

# Bakterie

Základy biologie 2012

# Definice bakterií

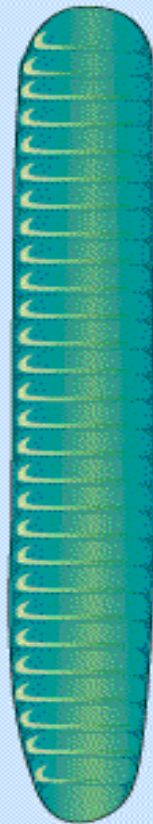
- **Bakterie jsou prokaryontní jednobuněčné organismy, které se rozmnožují příčným dělením.**
- K systematickému rozlišování se využívá jejich morfologických znaků a vlastností, jako je jejich :
  - **tvárová rozličnost,**
  - **uspořádání struktur,**
  - **barvitelnost,**
  - **pohyblivost,**
  - **biochemické a fyzikální vlastnosti,**
  - **kultivační náročnost.**

# Velikost bakterií

- Šířka: od 0,2 do 2  $\mu\text{m}$  a délka: od 1 do 10  $\mu\text{m}$  – 10x
- Vzhledem ke své rozmanitosti jsou i bakterie dlouhé až 250  $\mu\text{m}$  (spirochéty) nebo krátké pouze 0,15  $\mu\text{m}$  (mykoplazmata).
- Velikost bakterií je velmi variabilní i u jedinců ze stejné kultury.
- Bakterie jsou 10x menší než eukaryotické buňky.

# Velikosti bakteríí

*Oscillatoria* (a cyanobacterium)  
8 x 50  $\mu\text{m}$



*Bacillus megaterium*  
1.5 x 4  $\mu\text{m}$



*Escherichia coli*  
1 x 3  $\mu\text{m}$



*Streptococcus pneumoniae*  
0.8  $\mu\text{m}$  diameter

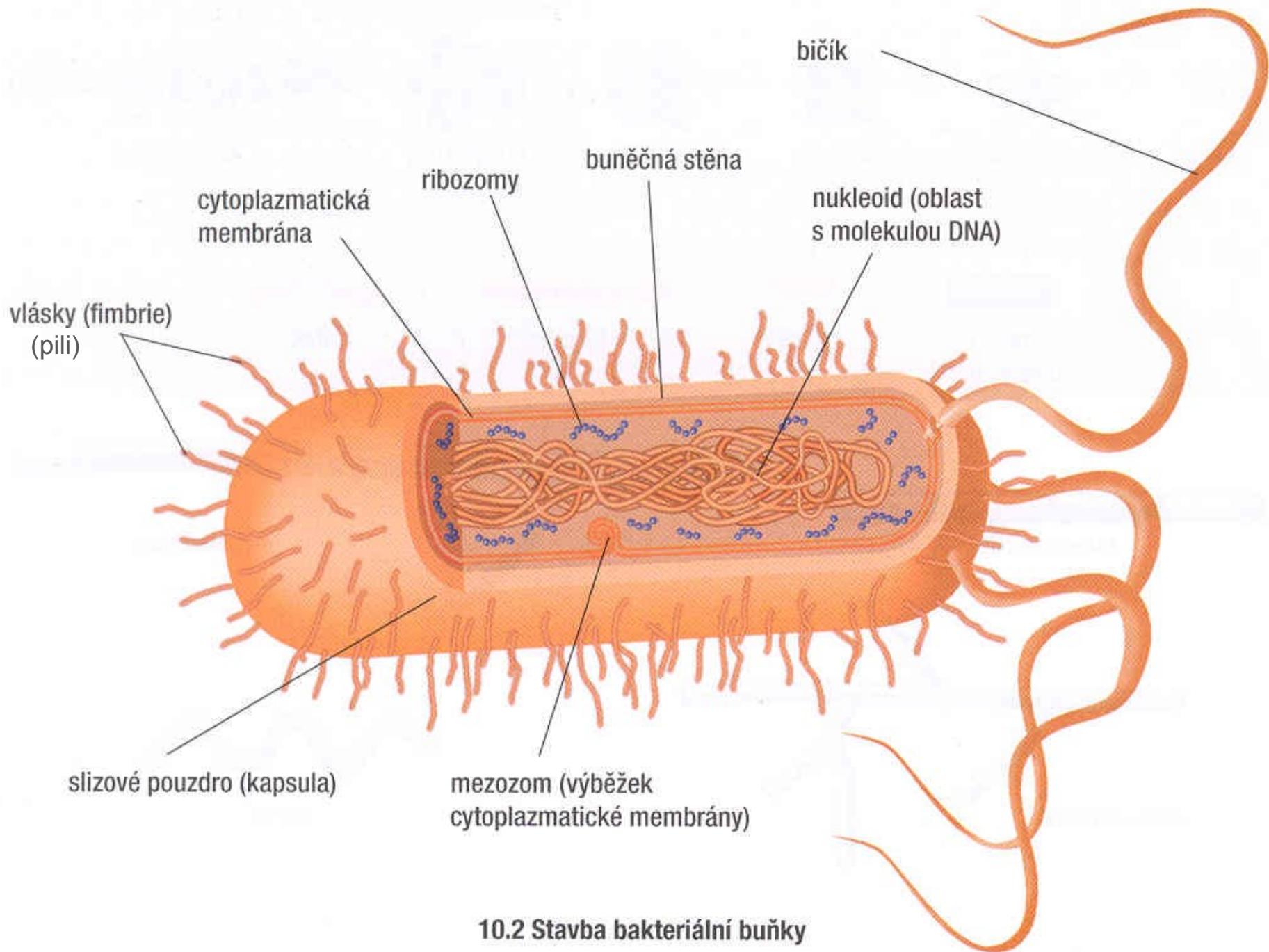


*Haemophilus influenzae*  
0.25 x 1.2  $\mu\text{m}$



# Stavba

- Prokaryotická buňka – nemá pravé jádro – ale nukleoid = jedna molekula DNA – kružnice – jeden chromozom – v něm genetická informace
- Plazmidy – malé kružnice DNA mimo jádro
- Ribozomy – tvorba bílkovin
- Cytoplazmatická membrána – fosfolipidy
- Buněčná stěna – murien
- Bičíky, fimbrie (vlásky, pili)
- Některé mají slizové pouzdro – kapsula



10.2 Stavba bakteriální buňky

# Buněčná stěna

- murein (peptidoglykan) – dlouhé řetězce, vzájemně propojené – pevná síť.
- Chrání buňku a udržuje její tvar.
- Zabraňuje nabobtnání a prasknutí buňky při absorpci vody.
- Chrání ji před vniknutím virů.
- Její zničení znamená zabití bakterie – penicilin vyřadí z funkce enzymy, které pomáhají vytvářet vazby mezi molekulami peptidoglykanů.

# Plazmidy

- Přídavná DNA ve formě kruhovitých molekul mimo jádro - 100x menší než chromozom
- Nesou doplňkovou genetickou informaci - není pro buňku nepostradatelná - buňka je mít může ale nemusí.
- Kódují některé významné fyziologické funkce bakterií – např. produkci toxinů.
- Kódují různé rezistence – např. na antibiotika, chemoterapeutika nebo těžké kovy.
- Díky vlastnostem plazmidů jsou uvedené fyziologické aktivity velmi variabilní = ztratitelné, získatelné a rekombinovatelné.



# Slizové pouzdro - kapsula

- Chrání bakterii před protilátkami a viry - přispívá k jejich **virulenci** a **invasivitě** = opouzdřené buňky jsou chráněny před protilátkami napadeného organismu).
- Má **antigenní** vlastnosti.
- Opouzdřené bakterie jsou odolné i vůči **fagocytóze**.
- Zubní plak = slizová pouzdra bakterií žijících v dutině ústní

# Fimbrie (pili)

- Jsou to četná, poměrně krátká rovná vlákna trčící všemi směry ven z povrchu bakterie.
- Jsou velmi křehké a snadno se odlamují.
- Některé fimbrie (pili) udělují bakterii schopnost specifického přichycení k hostiteli.
- Tzv. „**sex fimbrie**“ umožňují předávání **plazmidové DNA** mezi jedinci. Tomuto jevu se říká **konjugace**.

# Co udělal Gram???

- rozdělil bakterie na:

Gram-negativní x Gram-pozitivní

- Hans Christian Gram – speciální technika barvení – po obarvení buněk bakterií se přidá org. rozpouštědlo, které odstraňuje barvivo

**Gram-negativní bakterie** rychle ztrácely barvu

**Gram-pozitivní** ztrácely barvu pomalu a dlouho zůstávaly modré

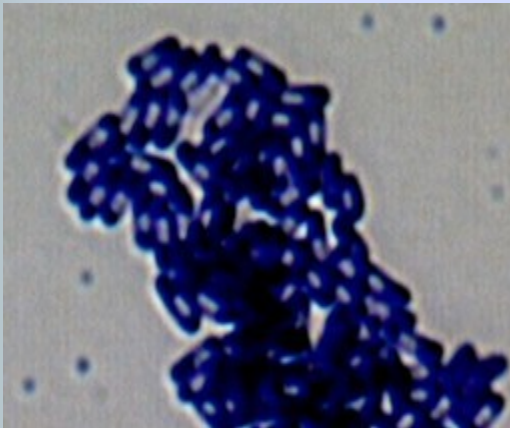
# Gramovo barvení

Diagnostické barvení bakterií fixovaných na mikroskopickém preparátu krystalovou nebo genciánovou violetí, mořného jodovým roztokem a odbarvováním etanolem nebo acetonem se nazývá

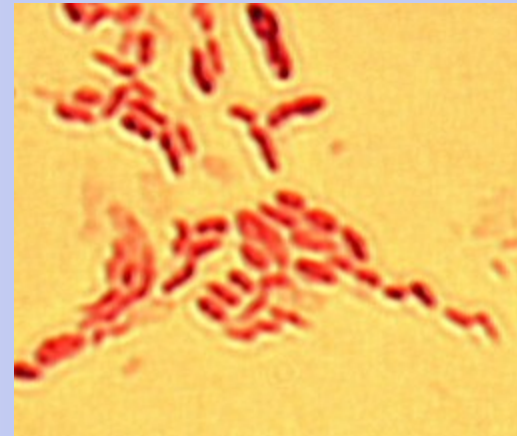
## Gramovo barvení

**Grampozitivní bakterie** si podrží fialovou barvu. Vedle bakterií jsou grampozitivní všechny kvasinky a plísně.

**Gramnegativní bakterie** si nedokáží podržet fialovou barvu. Proto jsou tyto buňky dobarvovány kontrastním růžovým barvivem (safranin nebo karbolfuchsin)



*Bacillus subtilis* grampozitivní



*Acetobakter aceti* gramnegativní

# Genové inženýrství

- vnesen plazmid se specifickou gen. informací – bakterie je „nucena“ produkovat bílkovinu, kterou by nedokázala normálně syntetizovat
- Příprava antibiotik, vitamínů, enzymů, hormonů (inzulín)
- Odbourání látek – likvidace ropných havárií

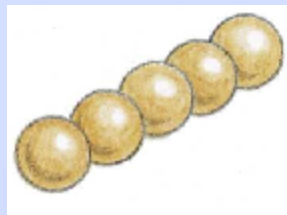
# Tvary bakterií

Existují tři základní typy: kulovitý,  
tyčinkovitý  
spirálovitý.

Kulovité buňky (např. *Streptococcus*)

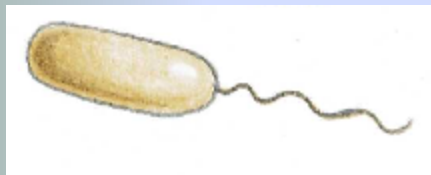


**koky**

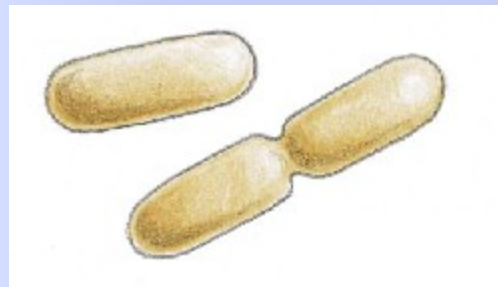


řetízky

Tyčinkovité buňky (např. *Salmonella*)



**bacilus**



Spirálovité buňky (např. *Treponema pallidum -  
sillilis*)





koky



diplokoky



tetrakoky



skupinky  
koků



stafylokoky



streptokoky



bacily  
(uvnitř spora)



tyčinky



tyčinky



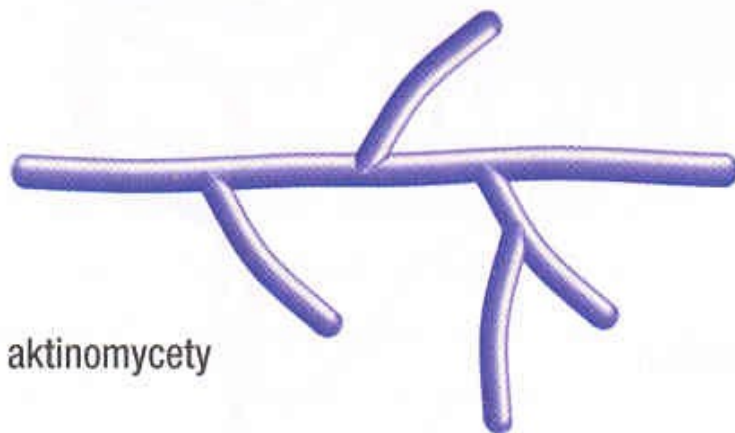
vibria



streptobacily



mykobakterie

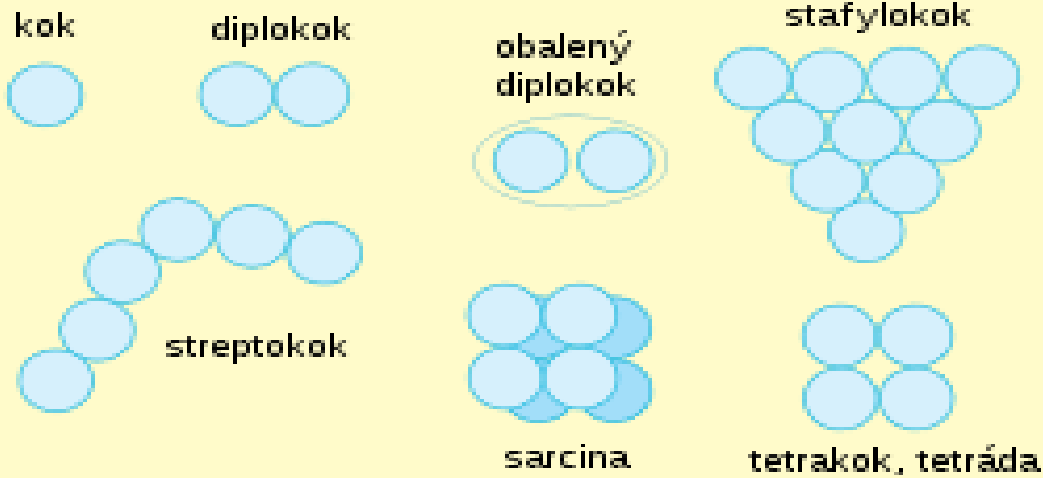


aktinomycety

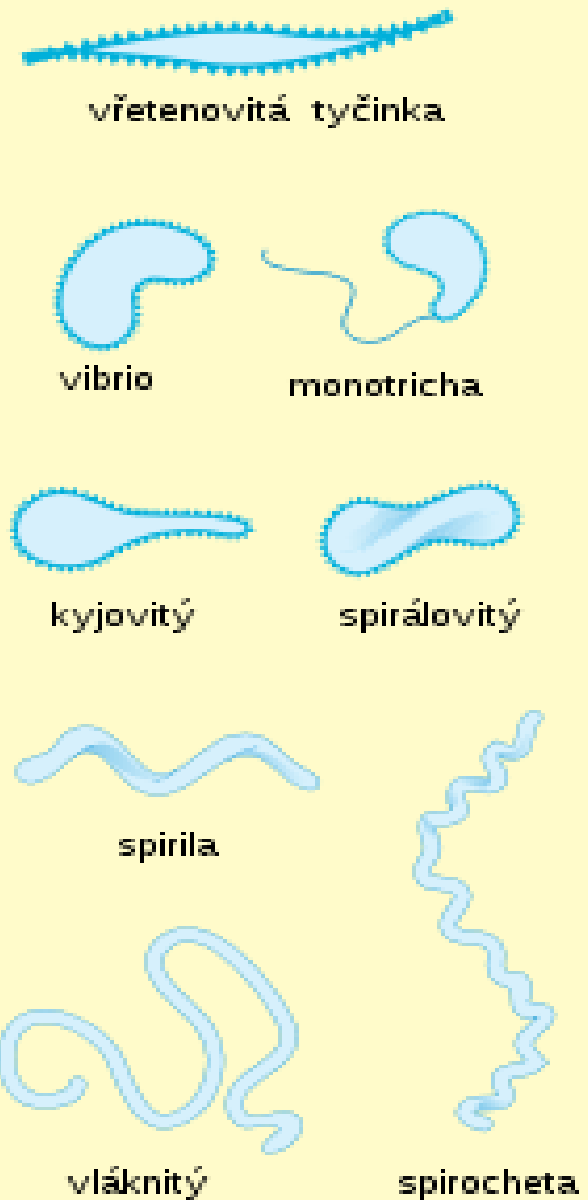


spirily

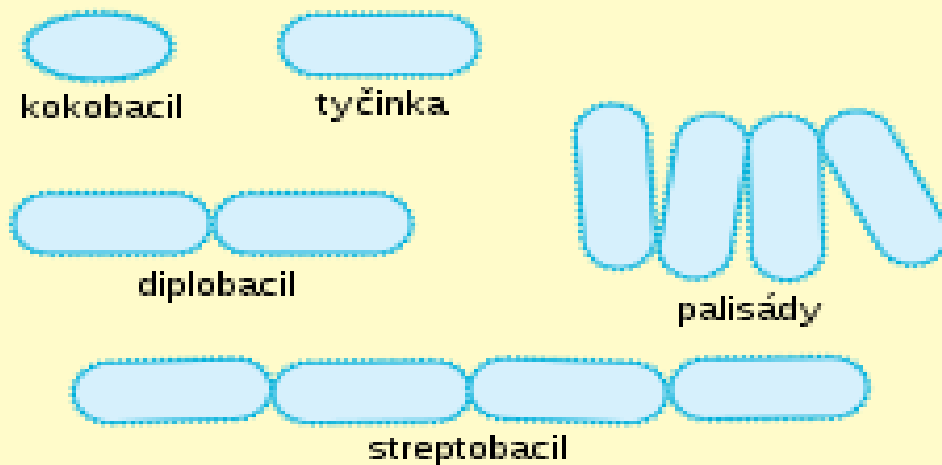
## koky



## jiné



## tyčinkovité bakterie

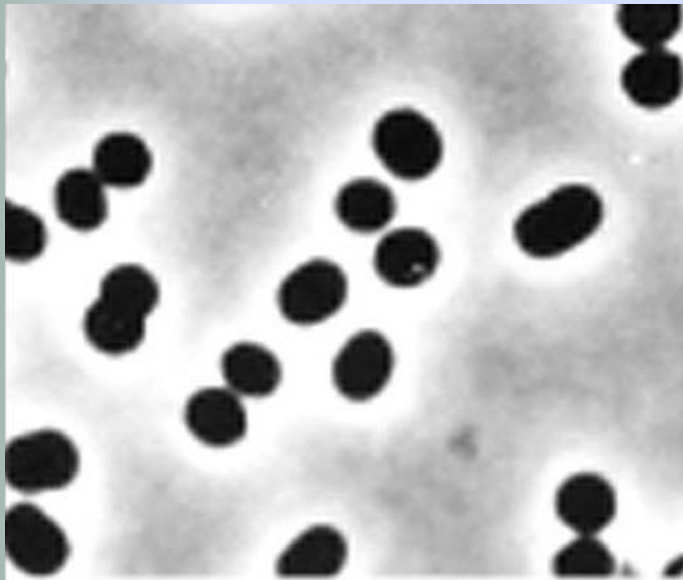
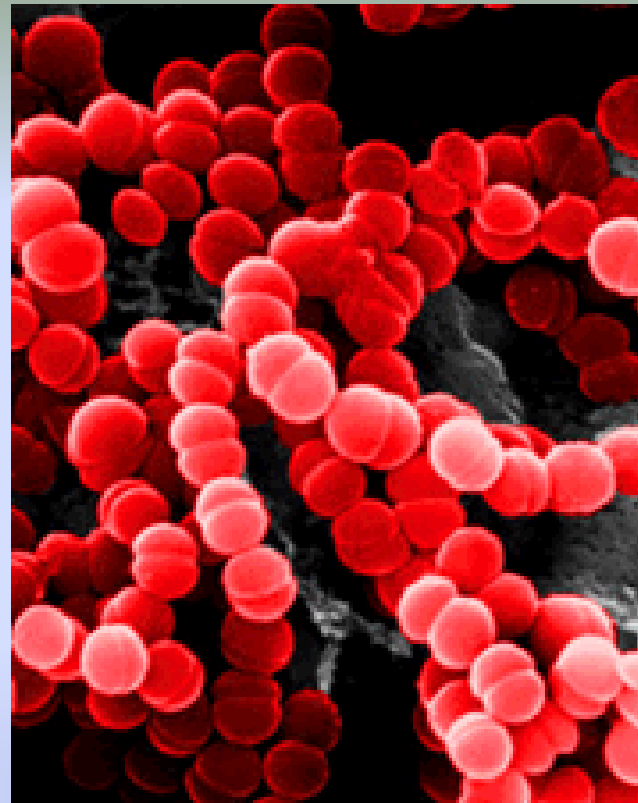
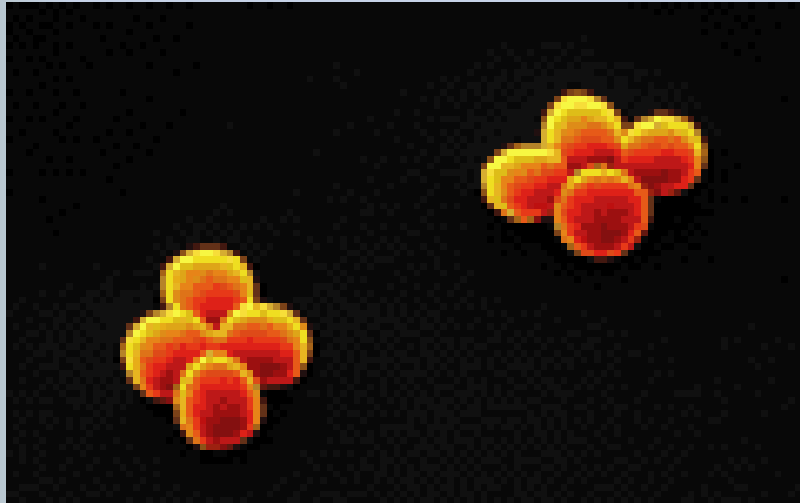


## pučící bakterie a bakterie s přívěskem

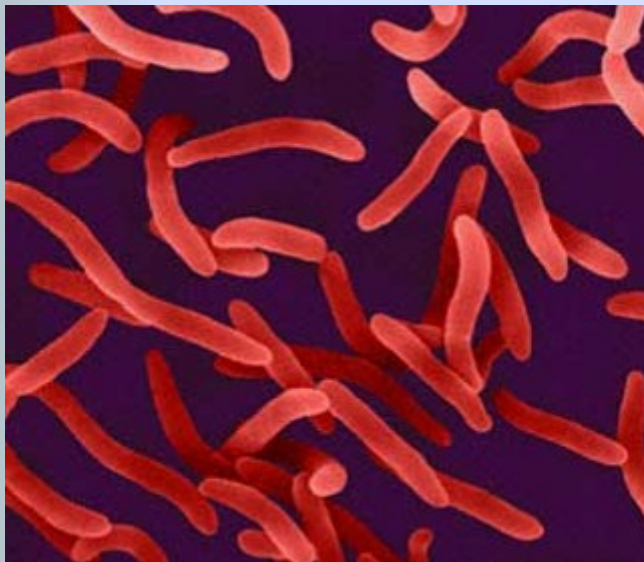
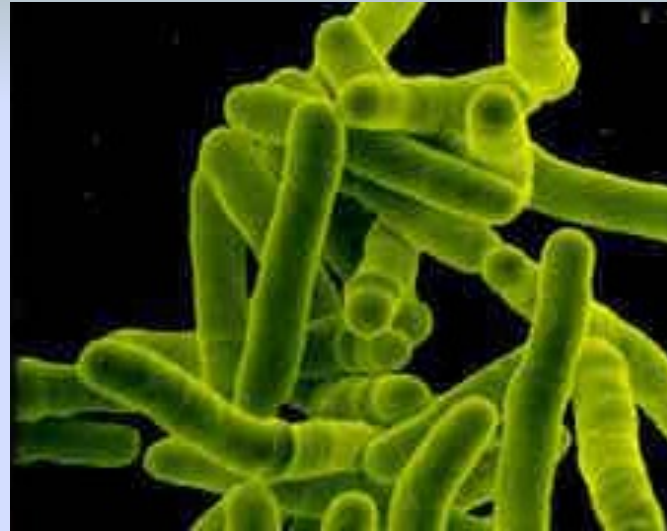




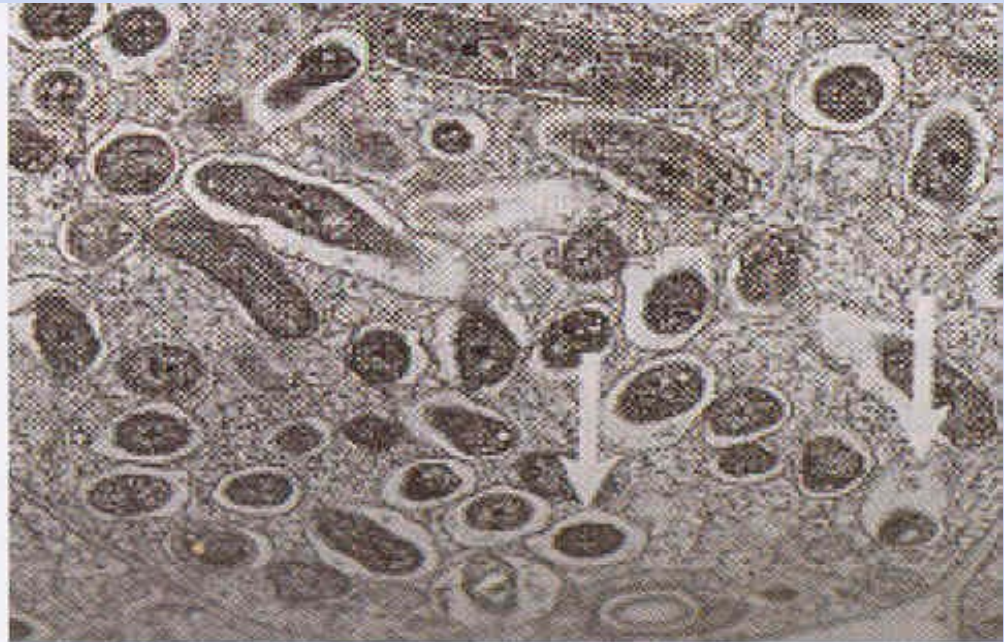
# tvar kulovitý



# tvar tyčinkovitý

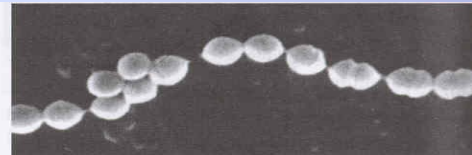
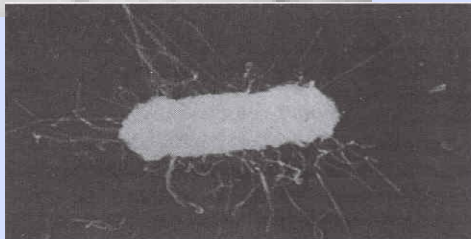


# Mikroskopické snímky bakterií



## 10.5. Hlízkové bakterie

Hlízkové bakterie žijí v nádorcích na kořenech bobovitých rostlin (šipky ukazují hlízkové bakterie)



10.4 Bakterie žijící ve střevech člověka  
Tyčinkovité bakterie *Escherichia coli* a kulovité bakterie rodu *Streptococcus*. Zvětšeno 26 000×

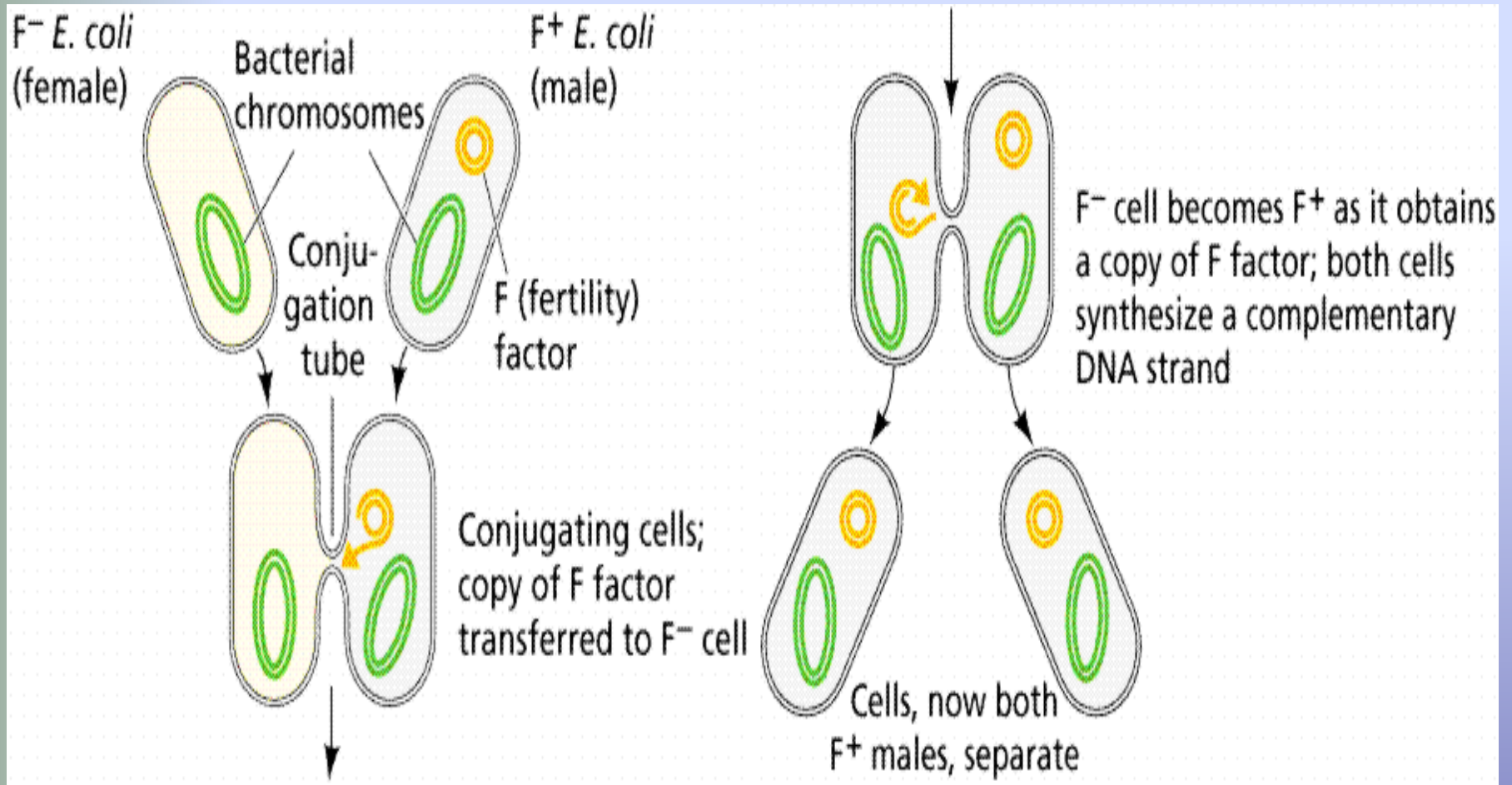
- Streptococcus

# Rozmnožování

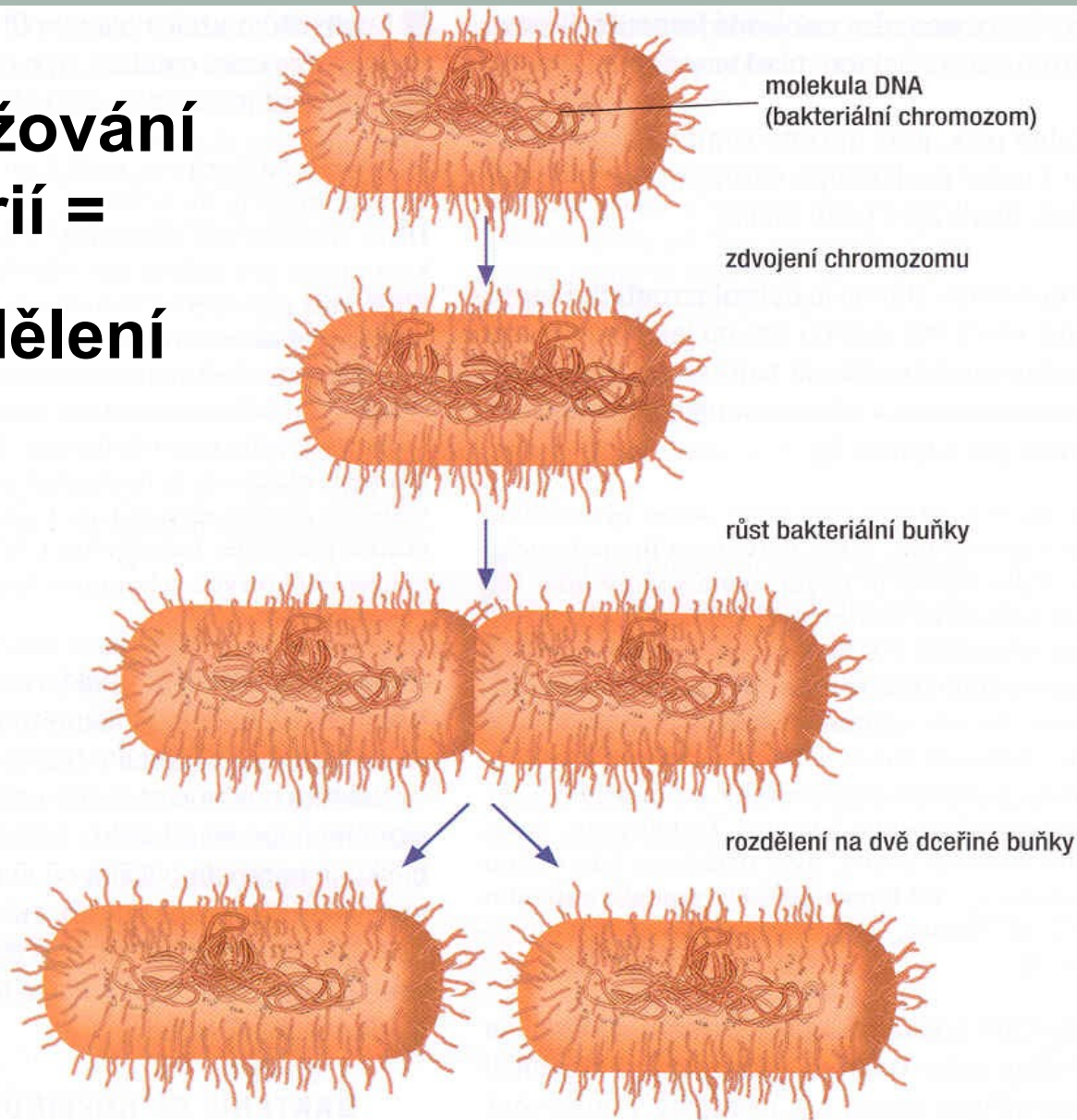
Nepohlavní- dělení  
- pučení

Pohlavní- konjugace - slouží k obměně  
genetické informace - ta umožněna i mutací

# Schéma konjugace



# Rozmnožování bakterií = příčné dělení



10.3 Příčné dělení bakteriální buňky

# Metabolismus bakterií 1

## 1. Fotoautotrofní

- *Zdroj energie* – světelná energie - ale bakterie jiný systém biochemických reakcí – jiný chlorofyl = bakteriochlorofyl - neuvolňují kyslík
- *Zdroj uhlíku* – oxid uhličitý

Způsob výživy rostlin, sinic – zdroj kyslíku na Zemi

## 2. Chemoautotrofní

- *Zdroj energie* – energie získaná oxidací anorganických látek – např. sirné bakterie (oxidace síry nebo sulfanu, nitrifikační bakterie - je oxidace dusíku ) jen prokaryota
- *Zdroj uhlíku* – oxid uhličitý

# Metabolismus bakterií 2

## 3. Fotoheterotrofní

- *Zdroj energie* – světelná energie
- *Zdroj uhlíku* – organické sloučeniny
- tento způsob výživy existuje jen u bakterií

## 4. Chemoheterotrofní

- *Zdroj energie* – energie získaná oxidací organických látek
- *Zdroj uhlíku* – organické sloučeniny
- tento způsob výživy je u bakterií nejvíce rozšířený
- způsob výživy živočichů, hub, většiny prvoků



**Tabulka 10.1: PŘEHLED METABOLISMU A VÝŽIVY BAKTERIÍ**

Typ výživy	Zdroj energie	Zdroj uhlíku
<b>AUTOTROFNÍ</b>		
Fotoautotrofni	světlo	CO <sub>2</sub>
Chemoautotrofni	anorganické látky	CO <sub>2</sub>
<b>HETEROTROFNÍ</b>		
Fotoheterotrofni	světlo	organické látky
Chemoheterotrofni	organické látky	organické látky

# Dělení bakterií podle potřeby kyslíku

- 1) **Aerobní bakterie** – potřebují vzdušný kyslík – získávají energii dýcháním
- 2) **Anaerobní bakterie** – nepotřebují kyslík, energii získávají kvašením (fermentací) organických látek (nejčastěji cukrů) –  
např. *Lactobacillus bulgaricus* – zkvašují mléčný cukr laktózu přes kys. pyrohroznovou na kys. mléčnou – zakysané mléčné výrobky
  - a) ***fakultativně anaerobní*** – mohou využívat vzdušný kyslík, pokud je přítomen
  - b) ***obligátně anaerobní*** – kyslík je pro ně jedovatý

# Význam bakterií – pomocníci nebo nepřátelé?

- Kosmopolitní rozšíření – základ potravních řetězců
- Nejvýznamnější dekompozitoři (destruenti) – rozklad odumřelých živočichů = mineralizace
- Symbiotické bakterie:
  - bobovité rostliny a hlízkové bakterie – obohacování dusíkem;
  - přežvýkavci – trávení celulózy
  - lidská střeva (*Escherichia coli* – přeměňování nestravitelných zbytků na výkaly),
  - Döderleinův lactobacil – pochva žen – udržuje kyselé pH – potlačuje kvasinky a jiné mikroorganismy)

# Význam bakterií

## Symbionti



střevní bakterie



hlízkové bakterie

# Rozkladači - dekompozitoři



půdní bakterie

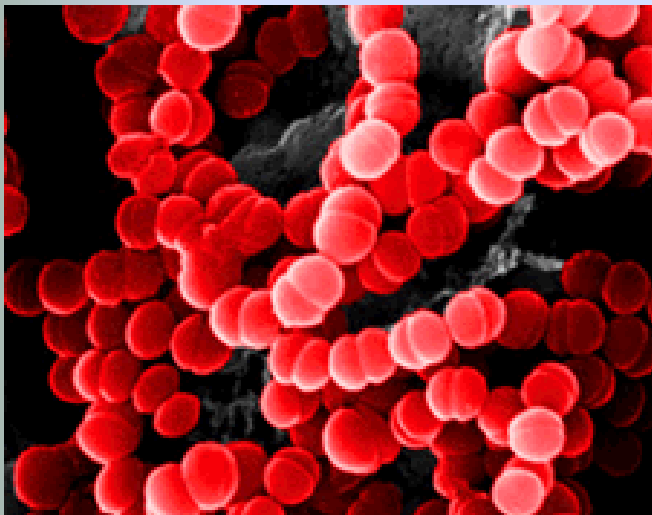
# Význam bakterií – pomocníci nebo nepřátelé?

- **Patogenní bakterie** – vyvolávají onemocnění
- **Louise Pasteur** - prokázal, že kvašení je životní projev mikroorganismů - různé mikroorganismy způsobují různé typy kvašení - vypracoval metodu tepelné sterilizace - brání nežádoucímu kvašení potravin – tzv. pasterizace
- **Robert Koch** – našel jako první souvislost mezi nemocemi (antrax a tuberkulóza) a specifickými druhy bakterií, které onemocnění vyvolaly; vypracoval kritéria pro určení zda je patogenní bakterie původcem nemoci – dodnes se podle nich pracuje

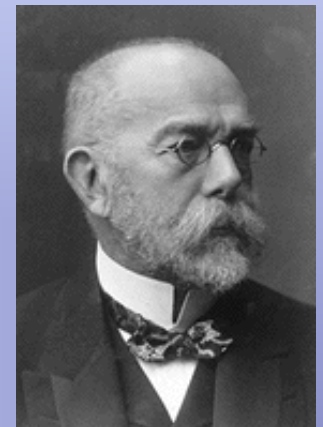
# Paraziti – patogenní bakterie



původce tuberkulózy  
(Kochův bacil)



původce angíny nebo spály



Robert Koch

# Bakterie v našem těle

- Některé bakterie žijí v našem těle a onemocnění **vyvolávají pouze za určitých** podmínek – oslabení imunity – špatná výživa, vyčerpání, nachlazení, stres...
- **Streptococcus pneumoniae** se vyskytuje v krku většiny zdravých lidí – při pomnožení může způsobit zápal plic
- **Escherichia coli** – může vyvolat průjmové onemocnění, když se do těla dostane cizí kmen



# Jak bakterie škodí?

## 1) Naruší normální fyziologické funkce

organismu – mnohonásobně se pomnoží a proniknou do tkání, kde vyvolávají hnisání

- *Mycobacterium tuberculosis* – původce **tuberkulózy** – vytváří ložiska mykobakterií v tkáni zasažených orgánů – nejčastěji plic, ale i kostí, střev, ledvin – odtud se mykobakterie šíří krví do dalších částí těla

# Jak bakterie škodí?

## 2) Tvorba jedovatých látek (toxinů)

- *Clostridium botulinum* – vytváří toxin, který způsobuje smrtelnou otravu = **botulismus** – postihuje nervový systém
- žije ve střevech domácích zvířat, ale může být ve špatně zavařených potravinách
- *Clostridium tetani* – vytváří toxin způsobující svalové křeče – **tetanus** - nebezpečí udušení při křečích šíjového a žvýkacího svalstva
- žije v půdě
- *Vibrio cholerae* – toxin způsobující cholera – průjmy – dehydratace, přenos výkaly a zvratky

# Jak bakterie škodí?

## 3) Jedovaté látky jsou součástí cytoplazmatické membrány

***Salmonella*** – tyčinkovité bakterie – vyvolávají celkovou otravu organismu - nevolnost, bolest hlavy, křeče v břiše, zvracení, silné průjmy a horečka

Přenos z masa a potravin připravených z nakažených zvířat – hygiena!

- ***Salmonella typhi*** – břišní tyfus

# Bakteriální nákaza

- Zdroj nákazy – organismus, ve kterém přežívají patogenní bakterie
- Přenos:
  - 1) přímým kontaktem
  - 2) nepřímo
    - přes předměty (hračky, příbor)
    - kontaminované potraviny
    - půda
    - kapénky

# Kapénková infekce

- **Definice z WIKI:** je druh infekce, který se mezi napadenými organismy šíří z infikovaného jedince do okolí za pomoci drobných jemných kapének slin, nosního sekretu či chrchlů. Kapénky jsou produkovány během kýchání, kašlání a v případě lidí i během řeči, kdy mluvčí prská sliny do okolí. Pro průnik bakterií či virů do nového jedince je potřeba, aby byly drobné infikované kapénky vdechnuty do organismu ústí či nosem, či mohou proniknout i přes oční sliznice. Dle definice se pak jedná o přenos respiračních patogenů na malých kapalných částech mezi infikovaným a zdravým organismem.
- Mezi infekční onemocnění, které se kapénkami šíří, patří plané neštovice, chřipka, příušnice, tuberkulóza, spalničky, zarděnky, černý kašel, záškrt, angína, spála či různé formy nachlazení a další.

# Formy nákazy

- VZDUCH -

tuberkulóza, záškrt, angína, spála, ...

- ALIMENTÁRNĚ - jedinec nakazí pozřením kontaminované potravy či tekutiny

úplavice, cholera, salmonelóza

- PORANĚNOU KŮŽÍ-

tetanus

- POHL. STYKEM- syfilis = příjice- **treponema**

kapavka- **neisseria**

- PŘENOS ZVÍŘETEM- sněť slezinná=uhlák- **bacillus anthracis**  
(kožní, plicní, střevní)

vozhřivka

# Bakterie v dutině ústní

- **Zubní plak** = bakteriální plak- neviditelná vrstva na zubech a hlavně na okrajích dásní - rozklad sacharidů na organické kyseliny, které spolu s bakteriálními enzymy odvápnují sklovinu - vznik zubního kazu.
- Do zubního plaku se později ukládají minerální látky - vzniká tzv. zubní kámen.
- **Streptococcus mutans** -se obvykle přenáší z dospělých na děti a po přesunu se v ústech usadí a napadají nově se vytvářející zuby.

# Nákaza kontaminovanou vodou nebo jídlom

- Vstup trávicí soustavou
- Salmonelóza, břišní tyfus, paratyfus (podobá se tyfe, ale mírnější průběh), cholera, úplavice
- ***Shigella dysenteriae*** – původce úplavice – krvavé průjmy, bolest v břiše, horečka – může přenášet i hmyz
- Důležitá hygiena při přípravě jídel
- Umývání rukou



# Nejnebezpečnější bakterie?

- ***Bacillus anthracis*** – nemoc **antrax** (sněť slezinná)
- *Může se vyskytovat ve 3 formách:*
- *kožní,*
- *střevní,*
- *plicní – nejzávažnější – při vdechnutí bakterie.*

# Bakteriální pohlavní nemoci

- **Syfilis** – *Treponema pallidum* – přenos pohlavním stykem – několik stádií - tvrdý vřed na místě vstupu nákazy – vyrážka (roky), přenos nákazy – zasažení cév, jater, kostí CNS =degenerace mozku a míchy =nelze léčit antibiotiky
- **Kapavka** – *diplokoky Neisseria gonorrhoeae* – zánět sliznice pohlavních orgánů – může přejít na orgány vylučovací soustavy

# Obrana proti patogenním bakteriím

- Hygiena – v nemocnicích zavedeny od 19. století hygienická pravidla a dezinfekční postupy – vznik rezistentních kmenů
- Antibiotika – nadužívání – rezistentní kmeny

# Bakterie ve službách člověka

- **Laboratorní kultury bakterií** – modulový organismus pro vědce - *Escherichia coli* = „nový laboratorní králík“
- **Produkce antibiotik** – produkce více jak poloviny antibiotik (*Streptomyces* = streptomycin, aureomycin, tetracyklin)
- **Potravinářský průmysl** – mléčné bakterie, octové bakterie
- **Genové inženýrství** - produkce hormonů, enzymů...