Význam mikroorganizmů

Význam mikroorganizmů

A. **Mikroorganizmy způsobující onemocnění**

(v přednášce budou uvedena pouze vybraná bakteriální onemocnění!)

A. **Užitečné mikroorganizmy**

- Potravinářství
- Zpracování odpadů
- Biokontrolní mikroorganizmy

A. Patogenita

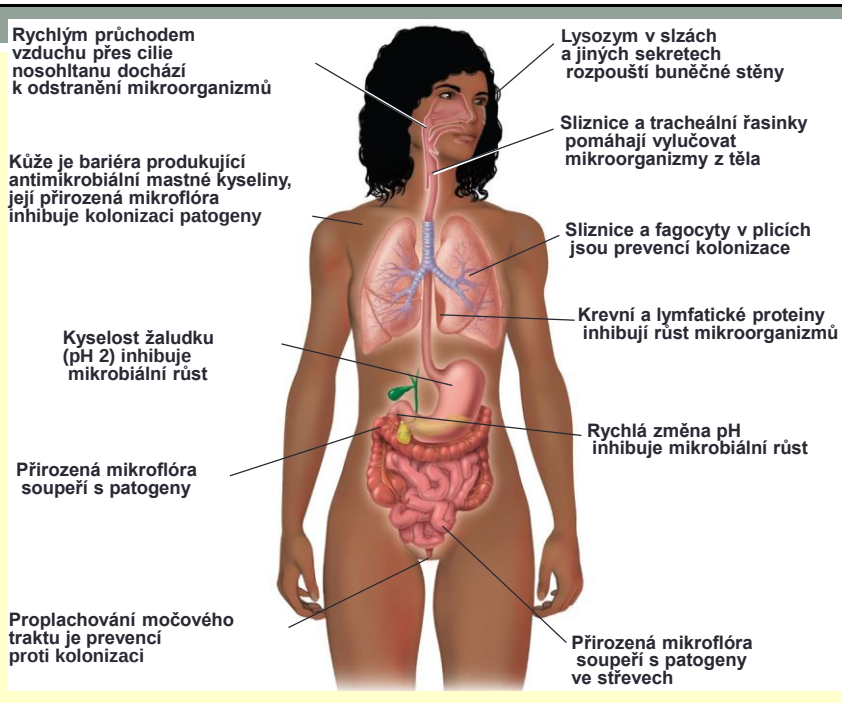
- Mikroorganizmy nepatogenní – existují vůbec??
- Mikroorganizmy patogenní

Primární (obligátní) patogeny

Oportunní (fakultativní) patogeny

Obligátní patogeny vyvolávají onemocnění u původně zdravých jedinců s nepostiženou imunitou, např. *Corynebacterium diphtheriae, Salmonella typhi, Neisseria gonorrhoeae, Yersinia pestis, Streptococcus pyogenes*…

Fakultativní patogeny vyvolávají onemocnění za určitých podmínek, většinou u jedinců se sníženou obranyschopností, pocházejí většinou z endogenní mikroflóry nebo okolního prostředí, např. *Escherichia coli*, enterokoky, *Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa*…

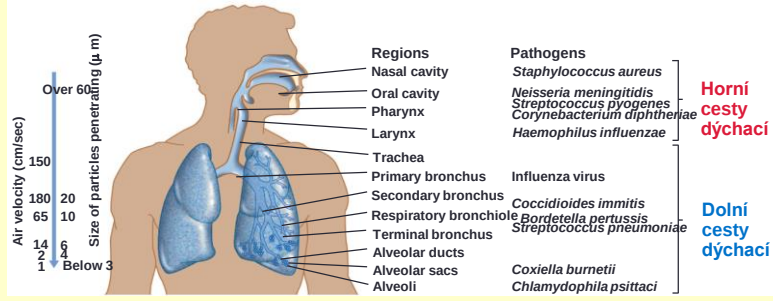


1.Patogeny přenášené vzduchem

Přímý kontakt nakažených (např. kapénková nákaza) – většina patogenů nepřežívá ve vzduchu, přenos jen na malé vzdálenosti

Infekce dýchacího traktu

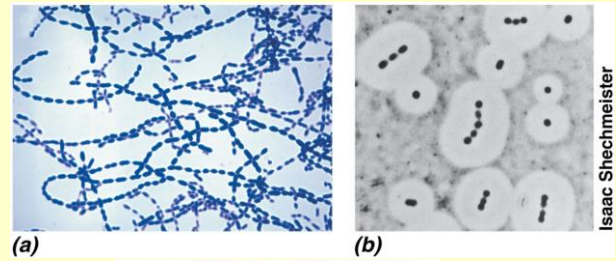
Různé mikroorganizmy charakteristicky kolonizují dýchací trakt na různých úrovních



Streptococcus pyogenes

beta hemolytické streptokoky skupiny A

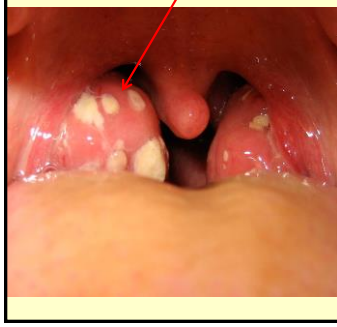
- Běžně se nachází v malém počtu v horních cestách dýchacích zdravých jedinců
- Může způsobit zánět středního ucha, prsní žlázy a kůže
- Infekce propukne u oslabených jedinců nebo v přítomnosti silně virulentního kmene



Streptococcus pyogenes

beta hemolytické streptokoky skupiny A

- **Erysipel (růže)** – akutní lokalizovaný zánět kůže s alterací celkového stavu, častá recidiva
- Incidence v ČR: 36,4/100 000 obyvatel (ČR rok 2014), povinné hlášení, léčba penicilinem
- **Spálová angína** – akutní tonzilitida provázená exantémem
- Exotoxin – angína, erytém obličeje, malinový jazyk



CDC/Dr. Thomas F. Sellers

Erysipel (růže)

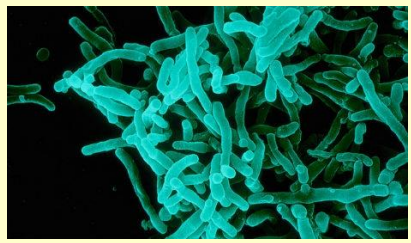
Streptococcus pneumoniae

- Alfa-hemolytický streptokok
- Roste ve dvojicích, tvoří pouzdra
- Opouzdřená forma způsobuje pneumonii, meningitidy nebo sepse
- Neopouzdřená forma u 70 % dětí běžně
- Průkaz streptokoků kultivací
- Častá je rezistence k antibiotikům

***S. pneumoniae* na krevním agaru**
(P. Dušek, LF UK)

Corynebacterium diphtheriae

- **Záškrt (diftérie)** – závažné infekční onemocnění vyvolané tzv. difterickým toxinem *Corynebacterium diphtheriae*
- Toxin vyvolá nekrózu buněk zablokováním proteosyntézy, tvorbu tzv. pablán (pseudomembrán) z odumřelých buněk, fibrinu a leukocytů – může způsobit udušení
- Povinné očkování v ČR od r. 1946
- Léčba antibiotiky
- Difterický antitoxin pro akutní případy

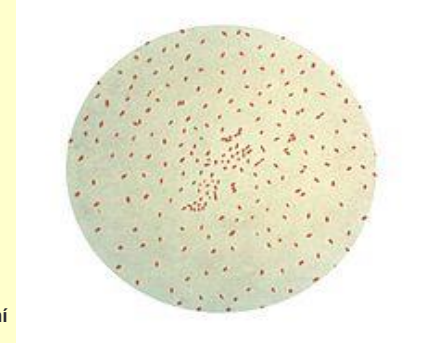


www.zdravotnickydenik.cz

Bordetella pertusis

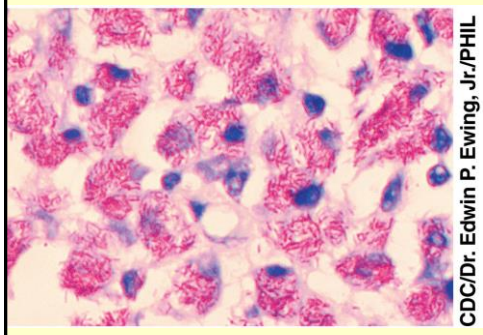
- G^- krátká nepohyblivá tyčinka ovoidního tvaru
- Osídluje řasinky dýchacích cest, lidský patogen
- Původce **černého kašle** – akutní, vysoce infekční onemocnění
- Výskyt častý u malých dětí, dráždivý kašel
- Pertusový toxin
- Očkování zavedeno v ČR od r. 1958, od r. 2007 součást hexavakcíny, chrání jen 4 až 12 let

2011 v ČR hlášeno cca 300 případů
2014 již přes 2500 případů!



***B. pertusis* – Gramovo barvení**

Mycobacterium tuberculosis, M. bovis

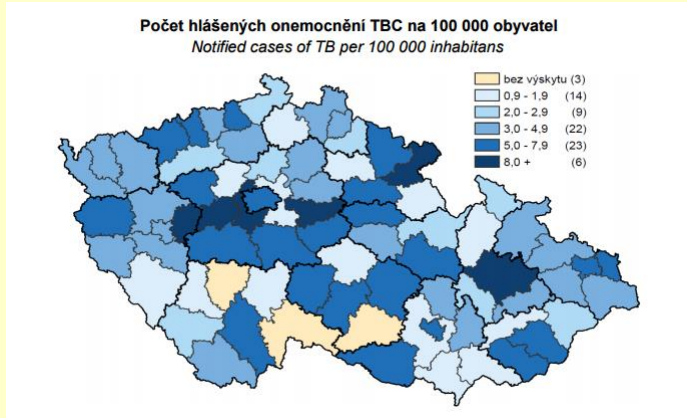


***M. tuberculosis* ve sputu**

- Rovné nebo mírně zakřivené tyčky, občas se větvící. Mohou se vyskytnout vlákna nebo "mycélium" připomínající struktury, které se snadno rozpadají do tyček a koků
- Aerobní a chemoorganotrofní
- Mykobakterie jsou rozšířené v půdách a vodách, některé druhy jsou obligátní paraziti a patogeni obratlovců.
- *M. tuberculosis* – původce **tuberkulózy**, projevuje se jako onemocnění jednotlivých orgánů nebo v generalizované formě; patogenní pro člověka, primáty a jiné živočichy.
- *M. bovis* – čerstvé izoláty jsou mikroaerofilní; původně izolován z tuberkulózy skotu, ale obecně je tento druh patogenní pro většinu zvířat.

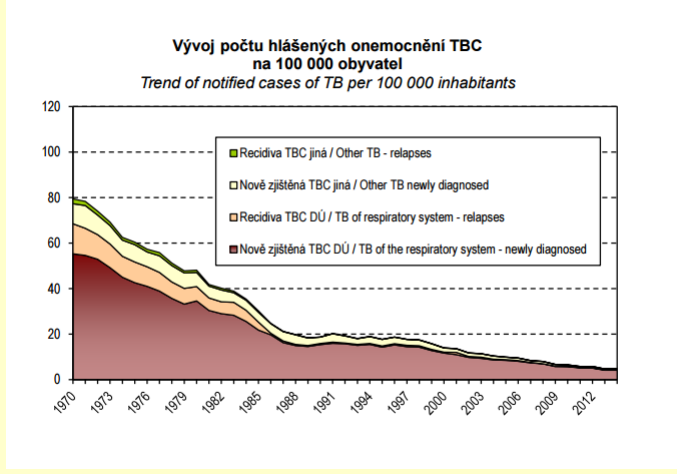
2014: 512 onemocnění v ČR, zemřelo 21 osob
cca. 5 případů/100 tis. Obyvatel
2011 zrušeno plošné očkování dětí

Mycobacterium tuberculosis



Zdroj: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2014

Mycobacterium tuberculosis

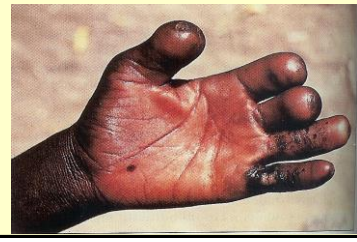


Zdroj: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2014

Mycobacterium leprae

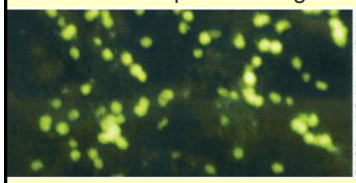
- Vážné onemocnění způsobující boulovité léze na těle

***M. kansasii* – izolován z plicních lézí člověka, je patogenní, způsobuje onemocnění připomínající tuberkulózu**
***M. leprae* – obligátně intracelulární parazit, způsobuje onemocnění kůže, varlat a periferního nervového systému známého pod jménem malomocenství neboli lepra**



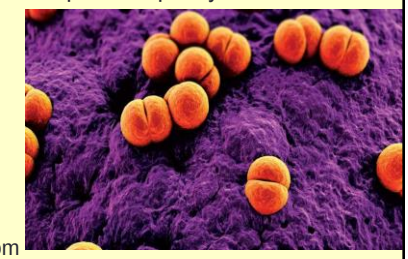
Neisseria meningitidis
tzv. meningokok

- Způsobuje meningitidu (zánět meningů) u člověka
- Přenos kapénkami
- G^- diplokok, nesporulující, opouzdřený – kapsulární polysacharid obohacen kys. sialovou – rezistence k fagocytóze
- Kosmopolitní rozšíření, ohrožení dětí a mladistvých
- Horečky, bolesti svalů, kloubů a hlavy, spavost, výsev patechií na kůži – klinický obraz sepse
- U nejtěžších forem může nastat meningokoková sepse – septický šok s respiračním a renálním selháním - smrt
- Vakcína proti meningokokům typu B



CDC/Dr. M.S. Mitchell/PHIL

Fluorescenční barvení protilátek



www.shutterstock.com

Neisseria meningitidis
sufuze jako projev meningokokové infekce

Foto autor: MUDr. Hana Roháčová, Ph. D. Klinika infekčních, parazitárních a tropických nemocí FN Na Bulovce, Praha

2.Patogeny přenášené přímým kontaktem

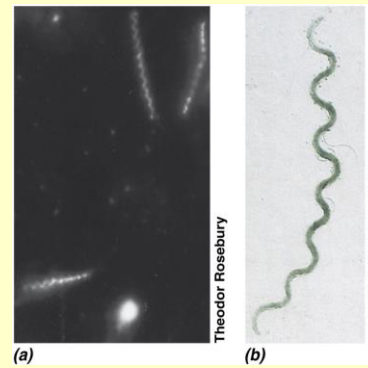
- *Staphylococcus*
- *Helicobacter pylori* a gastrické ulceritidy
- Sexuálně přenosná onemocnění

USA Centre for Disease Control and Prevention

Museé de l'Homme, Trocadéro, Paris

Treponema pallidum

- Původce syfilis
- Častý je přenos společně s kapavkou
- Kongenitální syfilis – přenos z matky na plod
- Tři fáze: primární, sekundární a terciální
- Penicilinem lze léčit primární a sekundární fázi
- 2012: 696 případů v ČR



3. Přenos infekce živočišnými vektory

Mikroorganizmy přenášené vektory mají většinou velkou virulenci.

Vektor se pohybuje na delší vzdálenosti, nerespektuje hranice hostitelského druhu

Častá je superinfekce a velké inokulum

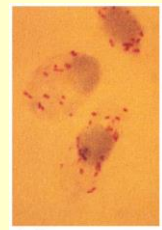
Rickettsia prowazekii (skvrnitý tyfus)
Rickettsia rickettsii (horečka Skalistých hor)

- Vztah ke krev sajícím členovcům
- Způsobují skvrnité horečky
- 3 skupiny:

(1) Způsobující tyfus,

(2) Způsobující skvrnitou horečku,

(3) Způsobující erlichiózu



Willy Burgdorfer

(a)

Willy Burgdorfer

(b)

Kenneth E. Greer, Univ. of Virginia School of Medicine

(c)

rickettsióza

Borrelia burgdorferi

- Lymeská borelióza – 1982 objevil Dr. Burgdofrer
  - Postihuje člověka i zvířata
  - Old Lyme (Connecticut) místo identifikace prvních případů, onemocnění kloubů u dětí v blízkosti lesa
  - Přenos klíštětem
  - Šíří se klíšťaty vysoké zvěře

Pfizer Research

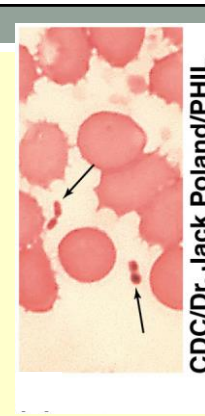
***Ixodes scapularis*, hlavní vektor**

Dano Corwin

G- spirocheta *B. burgdorferi*

Yersinia pestis

- Původce moru
- G$^-$, fakultativně anaerobní tyčinka
- Po malárii a tuberkulóze nejvíce obětí
- Ve středověku známá pod názvem „černá smrt“ vzhledem ke gangrénám a černání částí těla


CDC/Dr. Jack Poland/PHIL

Onemocnění hlodavců, člověk je náhodným hostitelem, blechy jsou mezihostitelem a vektorem, který roznáší *Y. pestis* mezi savci

Při včasném rozpoznání lze léčit antibiotiky

Centers for Disease Control

4. Přenos patogenů z půdy

Clostridium tetani

- Tetanus – vážné, život ohrožující onemocnění
- Bakterie produkuje exotoxin
- Přirozeným rezervoárem je zemina
- Vstupní branou je do hloubky poraněná kůže znečištěná zeminou
- Dojde ke křeči svalů
- Vakcinace

Royal College of Surgeons of Edinburgh

© 2012 Pearson Education, Inc.

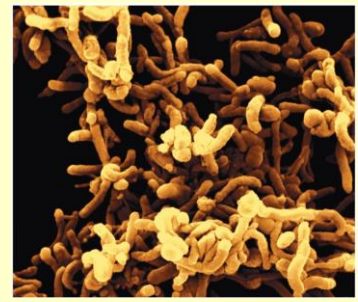
5. Přenos patogenů vodou

- Patogeny přenášené vodou rostou obvykle ve střevech a šíří se výkaly

Cholera – ***Vibrio cholerae***

- Průjem, infekce po pití kontaminované vody
- V rozvojových zemích rozšířená

***V. cholerae* atakuje epiteliální buňky tenkého střeva, uvolňuje zde choleratoxin (enterotoxin)**
Průjem „rýžová voda“
Dehydratace může vést ke smrti
Léčba – rehydratace elektrolyty



© 2012 Pearson Education, Inc.

Legionella penumophila

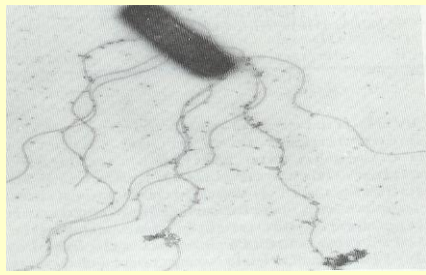
- Legionelóza (legionářská nemoc)
- Přenos aerosolem
- G- bakterie běžná ve vodách
- Relativně odolná ke chloraci a vyšší teplotě, běžná v chladících věžích a klimatizačních systémech
- Infekce není přenosná mezi lidmi, jen aerosolem

- **Léčba antibiotiky je účinná**
- **Prevence – projektování chladících a topných systémů s ohledem na riziko legionelózy**

Vyhláška č. 252/2004 Sb. stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
- Limit legionel pro nemocnice a ubytovací zařízení – **100 KTJ / 100 ml**

Salmonella enterica

- Celosvětově rozšířený patogen přenášený vodou
- Onemocnění – tyfus



***S. enterica* ssp. *enterica* sérovar Typhimurium**

Buňky mají tvar rovné tyčky, většinou pohyblivé peritrichálními bičíky.
Fakultativně anaerobní a chemoorganotrofní. Vyskytují se u člověka, studenokrevných i teplokrevných živočichů, v potravinách i v prostředí.
Patogenní pro člověka a pro zvířata. Je to infekční agens tyfu, střevních horeček, gastroenteritid a septikémií.

6. Onemocnění přenášená potravinami

Zdravotní problémy způsobené potravinami:

1. **Intoxikace** – působení toxinů uvolňovaných do potravin mikroorganizmy, mikroorganizmy nemusí vykazovat růst
2. **Infekce** – mikrobiální infekce způsobená požitím kontaminované potravy následovaná růstem mikroorganizmů

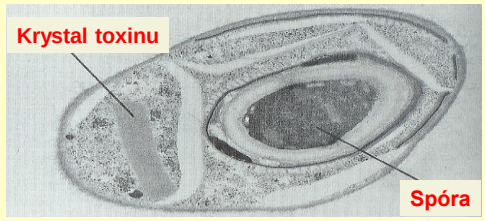
***Escherichia coli* – enterotoxigenní, enteroinvazivní nebo enteropatogenní**

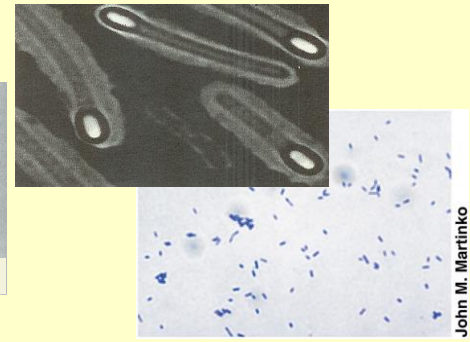
Produkuje enterotoxiny: shigatoxin, verotoxin

***Escherichia coli* O157:H7**

Clostridium perfringens
Clostridium botulinum

- Produkují endospóry, které jsou odolné k vaření a konzervování
- *C. perfringens* – V USA a V. Británii je 3. nejčastější příčinou nemoci z potravin
- Infekční dávka je více než 10^8 CFU!
- 6 – 15 hodin po jídle je produkován termolabilní **enterotoxin**





John M. Martinko

C. perfringens

B. Užitečné mikroorganizmy

Využití:

- Potravinářství
- Při zpracování odpadů
- Jako biokontrolní mikroorganizmy

Mléčné produkty

- **Fermentované mléčné nápoje**
- Kysaná mléka*: Streptococcus lactis, Streptococcus cremoris, Streptococcus lactis* subsp. diacetilactis*),* kefír, kumys atd.
- **Jogurty**: *Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus*
- **Sýry**
  - Čerstvé sýry, tvaroh
  - Bílé sýry
  - Měkké sýry
  - Plísňové sýry
  - Sýry s mletou sýřeninou
  - Sýry z nízkodohřívané sýřeniny
  - Sýry z vysokodohřívané sýřeniny

Máslo - z kyselé smetany
- ze sladké smetany

Fermentované nápoje

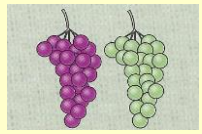
Pivo a pivu podobné nápoje

- Pito – nealkoholický nápoj, při jehož přípravě se vychází z 4% mladiny a zkráceného kvašení. Doba kvašení je volena tak, aby obsah alkoholu nebyl vyšší než 0,59 %
- Ruský kvas – nápoj z ječného nebo žitného sladu, žitné mouky. Kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*. Obsahuje asi 0,5 % alkoholu
- Pombe – vyráběný z prosa činností S*accharomyces pombe*. Obsahuje asi 0,5 % alkoholu. Někdy se označuje jako “africké pivo“

Víno

- Mikroorganizmy podílející se na výrobě vína : *Kloeckera appiculata, Saccharomyces cerevisiae* var. ellipsoid*eus, Saccharomyces oviformis, Hanseniaspora guilliermondii, Lactobacillus* ssp. (pro jablečno-mléčnou fermetaci – snížení kyselosti vína)

Fermentované nápoje
Výroba bílého vína



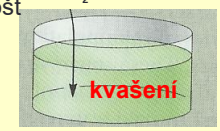
Rmut – rozdrcené bobule

Lisování

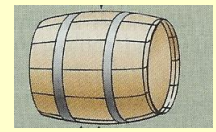
matolina
vylisované zbytky

mošt

SO_2



zrání



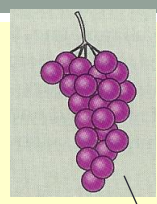
školení

filtrace

pasterace

Expedice

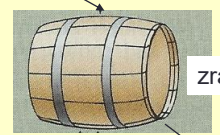
Fermentované nápoje
Výroba červeného vína



mošt

lisování

matolina



zrání

školení

filtrace

pasterace

Expedice

SO_2

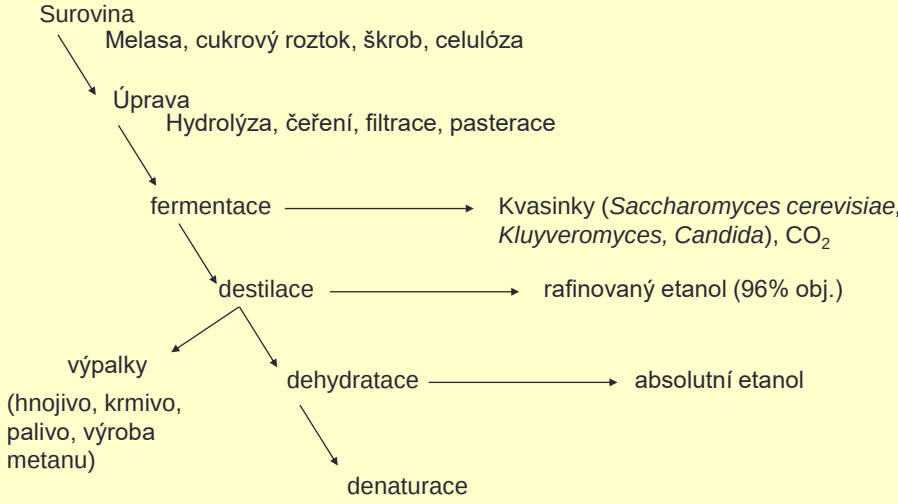
kvasinky

“kvašení na slupkách“

Fermentační výroba etanolu

- Výroba lihu destilací byla známa více než 2000 let před naším letopočtem
- Ve středověku byl líh řazen mezi základních 5 prvků – Země, Voda, Vzduch, Oheň, Líh
- V lihovarnictví rozlišujeme výrobu :
  - **zemědělského lihu** (škrobnaté plodiny - brambory, obilí. Cukerné plodiny – cukrovka, polocukrovka, ovoce)
  - **průmyslového lihu** (substrát – melasa, sulfitové výluhy, lignocelulóza – dřevní odpad)

Fermentační výroba etanolu



Lihoviny podle původu etanolu

- **Lihoviny vyráběné kvasným pochodem** – etanol vzniká zkvašením sacharidických surovin pro výrobu lihovin. Následující destilací a dalšími úpravami destilátu se získá konečný výrobek, jehož charakter je určen původní zpracovávanou surovinou (slivovice, brandy, koňak, whisky, calvados, …)
- **Lihoviny vyráběné studenou cestou bez kvašení** – připravují se smícháním jednotlivých složek. Základní surovinou je rafinovaný líh (vyrobený v oddělených lihovarech). Dalšími složkami jsou cukr, ovocné suskusy a šťávy, destiláty, maceráty bylin a drog apod. (vodka, gin, Becherovka, tuzemský rum, ….)

Produkce antibiotik

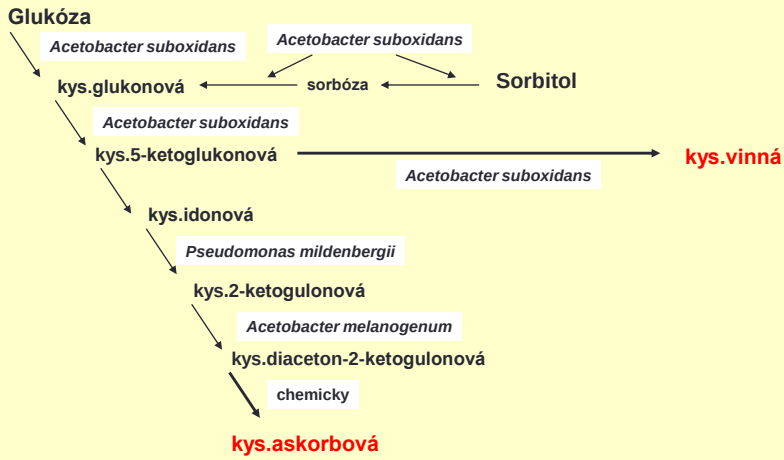
- Antibiotika jsou v přírodě se vyskytující látky produkované organizmy, které inhibují aktivitu jiných organizmů, nebo je usmrcují
- Je známo více než 10 000 antibiotik, ale komerčně se využívá asi 100
- Antibiotika jsou sice produkována organizmy, ale patří sem i látky syntetické odvozené na základě přirozených zdrojů
- Některá antibiotika mohou být semisyntetická

Některá antibiotika produkovaná mikroorganizmy

Penicilin	*Penicillium chryzogenum*
Bacitracin	*Bacillus licheniformis*
Chlortetracyklin	*Streptomyces autreofaciens*
Chloramfenikol	*Streptomyces venezuelae*
Neomycin	*Streptomyces fradiae*
Nystatin	*Streptomyces noursei*
Streptomycin	*Streptomyces griseus*
Polymyxin	*Bacillus polymyxa*

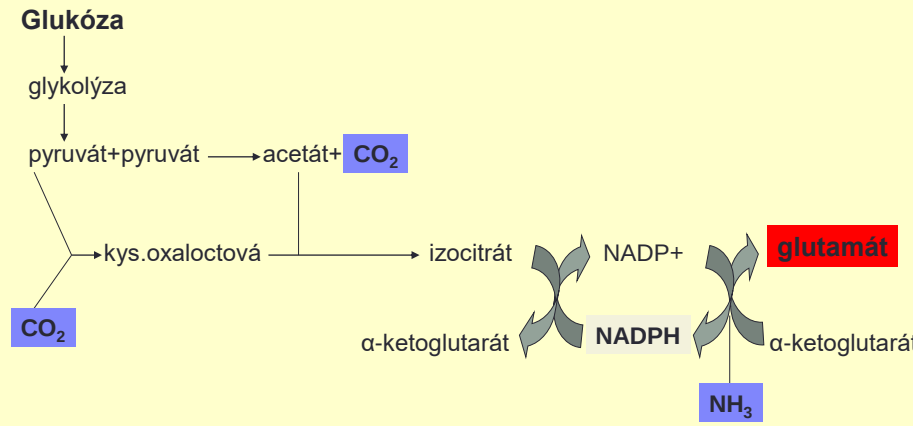
Vitamíny

Vitamín C (kyselina askorbová)



Aminokyseliny

Základní reakce při syntéze kyseliny glutamové



Organizmy:

***Corynebacterium glutamicum, Brevibacterium* sp., *Arthrobacter* sp., *Microbacterium*,sp.**

Produkce organických kyselin

kyselina octová - ocet

- První zmínky o výrobě octa se objevují asi 10000 let př.n.l.
- O octu jsou zmínky ve Starém i Novém Zákonu
- Pro alchymisty byl ocet jedna z nejvýznamnějších surovin
- Po domácku byl ocet původně připravován "kvašením" alkoholických nápojů a používal se hlavně jako rozpouštědlo, lék, nápoj, ….
- Mikrobiologickou podstatu přípravy octa popsal v r. 1868 L.Pasteur a potvrdil tak objev Kützinga z r. 1837 (popsal příčinu octového kvašení)
- Rychlý rozvoj výroby octa byl zaznamenán v 19. století, kdy se začal používat jako pochutina k okyselování, kořenění a konzervaci

Produkce organických kyselin

kyselina mléčná

- Z hlediska technologického mají význam především bakterie uskutečňující homofermentativní mléčné kvašení
- Podle vztahu k teplotě jsou využívány termofilní - *Lactobacillus delbreuckii* subsp. *delbreuckii, L. delbreuckii* subsp. *bulgaricus, L. thermophillus* nebo mezofilní *Streptococcus lactis* a *Pediococcus* sp.
  • Potravinářská (60% roztok) – má velmi jemné příjemné aroma – při výrobě ovocných šťáv, sirupů, cukrovinek (nahrazuje kyselinu citronovou), ke konzervaci (zeleniny, ovoce, ryb)
  • V chemické výrobě – příprava kyseliny akrylové – výrova plexiskla a plexigumy
  • V koželužství – dekalcinace kůží
  • V barvířství – jako mořidlo
  • Ve farmaceutickém průmyslu – Ca, Fe soli (vysoká čistota, obsah více než 90 %)

Produkce organických kyselin
kyselina mléčná

- **POLYMER MLÉČNÉ KYSELINY** (**Polylactic acid - PLA**) - chemická polymerace kyseliny mléčné
- **Bioplast PLA** je svými vlastnostmi podobný konvenčním plastům (polyetylenu - PE, polypropylenu – PP), proto závěrečný krok výroby polymerizaci PLA je možné provést na již existujících zařízeních používaných právě k výrobě PE nebo PP. Výhodou **PLA** je jeho průhlednost.
- Velice důležitou **vlastností PLA** je jeho dobrá snášenlivost v lidském těle - **biokompatibilita**. Lidské tělo po čase PLA resorbuje, aniž by tento proces pro něj představoval nadměrný stres. Toho se využívá především v medicíně, když se právě z PLA vyrábí samovstřebatelné stehy a implantáty

Produkce organických kyselin
kyselina mléčná

- **Bioplast PLA**

Výrobce: Natureworks LLC

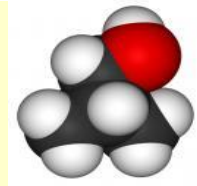
Biodegradabilita

Produkce organických kyselin
kyselina citronová

A. niger: Mycology online

- Izolace kyseliny citronové z citronové šťávy r.1784 Scheel
- První komerční výroba kys. citronové z citronové šťávy v r.1826 Sturge (Anglie)
- V r. 1893 (Wehner) zjištěna při produkci kyseliny šťavelové *Penicillium glaucum*
- Záhorský v r. 1913 získal patent na produkci k. citronové *Aspergillus niger*
- Podklady pro průmyslovou výrobu s produkčním kmenem *Aspergillus niger* – J. Currie v r. 1917
- První otevření výroby 1928 - Kaznějov u Plzně, Belgie, USA, Anglie

Produkce organických rozpouštědel
butanol



- Především mikrobiologická produkce butanolu, acetonu a butylenglykolu
- Suroviny - škrobnaté (kukuřice, obilí, rýže, brambory)
  - cukerné (melasa, sulfitové výluhy, hydrolyzáty dřeva)
- Zrniny se nejprve melou, smísí s vodou a sterilizují při zvýšené teplotě a tlaku
- Produkční organizmy – zástupci rodu *Clostridium*
- Butanol se používá jako
  - rozpouštědlo v mnoha chemických a textilních procesech (např. ředidlo barev)
  - složka hydraulických a brzdných kapalin
  - složka parfémů

Produkce biopolymerů

exopolysacharidy - xantan

- Xantan je produkován zástupci rodu *Xantomonas* (*X.campestris*)
- Průmyslová výroba fa Merck 1963
- Patří mezi hydrokoloidy (látky vázající vodu) – používá se jako zahušťovadlo roztoků na vodní bázi a dále jako stabilizátor
- V potravinářském průmyslu se využívá v těchto oblastech (používá se pod názvem xantanová guma):

  salátové tekoucí dressingy, masové šťávy a omáčky, masné produkty (šunka, drůbež), zmrzliny, nápoje – džusy, cukrovinky, pečivo, zejména litá těsta a některé speciální výrobky: palačinky a lívance, muffins, biskvity, nízkokalorické chleby a pečivo, bezlepkové výrobky, mražené a chlazené pečivo. Finální výrobky zůstávají déle čerstvé, křehké a mají zpomalené vysychání (tvrdnutí).

Produkce biopolymerů

exopolysacharidy- xantan

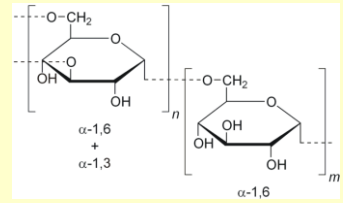
- Je ideální jako stabilizátor pro zubní pasty a gely nebo ve farmaceutických přípravcích
- V průmyslu se xantan využívá jako stabilizátor rozstřikovaných látek, stabilizuje vodou ředitelné barvy, přísada do keramických glazur, …
- Využívá se i v mléčných náhražkách pro telata a selata nebo při výrobě šťavnatých krmiv pro domácí mazlíčky

Bio-harmonie.cz

Produkce biopolymerů

exopolysacharidy

dextran



- Producent – *Leuconostoc mesenteroides*
- Polymer α-D-glukózy
- Mechanizmus syntézy dextranu je dosud nejasný
- Komerční využití
  - Výchozí materiál pro výrobu biologicky odbouratelných polykationtů a polyaniontů – využití ve fotografickém a kosmetickém průmyslu, při čištění vod, v zemědělství
  - Přísada pro stabilizaci mražených mléčných produktů
  - Použití jako stabilizátoru při výrobě hotových jídel (z masa, zeleniny, ryb)
  - V cukrovinkách zabraňuje krystalizaci, zvyšuje viskozitu, udržuje vůni
  - V poslední době se hodně používá při výrobě nealkoholických nápojů, aromatických výtažků a polev

Produkce enzymů

Enzym	zdroj	aplikace
Amyláza	*Bacillus subtilis* *Bacillus diastaticus* *Aspergillus niger*	v potravinářství (výroba piva, etanolu, pekárenský průmysl
Proteáza	*Bacillus subtilis* *Aspergillus niger* *Aspergillus oryzae* *Aspergillus flavus*	v potravinářství (pekařství- zkracují přípravu těsta, sýrařství – sýřidlo), krmivářství(zvýšení účinnosti výkrmu), kožedělném průmyslu (úprava usní), výroba pracích prášků), doplněk stravy
Glukózaoxidáza	*Penicillium notatum* *Aspergilus niger*	odstraňování glukózy, testovací proužky pro diabetiky
Lipáza	*Micrococcus*	výroba sýrů, potravinový doplněk

Příprava lidských proteinů

- Pro docílení úspěšné exprese eukaryotických genů v bakteriích se musí nejdříve vytvořit v laboratoři **genový konstrukt** (transgen), který bude v bakteriích fungovat stejně dobře jako v buňkách původního organizmu - **optimalizace genové exprese**. Po vytvoření se genový konstrukt vnese do produkčního kmene.
- První produkty připravené metodami genového inženýrství v geneticky pozměněných bakteriích byly **lidský inzulin** (1982) **a růstový hormon**, které lze díky jejich jednoduché struktuře připravit v bakteriích v aktivní formě.

Výroba potravinářské a krmné biomasy – SCP (single cell proteins)

- Mikrobiální biomasa má sloužit především jako zdroj bílkovin, vitaminů, fosfolipidů atd.
- Cílem je získat produkt s vysokým obsahem požadované složky – především bílkoviny. Dříve se propagovala tam, kde nebyla dostupná jiná bílkovina. V takovém pojetí se jeví jako ekonomicky nezajímavá a nemůže konkurovat např. sojové bílkovině
- Ekonomicky schůdné je však komplexní využití vyprodukované biomasy. Produkty mohou potom nalézt uplatnění ve výživě, zdravotnictví zbytky pro přípravu krmiv atd.

Výroba potravinářské a krmné biomasy – SCP (single cell proteins)

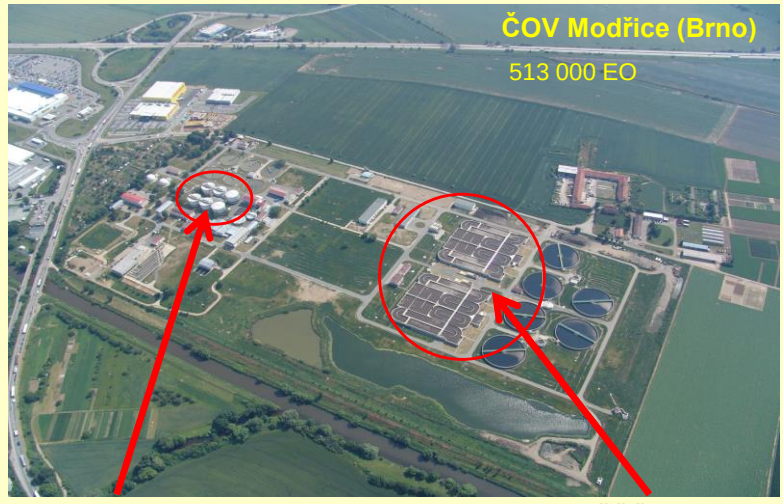
- Vedle *Saccharomyces* se v současné době využívají kmeny rodu *Candida*. Většina používaných kmenů produkuje minimálně 50% bílkovin v sušině. Tyto kmeny jsou výhodnější i svými menšími nároky na výživu a tolerují media s vyšším obsahem solí
- *Candida utilis, Candida tropicalis, Candida pseudotropicalis, Candida robusta, Candida scottii, Candida ingens, Candida crusei, Candida mogii, Candida boidinii* a další
- Ostatní kvasinkovité mikroorganizmy jako *Yarrowia lipolytica, Hansenula anomala, Hansenula polymorfa, Hansenula capsulata, Pichia pastoris* a další
- V některých speciálních případech jsou využívány i bakterie *Methanomonas methanica, dříve Pseudomonas methanica* (při výrobě biomasy ze zemního plynu)

Výroba potravinářské a krmné biomasy – SCP (single cell proteins)

Substráty pro přípravu SCP

- Melasa – v současné době jen ve výjimečných případech
- Lihovarské výpalky
- Sulfitové výluhy (po výrobě celulózy)nebo hydrolyzáty dřeva
- „Citrolouhy“ (po výrobě kyseliny citronové)
- Syrovátka a další “odpady“ z potravinářské výroby, případně zemědělství
- n-alkany
- Etanol, metanol – mohou být připraveny velmi čisté a získané SCP je nejvyšší kvality
- SCP (bakterie, kvasinky) obsahuje 70 - 80 %hm. čistých bílkovin
- Mikrobiální biomasa se vyznačuje vysokým obsahem nukleových kyselin (především RNA). Jejich obsah je v korelaci s obsahem bílkovin a pohybuje se v rozmezí 8 - 15 % sušiny. Maximální denní dávka pro člověka je 2 g nukleových kyselin, což odpovídá asi 20 g mikrobiální biomasy

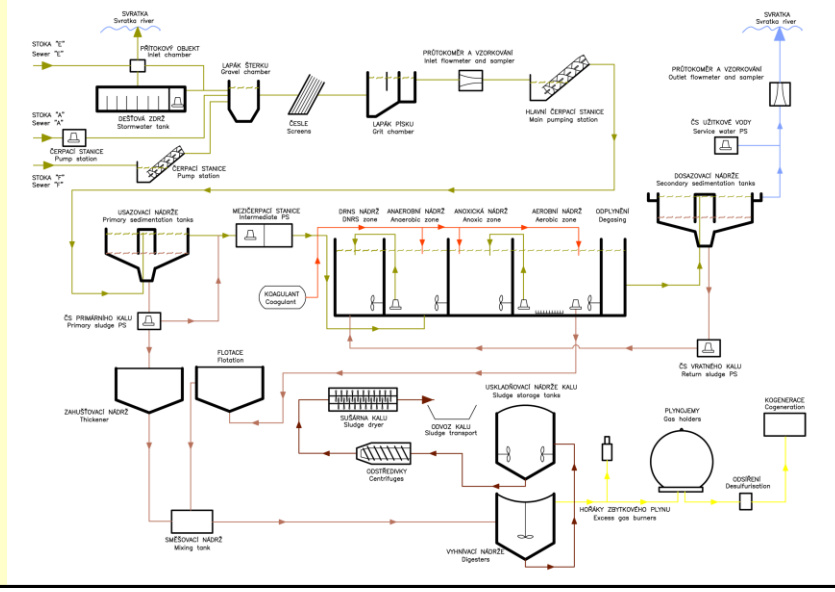
Biologické čištění odpadních vod



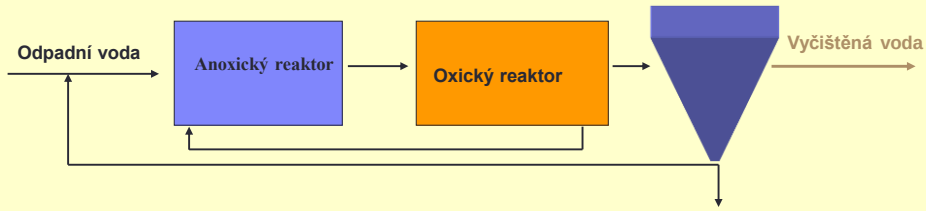
Při anaerobní stabilizaci kalu 45 000 kg mikroorganizmů

Na biologickém čištění v aerobní části se podílí přibližně 200 000 kg mikroorganizmů

Schéma čistírny odpadních vod Modřice



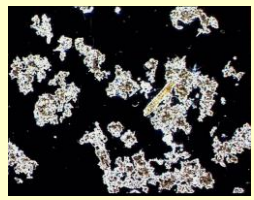
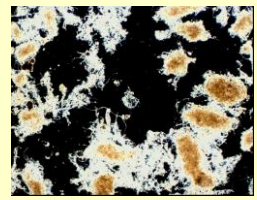
Biologické odstraňování dusíku



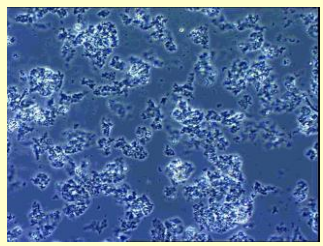
Nitrifikační mikrorganizmy
Nitrospira, Nitrosoccus, Nitrosomonas, $NH_4 \longrightarrow NO_2^-$
Nitrobacter **sp.** $NH_4 \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow NO_3^-$

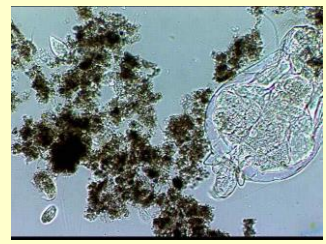
Denitrifikační mikrorganizmy $NO^-_2, NO^-_3 \longrightarrow N_2$
Heterotrofní:
Pseudomonas, Alcaligenes, Bacillus,
Achromobakter, Hydrogenomonas **aj.**
Chemolitotrofní:
Thiobacillus, Nitrosomonas **aj.**

Tvorba vloček v aktivovaném kalu

Vločky představují spojení malých částic do velkých partikulí obsahující nejrůznější látky zbytky buněk, živé buňky a biopolymery. Jedním z pozitivních aspektů bakterií tvořící vločky je, že snadno sedimentují a snižují náklady na odvodňování. Negativním aspektem je vysoký podíl "obalových" polysacharidů. V těchto případech je sedimentace značně obtížná.


Vločka mladého kalu


Vločka starého kalu, začíná od středu "černat"

Kompostování

- **Kompostování je** aerobní proces přeměny organických materiálů vlivem mikrobiální aktivity na kompost

- Kompost je organický prostředek pro zlepšení půdy obsahující stabilizované organické látky a rostlinné živiny získaný řízeným biologickým rozkladem směsi sestávající zejména z rostlinných zbytků a mající deklarované kvalitativní znaky

Kompostování

Co se děje v kompostu?

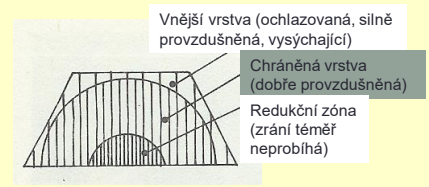
Pokud je vlhkost a teplota optimální, organická hmota se začne rychle rozkládat. Na rozkladu se podílí živé organizmy - houby, aktinomycety, řasy, kvasinky, bakterie, roztoči, chvostoskoci a mnoho dalších drobných živočichů.

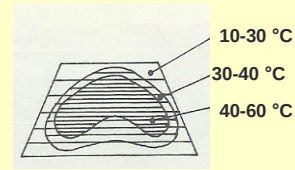
- Souběžně s rozkladem se zároveň vytvářejí nové sloučeniny. Organický odpad se přeměňuje na komplexní látky trvalého humusu.

- Technologie kompostování
  - zakládky
  - boxy/reaktory
  - vaky

Kompostování

Kompostování v zakládkách





Pásové zakládky jsou pravidelně překopávány kvůli zvýšení poréznosti hromady a homogenity kompostovaných materiálů, zabezpečení dobrého provzdušňování a vhodné vlhkosti. Optimální vlhkost v zakládce by měla být 50 - 60 %. Při obsahu vody nad 60 % se navozují anaerobní podmínky.

Kompostování

Boxy

Uzavřené kompostovací boxy s nuceným přívodem/odvodem vzduchu, bez koncovky pro čištění zápachů, umístěny v hale.

Vaky

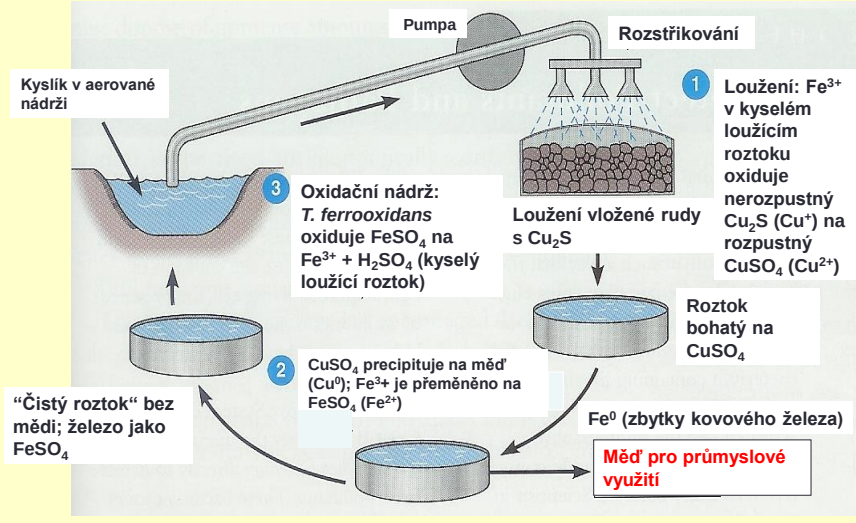
Kompostovací vak je vak určený ke kompostování biologicky lehce rozložitelných odpadů, vybavený aerací a dalším příslušenstvím nezbytným pro kontrolu a řízení kompostovacího procesu.

Biologické loužení kovů z rud

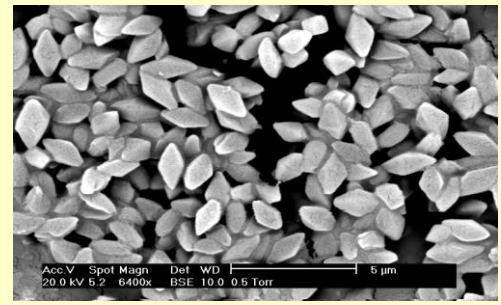
Biohydrometalurgie

- využití mikroorganizmů při získávání kovů,
- využívá se v případech, kdy obsah kovu v rudě je velice nízký (v rozmezí asi 0,1 - 0,5 % kovu), jedná se většinou o tzv. nebilanční rudy nebo hlušinu
- tímto technologickým postupem se nejprve získávala měď a uran, později i další kovy

Získávání mědi



Bioinsekticidy

Bacillus thuringiensis

- ***Bacillus thuringiensis*** (**Bt**) je G^+ tyčka vyskytující se běžně v půdě
- *Popsaná v roce* 1901 japoncem Shigetane Ishiwatari
- V roce 1976, Robert A. Zakharyan prokázal přítomnost plazmidu, který se podílí na řízení sporulace a produkce „krystalů“ (toxiny kódované ***cry*** geny a prasporální inkluze)
- 1997 - využití jako bioinsekticidy proti moučnému červu
- „***cry* toxiny**“ mají relativně velkou specifitu působení na jednotlivé druhy řádů
  - *Lepidoptera*
  - *Diptera*
  - *Hymenoptera*
  - *Nematoda*