

I.1 Biochemie

vývoj a současnost

Biochemie obecná C627 + C627K



BIOCHEMIE

- Jedna z nejdůležitějších přírodních věd
- Použití biochemických metod ve všech odvětvích pracujících s živými organismy
- Nejstarší biotechnologické procesy – výroba potravin a nápojů
- Velký rozvoj teprve v minulém století
- Termín biochemie poprvé použil v roce 1903 Hoppe-Seyler
- Samostatná vědní disciplína od 30. let 20. století



ZÁKLADY BIOCHEMIE – 3 TEORIE

- **1. Buněčná teorie**
- Schleiden a Schwann 1847
- Buňky tvoří veškerou živou hmotu
- Všechny buňky pocházejí z jiných buněk
- Informace potřebné k životu buňky a k její produkci nových buněk se předávají z generace na generaci
- V buňkách probíhají chemické reakce (metabolismus)



○ 2. Darwinova evoluční teorie

- Charles Robert Darwin
- Formulována 1859
- Vývoj současných organismů probíhal selekčním způsobem tj. přirozeným výběrem nejschopnějších jedinců

○ 3. Chromosomová teorie dědičnosti

- 1865 – 1911
- Mendel, Morgan a další
- Vysvětluje zákonitosti přenosu genetické informace obsažené v jaderných strukturách buněk



BIOCHEMIE POMOCÍ CHEMICKÝCH POSTUPŮ ZKOUMÁ:

- **1. Látkové složení živých systémů (statická biochemie)**
 - Izolace jednotlivých součástí živých systémů, určení jejich struktury a zjišťování jejich zastoupení v jednotlivých organismech
- **2. Vznik a další osud jednotlivých látek v organismu (dynamická biochemie)**
 - Látková přeměna
 - Studium toku hmoty a energie uvnitř živého systému nebo mezi živým systémem a okolím



- **3. Souvislost chemického dění v organismu s jeho fyziologickými projevy (funkční biochemie)**
 - Metabolické procesy s fyziologickými projevy živých objektů
 - Biochemie trávení, vidění, nervové činnosti, klíčení atd.
- **4. Způsob uspořádání jednotlivých molekulových složek a biochemických dějů v živém jedinci**
 - hledání zákonitostí molekulové organizace živých systémů, organizace a řízení chemického dění, které v nich probíhá, vztahu mezi průběhem biochemických přeměn a uspořádáním základních buněčných struktur



PŘIDRUŽENÉ OBORY

- Rozšiřování poznatků v biochemii vedlo ke vzniku dalších zaměření:
 - Molekulová biologie
 - Molekulová genetika
 - Bioorganická chemie
 - Xenobiochemie
 - Farmakobiochemie
 - Histochemie
 - Ekologická biochemie



CHARAKTERISTIKA ŽIVÝCH SYSTÉMŮ

- **1. Vztah k okolnímu prostředí**
 - Živé objekty se k okolí chovají aktivně
 - Z okolí přijímají určité látky, které potřebují ke své existenci, chemickými pochody je přeměňují a odpadní produkty vylučují do okolního prostředí – (intermediální metabolismus)
 - chemické děje v živém organismu živý systém nemění, ale slouží k jeho existenci
 - schopnost komunikace s okolním prostředím – receptory
 - Vzrušivost (dráždivost), účelové jednání a schopnost adaptace



- **2. Stálost vnitřního prostředí**
 - Udržování základních vlastností - teplota, pH, osmotický tlak, permitivita (dielektrická konstanta), resp. koncentrace složek ve velmi úzkém rozmezí...
 - Soustava regulačních mechanismů
 - Homeostasa = udržování stálosti vnitřního prostředí
- **3. Časově omezená existence**
 - Biologické systémy existují pouze určitou dobu
 - Organismy vznikají rozmnožováním
 - Množivost - schopnost samoreprodukce generace za generací, je vlastností pouze živých objektů
 - Ontogeneze - vývoj jedince
 - Fylogeneze - vývoj druhů



LÁTKOVÉ SLOŽENÍ ŽIVÝCH SYSTÉMŮ

- Po rozštěpení na základní složky – asi 40 základních sloučenin:
 - 20 kódovaných L- α -aminokyselin
 - 5 monosacharidů
 - 6 vyšších mastných kyselin
 - 2 purinové a 3 pyrimidinové base
 - Kyselina octová
 - Nikotinamid
 - Glycerol
 - Cholin



- Pro život je nezbytných 21 prvků, tzv. biogenních
 - Makrobiogenní prvky – zastoupeny v organismech nad 1% (C, H, O, N, P, Ca)
 - Mikrobiogenní prvky – zastoupeny od 1% do 0,01% (K, S, Na, Cl, Mg)
 - Stopové prvky – zastoupeny pod 0,01% (Fe, Zn, Cu, I, Mn, Mo, Co, B, Si, V)



MAKROBIOGENNÍ PRVKY

Prvek	Atomové číslo	Obsah v lidském těle (% hmotnosti)	Význam
O	8	63	Základní stavební jednotky organických sloučenin buňky
C	6	19	
H	1	10	
N	7	3	
Ca	20	1,5	V kostech a zubech (90%); kofaktor enzymů; složka membrán; regulátor svalové aktivity
P	15	1	V kostech a zubech (85%); součást nukleových kyselin a nukleotidů; zahrnut v reakcích realizujících transfer energie



MIKROBIOGENNÍ PRVKY

Prvek	Atomové číslo	Obsah v lidském těle (% hmotnosti)	Význam
K	19	0,35	Hlavní kation intracelulárních kapalin; účasten na vzniku a šíření impulsů v nervové tkáni a při svalové kontrakci
S	16	0,25	
Na	11	0,15	V bílkovinách a dalších tkáních
Cl	17	0,15	Hlavní kation extracelulárních kapalin; účasten na vzniku a šíření impulsů v nervové tkáni
Mg	12	0,027	Hlavní anion žaludeční šťávy a krve V kostech (60%); kofaktor řady enzymů

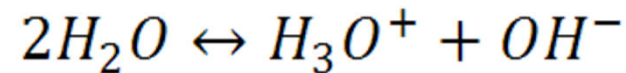


STOPOVÉ PRVKY

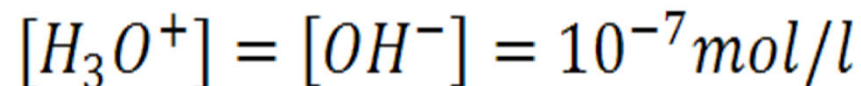
Prvek	Atomové číslo	Obsah v lidském těle (% hmotnosti)	Význam
Fe	26	0,005	Kofaktor řady oxidoreduktas; zahrnuto v transportu kyslíku
Zn	30	0,0033	Kofaktor řady enzymů
Cu	29	0,00015	Kofaktor mnohých oxidas; uplatňuje se v transportu kyslíku u některých mořských organismů
I	53	0,00005	V hormonech štítné žlázy
Mn	25	0,00003	Kofaktor některých enzymů
Mo	42	0,000007	Kofaktor některých enzymů
Co	27	0,000004	Kofaktor některých enzymů
B	5		Součást vitamínu B ₁₂
Si	14		Důležitý v rostlinách (asi jako kofaktor enzymů)
V	23		Přítomen v nižších formách živé hmoty Součást některých barviv nižších forem živé hmoty



- Nejběžnější sloučeninou je voda (60 – 95% hmotnosti)
- Tvoří kontinuální fázi pronikající všemi částmi organismu
- Je základním prostředím v němž probíhá život
- Je vysoce reaktivní látkou a aktivně se účastní četných hydrolytických a hydratačních reakcí v organismu
- Fyzikální vlastnosti dány dipólovým charakterem jejích molekul: vysoký bod varu, permitivita a výparné teplo



- Nejdůležitější chemická vlastnost – autoionizace



TŘÍDY LÁTEK TVOŘÍCÍ ŽIVÉ SYSTÉMY

- **1. Bílkoviny**
 - Představují 50 – 80% sušiny organismů
 - Makromolekulární látky složené z L- α -aminokyselin
 - $M_r = 10^4 - 10^6$
 - Tvořeny z 15 až 18% dusíkem a většinou obsahují i síru
 - V lidském organismu je zhruba 5 milionů druhů bílkovin
 - Plní rozmanité funkce:
 - Konstrukční
 - Transportní
 - Katalytické
 - Regulační
 - Obranné
 - Kontraktilní a pohybové
 - Imunitní



- **2. Nukleové kyseliny**

- Z dusíkaté báze, cukerné složky a zbytku kyseliny fosforečné
- Purinové báze: adenin, guanin
- Pyrimidinové báze: thymin, uracil, cytosin
- RNA – cukerná složka D-ribosa
- DNA – cukerná složka 2-deoxy-D-ribosa
- Makromolekula DNA slouží k uchování genetické informace zapsané sledem dusíkatých bází, její struktura je různá u různých druhů organismů ale v každé buňce nalezneme pouze jednu makromolekulu DNA s kompletním genetickým kódem.
- Molekula DNA má záporný náboj
- Nukleosid – skládá se z dusíkaté báze a cukerné složky
- Nukleotid – jedná se o nukleosid s připojeným zbytkem kyseliny fosforečné



• 3. Sacharidy

- Biogenní jsou konformace D, přítomny prakticky v každé buňce
- U rostlin tvoří 85 – 90% sušiny, v živočišných potom 3% sušiny
- Funkce:
 - Hlavní energetický zdroj organotrofních organismů
 - Představují hlavní zdroj uhlíku pro syntézu buněčných složek
 - Tvoří rezervní formu chemické energie (škrob, glykogen, inulin)
 - Některé sacharidy jsou strukturními složkami buněk, tkání a pletiv (celulosa, chitiny, proteoglykany)
 - Jsou součástí nízkomolekulárních biologicky aktivních složek buňky, např. nukleotidů, enzymových kofaktorů, heteroglykosidů, a prostetických skupin bílkovin



- **4. Lipidy**

- Pestrá skupina sloučenin s nepolárními strukturami
- Jsou ve vodě nerozpustné
- Neutrální lipidy (tuky a oleje) – nejpočetnější skupina
- Triacylglyceroly – energeticky bohatá sloučenina
- Polární tuky – další početná skupina
- Fosfolipidy – základní stavební kámen biomembrán

- **5. Minerály**

- Tvoří 3 – 5% sušiny
- Regulátory fyzikálně chemických poměrů (pH, iontové síly, osmotického tlaku, elektrické vodivosti atd.)
- Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , HPO_4^{2-} a další
- Stopové prvky mají často katalytické, aktivační nebo inhibiční funkce, jde především o ionty Fe, Zn a Co



MOLEKULÁRNÍ ORGANIZACE BIOLOGICKÝCH SYSTÉMŮ

- Podstata života je spojena s molekulární organizací, jejímž základem jsou biopolymery
- Bílkoviny a nukleové kyseliny → organizované nemolekulární struktury s jedinečnými vlastnostmi → základní skelet → obalení membránou → organela → řídicí a realizační jednotka biologických procesů
- Nestatistické uspořádání – organizace na všech úrovních výstavby biologických systémů

- Nukleové kyseliny umožňují ukládání, šíření, předávání i zpracování informací
- Biologická organizace je charakteristická svojí účelností
- Polyfázovost – nezbytná podmínka vzniku živého objektu, jde o rozdělení jednotlivých organizovaných součástí do řady oddělených fází
- Typickou vlastností živých systémů je jejich vysoká heterogenita



ROZMĚRY NĚKTERÝCH BIOMOLEKUL A BIOSTRUKTUR DLE J. D. RAWNA

Struktura	Průměr (nm)	V 10 ⁶ x větším měřítku
Buňka jaterní	20 000	20 m
<i>E. coli</i>	2 000	2 m
Ribozom	18 – 25	Ping-pongový míček
Mitochondrie	1 000 – 1 500	1 - 1,5 m
Plasmová membrána (tloušťka)	6	0,6 cm
Chloroplast	800	0,8 m
Molekula vody	0,4	Tečka v tisku
Molekula glukosy	0,7	0,7 mm
Molekula aminokyseliny	0,6 – 1,2	0,6 – 1,2 m
Molekula savčího hemoglobinu	6,5	Hrášek
Molekula eukaryotního DNA	2,4	Vlákno tloušťky 2,4 mm



ZASTOUPENÍ NEJDŮLEŽITĚJŠÍCH SKUPIN LÁTEK V ORGANISMECH

Látka	Zastoupení (g ve 100 g organismu)					Počet druhů každé skupiny látek v buňce <i>Escherichia coli</i>
	Člověk	Rostlina	Kvasinka (<i>Saccharomyces uvarum</i>)	Bakterie (<i>Escherichia coli</i>)	Průměr	
Voda	59	75	65	70	70	1
Bílkoviny	18	4	18	15	15	2 000 – 3 000
Nukleové kyseliny						
DNA	} 1,5	} 1		1	} 7	1
RNA				6		~1 000
Sacharidy	0,5	16	11	3	3	50 - 200
Lipidy	16	1	0,5	2	2	40 - 50
Ostatní organické látky (aminokyseliny, nukleotidy, vitamíny atd.)	1	1	2	2	2	~500
Anorganické látky (minerály)	4	2	3,5	1	1	~20

ZDROJE

- Mathews, Ch. K. – Halde, K. E. – Ahern, K. G., *Biochemistry*, 3. vydání, San Francisco, Benjamin Cummings, 1999, 1186 s., ISBN 99-043683
- Voet, D. – Voet, J. G. – Pratt, Ch. W., *Fundamentals of Biochemistry: life at the molecular level*, 2. vydání, USA, Willey, 2006, 1264 s., ISBN 0-471-21495-7

