

Mikroorganizmy a kolobeh látok



RNDr. Maroš Sirotiak, PhD.

Požiadavky pre existenciu organizmu

1. výmena látok a energie s okolím – transport látok,
2. trvalá premena látok a energie – metabolizmus,
3. samoregulácia, a to na úrovni bunky i na úrovni organizmu,
4. samoreprodukcia – bunkový cyklus a rozmnožovanie buniek a organizmov

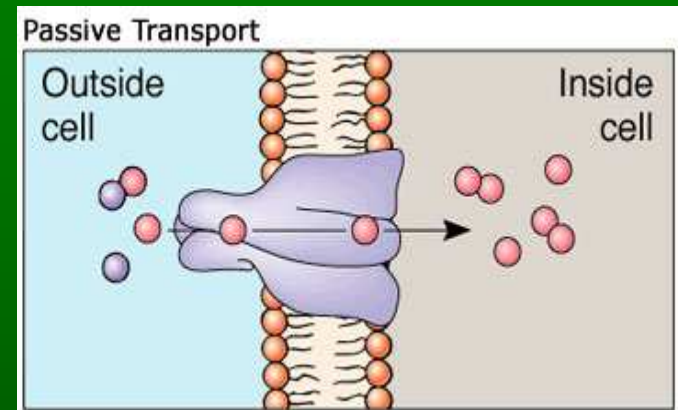
Príjmanie / vylučovanie látok

- Transportné systémy sa **z hľadiska potreby energie** rozdeľujú na:
 1. *pasívny transport* – nepotrebuje dodávať energiu,
 2. *aktívny transport* – potrebuje dodať energiu.
- Transportné systémy sa **z hľadiska mechanizmu** priebehu rozdeľujú na:
 1. prostú difúziu – pasívny transport,
 2. transport za pomoci prenášačov – aktívny transport,
 3. transport spojený s translokáciou skupín – aktívny transport,
 4. transport spojený s lokálnou prestavbou membrány - aktívny transport.

Príjmanie / vylučovanie látok

PASÍVNY TRANSPORT

- **Difúzia** je prenikanie látok cez priepustnú membránu, ktorý sa koná v smere koncentračného gradientu, pričom
 - hydrofilné látky prestupujú cez hydrofilné póry v membráne a cez poruchy v lipidovej časti membrány
 - lipofilné (hydrofóbne) látky prestupujú cez lipidovú časť membrány
- **Osmóza** je prenikanie vody cez polopriepustnú membránu
 - Hypotonické prostredie – bunka nasáva vodu
 - Izotonické prostredie
 - Hypertonické prostredie



Príjmanie / vylučovanie látok

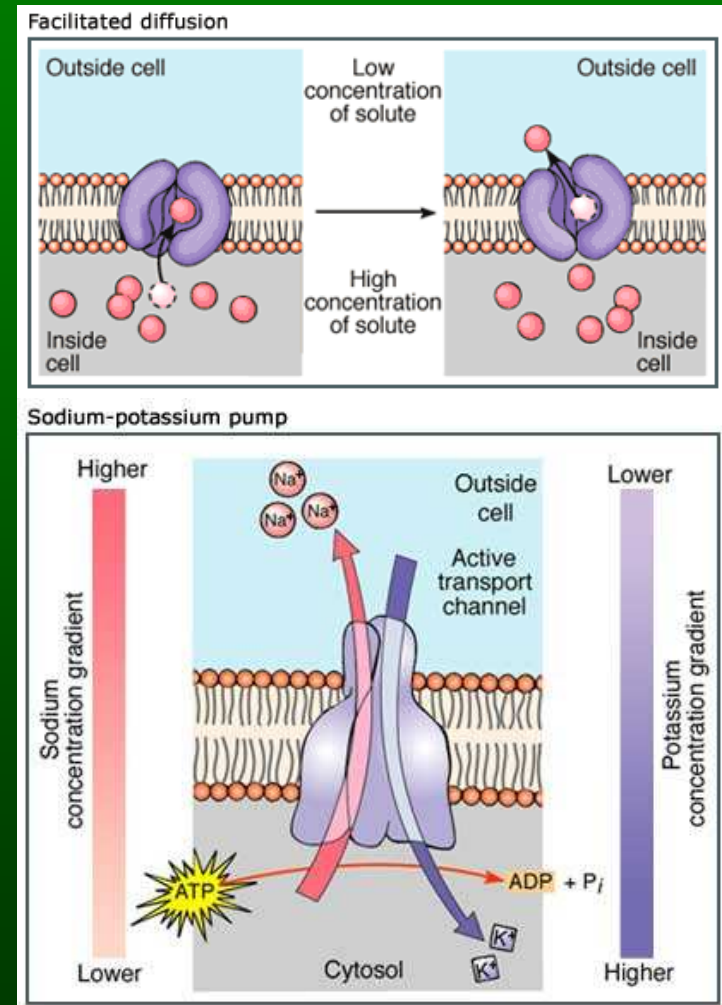
TRANSPORT ZA POMOCI PRENÁŠAČOV

● *Prenášačové proteíny*

- na jednej strane cytoplazmatickej membrány naviažu na seba prenášanú látku a zmenou svojej priestorovej štruktúry sa premiestnia za membránu
- Malé anorganické ióny a malé organické molekuly

● *Kanálové proteíny (iónové kanály)*

- Iónové kanály aktivované napätím
- Mechanicky aktivované kanály
- Chemicky riadené kanály



Príjmanie / vylučovanie látok

TRANSPORT SPOJENÝ S TRANSLOKÁCIOU SKUPÍN

- látka prestupuje membránu proti koncentračnému gradientu, ale s tým, že počas prechodu cez membránu prebehne reakcia prestavby jej skupín, takže na druhú stranu membrány vlastne už prechádza ako iná látka.

Príjmanie / vylučovanie látok

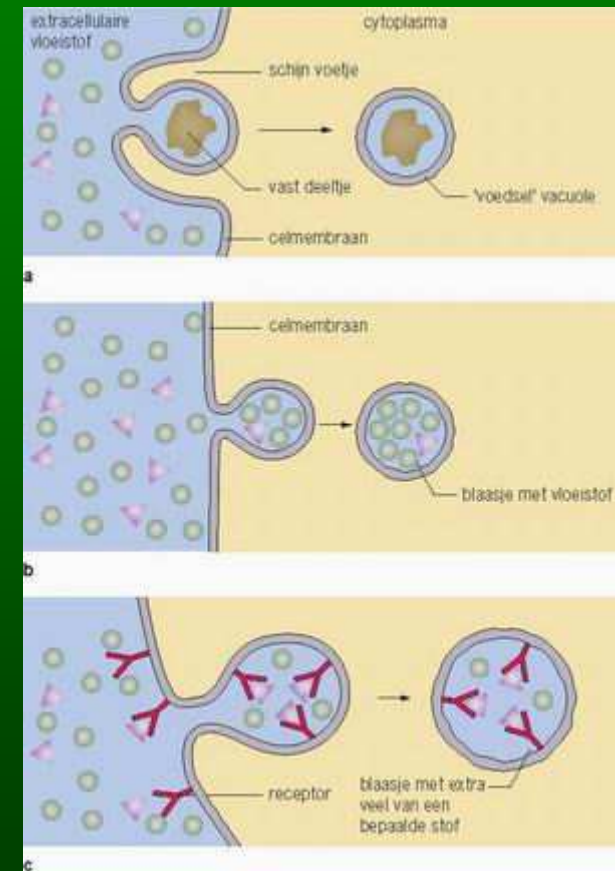
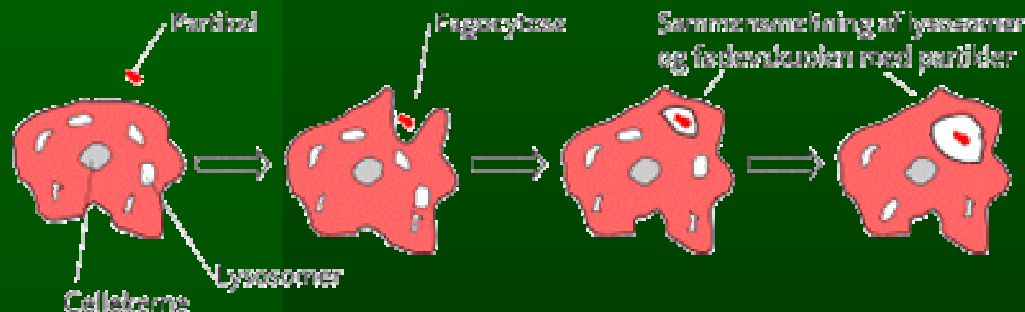
TRANSPORT SPOJENÝ S LOKÁLNOU PRESTAVBOU MEMBRÁNY

- **Endocytóza a exocytóza**

Pinocytóza – bunka prijíma roztoky

Fagocytóza – bunka prijíma tuhé látky

Endocytóza pomocou receptorov



Metabolizmus

- Metabolizmus je súbor biochemických reakcií, ktoré prebiehajú v organizme s cieľom udržať ho živým.
- Podľa **zdroja energie** delíme metabolizmus na:

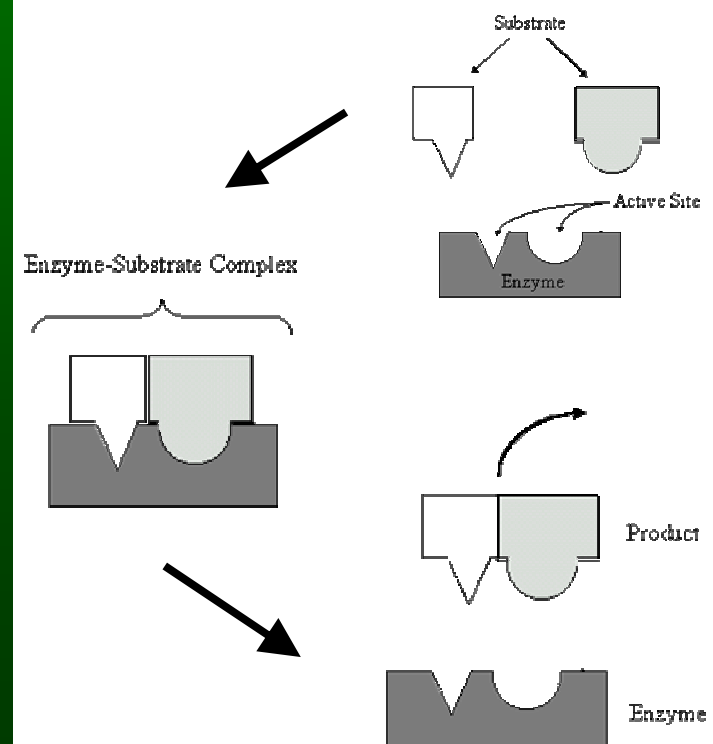
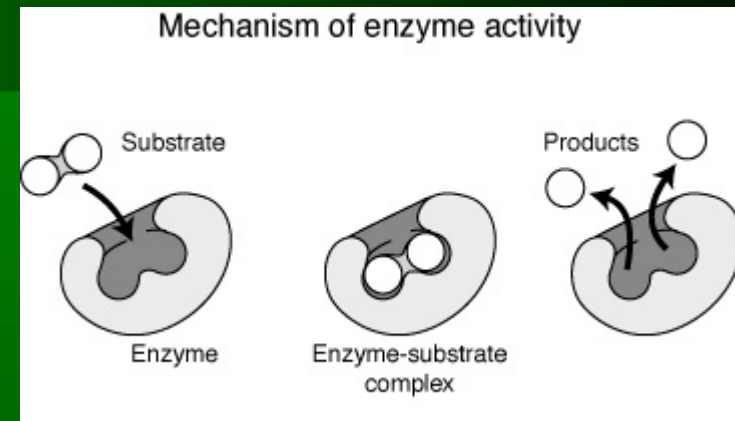
Typ výživy a metabolizmus	Zdroj energie	Zdroj uhlíka	Zdroj vodíka	Organizmy
FOTOAUTOTROFNÝ	svetlo svetlo	oxid uhličitý oxid uhličitý	voda sulfán vodík	sinice a rastliny fototrofné baktérie
CHEMOAUTOTROFNÝ	oxidácia organických látok	oxid uhličitý	voda	chemoautotrofné baktérie
FOTOHETEROTROFNÝ	svetlo	organické látky	organické látky	fotoheterotrofné baktérie
CHEMOHETEROTROFNÝ	oxidácia organických látok	organické látky	organické látky	chemoheterotrofné baktérie, huby, živočíchy, človek

Metabolizmus

- Pri určitom **účelovom zjednodušení** predstavuje:
 - **Anabolizmus** (syntézu) je:
 - novotvorba stavebných a katalytických látok bunky - redukcia, asimilácia,
 - novotvorba bunkových štruktúr,
 - replikácia genetického materiálu,**čo však predpokladá:**
 - príjem potrebných látok z okolia – transport látok,
 - uvoľnenie potrebnej energie zo živín a jej akumuláciu v makroergických väzbách – biologickú oxidáciu.
 - **Katabolizmus** (rozklad) je:
 - odbúranie využitých a už nevyužitelných bunkových štruktúr a organel, stavebných a katalytických látok a všetkých prebytočných látok – oxidácia, disimilácia,
 - vylúčenie nevyužitelných produktov metabolizmu do **okolitého prostredia** – transport

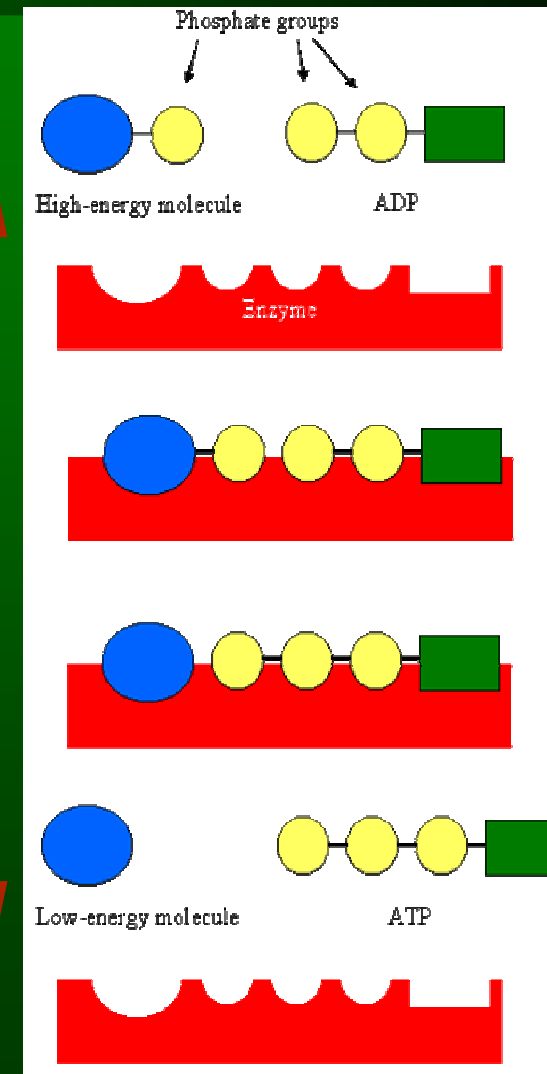
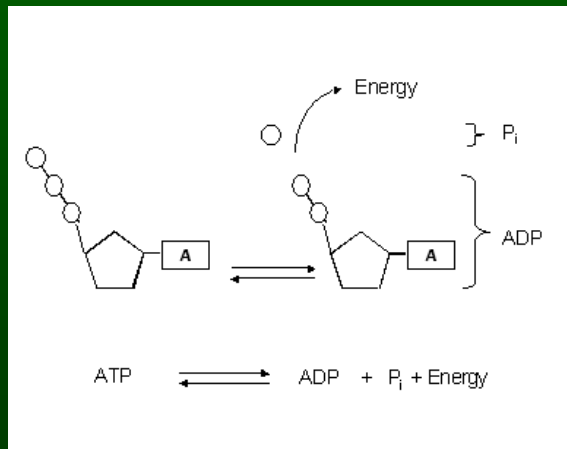
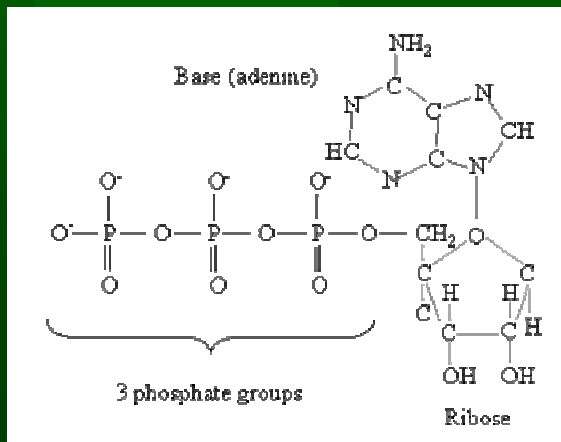
Metabolizmus

- Temer všetky metabolické procesy sú katalyzované **enzýmami**.
- **enzým so substrátom** vytvorí aktívny komplex **enzým-substrát**, ktorý sa v ďalšej fáze premení na komplex **enzým-produkt** a ten sa napokon rozpadne na **enzým a produkt**.
- Enzým vystupuje z reakcie v takej podobe, v akej do nej vstupoval, teda môže vstúpiť do reakcie s ďalšou molekulou substrátu.



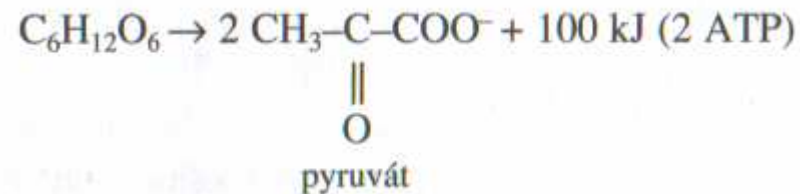
Metabolizmus

- Energetický príjem / výdaj sa uskutočňuje pomocou **špeciálnych prenášačov energie – ADP / ATP**
- ATP je nukleová kyselina podobne ako DNA a RNA. Obsahuje adenín, ribózu a tri molekuly kyseliny fosforečnej:

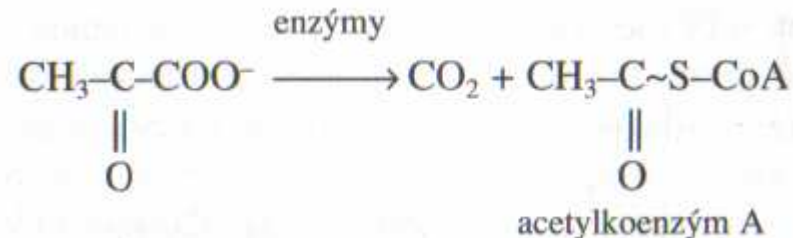


Metabolizmus

- Katabolizmus sacharidov a s ním spojená tvorba ATP:
Glykolýza – prebieha v cytoplazme bez prístupu kyslíka:

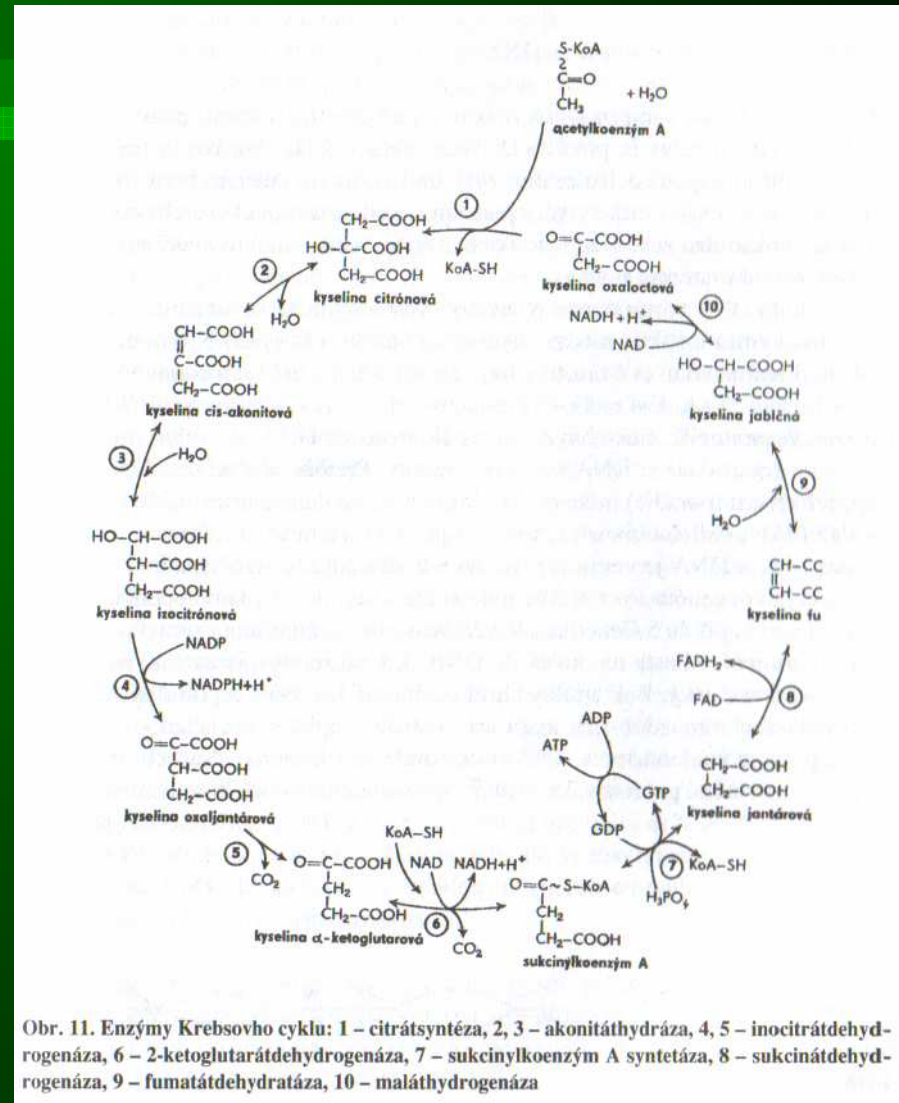


Cyklus kyseliny citrónovej – „spaľovanie“ vzniknutého pyruvátu kyslíkom (cca 1700 kJ) prebieha v mitochondriách. Vzniká CO_2 a acetylová skupina, ktorá sa spojí s koenzým A:



Metabolizmus

tento vstupuje do cyklu kyseliny citrónovej:
Tvorba ATP v mitochondriách sa nazýva aj oxidatívna fosforylácia. Úplným rozložením 1 mólu glukózy sa získa 38 ATP a časť energie sa uvoľní vo forme tepla.



Anaeróbny rozklad bezdusíkatých organických látok

- Predovšetkým ide o rozklad sacharidov – *fermentácie*.
- **Maslové kvasenie** - Realizujú ho **striktne anaeróbne baktérie**. Niektoré baktérie však asimilujú i vzdušný kyslík. **Substrátom** pre toto kvasenie sú **monosacharidy**. **Produktom je kyselina maslová, ale podľa vlastností producenta to môže byť i butanol, oxid uhličitý a vodík**. Z maslových baktérií treba spomenúť *Clostridium pasteurianum* (fixuje dusík), *Clostridium felsineum* (rozkladá aj pektíny, čím sa urýchľuje rozklad rastlinných zvyškov), *Clostridium butyricum* (produkuje aj butanol a izopropylalkohol), *Clostridium saccharobutyricum* (okrem kyseliny maslovej produkuje kyselinu octovú a vodík).

Aeróbnym rozklad bezdusíkatých organických látok

- **Rozklad celulózy** - Celulóza je **lineárny polymér glukózy**. V prírode je jej veľké množstvo. Tvorí 45 až 80 % sušiny rastlín. Je to pomerne stála látka. Jej rozklad v prírode zabezpečujú mikroorganizmy.

Z celulolytických baktérií sú to hlavne druhy *Cytophaga lutea*, *Cytophaga rubra*, *Cellfalciculla viridis*, *Cellvibrio fulva*, *Polyangium sp.*, *Myxococcus cellulosa*. Z húb medzi rozkladače celulózy patria príslušníci rodov *Gliobotrys*, *Trichoderma* (druh *Trichoderma viride*), *Aspergillus*, *Penicillium*, *Pleurotus* (druh *Pleurotus ostreatus* = hliva ústřicovitá).

Aeróbnym rozklad bezdusíkatých organických látok

- **Oxidácia lignínu** - Lignín je polymér aromatického alkoholu koniferylalkoholu. Tvorí až 30 % sušiny dreva. Je veľmi odolný aj voči mikrobiálnemu rozkladu. Len pomerne málo baktérií rozkladá lignín. Ide o príslušníkov z rodov *Marulius* a *Ceratostomella*. Z plesní vie rozkladať lignín *Mucor chlamydosporus racemosus*, ale pretože nerozkladá aj celulózu, jeho pôsobením sa drevná hmota mení na rôsolovitú látku.
- **Oxidácia pektínov** - Pektíny sú polyurónové kyseliny. Degradáciu pektínov uskutočňujú *Bacillus subtilis*, *Bacillus mesentericus*, *Mucor stolonifer*.

Aeróbnym rozklad bezdušikatých organických látok

- **Rozklad lipidov** - Lipidy sú estery mastných kyselín a alkoholov.

Lipidy rozkladá rad baktérií – *Bacterium fluorescens*, *Bacterium pyocyaneum*, *Bacterium prodigiosum*, *Bacterium lipolyticum*, z húb sú to *Aspergillus niger*, *Oidium lactis*.

- **Oxidácia alkánov** - Alkány môžu byť kontaminanty životného prostredia.

Alkány dokážu degradovať viaceré baktérie – *Bacterium fluorescens*, *Bacterium aliphaticus*, *Mycobacterium album*, *Mycobacterium rubrum*, *Mycobacterium luteum*, *Bacterium methanicum*, ale i kvasinky rodu *Candida*.

Aeróbnym rozklad bezdusíkatých organických látok

- **Oxidácia aromatických uhľovodíkov** - Tak ako alkány aj aromatické uhľovodíky môžu byť kontaminanty životného prostredia.

Aromatické uhľovodíky degraduje rad baktérií – *Bacterium bensoli*, *Bacterium toluoli*, *Mycobacterium sp.*, *Bacterium phenoli*, *Mycoplasma bullata*, *Bacterium platichroma*, z húb sú to *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.*

Oxidácia vodíka

- Vodík vedia oxidovať niektoré baktérie – *Bacterium pantotrophum*, *Bacterium oligocarboophilum*, *Bacterium hydrogenes*.

Rozklad organických dusíkových látok

- Pri rozklade organických dusíkových látok ide o mineralizáciu organicky viazaného dusíka na amoniak.
- **Amonizácia močoviny** - Močovinu na amoniak degradujú baktérie *Bacterium probatus*, *Planosarcina ureae*, *Micrococcus ureae*.
- **Amonizácia kyseliny močovej** - Kyselina močová sa degraduje na močovinu a kyseliny vínny. Tento proces uskutočňujú baktérie *Bacterium acidi urici*, *Bacterium vulgare*, *Bacterium fluorescens*.

Rozklad organických dusíkových látok

- **Rozklad chitínu** - Chitín je polymér N-acetylglukózamínu a vyskytuje sa v bunkovej stene húb. *Bacterium chitinovorum* rozkladá chitín najprv na glukózamín, a potom na amoniak.
- **Amonizácia proteínov** - Rozklad proteínov prebieha postupne cez peptidy až na aminokyseliny. Tie sa rozkladajú ďalej za tvorby amoniaku. Amonizácia proteínov prebieha za anaeróbných i aeróbných podmienok baktériami, hubami i aktinomycétami. Z baktérií rozkladajúcich proteíny na amoniak možno uviesť *Proteus vulgaris*, *Bacterium vulicare*, *Bacterium fluorescens*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus mesentericus*, *Bacillus subtilis*, z húb príslušníci rodov *Aspergillus*, *Botrytis*.

Fixácia dusíka

- Fixácia dusíka má v prírode mimoriadny význam, lebo **zabezpečuje asimiláciu atmosferického dusíka do organických zlúčenín**. Fixáciu dusíka uskutočňuje rad mikroorganizmov v anaeróbných i aeróbných podmienkach, žijúcich voľne i v symbióze s rastlinami.
- **Fixácia dusíka voľne žijúcimi aeróbnymi mikroorg.** - Tento proces zabezpečujú rody *Nostoc*, *Anabaena*, *Mycobacterium*, *Spirillum* (druh *Spirillum lipoferum*), *Derxia*, *Beijerinckia*, *Plectonema*.
- **Fixácia dusíka voľne žijúcimi anaeróbnymi mikroorg.** - Medzi týchto viazačov dusíka patria druhy *Clostridium pasteurianum*, *Clostridium butyricum*, a príslušníci rodov *Desulfovibrio*, *Chlorobium*, *Chromatium*, *Franckia*, *Actinomycetales*.

Fixácia dusíka

- **Fixácia dusíka hubami** - Uskutočňujú ju rody *Torula*, *Alternaria*, *Cladosporium*.
- **Fixácia dusíka riasami** - Patria do rodov *Nostoc*, *Anabaena*.
- **Fixácia dusíka symbiotickými mikroorganizmami** - Patria k rodom *Rhizobium* (druh *Rhizobium leguminosarum*), *Bacteria* (druh *Bacterium radicum*), *Azotobacter* (druh *Azotobacter paspallum*), *Nostoc*, *Anabaena*, *Tolypothrix*.

Premeny anorganických dusíkových látok

- **Redukcia dusičnanov na voľný dusík (denitrifikácia)** - Je to **opačný proces ako nitrifikácia**. Uskutočňuje ju celý rad baktérií, húb i aktinomycét. Ako príklad možno uviesť *Thiobacterium denitrificans*, *Denitrobacterium thermophilum*.
- **Oxidácia amoniaku na dusitany a dusičnany (nitrifikácia)** - Nitrifikácia prebieha v pôde za aeróbnych podmienok. Prebieha v dvoch krokoch. **Najprv sa amoniak oxiduje na dusitany a potom dusitany na dusičnany (nitritácia a nitrátácia)**. Prvý krok uskutočňujú napríklad baktérie rodu *Nitrosomonas*, *Nitrocystis* a *Nitrospira*, druhý krok napríklad *Nitrobacter*.

Premeny fosforu

- Premeny fosforu prebiehajú v pôde. Ide o premenu nerozpustných fosforečných zlúčenín na rozpustnejšie a mineralizáciu fosforu viazaného v organických zlúčeninách (v nukleových kyselinách a fosfolipidoch).
- Na premene nerozpustných fosforečných zlúčenín sa podieľajú huby rodov *Penicillium* a *Aspergillus*. Využívajú soli kyseliny metafosforečnej ako zdroj fosforu a menia ich na ortofosforečnany. Po ich odumretí sa fosfor dostáva do pôdy ako zdroj pre rastliny. Z nerozpustných fosforečnanov sa vytesňuje kyselina ortofosforečná kyselinami, ktoré mikroorganizmy produkujú.

Premeny fosforu

- **Z organických fosforečných látok sa fosfor uvoľňuje pri ich mikrobiálnom rozklade (napríklad *Bacillus mycooides*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus megatherium* z baktérií, z kvasiniek *Candida*, *Saccharomyces elipsoideus*, z húb *Penicillium*, *Aspergillus*).**

Premeny síry

- V prípade kolobehu síry v prírode ide o **sulfurikáciu – oxidáciu minerálnych foriem síry, o desulfurikáciu – redukciu minerálnych foriem síry a o mineralizáciu organicky viazanej síry.**
- **Oxidácia sulfánu na kyselinu sírovú** - Sírne baktérie vo vode uskutočňujú **postupnú oxidáciu sulfánu (sírovodíka).** Pri nadbytku sulfánu sa v prostredí hromadí voľná síra a po spotrebovaní sulfánu sa aj ona oxiduje. Sírne baktérie sú bezfarebné druhy rodov *Beggiatoa*, *Thiotrix*, zelené *Chlorobium* a purpurové *Chromatium*. Redukované formy síry oxidujú aj **tiónové baktérie**, pri ktorých ako medziprodukt vystupuje tiosíran.

Premeny síry

- Spomenúť treba aerobného chemoautotrofa *Thiobacillus thiooxydans*, ktorý znáša aj pH 0 a dáva až 10 % kyselinu sírovú. Ďalej je to *Thiobacillus denitrificans*, ktorý je fakultatívny aerób – v anaeróbných podmienkach využíva dusičnany ako zdroj kyslíka. Rovnako sem patrí aj niekoľko druhov heterotrofov, ako sú *Bacillus subtilis*, *Bacillus mescutericus*, *Bacillus megatherium* a *Bacillus petavites*.
- **Redukcia minerálnych foriem síry** - Tento proces prebieha v pôdach nasýtených vodou, čím sa vytvoria anaeróbne podmienky. Redukciu síranov uskutočňujú autotrofy (oxidujú súčasne aj vodík) z rodov *Spirillum*, *Bacillus*, *Desulfovibrio* alebo niektoré heterotrofy.

Premeny železa

- **Premeny železa prebiehajú v pôde, kde je železo viazané v anorganických i organických zlúčeninách. Z organických zlúčení uvoľňuje železo nešpecifická mikroflóra (amonizačné, proteolytické a iné mikroorganizmy). Za aeróbnych podmienok sa železo z organických látok uvoľňuje ako trojmocné, za anaeróbnych podmienok ako dvojmocné, pričom súčasne dochádza k redukcii síry na sulfán a vzniká sulfid železnatý FeS.**
- **V anorganických zlúčeninách je železo ako trojmocné alebo dvojmocné a tie formy železa vedia premieňať tak aeróbne, ako i anaeróbne mikroorganizmy.**

Premeny železa

- **Z aeróbných baktérií oxidujú dvojmocné železo na trojmocné príslušníci rodov *Chlamydobacteriaceae*, *Caulobacteriaceae*, *Sideroderma* a *Sideromonas*. Obvykle majú slizovitý obal, v ktorom sa ukladá hydroxid železitý.**
- **Za anaeróbných podmienok prebieha oxidácia dvojmocného železa na trojmocné baktériou *Sporovibrio ferrooxydans* za prítomnosti dusičnanov, ktoré sa súčasne redukujú na dusitany. Redukciu trojmocného železa na dvojmocné železo v anaeróbných podmienkach uskutočňuje *Bacillus circulans* a *Bacillus polymyxa*.**

Premeny draslíka

- Premeny draslíka **prebiehajú v pôde**. Z organických zlúčenín uvoľňujú draslík nešpecifické heterotrofné mikroorganizmy. Z **aluminosilikátov** **baktérie Bacillus circulans** uvoľňujú draslík, fosfor a horčík a navyše **fixujú vzdušný dusík**, takže môžu byť dôležitým faktorom v prvotných fázach tvorby pôdy.



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

- Tento materiál bol podporený *Agentúrou na podporu výskumu a vývoja* na základe zmluvy č. LPP-0171-07.
- Ilustrácie použité v tomto dokumente sú voľne dostupné na internete.
- Viac na www.prirodnejavy.eu