

---

# Biochemie - základy

---

Biochemie

Znaky živých soustav

Složení živých soustav

Děje v živých soustavách

Enzymy a vitamíny

## 1) Biochemie

- Studuje chemické děje probíhající v živých soustavách
- Termín BIOCHEMIE poprvé použil F. Hoppe-Seyler v roce 1903, ale v samostatnou vědu se biochemie vyvinula až ve 30. letech 20. století

## 2) Chemické znaky živých soustav:

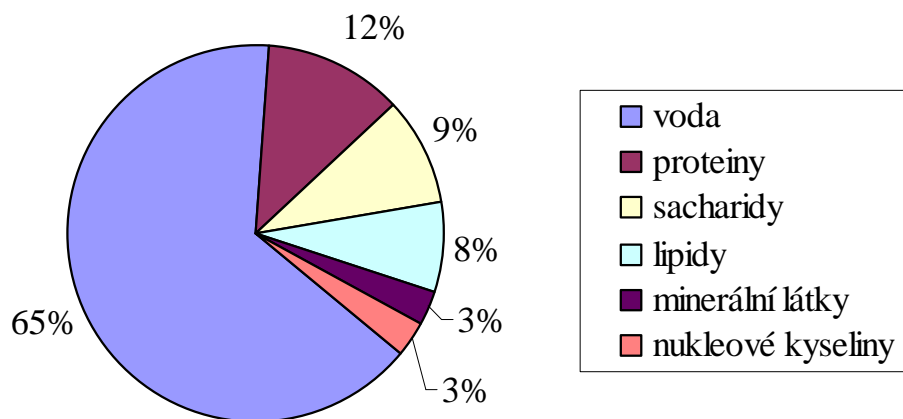
- Chemický základ – sacharidy, lipidy, bílkoviny, NK, anorg. soli, voda,...
- Metabolismus – chemická přeměna látek doprovázená uvolněním energie (+ syntéza bílkovin, NK,...)
- Výměna energie a látek s okolním prostředím
- Enzymová katalýza chem. dějů – vys. rychlost, konst. tlak, nízká teplota (37°C), bez objemových změn

### 3) Složení živých soustav

#### 1) Biogenní prvky

- Nutné pro stavbu a životní činnost organismu
- Dělení podle zastoupení:
  - a) makroprvky – ( $>0,005\%$  hmotnosti organismu)
    - C, H, N, O, P, S, Ca, Mg, Na, Cl, K, Fe
    - 98% hmotnosti organismu
  - b) mikroprvky – ( $<0,005\%$  hmotnosti organismu)
    - obvykle v enzymech
    - Zn, Mn, Cu, I, B, F, Se, Al, ...
- V organismech téměř vždy ve sloučeninách

### Relativní zastoupení hlavních skupin látek v živých organismech



## 2) Biogenní sloučeniny

- $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$  (popř.  $N_2$ )
- Z nich syntéza složitých látek (sacharidy, AMK, heterocyklické sloučeniny aj.) – nutné pro syntézu biomakromolekul (polysacharidy, bílkoviny, NK) nebo jako zdroj energie
- Při biochem. přeměnách se opět uvolňují

## Voda

- 60 – 90% hmotnosti organismu
- Příjem z okolního prostředí, jen asi 10% vzniká v těle
- Význam: prostředí dějů, rozpouštědlo, složka struktur makromolekul, reaktant i produkt dějů, tepelná regulace

---

### Oxid uhličitý

- výchozí látka pro fotosyntézu sacharidů
- konečný produkt oxidace org. slouč.

### Amoniak

- Výchozí látka a konečný produkt metabolismu dusíkatých org. látek (syntéza AMK, bílkovin, NK)
-

## 4) Děje v živých soustavách

- Spojeno s fyzikálně – chemickými procesy (zajištění výměny a pohybu látek)

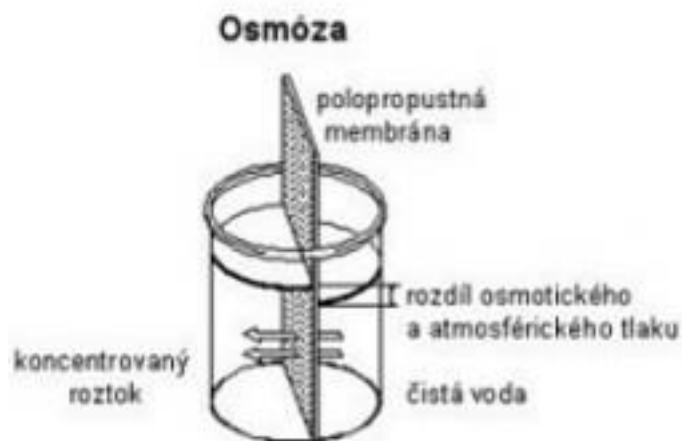
### 1) DIFÚZE

- Děj vedoucí k vyrovnání koncentrace látek
- Samovolný přechod částic z místa s vyšší koncentrací do místa s koncentrací nižší

### 2) OSMÓZA

- Samovolný průchod molekul rozpouštědla polopropustnou (semipermeabilní) membránou (membrána propouští pouze molekuly rozpouštědla, nikoliv rozpuštěných látek)

- Vede ke snížení koncentrace roztoku a zvětšení jeho objemu
- Míra osmózy je vyjádřena osmotickým tlakem



- Pohyb vody v organismech (např. nasávání vody kořeny rostlin a její pohyb do výšky)



---

### 3) USNADNĚNÝ TRANSPORT

- pohyb částic pomocí přenašečů (látky usnadňující difúzi biologickými membránami)

### 4) AKTIVNÍ TRANSPORT

- pohyb částic proti koncentračnímu spádu (směr proti přirozenému směru difúze)
  - za účasti enzymů
  - umožňuje transport částic z prostředí, ve kterém se vyskytují v nepatrných koncentracích
-

---

## 5) Enzymy

- Biokatalyzátory
  - Bílkoviny se specifickou strukturou
  - Velké urychlení chem. reakcí již v malých množstvích
  - Průběh za mírných podmínek
  - Vysoká specifita k substrátu
  - Většinou při reakcích nevznikají vedlejší produkty
-

---

Názvosloví:

Přípona –aza ke:

- a) jménu příslušného substrátu (sacharaza, fumaraza...)
  - b) označení působení enzymu (reduktaza, transferaza...)
  - c) triviální – obsahuje koncovku -in (pepsin)
-

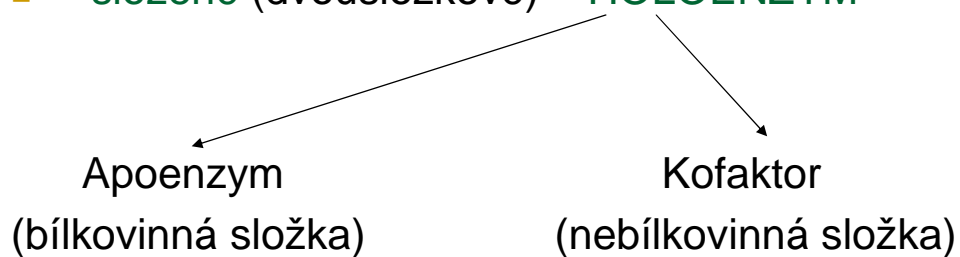
Třídění:

1. **Oxidoreduktázy** - katalyzují oxidačně-redukční reakce (přenos  $H^+$ ,  $e^-$ , reakce s kyslíkem)  
- př.: dehydrogenázy, oxidázy, peroxidázy
2. **Transferázy** - katalyzují přenos skupin z jedné sloučeniny na druhou  
- př.: transmethylázy (přenos  $-CH_3$ ), transaminázy (přenos  $-NH_2$ )
3. **Hydrolázy** - katalyzují reakce za účasti vody (štěpí glykosidické, peptidické vazby)  
- př.: lipáza (štěpí triacylglyceroly na mastné kyseliny a glycerol), trypsin (štěpí peptidické vazby za zásaditými AK), pepsin (štěpí peptidické vazby na konci a uvnitř pept. řetězce)

- 
4. **Lyázy** – katalýza nehydrolytického štěpení  
-př.: dekarboxylasy AMK
  
  5. **Izomerázy** - katalyzují izomerace, přeskupení uvnitř molekul  
- př.: mutázy, racemázy, cis-trans-izomerázy
  
  6. **Ligázy (syntetázy)** - katalyzují syntézy organických molekul z jednodušších látek za účasti ATP, který dodává energii reakci
-

## Rozdělení enzymů

- **jednoduché** (jednosložkové) = tvořeny pouze bílkovinou
- **složené** (dvousložkové) = **HOLOENZYM**



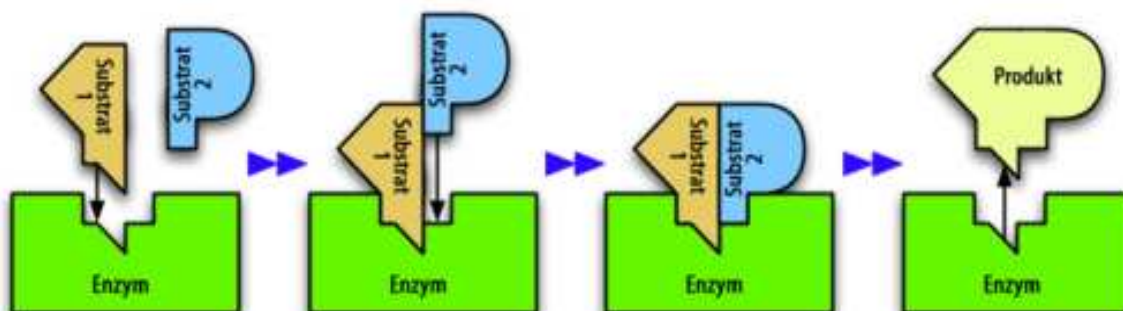
Kofaktor může mít charakter:

- a) Prostetické skupiny – kofaktor je vázán na apoenzym pevnou koval. vazbou
- b) Koenzymu – vazba je slabá, možná disociace

- Při katalýze se koenzym spotřebovává => nutná obnova
- Prekurzory koenzymů jsou vitamíny rozpustné ve vodě (chybí-li v potravě, vznikají choroby způsobené poruchou enzymatické aktivity)

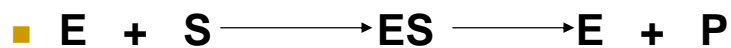
## Substrátová specifita

- Za substrátovou specifitu zodpovídá apoenzym - bílkovinná část, za specifitu reakce kofaktor
- Vazebné – aktivní místo – geometrický otisk substrátu



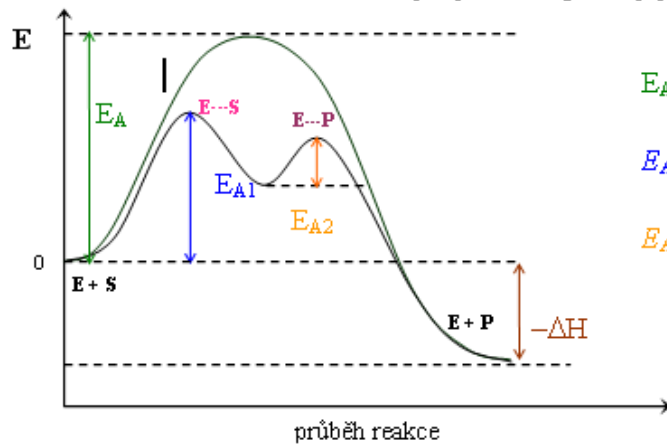


## Mechanismus působení



- Substrát se naváže na **aktivní centrum** enzymu za vzniku enzym-substrátového komplexu pomocí vodíkových můstků, van der Waalsových sil a elektrostatických sil
- Aktivní centrum tvoří skupiny aminokyselinových zbytků polypeptidického řetězce enzymu
- Proběhne reakce a z aktivního centra se uvolní produkt a enzym v nezměněné formě
- katalýzou se sníží  $E_A$  reagujících molekul substrátu

**Reakční koordináta** = křivka zachycující energetický průběh reakce



$E_A$  ... aktivační energie potřebná k reakci bez přítomnosti biokatalyzátoru

$E_{A1}$  ... energie potřebná k vytvoření enzym-substrátového komplexu

$E_{A2}$  ... energie potřebná k přeměně substrátu na produkt

$$E_A \gg \gg E_{A1} + E_{A2}$$

## Faktory ovlivňující rychlost ch. reakce

- **Množství enzymu a substrátu** – čím je jich více, tím reakce probíhá rychleji
- **pH** – optimum 6 – 7 (výjimky – pepsin 1,5-2,5, sacharáza 3,5-5,5, trypsin 7,5-10)
- **Teplota** – optimum 10 - 40°C
  - při vyšších teplotách denaturace bílkovinné molekuly enzymu
- **Aktivátory a inhibitory** – látky ovlivňující rychlost ch. r. tím, že vstupují do interakce s enzymem

---

## Aktivace enzymů

- Produkce enzymu v neaktivní formě – **zymogen (proenzym)**
  - Nutná aktivace kofaktorem, iontem, odštěpením přebytečných peptidických řetězců, které kryjí aktivní místo, kyselým prostředím, fyzikálními vlivy...
-

## Inhibice enzymů

- Inhibitory = látky, které snižují aktivitu enzymů
- a) **kompetitivní** – substrát soutěží s inhibítoem o aktivní centrum – zvítězí látka o vyšší koncentraci
  - molekuly inhibitoru a substrátu mají podobnou chemickou strukturu
  - vratná
- b) **nekompetitivní** – inhibitor blokuje reaktivní skupiny aktivního centra enzymu
  - často ionty těžkých kovů (Hg, Pb, Cu)
  - nevratná (tzv. enzymové (katalytické) jedy)

- c) **allosterická inhibice** – inhibitor se váže na speciální místo v molekule enzymu (allosterické centrum)  
- dojde ke změně konformace enzymu i aktivního centra a tím se zabrání navázání enzymu na substrát

## Využití v praxi

- Příprava potravin (mléčné výrobky, kynutí, alkoholické nápoje)
- Čištění odpadních vod
- Vitamíny, steroidy
- Nejvýzn. – výroba piva

## Výroba piva

### 1. Příprava sladu

naklíčení navlhčeného ječmene – obilné klíčky (slad)  
zásobní polysacharidy (škrob) se štěpí na maltosu a glukosu

### 2. Příprava mladiny

slad se rozemele, mísí se s vodou a opatrně se zahřívá  
škrob → dextriny, maltosa, glukosa  
reakce se ukončí povařením → denaturace enzymu, přidá se chmel

### 3. Zkvašování mladiny

mladina se filtruje, chladí, přidají se pivovarnické kvasinky  
(chemotrofní organismy) → ethanol + CO<sub>2</sub>

### 4. Dokvašování piva

hlavní kvašení 7 – 10 dní  
pak je pivo uloženo v uzavřených nádobách několik týdnů  
CO<sub>2</sub> dodává pivu – perlivost a „říz“  
zbylé dextriny – chlebnatost  
bílkoviny – pěnivost



## 6) Vitamíny

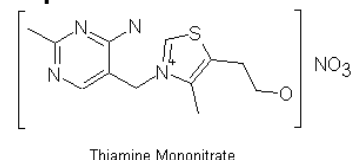
- nízkomolekulární org. sloučeniny
- množství v organismu je malé, ale funkce je významná
- nižší organismy je samy syntetizují, pro vyšší organismy jsou esenciální (před. z rostl. potravy)
  
- HYPOVITAMINOSA – snížený přísun vitamínu
- AVITAMINOSA – naprostý nedostatek vitamínu
- HYPERVITAMINOSA – předávkování vitamínem (hlavně při léčbě vitamíny)
  - hrozí pouze u vitamínů rozpustných v tucích

## Vitamíny rozpustné ve vodě

- ze zažívacího traktu se vstřebávají přímo do krve
- snadno se vylučují do moči, pobyt v těle je krátký – nutný pravidelný přísun
- předávkování je nepravděpodobné

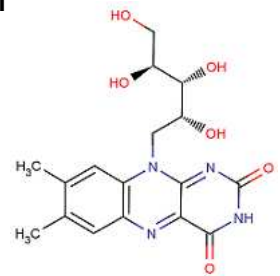
### Thiamin (vitamín B<sub>1</sub>)

- koenzym při získávání energie, význam pro správnou funkci nervových a svalových buněk
- zdroje: vepřové maso, celozrnné potraviny, ořechy
- nedostatek: nemoc *beriberi* – poškození nerv. systému, svalů, cév a srdce
- předávkování: podrážděnost, bolest hlavy, nespavost



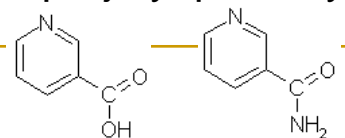
### Riboflavin (vitamín B<sub>2</sub>)

- koenzym při získávání energie ze živin, podporuje správné vidění a zdraví kůže (zvýšená potřeba v dětství a těhotenství)
- zdroje: mléko a mléčné výrobky, maso, kvasnice, listová zelenina
- nedostatek: záněty ústních koutků, jazyka, víček, kožní vyrážky, citlivost očí na světlo



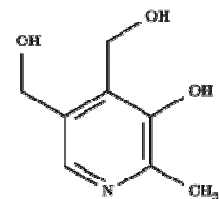
### Niacin (vitamín B<sub>3</sub>, kyselina nikotinová, resp. nikotinamid, vit PP)

- koenzym, podpora funkce kůže, nerv. a zažívacího systému
- zdroje: mléko, vejce, maso, drůbež, ryby, list. zelenina,...
- nedostatek: nemoc *pellagra* – zánět kůže, průjmy, poruchy CNS



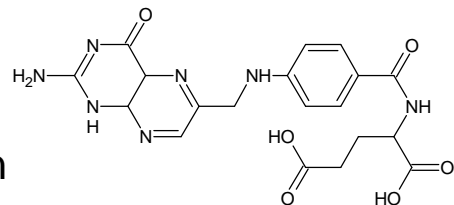
### Pyridoxin (vitamín B<sub>6</sub>)

- Koenzym při tvorbě AMK a mastných kyselin, tvorba červených krvinek, imunitní systém
- Zdroje: maso, drůbež, ryby, brambory, banány, list. zelenina
- Nedostatek: často u alkoholiků (odbourává alkohol)
  - únava, nespavost, podrážděnost, záněty, křeče
- Předávkování: poškození nervů, ztráta reflexů, porucha chůze, deprese, bolest hlavy



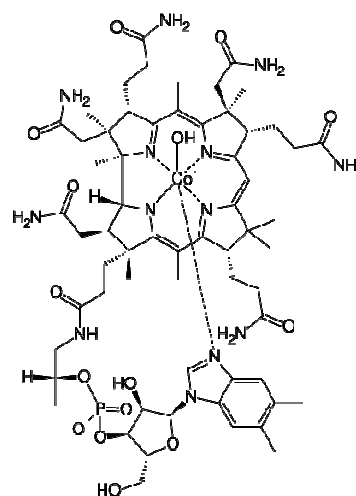
### Kyselina listová (kyselina folová)

- Koenzym při syntéze DNA a bílkovin
- Zdroje: listová zelenina, játra, semena, kvasnice
- Nedostatek: anemie, průjmy nebo zácpy, záněty, deprese, zmatenost



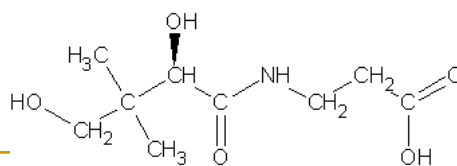
### Kobalamin (vitamín B<sub>12</sub>)

- Umožňuje využívání kys. Listové, růst nerv. buněk, ochrana nervů
- Zdroje: maso, mléko, mléčné výrobky, vejčká
- Nedostatek: anemie, ochrnutí



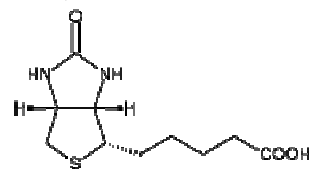
### Kyselina pantothenová

- Součást koenzymu A – podíl na získávání energie
- Zdroje: v běžných potravinách
- Nedostatek: (výjimečně) - zažívací potíže, nespavost



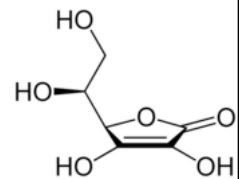
### Biotin (vitamín H)

- Koenzym při tvorbě a přeměně AMK, bílkovin, tuků a glykogenu
- Zdroje: v běžných potravinách, tvořen i mikroorg. v zažívacím traktu



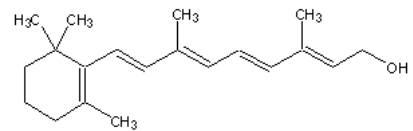
### Vitamin C (kyselina askorbová)

- Antioxidant, obranyschopnost organismu, tvorba kolagenu, tvorba hormonů, vstřebávání Fe
- Zdroje: citrusové plody, ovoce, zelenina
- Nedostatek: poškození stěn cév – krvácení dásní, modřiny, poškození svalů, měknutí kostí, uvolňování zubů, špatný stav kůže, nemoc *kurděje*
- Předávkování: (zřídka) - nevolnost, průjem, kopřivka



## Vitamíny rozpustné v tucích

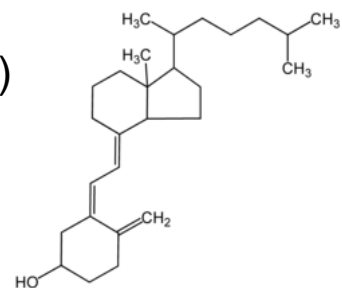
### Vitamín A (retinol, retinal, kys. retinová)



- Provitamínem je beta-karoten
- Vliv na tvorbu bílkovin (reaguje v jádře buňky s DNA)
- Správný růst, dobré vidění, zdraví kůže a sliznic, funkce při produkci hormonů kortisolu a thyroxinu, tvorba červených krvinek
- Zdroje: játra, ledviny, vaječný žloutek, mléčné výrobky, máslo, margaríny, beta-karoten ve špenátu, brokolici, mrkvi, meruňkách
- Nedostatek: spolu s nedostatkem bílkovin a zinku
  - šeroslepost až slepota, suché a málo odolné sliznice, poruchy trávení, infekce dýchacích a močových cest, zpomalení růstu, u mužů neplodnost
- Předávkování: (výjimečně) – žlutý odstín kůže z beta-karotenu

### Vitamín D (kalciferol)

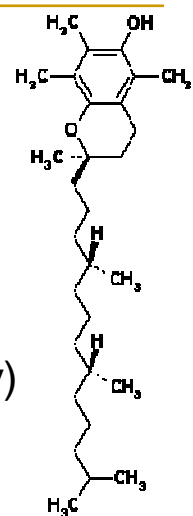
- Zdravý stav kostí (ukládání Ca a P do kostí)
- Zdroje: potřeba kryta vlastní výrobou v těle, pokud je vystaveno dostatečné množství slunečního záření (probíhá v játrech a ledvinách)
  - ryby, játra, vejce, mléko
- Nedostatek: špatný stav kostí a zubů
  - v dětství *křivice* (pomalý růst, nohy do „O“, vystouplá žebra, větší hlava s hrbole na čele, vysoká kazivost zubů)
  - v dospělosti *osteomalacie* – měknutí kostí, snadná lámavost
- Předávkování: ukládání Ca na nesprávných místech (ledvinové kameny, okolí kloubů, v srdci a cévách srdce a plic)





### Vitamín E ( tokoferol)

- Antioxidant
- Poškozen tepelnou úpravou potravin
- Zdroje: rostl. tuky, semena, ořechy, vaj. žloutek, listová zelenina, broskve, soja
- Nedostatek: chudokrevnost, špatná funkce imunitního systému (vliv na bílé a červené krvinky)



### Vitamín K

- Správné srážení (koagulece) krve – účast Ca a 13 bílkovin (vit. K k tvorbě některých z nich – např. protrombin)
- zdroje: z části se tvoří v trávn. traktu, dále list. zelenina, mléko, maso, játra, vejíčka
- Nedostatek: porucha srážení krve

