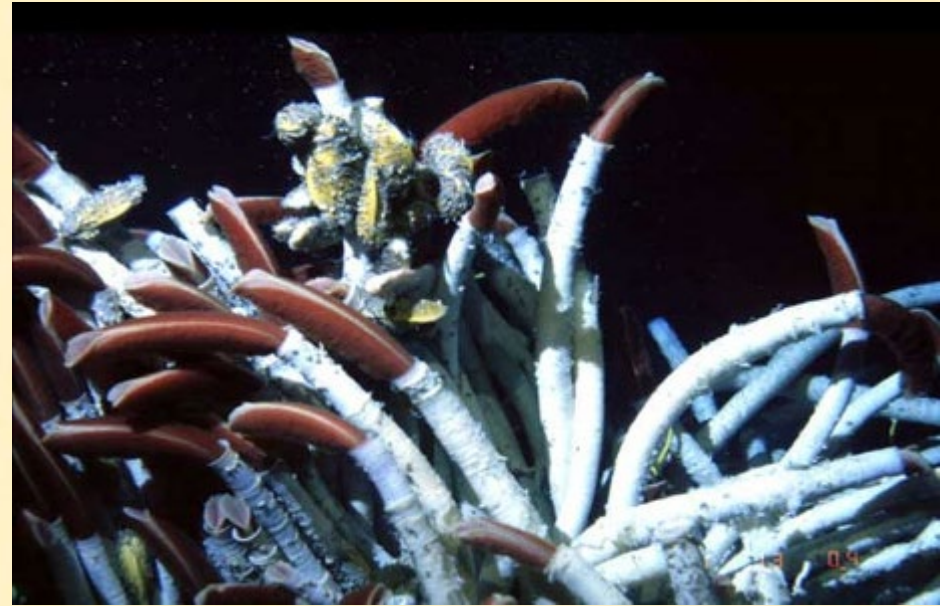


Fotosyntéza:

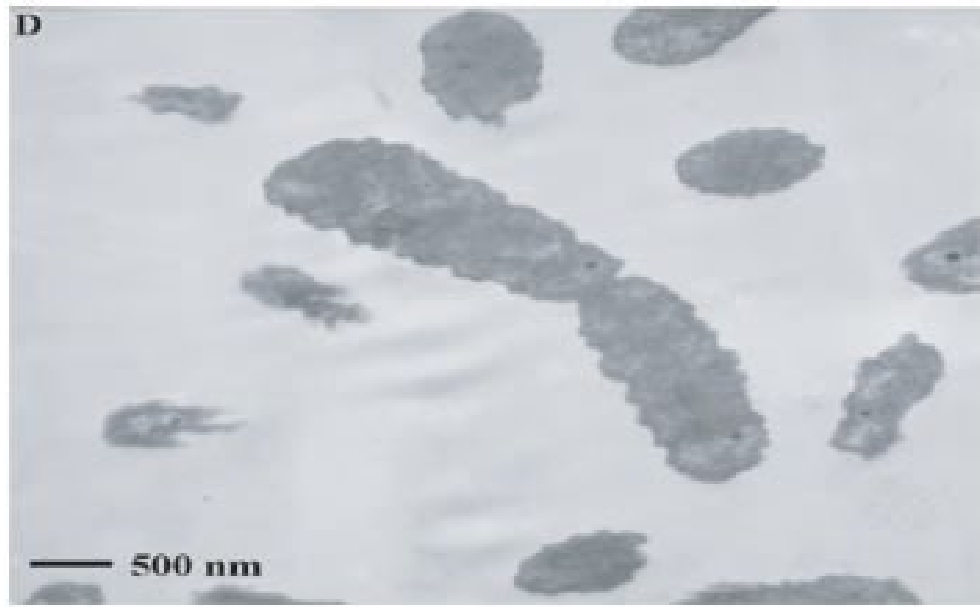
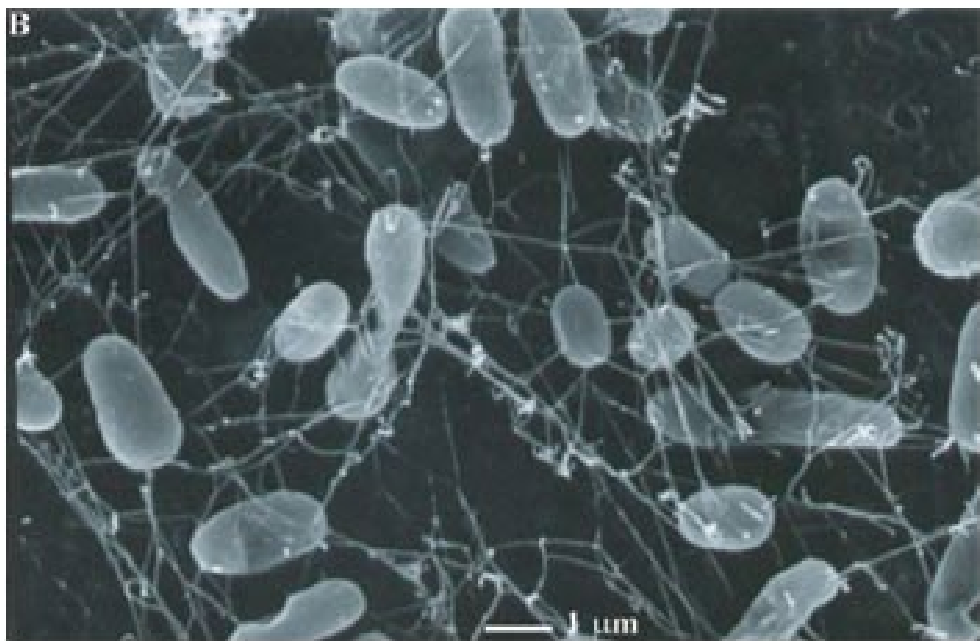
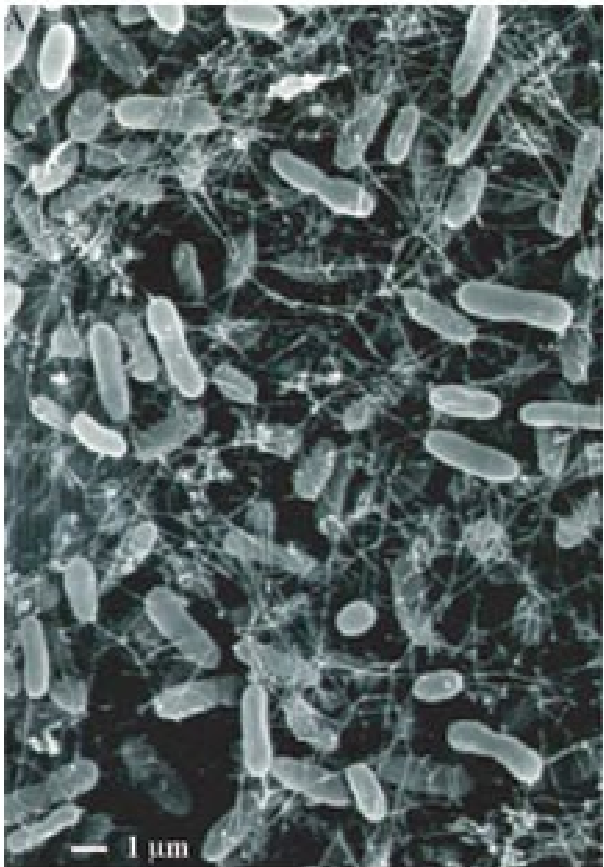
využití sluneční energie k produkci organických látek.



Trubicoví červi *Riftia pachyptila* v blízkosti hydrotermálních vývěrů



Riftia p. je hlubokomořský
člámkovaný červ, mnohoštetinatý
kroužkovec ze skupiny
vláknonošců. Jsou to
živočichové, kteří nemají ústa,
žaludek a ani střevo.

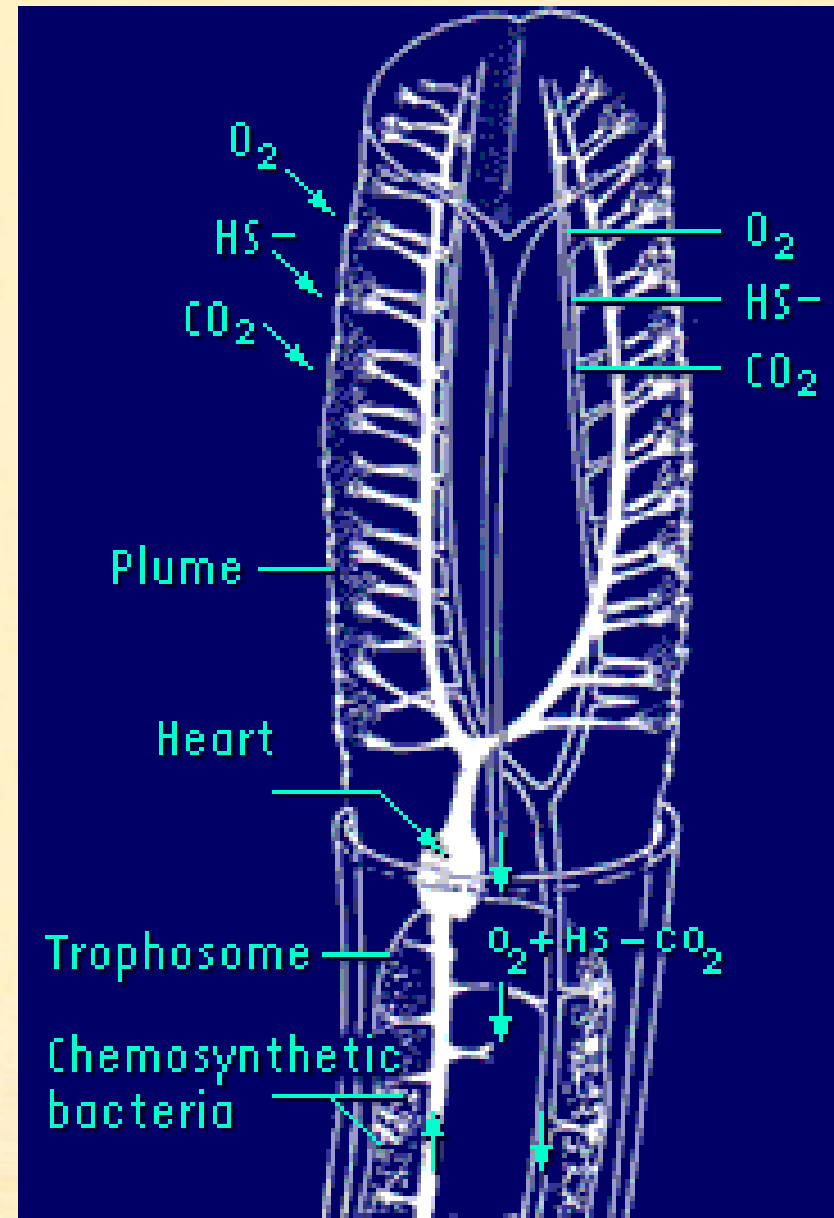


Podmořští termofilové izolovaní z blízkosti hlubinných hydrotermálních vývěrů, kteří využívají síry a vodíku a vlastní uhlíkaté látky vytvářejí z CO_2 .



„Žábry“

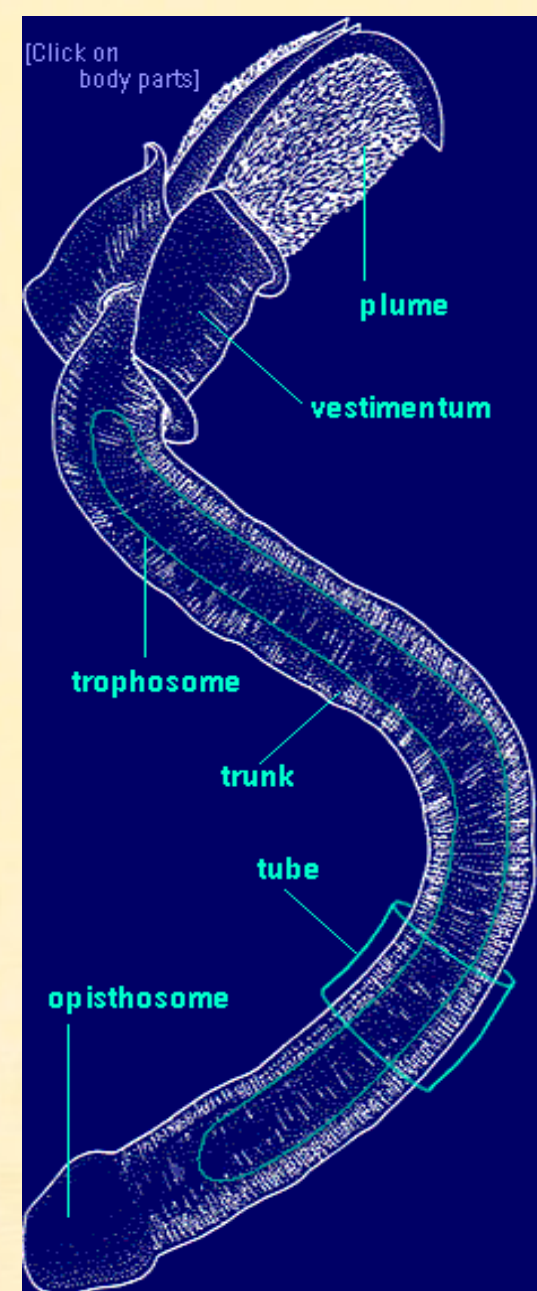
- vnáší kyslík a oxid uhličitý z mořské vody
- vnáší sirovodík
- Má hned dva hemoglobiny – malý a velký. Molekula má jedinečné prostorové uspořádání – je dutá a obsahuje 12 iontů zinku. Ty vážou sirovodík tak, že se tím nenaruší schopnost hemoglobinu vázat kyslík. Malý „sirovodíkový“ hemoglobin pak roznáší sirovodík po těle červa a dopravuje jej k symbiotickým bakteriím.



Vestimentum

Mission Control:

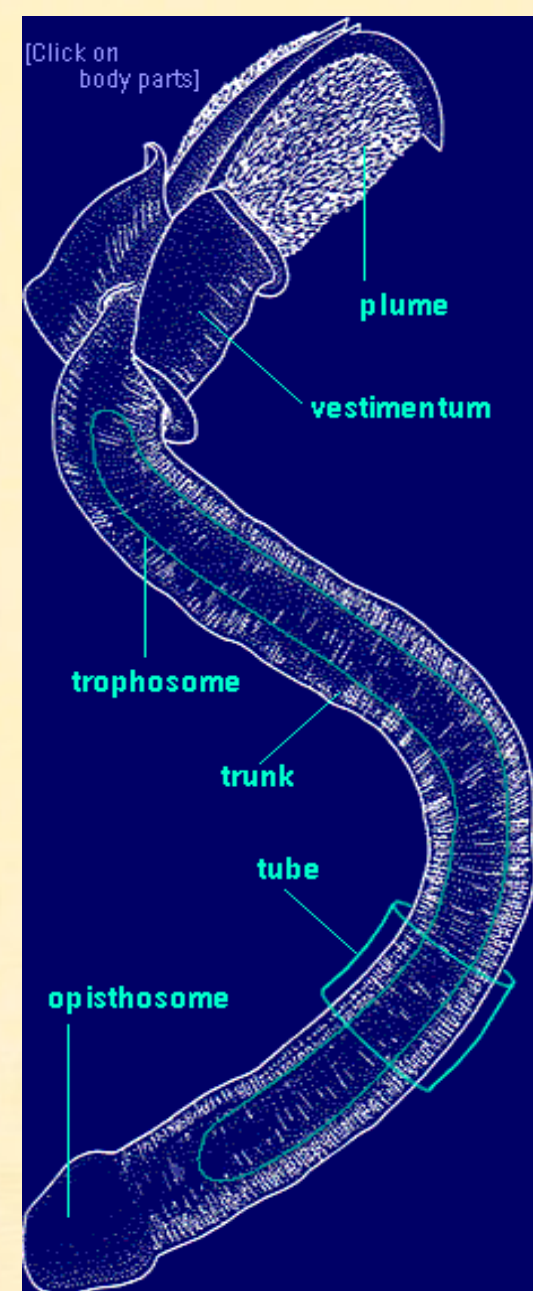
- Muscular - anchors upper portion of worm in tube
- Provides safe passage for blood from plume to trophosome
- Generates new tube material
- Holds the reproductive pores from which the worm releases sperm or eggs during spawning; these combine in the water to make baby tubeworms



Trophosome

This organ of dark green-brown spongy tissue is where the real action takes place:

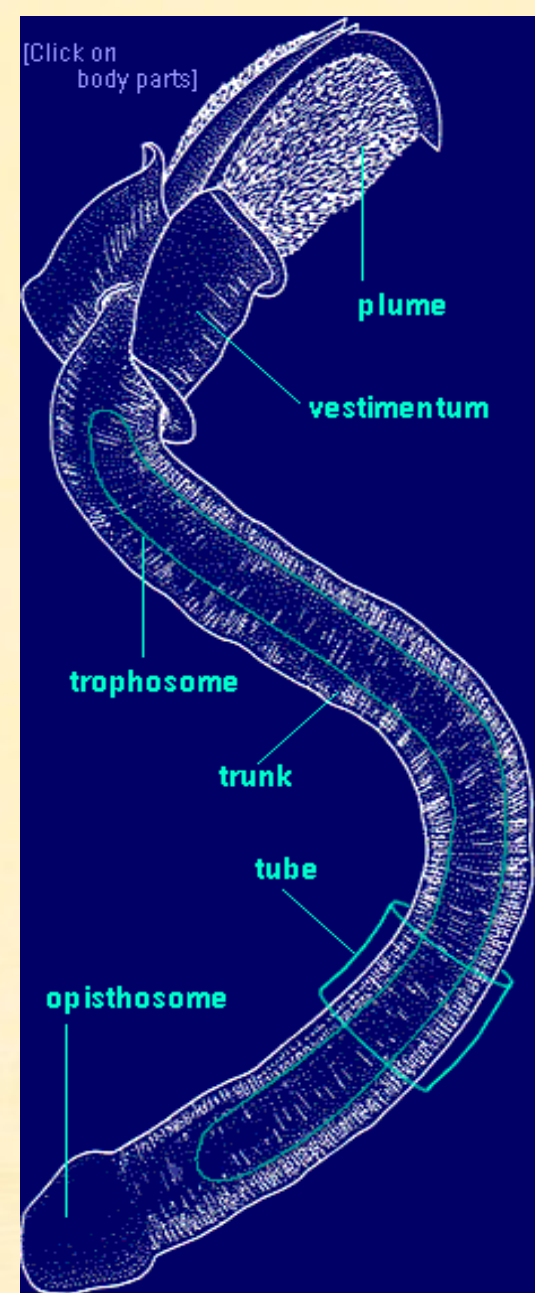
- ~10 billion bacteria (microbes) per gram of tissue live symbiotically in special cells.
- Absorbs the 3 ingredients pumped down from the plume - oxygen, carbon dioxide, and hydrogen sulfide - and controls their reaction.
- Microbes use the chemical energy released from the oxidation of sulfide into sulfate to fix carbon dioxide into the organic carbon that nourishes both the microbes and the worm.

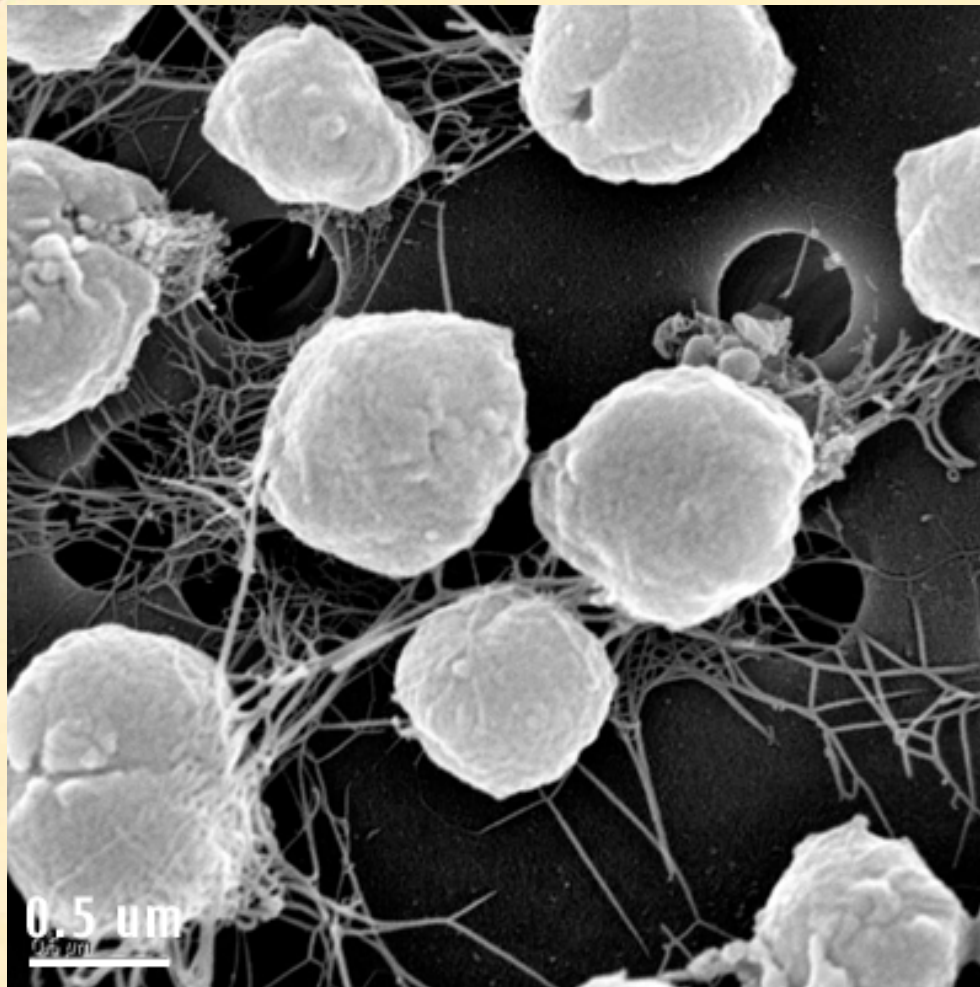


Trunk

Imagine having no anus. Well, tubeworms don't need one because they don't eat solid food.

- They take up the dissolved gases, hydrogen sulfide, oxygen and carbon dioxide across their plume.
- And must excrete the waste product, sulfuric acid across their plume.
- Hydrothermal vent tubeworms can live several decades.
- Sulfide in the worm's bloodstream gives the animal its powerful rotten-egg stench.





Methanococcus jannaschii byl prvním mikrobem z domény *Archaea* u něž došlo k sekvenování genomu, což otevřelo dveře pro srovnání genomů ze tří domén. Mikrobi byl původně získáni ze sedimentu, ze vzorku odebraného z mořského dna z "bílého kuřáku" z komínu (sopouchu) v oblasti východní pacifické propadliny.



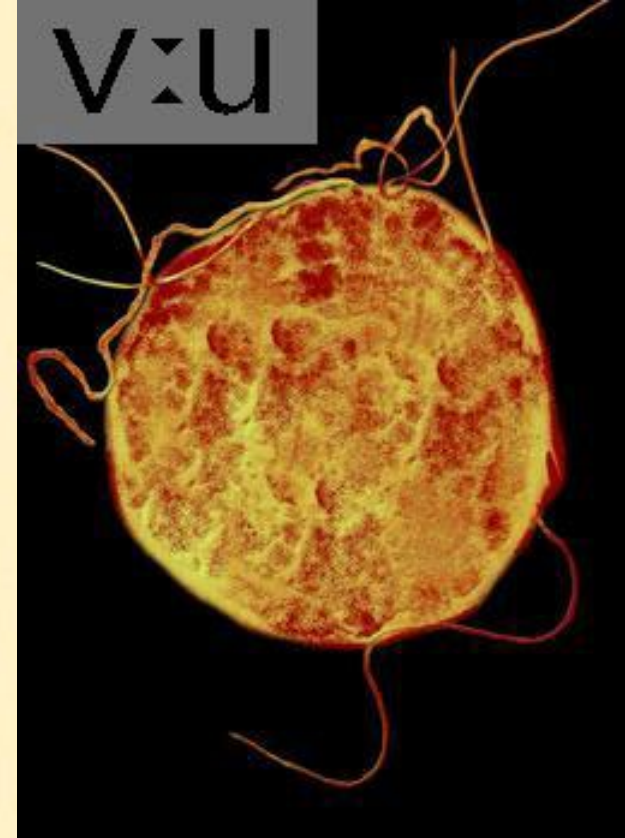
Halobacterium salinarum



Halobakterie v solných nádržích San Franciského zálivu.

Před tím než byla řeka Owens odkloněna akvaduktem přímo do Los Angeles v roce 1913, Owens Lake bylo velké, modré slané jezero o rozloze 100 čtverečních kilometrů, v současnosti





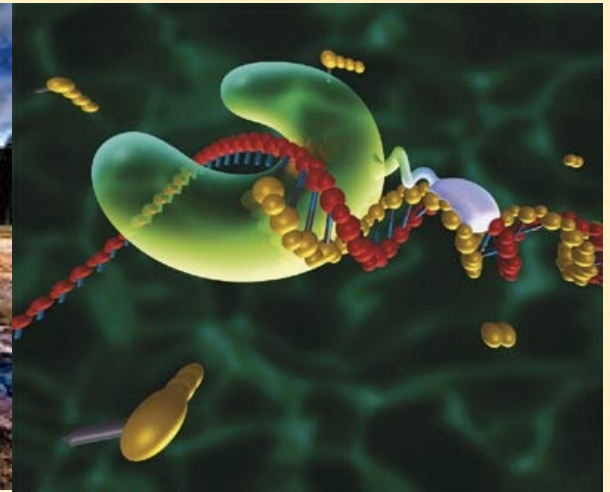
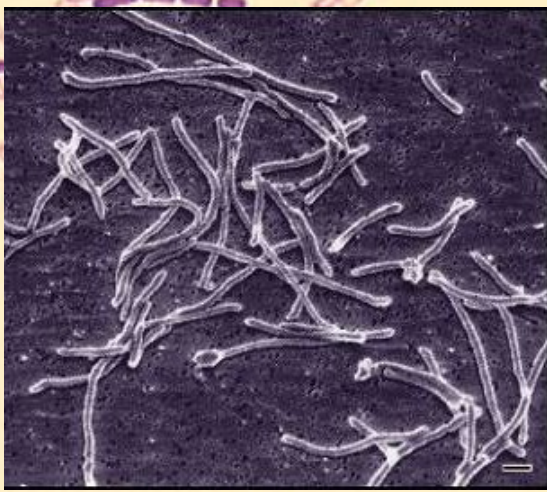
Tito příslušníci domény *Archaea* (*Sulfolobus acidicaldarius*) mají bičíky. Jsou známí jako extremofilové, protože mohou prosperovat v podmínkách při 70 °C a při pH 2,0.



Tyto obrázky ukazují barevné kolonie příslušníků domény *Archaea* rostoucích při teplotách, které by byly fatální pro většinu jiných organismů.



Vroucí horké prameny v Yellowstonském národním parku zabarvené koloniemi termofilních sinic, příslušníků domén *Bacteria* a *Archaea*. Oranžově - zabarvené sinice se obvykle vyskytují ve vodě, která je chladnější než 73°C. Zelené chlorofyly u těchto fotosyntetických cyanobakterií jsou maskovány oranžovými karotenoidními pigmenty.



Podobně jako u jasně červených halobakterií ze solných jezer, karotenoidy chrání citlivé buňky před silným slunečním zářením, a to zejména v letních měsících. Teplejší, světlejší plochy jezírek vulkanického původu obsahují vláknité nefotosyntetizující mikroby z domény *Bacteria*. Např. heterotrofní *Thermus aquaticus* je zde schopen přežít teplotu až 80 stupňů Celsia, tedy teplotu, která je příliš vysoká pro fotosyntetické bakterie. DNA polymeráza, izolovaná z této bakterie (1969), označovaná jako Taq DNA polymeráza se používá v procesu polymerázové řetězové reakce (PCR) při amplifikaci DNA a svým významem v podstatě otevřela bránu molekulární biologie.



TABLE 1.1 Three hundred years of microbiology: Some key papers in microbiology, 1684–1999^a

Year	Investigator(s)	Discovery
1953	James Watson, Francis Crick, Rosalind Franklin	Structure of DNA
1959	Arthur Pardee, Francois Jacob, Jacques Monod	Gene regulation by a repressor protein
1959	Rodney Porter	Immunoglobulin structure
1959	F. Macfarlane Burnet	Clonal selection theory
1960	Francois Jacob, David Perrin, Carmon Sanchez, Jacques Monod	Concept of an operon
1960	Rosalyn Yalow and Solomon Bernson	Development of radioimmunoassay (RIA)
1966	Marshall Nirenberg and H. Gobind Khorana	Discovery of the genetic code
1967	Thomas Brock	Discovery of bacteria growing in boiling hot springs
1969	Howard Temin, David Baltimore, Renato Dulbecco	Discovery of retroviruses/reverse transcriptase
1969	Thomas Brock and Hudson Freeze	Isolation of <i>Thermus aquaticus</i> , source of <i>Taq</i> DNA polymerase
1970	Hamilton Smith	Specificity of action of restriction enzymes
1975	Georg Kohler, Cesar Milstein	Monoclonal antibodies
1976	Susumu Tonegawa	Rearrangement of immunoglobulin genes
1977	Craig Venter, George F. Smith	Cloning of the first Archaea
1977	Fred Sanger, Steven Niklen, Alan Coulson	Methods for sequencing DNA
1981	Stanley Prusiner	Characterization of prions
1982	Karl Stetter	Isolation of first prokaryote with temperature optimum > 100°C
1983	Luc Montagnier	Discovery of HIV, the cause of AIDS
1988	Kary Mullis	Discovery of the polymerase chain reaction (PCR)
1995	Craig Venter and Hamilton Smith	Complete sequence of a bacterial genome
1999	The Institute for Genomic Research (TIGR), and others	Over 100 microbial genomes sequenced or in progress

1969 Thomas Brock; Hudson Freeze - Isolation of *Thermus aquaticus*, source of *Taq* DNA polymerase

^a Major reference sources here include Brock, T. D. (1961), *Milestones in Microbiology*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ; Brock, T. D. (1990). *The Emergence of Bacterial Genetics*, Cold Spring Harbor Press, Cold Spring Harbor, NY. Year refers to the year in which the discovery was published.

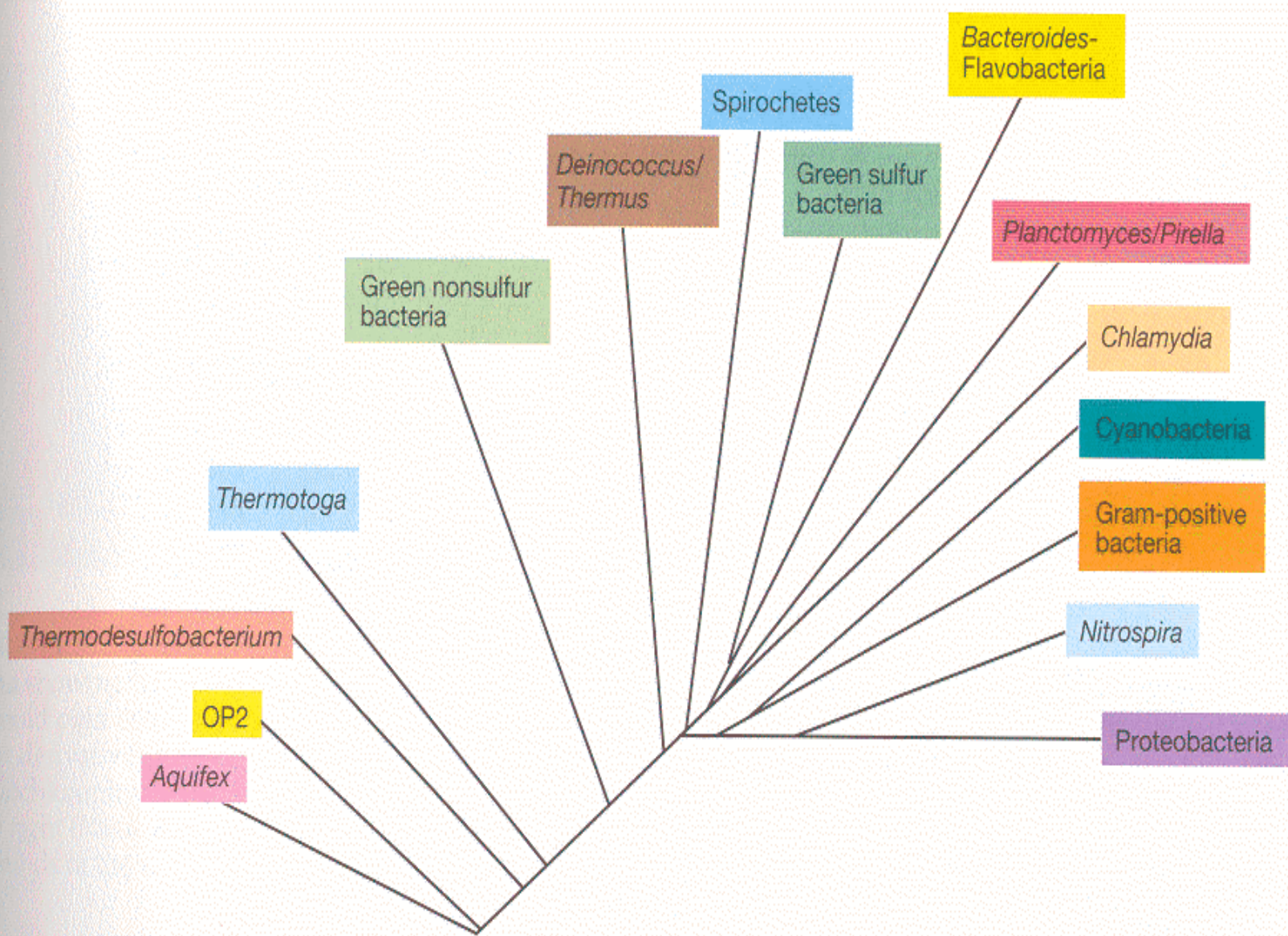


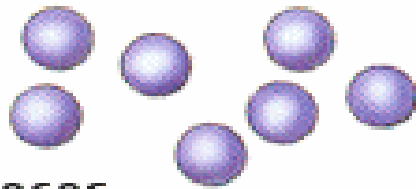
FIGURE 13.1 Detailed phylogenetic tree of the major lineages (kingdoms) of Bacteria based on 16S ribosomal RNA sequence comparisons. The relative positions of branches on this detailed tree differ slightly (for statistical reasons) from those shown in the universal tree (🔗 Figure 12.13), but the branch lengths on the tree remain proportional to the corrected evolutionary distances calculated between any two groups. OP2 is an environmental sequence (🔗 Section 12.6) not yet represented by a cultured bacterium.



- Doména ***Bacteria*** – buněčná stěna je složena z kyseliny muramové a D-aminokyselin. Některé nemají buněčnou stěnu, podle obsahu fotosyntetických barviv se dělí na dvě skupiny – sinice a bakterie
- **Sinice** – ***Cyanobacteria*** autotrofní prokaryotické organismy, obsahující v buňkách chlorofyl (bakteriochlorofyl) a akcesorická barviva fykoerytrin a fykocyanin
- **Bakterie** – prokaryota, živící se autotrofně (fotolitotrofně a chemolitotrofně) a heterotrofně (fotoorganotrofovně – využívají jako zdroj uhlíku organickou látku a chemoorganotrofně)
- Bakterie jsou jedinou skupinou organismů, u které se setkáváme se všemi hlavními typy získávání energie a zdroji uhlíkaté výživy. Největší skupinou jsou ale chemoheterotrofové.

Velikost a tvar bakterií

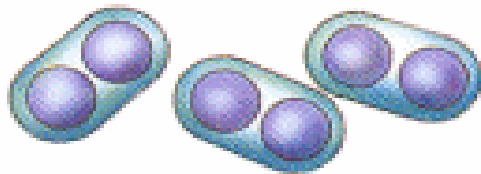
- **Kulovité formy (koky)** mají průměr 0,5 – 2 μm
- **Tyčinkovité formy** bývají široké 0,2 – 1,0 μm , často i více.
- *Beggiatoa gigantea* může být dlouhá několik cm a průměrná šířka jejího vlákna bývá 35 – 40 μm
- *Dialister pneumosintes* jako zástupce nejmenších bakterií je dlouhý jen 0,15 – 0,30 μm a široký jen asi 0,10 μm , což mu umožňuje procházet přes bakteriologické filtry
- V přirozených podmínkách mají bakterie obecně menší rozměr než při kultivaci
- Dceřiné buňky mohou po dělení vytvářet taxonomicky významné základní tvary:
- **Mikrokoky** – buď úplně oddělené nebo se seskupují do nepravidelných shluků – *Micrococcus roseus*
- **Diplokoky** – buňky jsou ve dvojicích, dělení probíhá v jedné rovině – *Diplococcus pneumoniae*



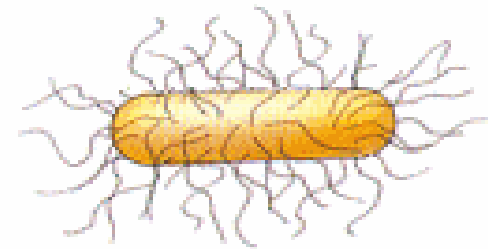
COCOS



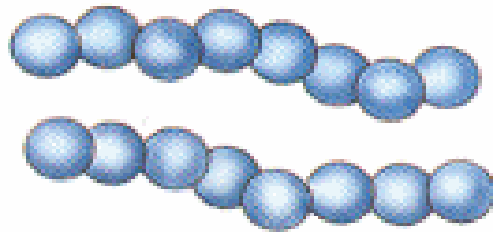
esporos bacterianos



diplococos



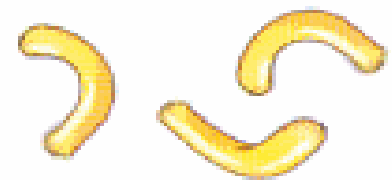
bactéria flagelada



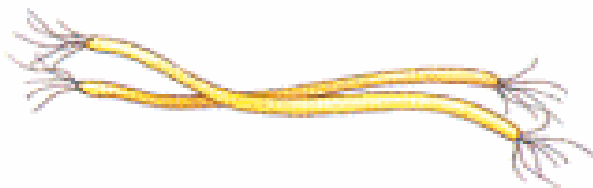
estreptococos



estafilococos



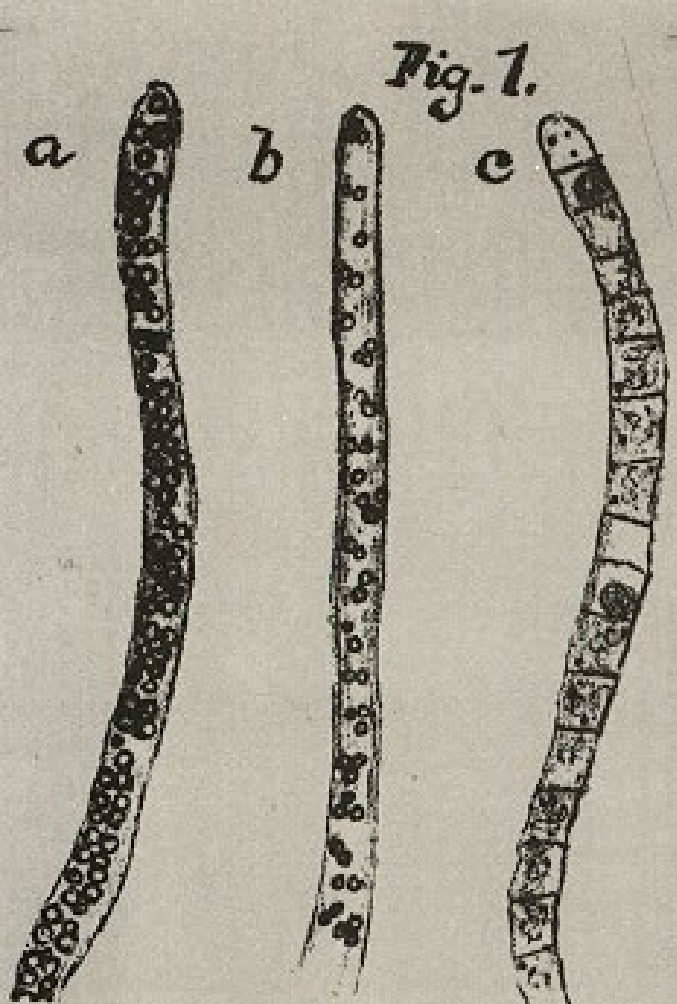
vibriões



espirilos



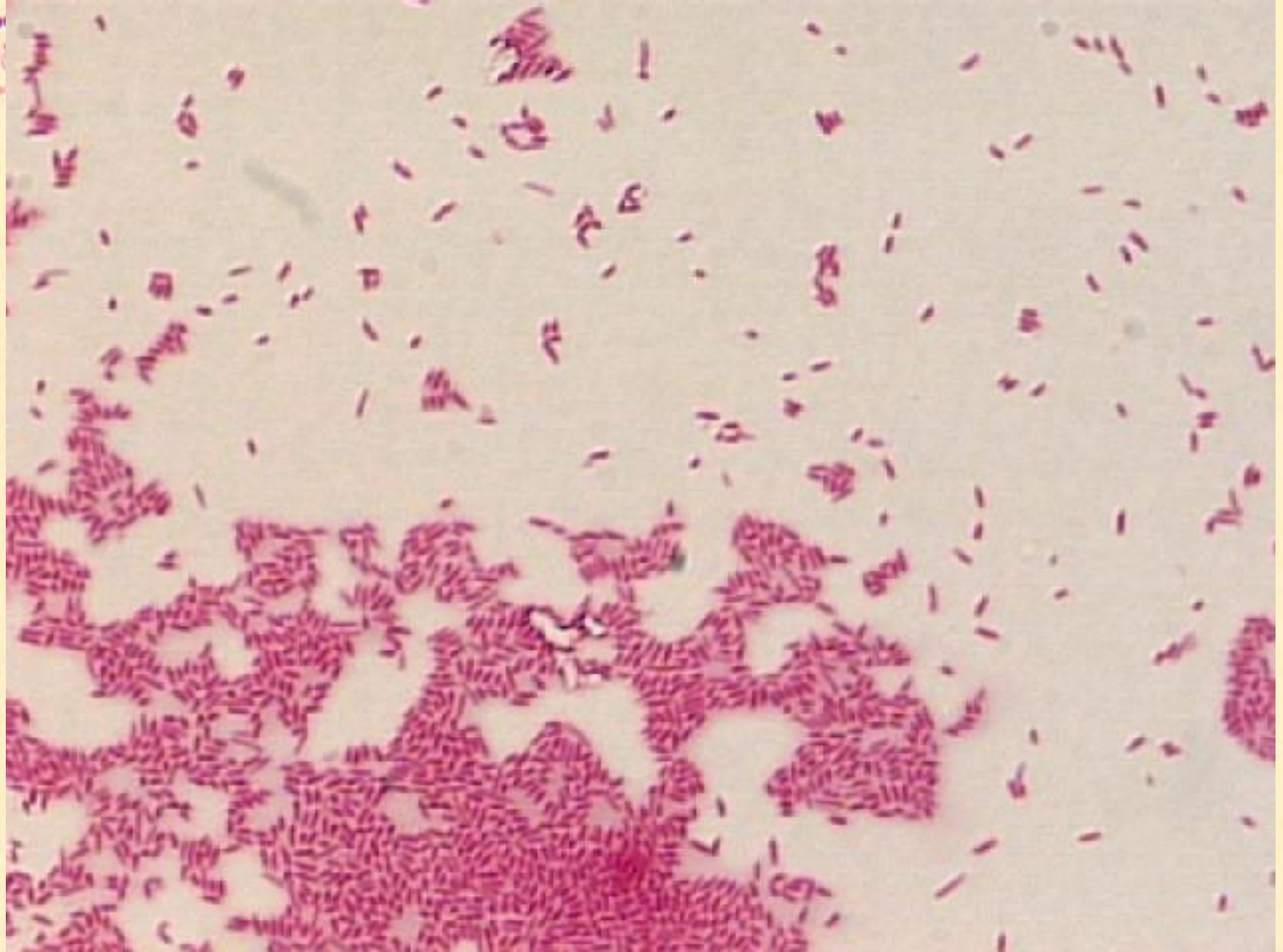
bacilos



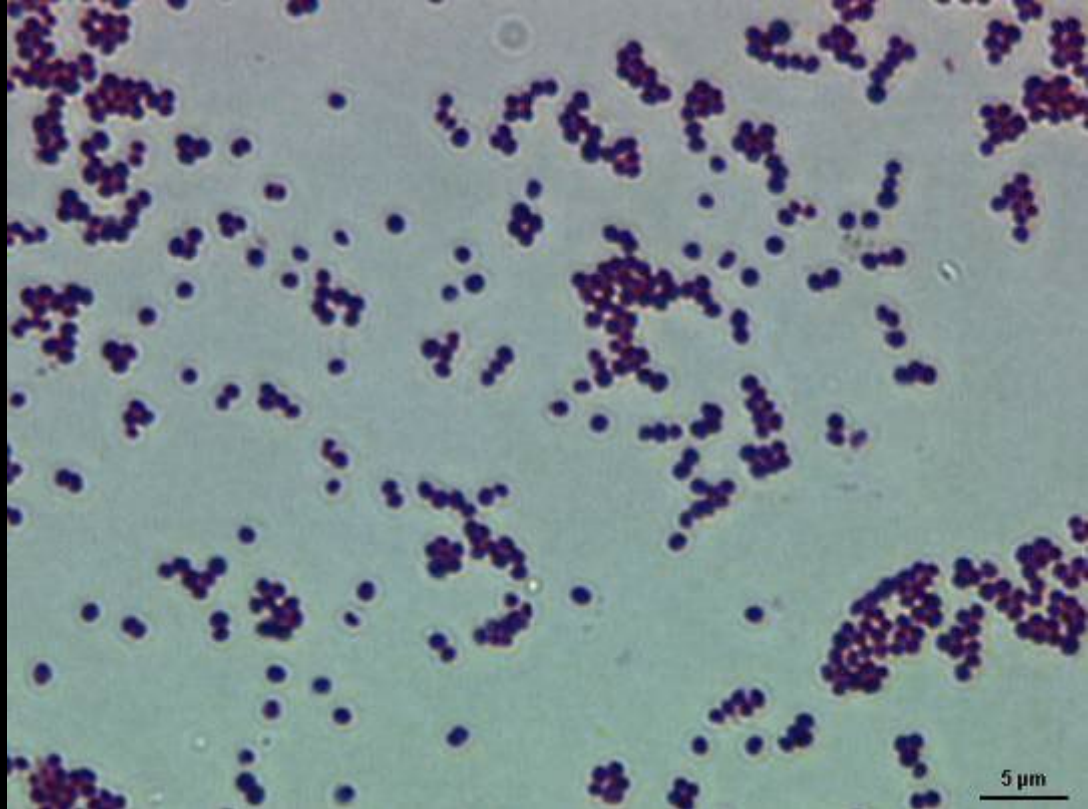
Původní kresba druhu
Beggiatoa od Sergeje
Winogradského
ilustrující inkluze síry
(1887)



Kolonie druhu *Beggiatoa* s
charakteristickými inkluzemi síry
(zřetelné jako tmavší body)



Dialister pneumosintes



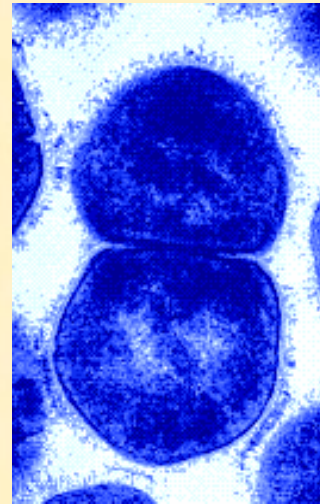
Plotnová kultura chromogenní bakterie *Micrococcus roseus*
Zřetelný je růžový, ve vodě nerozpustný pigment.

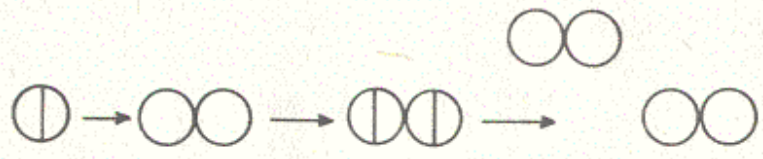
Tento mikroorganismus byl původně, v roce 1926, pojmenován jako *Diplococcus pneumoniae*, vzhledem ke svému charakteristickému vzhledu ve sputu obarveném Gramovým barvením.

V roce 1974 byl přejmenován na *Streptococcus pneumoniae*, neboť v kapalných médiích narůstal do podoby pospojovaných řetízků.

Vzhledem k jeho roli při vzniku pneumonie byl dlouho neformálně známý jako *pneumococcus*.

Streptococcus pneumoniae, nebo *pneumococcus*, byl poprvé izolován Louis Pasteurem v roce 1881 ze slin pacienta se vzteklinou.

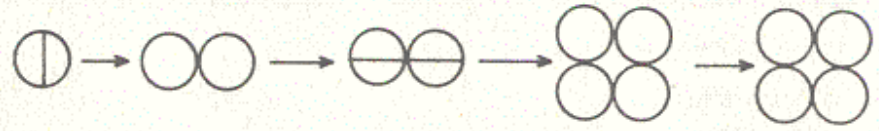




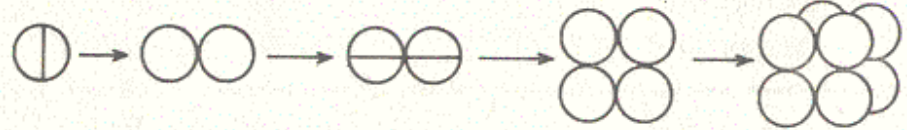
DIPLOKOKY



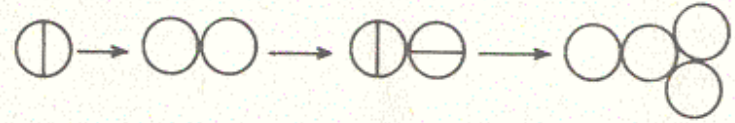
STREPTOKOKY



TETRAKOKY



SARCÍNY



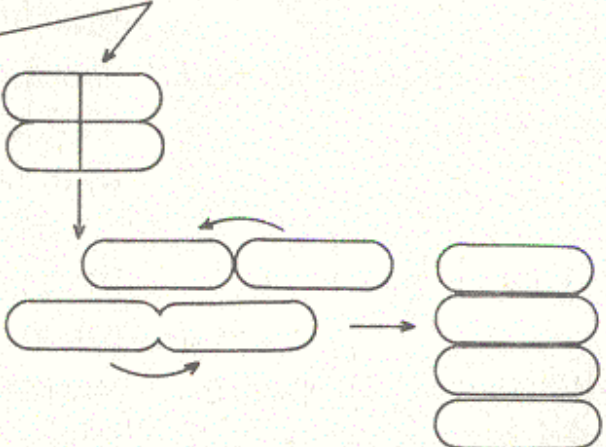
STAFYLOKOKY



DIPLOBACILY



STREPTOBACILY



PALISÁDOVÉ
USPORIADANIE

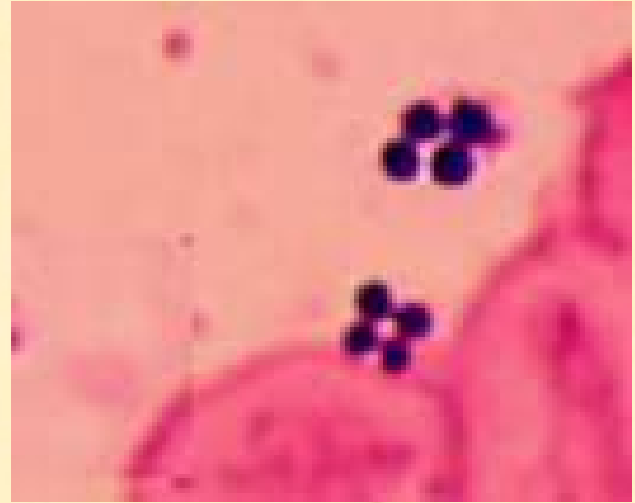
4. Vznik niektorých základných tvarov delením materskej bakteriálnej bunky (upravené podľa ROSYPALA a kol. 1981)

Velikost a tvar bakterií

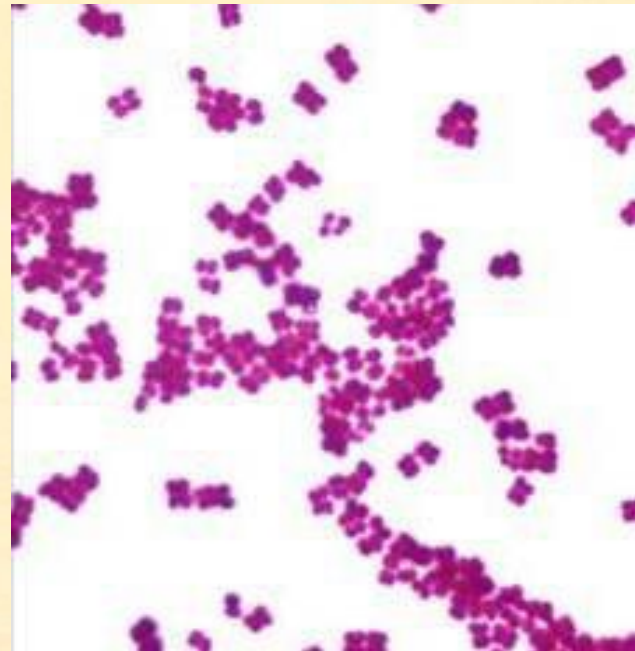
- **Tetrakoky** - buňky tvoří čtveřice, které vznikají dělením ve dvou na sebe kolmých rovinách – *Micrococcus tetragenes*
- **Sarciny** – koky jsou uspořádány do podoby kostek, vznikajících při dělení mateřské buňky ve třech navzájem kolmých rovinách, v kostce zůstává 8, zřídka 16 koků (*Sarcina lutea*)
- **Streptokoky** – koky jsou uspořádány řetízkovitě po dělení v jedné rovině – spojeny jsou jemným tmelovým můstkem (*Streptococcus lactis*)
- **Stafylokoky** – koky jsou uspořádány ve shlucích po nepravidelném dělení (*Staphylococcus aureus*)
- Dalším základním tvarem bakterií je tvar tyčinkovitý. Tento tvar podmiňuje více variací než tvar kulovitý. Základní tvar tvoří jednoduchá tyčinka – *Bacillus* – tento název se používá pro sporulující tyčinky, zatímco nesporeující - *Bacterium*



Micrococcus tetragenus



Sarcina lutea





Streptococcus thermophilus

Výskyt a význam: výskyt - intestinální trakt člověka a zvířat, lidské sliny, tepelně ošetřené mléko; použití - fermentované mléčné výrobky (- společně s *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* vytváří jogurtovou kulturu, součást směsných



Prospěšné bakterie

Bifidobacterie jsou prospěšné pro gastro-intestinální trakt. Také se nazývají *probiotické bakterie*.



Streptococcus lactis a další bakterie mléčného kvašení se používají k výrobě sýrů. Podílí se na dozrávání sýrů a poskytují jim charakteristickou chuť



Streptococcus thermophilus je jednou z nejvýznamnějších bakterií podílejících se na tvorbě jogurtů.

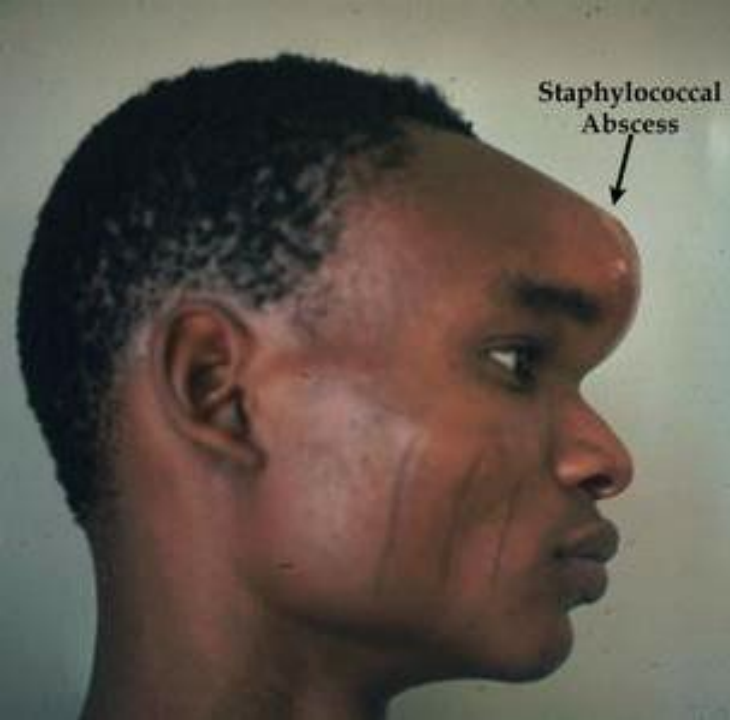
Potravní patogeni

Campylobacter jejuni je jednou z nejvýznamnějších příčin průjmu u člověka.

Salmonella infikující maso je producentem jedovatých látek.

Listeria monocytogenes je psychrotrofní potravní patogen, který je schopen žít dokonce i v chlazených potravinách.





Staphylococcus aureus

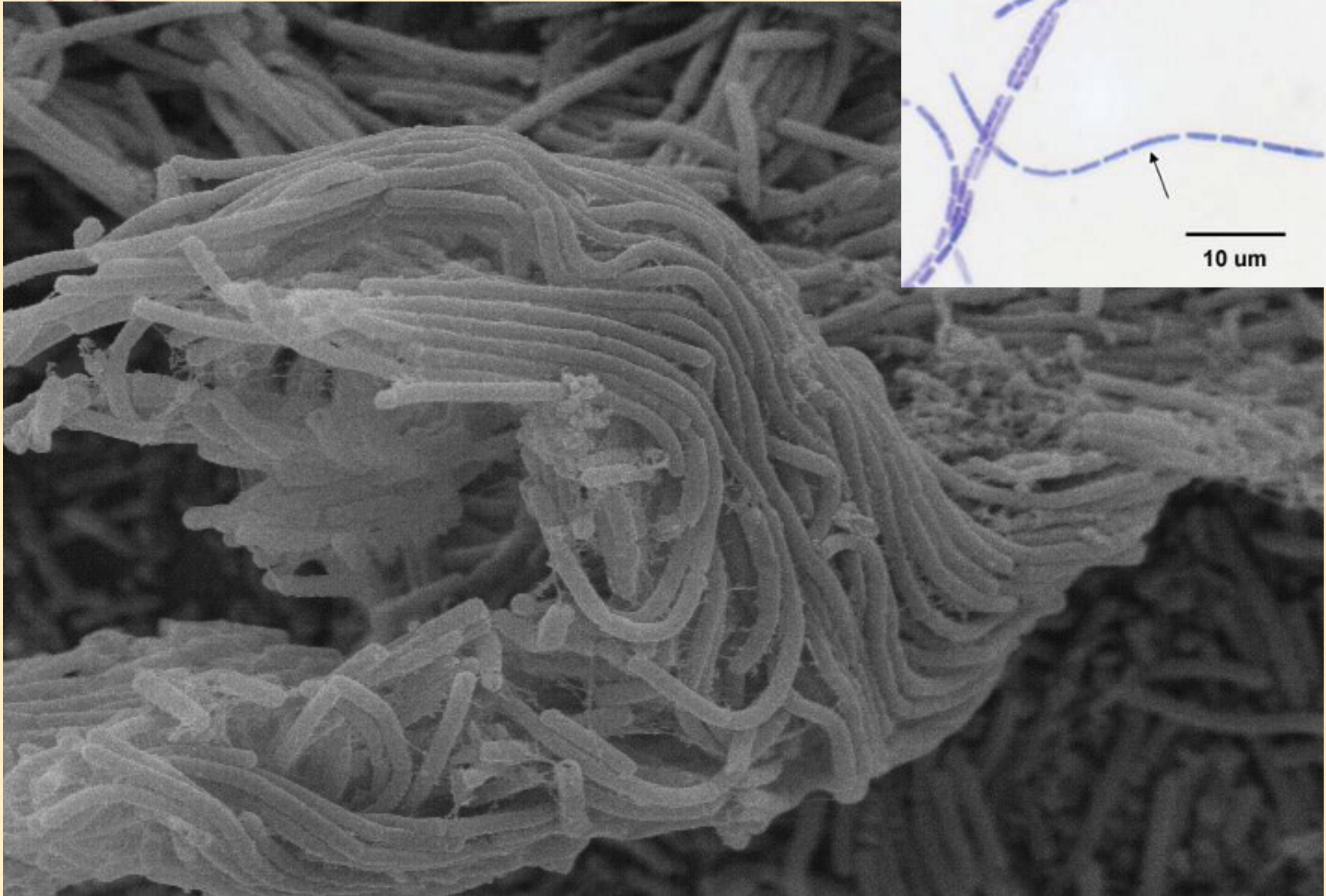
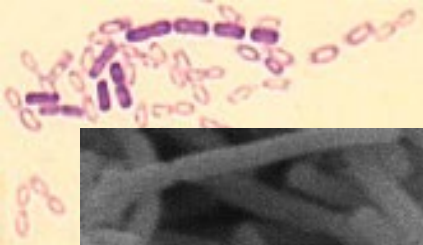
Výskyt a význam: nosí přepážka a kůže
teplokrevných živočichů

Poznámka: potenciálně patogenní druh,
vyvolávající široké spektrum onemocnění a
intoxikací (abscesy, meningitidy, furunkulózy,
osteomyelitidy atd.)

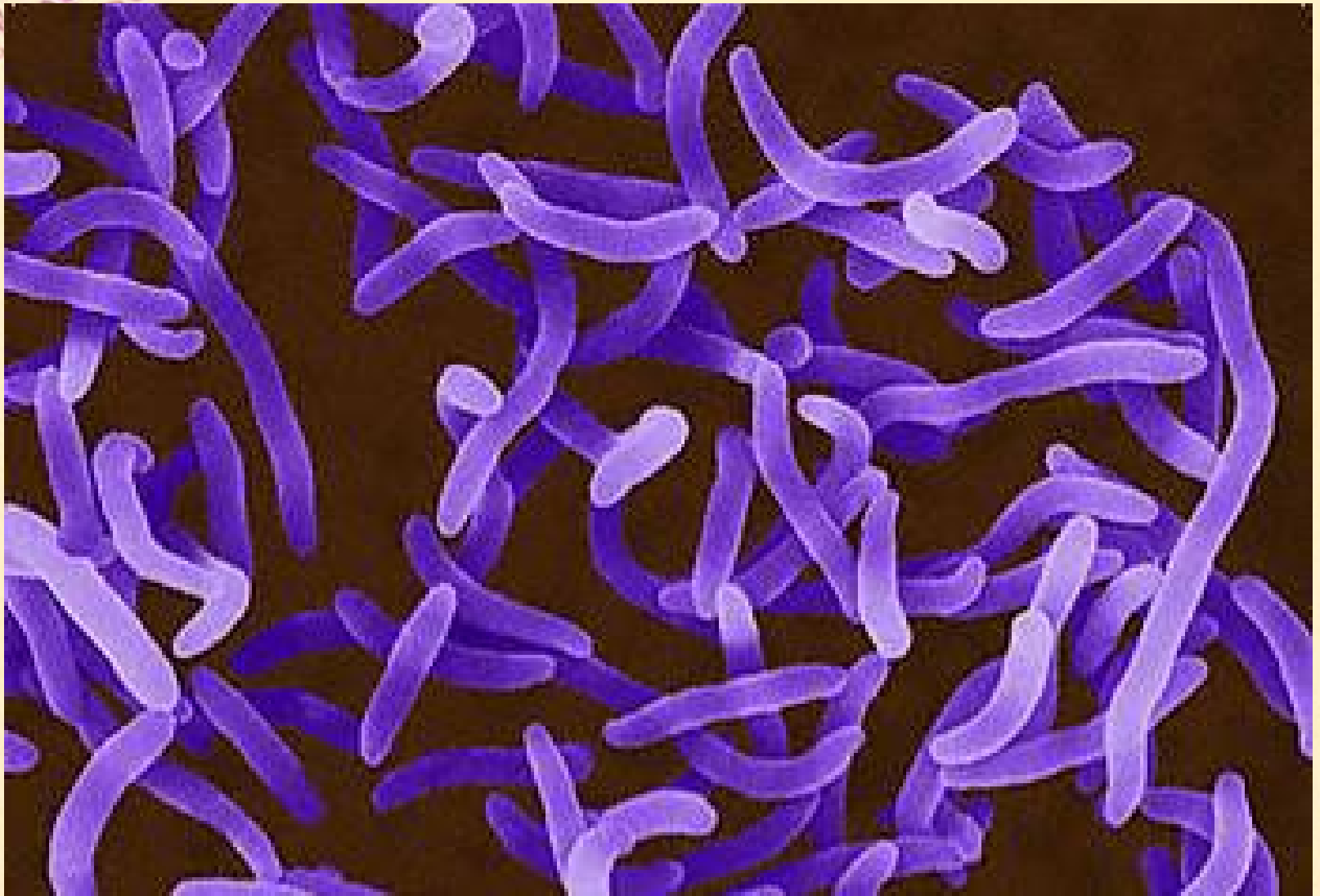
Velikost a tvar bakterií

- *Diplobacillus* - buňky po dělení vytváří dvojici
- *Streptobacillus* – tyčinkovité buňky vytvářejí po dělení řetízky
- Po dělení mohou některé svírat ostrý úhel (korynebakterie), nebo mohou být paralelně palisádovitě uspořádané
- Rohlíčkovitě zahnuté – *Vibrio*
- Slabě zvlněné tyčinky ve tvaru písmene S – **spirily**
- Dlouhé, tenké tyčinky s několika závity – **spirochéty**
- Na jednom konci kyjovitě ztloustlé – **korynebakterie**
- Vznikající endospora může způsobit charakteristické druhotné tloustnutí – na konci tyčinky (**plektridiový** typ), nebo uprostřed tyčinky (**klostridiový** typ)
- **Mykobakterie** mají znaky rozvětvení
- Krátké tyčinky, přibližující se tvarem kokům – **kokobacily**
- Zvláštní skupinou jsou **vláknité bakterie** – *Leptotrichia* (vlákna hladká a pravidelná) a **aktinomycety** (vlákna zrnitě granulovaná a nepravidelná, paprskovitě se rozbíhající)

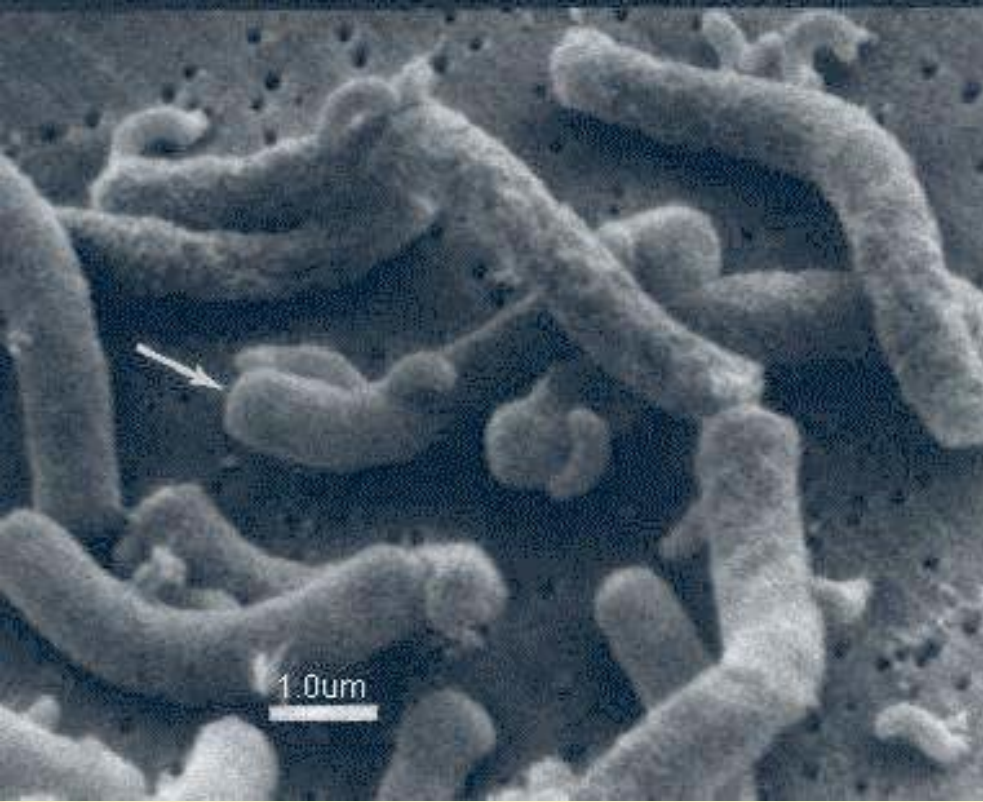
Streptobacillus



Note bacilli in chains.



Vibrio cholerae - Gram-negativní, fakultativně anaerobní, prohnutá, tyčinkovitá bakterie; zapříčiňuje Asijskou choleru.



Bdellovibrio bacteriovorus
atakující *Spirillum serpens*
(šipka).

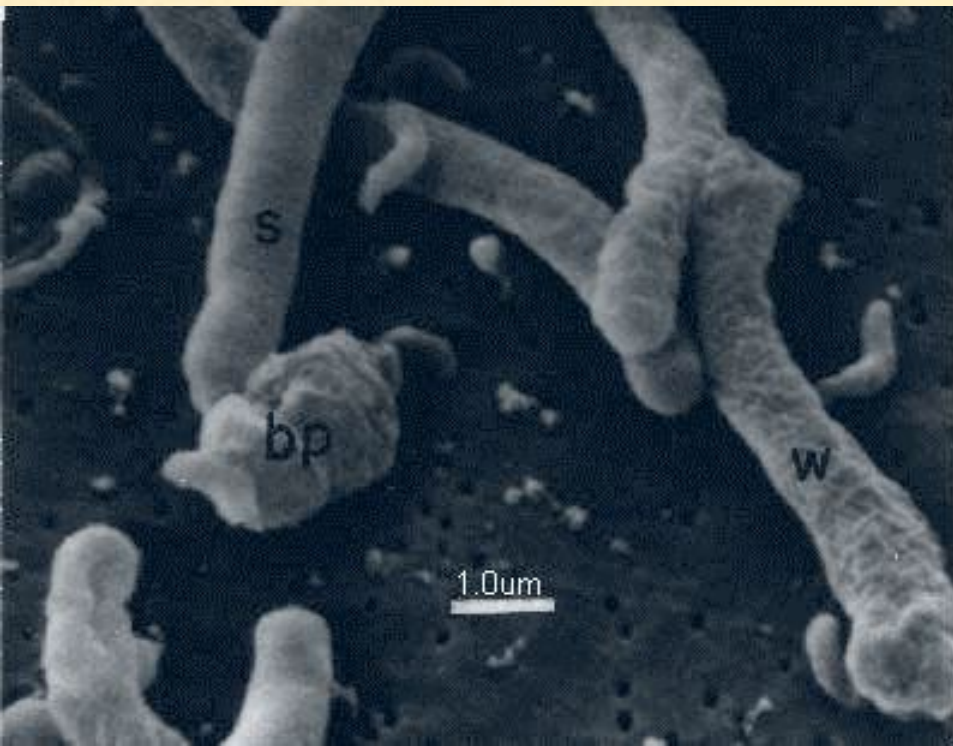
Bdellovibrio - nejmenší žijící
lovec na světě *Bdellovibrio*,
jehož jméno pochází z
latinského *bdella* znamenající
rozpouštění a *vibrio*, název pro
zahnuté bakterie, je malé (0.2-
0.5 μm x 0.5-1.4 μm)

Bdellovibrio má dvojfázový životní cyklus – nerostoucí pohyblivou
predační fázi a nepohyblivou vnitrobuněčnou reprodukční fázi. Ve své
predační fázi jsou buňky velmi pohyblivé chemotaxí. **Chemotaxe** je
ovlivňována signálními látkami, vylučovanými buňkami kořisti.

Bdellovibrio se pohybuje prostřednictvím jednoduchého bičíku a je schopná
se pohybovat stěží uvěřitelnou rychlostí 100 buněčných délek za sekundu.
Toto dovoluje překonat vzdálenost 1m buňkou o délce 1 μm oním
popsaným pohybem za 2 hod!

Ekologie a Evoluce

Bylo zjištěno, že *Bdellovibria* vyžadují $\sim 1.5 \times 10^5 - 10^6$ buněk kořisti /1ml k vlastnímu přežití. I když se nacházejí v mnoha různých prostředích, je zřejmé, že v nich nemohou být rovnoměrně rozloženy. Např. odpadní vody mají odpovídající četnost buněk kořisti dostatečně vysokou pro zachování populace *Bdellovibria*". Nedávno se také zjistilo, že *Bdellovibrio* rychle kolonizuje prostředí a houževnatě se drží na površích ve vodním prostředí, a může hrát **důležitou roli v dynamice populací biofilmů**.



Někteří výzkumníci snažili využít populace mikrobů *Bdellovibria* v interakcích s potravními patogenů. Experimenty prokázaly, že dávka 5:1 (*Bdellovibria* ku kořisti) snížila populaci *E. coli* o 90% za hodinu. Jeho účinnost pro zabíjení enterobakterií na různých površích je stále předmětem zkoumání.

Bdellovibrio bacteriovorus
(bdelloplast je označen jako "bp")

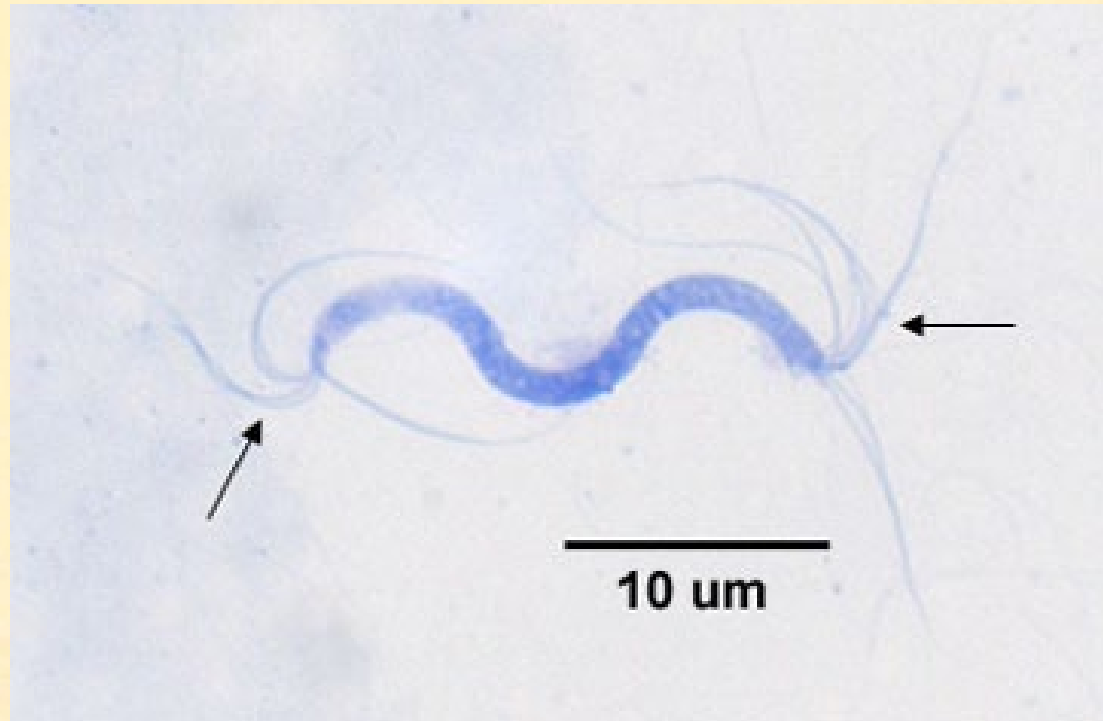


Životní cyklus *Bdellovibrio bacteriovorus*

- Phase 1:** Bdellovibrio schwimmt mit hoher Geschwindigkeit herum. Es findet keine gezielte Suche nach einem Opfer statt, sondern es muss zufällig zu einer Kollision kommen.
- Phase 2:** Zufällige Kollision mit einem anderen Bakterium.
- Phase 3:** Durch Enzyme wird ein Loch in die Zellwand des Opfers geätzt, Bdellovirio dringt in den periplasmatischen Bereich der Beute ein. Die Geißel wird abgeworfen.
- Phase 4:** Jetzt befindet sich Bdellovibrio im periplasmatischen Raum und beginnt mit der Synthese von DNA und anderen Polymeren für den eigenen Bedarf.
- Phase 5:** Bildung des Bdelloblasten.
- Phase 6:** Bdellovibrio ist zu einem langen Faden harangewachsen und teilt sich quer in mehrere Nachkommen auf.
- Phase 7:** Bildung der neuen Geißel.
- Phase 8:** Auflösung der Zellwand der Beute und dadurch Freisetzung der Nachkommen.



Spirillum - lofotrichální skupina
bakterií a to díky polárnímu
uspořádání bičíků

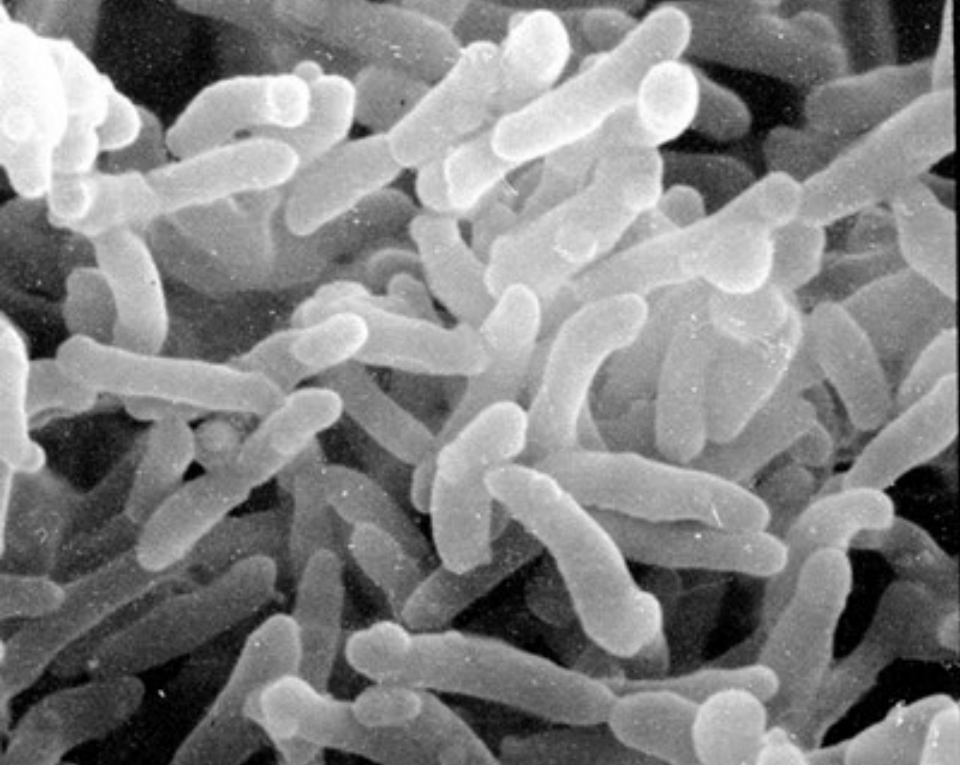




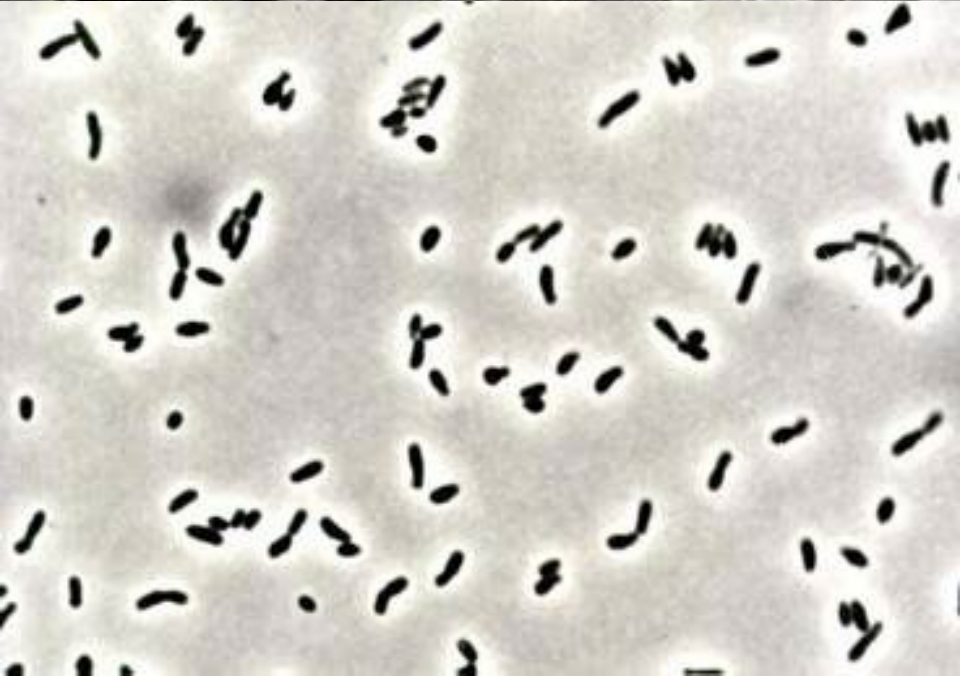
Mezi nejznámější spirochety patří původce syfilidy, *Treponema pallidum*. Nicméně většina zástupců této skupiny jsou naprosto neškodní, jako např. symbionti u prvoků

Volně žijící spirochety ze střev termitů. Jsou to velmi štíhlé, dlouhé buňky, vývrtkovité. Vlnivý pohyb jim umožňují bičíky.





Korynebakterie jsou malé, většinou nepohyblivé, Gram-pozitivní, nesporulující pleomorfní (mnohotvaré) bacily. Vzhledem k jejich typu dělení se buňky nachází často ve skupinách připomínajících čínská písmena.



Všimněte si formací "čínských písmen" utvářených dceřinými skupinami těchto bakterií *Corynebacterium glutamicum* po jejich dělení.



Záškrt (též difterie, či mázdřivka) je bakteriální infekční onemocnění člověka, vyvolané bakterií *Corynebacterium diphtheriae*, která svým toxinem způsobuje těžkou angínu.

Záškrt vyvolává mikrob *Corynebacterium diphtheriae*, zdrojem nákazy je nemocný člověk, rekonvalescent nebo bacilonosič toxického kmene. Nemoc se přenáší přímo vzdušnou cestou, méně nepřímo kontaminovanými předměty. Vstupní branou jsou nejčastěji mandle, vzácně sliznice nosní, sliznice hrtanu, spojivky, kůže. Inkubační doba trvá 2–5 dnů a podle místa, kde se zánětlivý proces rozvíjí, může vzniknout záškrt mandlí (diphtheria tonsillarum), nosní (diphtheria nasi), hrtanu (diphtheria laryngis).

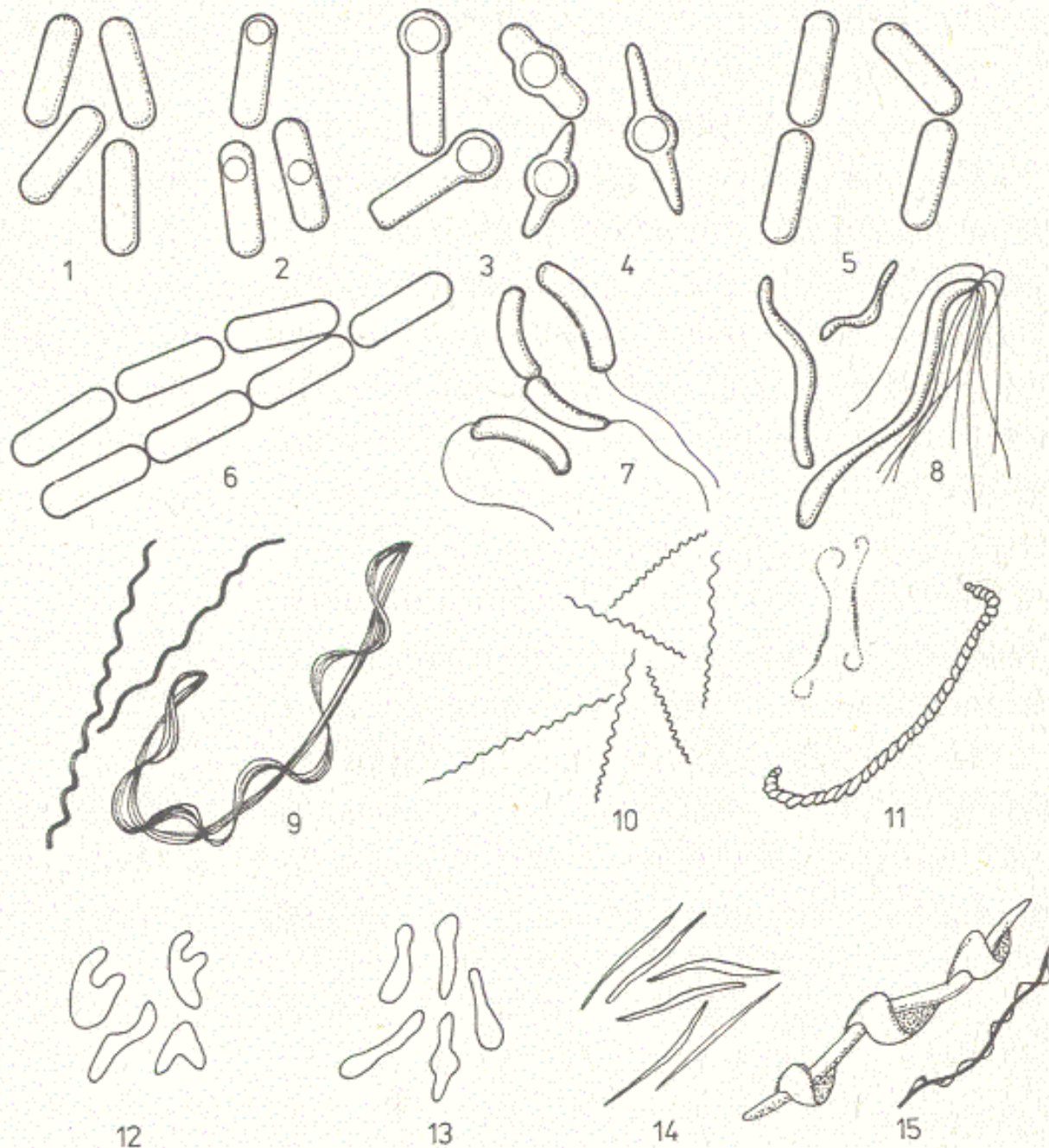
Pseudomembrána na zadní straně krku dítěte.

Nemoc začíná jako každá angína zvýšením teploty, bolestmi v krku, nechutenstvím, malátností. Mandle jsou zduřelé, zarudlé a tvoří se na nich žlutobílé pablány. Současně zduřují i podčelistní mízní uzliny jako u jiných angín. Záškrt mandlí je možno dobře léčebně zvládnout, zanedbá-li se však a neléčí-li se, změní se v těžký zhoubný záškrt (diphtheria maligna). Povlaky se rozšíří po celých mandlích a začnou přerůstat do okolí na sliznici měkkého patra, oblouků patrových, čípku. Jakmile povlaky přerostou z mandlí do okolí, zhorší se stav nemocného. Teplota se zvýší na 39–40 °C, nemocný je těžce schvácený, dýchá otevřenými ústy, podčelistní uzliny se zvětšují do velikosti ořechu a vzniká kolem nich otok podožního vaziva. Krk zduřuje a má stejný obvod jako hlava. Otok krku označujeme jako caesarský krk (collum caesari).

Pseudomembrána může růst a rozšířit se dál po sliznicích krku a hrozit udušením dítěte.

5. Ďalšie tvary a usporiadanie bakteriálnych buniek

1 — nesporulujúce paličky (*Bacterium*), 2 — sporulujúce paličky (*Bacillus*), 3 — sporulujúce paličky (*Plectridium*), 4 — sporulujúce paličky (*Clostridium*), 5 — diplobaktérie, 6 — streptobaktérie, 7 — vibriá, 8 — spirily, 9 — spirochéty, 10 — treponémy, 11 — leptospíry, 12 — mykobaktérie, 13 — korynebaktérie, 14 — fuziformné baktérie, 15 — kristispíry





Kontrolní otázky

1. **Trojdoménový strom života**
2. Rozdíly mezi klasickým a molekulárně biologickým pohledem na třídění organismů
3. Mikroorganismy a vývoj planety
4. **Obecná charakteristiky prokaryot**
5. **Doména *Archaea***
6. Život v okolí hydrotermálních vývěrů
7. *Thermus aquaticus*
8. **Doména *Bacteria***
9. **Velikost a tvar bakterií**
10. *Staphylococcus aureus*
11. *Bdellovibrio bacteriovorus*
12. *Corynebacterium diphtheriae*