

## 24. Látkové složení živých organismů a děje, které v nich probíhají; biokatalyzátory

### - Látkové složení živých organismů

#### o Biogenní prvky

- 27 prvků z 90 které se vyskytují v přírodě
- Vyskytují se v tělech organismů, jsou pro jejich život nezbytné
- Dělení prvků podle hmotnostního zastoupení
  - Makrobiogenní prvky – zastoupeny více 1 %
    - o C, O, H, P, Ca, N
  - Mikrobiogenní prvky – zastoupeny od 0,05 % do 1 %
    - o K, S, Cl, Na, Mg, I
  - Stopové prvky – zastoupeny méně než 0,05 %
    - o F, Fe, Br, Cu, Mn, Zn, Co

#### o Biomolekuly

- Jsou sloučeniny, ze kterých se skládají živé organismy
- Základní anorganické sloučeniny
  - Voda
    - o Její zastoupení je 60-95 % a tvoří prostředí, ve kterém probíhají metabolické přeměny
    - o Je součástí všech buněčných struktur (i makromolekul), funguje jako rozpouštědlo a některých reakcí se účastní přímo
    - o Největší množství vody se získává z vnějšího prostředí a příjem a výdej vody musí být v rovnováze
    - o Udržuje stálé pH, osmotický tlak a je důležitá pro termoregulaci, neboť je výborný vodič tepla
    - o Při biosyntéze se uvolňuje největší množství energie, která se ukládá v převážné většině do ATP
  - Oxid uhličitý
    - o Živina autotrofních organismů
    - o Konečný produkt všech aerobních organismů při dýchání
  - Amoniak
    - o Výchozí látkou biosyntézy dusíkatých látek
    - o Autotrofní organismy ho využívají k syntéze aminokyselin
    - o Vzniká při přeměně vzdušeného dusíku na organickou formu
  - Ionty
    - o Kationty – např.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$
    - o Anionty – např. fosforečnany
    - o Jsou důležité pro udržování acidobazické rovnováhy pH
- Základní organické sloučeniny
  - Především lipidy, bílkoviny, sacharidy a nukleové kyseliny

#### o Biopolymery

- Jsou tvořeny makromolekulami
- Patří sem především bílkoviny, polysacharidy a nukleové kyseliny
  - Tvořeny makromolekulami (biopolymery)
  - Polysacharidy, bílkoviny, nukleové kyseliny

## - **Metabolismus**

- Soubor všech reakcí probíhající v živých organismech, zahrnující přeměnu látek i energie
- Katabolické děje
  - Jsou děje rozkladné, při kterých se za současného uvolnění energie štěpí složitější látky na látky jednodušší
  - Jsou to děje exergonické, probíhající většinou jako oxidace substrátu
- Anabolické děje
  - Jsou děje syntetické, při kterých za současného spotřebování energie vznikají z jednodušších látek látky složitější
  - Jde o děje endergonické, probíhající většinou jako redukce substrátu
- **Metabolismus sacharidů**
  - Katabolismus
    - Glykolýza
      - Aktivace glukózy a její přeměna na triosafosfáty
      - Dehydrogenace glyceraldehyd-3-fosfátu na 3-fosfoglycerát
      - Přeměna 3-fosfoglycerátu na pyruvát
      - Za anaerobních podmínek se pyruvát redukuje na laktát
      - Za aerobních podmínek podléhá pyruvát oxidační dekarboxylaci za vzniku acetyl-CoA, který vstupuje do Krebsova cyklu
    - Pentózofosfátový cyklus
      - Glukóza je odbourávána za vzniku ribózy k tvorbě nukleotidů a NADPH + H<sup>+</sup> jako zdroj vodíků pro redukce
  - Anabolismus
    - Fotosyntéza probíhající u autotrofních organismů
    - Glukoneogeneze probíhající u heterotrofních organismů
- **Metabolismus bílkovin**
  - Katabolismus
    - Bílkoviny jsou ve střevech hydrolyticky štěpeny enzymy až na aminokyseliny, které jsou dále využívány k syntéze nových bílkovin nebo jiných dusíkatých látek
    - Pokud jsou aminokyseliny použity jako zdroj energie, jsou odbourávány deaminací, kdy vzniká amoniak, který vstupuje do ornithinového cyklu kde je přeměněn na močovinu
  - Anabolismus
    - Proteosyntéza
      - Transkripce probíhající v jádře
      - Translace probíhající na ribozomech
- **Metabolismus lipidů**
  - Katabolismus
    - $\beta$ -oxidace probíhající v mitochondriích
  - Anabolismus
    - Syntéza mastných kyselin má podobný charakter jako  $\beta$ -oxidace, ale není přesně protichůdnou reakcí
    - Probíhá v cytoplazmě

- **Makroergní sloučeniny**
  - Ukládá se v nich získaná energie z katabolických dějů, která je posléze používána při dějích anabolických
  - Energie je v nich vázána prostřednictvím makroergních vazeb, jejichž přerušением se energie uvolňuje; tyto vazby se značí ~
  - **Adenosintrifosfát - ATP**
    - Důležitý nukleotid tvořen adenosinem a třemi fosfáty
    - Univerzální makroergní sloučenina
    - Vzniká fosforylací z ADP
- **Krebsův cyklus**
  - Je sled reakcí, při kterých se acetyl-CoA odbourává na oxid uhličitý a redukované koenzymy NADPH + H<sup>+</sup> a FADH<sub>2</sub>, které dále vstupují do dýchacího řetězce
  - Prostřednictvím acetyl-CoA je Krebsův cyklus napojen na procesy odbourávání všech typů živin
  - Probíhá v matrixu mitochondrií
- **Dýchací řetězec**
  - Je složitý systém, při kterém získávají buňky rozhodující množství energie
  - Probíhá na vnitřní membráně mitochondrií
  - Vodík vázaný v redukovaných koenzymech je oxidován kyslíkem za vzniku vody a uvolnění velkého množství energie
    - Hlavními dodavateli vodíku pro dýchací řetězec je β-oxidace mastných kyselin a Krebsův cyklus
- **Difúze**
  - Transport látek po koncentračním spádu, tj. z místa s vyšší koncentrací do místa s nižší koncentrací
- **Osmóza**
  - Pronikání molekul vody přes cytoplazmatickou membránu
  - Osmotický tlak
    - Je tlak toku rozpouštědla pronikajícího přes polopropustnou membránu do roztoku, ve kterém je vyšší koncentrace rozpouštěných molekul nebo iontů
    - Je závislý na teplotě a koncentraci roztoku

## - Enzymy

- Jsou látky bílkovinné povahy, které katalyzují všechny reakce probíhající v živých organismech (biokatalyzátory)
- Stejně jako ostatní katalyzátory urychlují průběh biochemických reakcí snižováním aktivační energie, ale neovlivňují jejich rovnováhu
- Uplatňují se např. v potravinářském a textilním průmyslu, v lékařství nebo při čištění odpadních vod
- Získávají se z rostlinných, živočišných, a především z mikrobiálních organismů
- **Dělení enzymů podle složení**
  - Jednosložkové
    - Jsou tvořeny pouze bílkovinou
    - Jsou nositeli jak substrátové specifity, tak i specifity účinku
  - Dvousložkové
    - Jsou tvořeny komplexem zvaným holoenzym, který se skládá z apoenzymu, který je nositelem substrátové specifity (bílkovinná složka) a kofaktoru, který je nositelem specifity účinku (nebílkovinná složka)
    - Kofaktorem může být:
      - Prostetická skupina, která je s apoenzymem spojena pevně kovalentní vazbou
      - Koenzym, který je s apoenzymem poután slabě a může se oddisociovat
        - Koenzymy jsou často deriváty vitaminů
- **Enzymová reakce**
  - Dochází k navázání substrátu na aktivní místo, což je část apoenzymu tvořená určitým uskupením aminokyselin
    - Tvar aktivního místa odpovídá tvaru substrátu
    - Substrát je vázán na aktivní místo van der Waalsovými silami, elektrostatickými silami nebo vodíkovými vazbami
  - Vzniká komplex enzym-substrát
  - Po proběhlé reakci se z aktivního místa uvolní produkt
- **Vlastnosti enzymů, lišícími se od ostatních chemických katalyzátorů**
  - Substrátovou specifitou
    - Každý enzym obvykle katalyzuje pouze určitou reakci určitého substrátu
    - Za substrátovou specifitou odpovídá struktura aktivního místa apoenzymu
  - Specifitou účinku
    - Určitý enzym katalyzuje pouze jednu z mnoha možných přeměn substrátu
  - Vyšší účinností
    - Reakce katalyzované enzymy jsou o několik řádů rychlejší než reakce katalyzované jinými chemickými katalyzátory
  - Reakce katalyzované enzymy probíhají většinou jen do teploty 60 °C
  - Často působí v celých komplexech, tzn. katalyzují řadu po sobě jdoucích reakcí

- **Aktivita enzymů**
  - Je dána rychlostí enzymem katalyzované reakce, ta je ovlivněna
    - Koncentrací substrátu
      - Zvýšením koncentrace substrátu se zvýší rychlost reakce, ale pouze do nasycení enzymu substrátem
    - Koncentrací enzymu
      - Zvýšením koncentrace enzymu se zvýší rychlost reakce, ale pouze při dostatečném množství substrátu
    - Teplotou
      - Se zvyšující teplotou roste rychlost reakce, ale pouze v rozmezí 10-40 °C
    - pH
      - Většina enzymů je účinná pouze v určitém úzkém rozmezí pH
      - Optimální hodnota pH pro většinu enzymů je 6-7
    - Aktivátory
      - Látky zvyšující aktivitu enzymu
        - Např. aktivace proenzymu
      - Častými aktivátory enzymů bývají ionty kovů, např.  $Zn^{2+}$  nebo  $Mg^{2+}$
    - Inhibitory
      - Látky snižující aktivitu enzymu
      - Kompetitivní inhibice
        - Inhibitor je podobný substrátu a s enzymem „soutěží“ o navázání na aktivní místo a zabraňuje vytvoření komplexu enzym-substrát
      - Nekompetitivní inhibice
        - Inhibitor se váže mimo aktivní místo a zabraňuje tak tvorbě produktu
        - Je často způsobena ionty těžkých kovů, např.  $Pb^{2+}$  nebo  $Cd^{2+}$
      - Alosterická inhibice
        - Inhibitor se váže na speciální místo v molekule enzymu (alosterické místo) a způsobuje změnu konformace enzymu i aktivního místa a zabraňuje navázání enzymu na substrát

○ **Druhy enzymů**

- **Oxidoreduktázy**
  - Katalyzují oxidačně-redukční děje, tzn. přenos vodíku, elektronů nebo reakce s kyslíkem
  - Jsou to např. oxidázy, peroxidázy, dehydrogenázy a kataláza
  - Koenzymy oxidoreduktáz jsou např.  $\text{NAD}^+$  nebo  $\text{NADP}^+$
- **Transferázy**
  - Katalyzují přenos skupin atomů z jedné sloučeniny na druhou
  - Jsou to např. karboxyltransferázy, methyltransferázy, aminotransferázy
  - Koenzymy transferáz jsou např. ATP nebo koenzym A
- **Hydrolázy**
  - Katalyzují hydrolytické štěpení substrátu
  - Jsou to např. glykosidázy, peptidázy, lipázy, proteázy
  - Jejich součástí nejsou koenzymy, ale často kovové ionty
- **Lyázy**
  - Katalyzují štěpení nehydrolytické
  - Jsou to např. dekarboxylázy
  - Jejich součástí jsou často koenzymy transferáz
- **Ligázy**
  - Katalyzují syntézu jednoduchých molekul na složitější, za současné spotřeby ATP
  - Např. acetyl-CoA-syntetáza, DNA-ligáza
  - Jejich součástí jsou často koenzymy transferáz
- **Izomerázy**
  - Katalyzují reakce uvnitř molekuly jednoho substrátu, přesouvají atomy (skupiny) z jednoho uhlíku na jiný
  - Např. cis-trans-izomerázy
  - Většinou koenzymy neobsahují