

Požadavky ke zkoušce:

**\* učivo z přednášek**

Doporučená literatura:

Karlson, P. Základy biochemie. Praha: Academia, 1981.

## ÚVOD DO BIOCHEMIE

Termín BIOCHEMIE poprvé použil *F. Hoppe-Seyler* v roce 1903, ale v samostatnou vědu se biochemie vyvinula až ve 30. letech 20. století. Objektem studia patří biochemie do rámce biologických věd, ale způsobem studia mezi vědy chemické.

**BIOCHEMIE** – studuje chemickými principy biologické objekty. Prokázala, že všechny biologické projevy mají molekulový základ. Biochemie studuje pomocí prostředků chemie 4 základní problémy:

- a) Látkové složení živých systémů – biochemie se snaží o izolaci jednotlivých součástí živých systémů, určení jejich struktury a zjišťování jejich zastoupení v jednotlivých organismech.
- b) Vznik a další osud jednotlivých látek v organismech: studium látkové přeměny neboli metabolismu, tj. toku hmoty a energie uvnitř živého systému a mezi živým systémem a jeho okolím.
- c) Souvislost chemického dění v organismu s jeho fyziologickými projevy – biochemie se snaží spojovat metabolické procesy s fyziologickými projevy živých objektů, např.: biochemie vidění, trávení, nervové, činnosti, klíčení semen apod.
- d) Způsob uspořádání jednotlivých molekulových složek a biochemických dějů v živém jedinci – nejmladší oblast biochemie; hledá zákonitosti molekulární organizace živých systémů

## **Hlavní biochemické metody:**

- chromatografické → separace a izolace látek, stanovení jejich čistoty, analýza směsí látek
- elektroforetické (elektromigrační)
- ultracentrifugální → separace a izolace, měření molekulové hmotnosti látek
- optické → určování struktury látek, stanovení koncentrací látek
- značení radionuklidu → sledování metabolismu, stanovení nízkých hladin látek
- imunochemické → specifická stanovení nízkých hladin látek, specifické separace
- metoda ohybu paprsků X v krystalech → určení kompletní trojrozměrné struktury molekul
- elektronová mikroskopie → zobrazování buněk, biologických struktur, virů a individuálních makromolekul

## **Další disciplíny specializované na studium živých objektů chemickými prostředky:**

- molekulární biologie
- molekulární genetika
- bioorganická chemie

## Biochemická odvětví:

1) *obecná biochemie*

2) *biochemie srovnávací*      snaží se odhadnout podobnosti mezi  
3) *biochemie vývojová*      jednotlivými biol. systémy a společné  
zákonitosti během ontogeneze i fylogeneze

4) *xenobiochemie* – studuje osud cizích látek (jedů, léčiv) v organismu

5) *molekulární farmakologie* – biochemický výklad farmakologických účinků léčiv

6) *histochemie* – řeší biologické problémy biochemických struktur

7) *aplikovaná biochemie:*

➤ *biochemie člověka (lékařská biochemie)* – např. biochemická vyšetření pro určení diagnózy

➤ *biochemie zvířat a rostlin*

➤ *biochemie mikroorganismů* – umožňuje identifikaci mikroorganismů a aktivní řízení fermentačních pochodů za vzniku žádaných produktů; výroba antibiotik, některých vitaminů, aminokyselin nebo bílkovin.

➤ *biochemie zemědělská*

➤ *biochemie potravinářská* – pomáhá vypracovat moderní technologické postupy potravinářské výroby

8) *technická biochemie* – některé chemické výroby se mohou realizovat pomocí mikroorganismů, enzymů apod., např. biomat = prací prášek s enzymy

## CHEMICKÉ SLOŽENÍ BUNĚK A ORGANISMŮ

Živá hmota obsahuje prvky, které se vyskytují i v neživých systémech. Zastoupení těchto prvků se však liší. Z 82 přirozeně se vyskytujících prvků je pro život nepostradatelných (= esenciálních) pouze asi 20 → **biogenní prvky**. Jsou to většinou prvky lehčí (s nízkým protonovým číslem), naopak těžší prvky (s vyšším protonovým číslem) se vyskytují v organismech jen jako stopové.

Tabulka: BIOGENNÍ PRVKY

Kategorie	Prvek	Význam
Hlavní prvky = makrobiogenní > 1 %	H	Základní stavební jednotky organických sloučenin.
	C	
	O	
	N	
	Ca	V kostech a zubech (90 %), kofaktor enzymů, složka membrán, regulátor svalové aktivity.
	P	V kostech a zubech (80 %), součást nukleových kyselin a nukleotidů.
Mikrobiogenní (0,01 – 1 %)	Na	Hlavní kation extracelulárních kapalin, účastní se na vzniku a šíření impulsů v nervové tkáni.
	K	Hlavní kation intracelulárních kapalin, účastní se na vzniku a šíření impulsů v nervové tkáni a při svalové kontrakci.
	S	Vyskytuje se v bílkovinách a dalších látkách.
	Cl	Hlavní anion žaludeční šťávy a krve.
	Mg	Vyskytuje se v kostech (60 %), kofaktor řady enzymů.
Stopové prvky < 0,01 %	Fe	kofaktor řady oxidoreduktáz, transport O <sub>2</sub>
	Zn	kofaktor řady enzymů
	Cu	kofaktor mnohých oxidáz
	I	v hormonech štítné žlázy
	Mn	kofaktor některých enzymů
	Mo	- “ - “ - “ - “ - “ - “ -
	Co	součást vitamínu B <sub>12</sub>
	B	důležitý v rostlinách (kofaktor enzymů)
	Si	přítomen v nižších formách živé hmoty
	V	součást některých barviv nižších forem živé hmoty



# BIOMOLEKULY

Biologické systémy jsou velmi pestré, přestože jsou složeny ze stejných typů látek, které většinou obsahují ve velmi podobných zastoupeních.

**Biomolekuly** = molekulové součásti živých organismů. Patří sem:

- ❖ **Voda** – nejhojnější a současně nejjednodušší, představuje 60 – 95 % hmoty různých buněk, tkání a orgánů.
- ❖ **Minerály** – anorganické složky: hlavně  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Tvoří v průměru méně než 5 % živých objektů, ale zastávají v nich důležité funkce jako regulátory fyzikálně-chemických poměrů (pH, iontové síly, osmotického tlaku, ...).
- ❖ **Stopové prvky** – koordinační sloučeniny iontů Fe, Zn a Co mají katalytické, aktivační a inhibiční funkce.
- ❖ **Organické sloučeniny** – tvoří až 95 % suché hmoty. Většinou to jsou makromolekulární látky s vysokou molekulovou hmotností a složitou strukturou, souborně bývají nazývány biopolymery.

Organické sloučeniny živých systémů dělíme do 4 skupin:

1. **Bílkoviny** – makromolekulární látky; sestaveny z  $\alpha$ -aminokyselin.

Funkce aminokyselin: - stavební jednotky bílkovin

- prekursory řady látek, např. hormonů, alkaloidů, porfyrinů, rostlinných barviv
- purinové a pyrimidinové báze jsou součástí nukleotidů a ty jsou: - stavebními jednotkami nukleových kyselin
- přenašeči energie
- složkami molekul biokatalyzátorů

Bílkoviny tvoří 50 – 80 % suché hmoty organismů, jsou to nejhojnější organické sloučeniny.

Funkce bílkovin: - stavební

- podpůrná
- transportní
- vysoce specializované: - katalytické (enzymy)
- regulační (hormony)
- obranné (protilátky)

Nejjednodušší bakterie obsahují ..... přes 3 000 bílkovin,

savčí buňka ..... asi 10 000 druhů bílkovin,

v lidském těle ..... 5 milionů druhů bílkovin.



2. **Nukleové kyseliny** – makromolekulární sloučeniny, jejichž stavebními jednotkami jsou nukleotidy obsahující cukernou složku, dusíkatou bázi a zbytek kyseliny fosforečné ( $H_3PO_4$ ).

Funkce nukleových kyselin: skladování, přenos a zpracování genetické informace.

Bakterie obsahují ..... přes 1 000 druhů nukleových kyselin.

Podle složení a funkce se nukleové kyseliny dělí na DNA (deoxyribonukleová kyselina) a RNA (ribonukleová kyselina).

Druhová identita – identita každého druhu organismu je dána charakteristickou výbavou bílkovin a nukleových kyselin.

3. **Sacharidy** – v organismech se vyskytují ve formě monosacharidů, disacharidů až polysacharidů.

Funkce sacharidů: - zdroj energie pro buněčnou aktivitu

- skladování energie (např. glykogen, škrob)

- některé nerozpustné polysacharidy tvoří extracelulární stavební materiál (celulosa, chitin)

- D-ribose a deoxy-D-ribose jsou součástí nukleotidů, které tvoří stavební jednotky nukleových kyselin

4. **Lipidy** – estery vyšších mastných kyselin a alkoholů nebo jejich derivátů. Převaha velkých nepolárních struktur (= struktury bez náboje) dodává lipidům olejovou nebo voskovou povahu → nerozpustnost ve vodě. Nejpočetnější jsou:

- triacylglyceroly

Funkce triacylglycerolů: zdroj a zásobní forma energie.

- polární lipidy – často obsahují fosfor, někdy též dusík.

Funkce polárních lipidů: stavební složky biomembrán.

Další organické sloučeniny jsou konečné produkty a meziprodukty látkové přeměny. Jsou přítomny v buňkách ve velmi malých koncentracích ( $10^{-3}$  –  $10^{-5}$  mol.l<sup>-1</sup>), protože většinou hned vstupují do dalších reakcí. V některých organismech se tyto látky ukládají v buňkách nebo se vylučují do vnějšího prostředí.

# SVĚT BIOMOLEKUL

Většina živých systémů je zbudována nebo odvozena pouze asi ze 40 jednoduchých malých molekul:

- 20 různých  $\alpha$ -aminokyselin
- 5 monosacharidů
- kyselina octová
- 6 vyšších mastných kyselin
- glycerol
- 2 purinové a 3 pyrimidonové báze
- nikotinamid
- cholin

Proč právě tyto organické sloučeniny?

Příroda si je vybrala selektivním výběrem.

Molekulární součásti organismů mají přesně vymezené úlohy:

- a) Stavební – řada látek slouží jako materiál na výstavbu organismů: některé bílkoviny a anorganické látky, u rostlin celuloza.
- b) Provozní – tuto úlohu plní látky sloužící jako zdroj energie: sacharidy a lipidy.
- c) Zásobní – část látek tvoří zásobu energie pro případ pozdější potřeby:
  - škrob a tuk v semenech
  - sacharosa v řepné bulvě
  - glykogen v živočišném svalu
- c) Řídící – menší část látek uskutečňuje a reguluje různé biochemické procesy v buňce: enzymy, hormony, různé nukleové kyseliny a některé soli.

## VODA

Živé bytosti jsou závislé na vodě. Souvisí to s tím, že neživá hmota se začala přeměňovat na živou ve vodě.

Voda proniká všemi částmi každé buňky a je základním prostředím, v němž probíhá veškeré dění v buňce. není však při tom inertní kapalinou, ale vysoce reaktivní látkou:

- je výborným rozpouštědlem polárních a iontových sloučenin
- účastní se řady hydrolytických a hydratačních reakcí a acidobazických dějů
- interakcemi s biomakromolekulami a biomembránami určuje jejich tvar.

Tyto biologické funkce vody jsou podmíněny jejími neobvyklými fyzikálními a chemickými vlastnostmi.

### ***Fyzikální vlastnosti vody:***

- vyšší body tání a varu než by odpovídalo její nízké molekulové hmotnosti
- vysoká relativní permitivita

### ***Chemické vlastnosti vody:***

- schopnost tvorby vodíkových vazeb
- vyvolání hydrofobního efektu
- schopnost autoionizace

## **Základní biologické funkce vody:**

### a) Voda je rozpouštědlo a transportér

Většina organických a anorganických složek buněk je rozpustná ve vodě. U mnohobuněčných organismů existuje nejen voda v buňkách (= intracelulární voda), ale je tu i voda v tělních tekutinách (= extracelulární voda) – zde funguje hlavně jako transportér rozvádějící rozpuštěné látky po organismu.

### b) Voda se účastní chemického dění v buňkách

- Některé reakce by v bezvodém prostředí nemohly probíhat. Voda se ale většinou v chemických rovnicích popisujících průběh těchto reakcí nevyskytuje.
- Důležitými prvky v reakcích jsou atomy vodíku, mnohé z nich pocházejí z vody.

### c) Voda vytváří stálost vnitřního prostředí

- Voda udržuje stálost hladiny protonů, tedy stálé  $\text{pH}=7$ , při němž probíhá většina procesů v organismech.
- Pronikání vody do roztoků rozpuštěných látek v buňce má vliv na udržování stálosti koncentrace rozpuštěných látek.

Roztoky o stejné koncentraci rozpuštěných látek (a tedy i o stejném osmotickém tlaku) jsou **isotonické** (např. tekutiny v organismu).

**X**

**hypertonické** = roztoky s vyšším obsahem látek

**X**

**hypotonické** = roztoky s nižším obsahem látek

Buňka v hypertonickém prostředí → voda z ní uniká ven → buňka zmenšuje svůj objem ⇒ **plasmolýza**.

Buňka v hypotonickém prostředí → přijímá vodu z okolí → zvětšuje svůj objem, může dojít k prasknutí ⇒ **plasmoptýza**.

Vyšší organismy mají mechanismy realizované specifickými hormony centrální nervovou soustavou na regulaci isotonie svého vnitřního prostředí ⇒ ⇒ **homeostáza**.

Voda se také podílí na udržování konstantní teploty organismů. Umožňuje jí to její velká tepelná kapacita.

Tabulka:

**Nejdůležitější subcelulární struktury a v nich probíhající děje**

Buněčná struktura	Metabolický děj
jádro	Biosyntéza DNA, biosyntéza RNA a modifikace RNA
cytoplasma	Glykolýza, pentosový cyklus, biosyntéza sacharidů a mastných kyselin
mitochondrie	Dýchací řetězec a oxidativní fosforylace, citrátový cyklus, odbourávání mastných kyselin, metabolismu aminokyselin
ribosomy	Biosyntéza bílkovin
endoplasmatické retikulum	Syntéza, modifikace a transport některých bílkovin, syntéza cholesterolu, fosfolipidů a triacylglycerolů, detoxikace
Golgiho komplex	Modifikace, třídění, transport a vylučování některých bílkovin
lysosomy	Odbourávání opotřebovaných biomakromolekul a cizorodých struktur
peroxisomy	Oxidace za vzniku peroxidu vodíku, fotorespirace
chloroplasty	Fotosyntéza, syntéza mastných kyselin
glyoxysomy	Glyoxylátový cyklus

