

I.2 Buňka

vývoj, klasifikace a funkce



- základní strukturní a funkční jednotkou všech živých systémů.
- nejmenší část živých systémů vykazující soubor vlastností, které jsou atributy živé hmoty.
 - Samoreprodukce
 - Metabolismus
 - Adaptace
 - Vývin
- Dva základní typy buněk:

PROKARYOTA

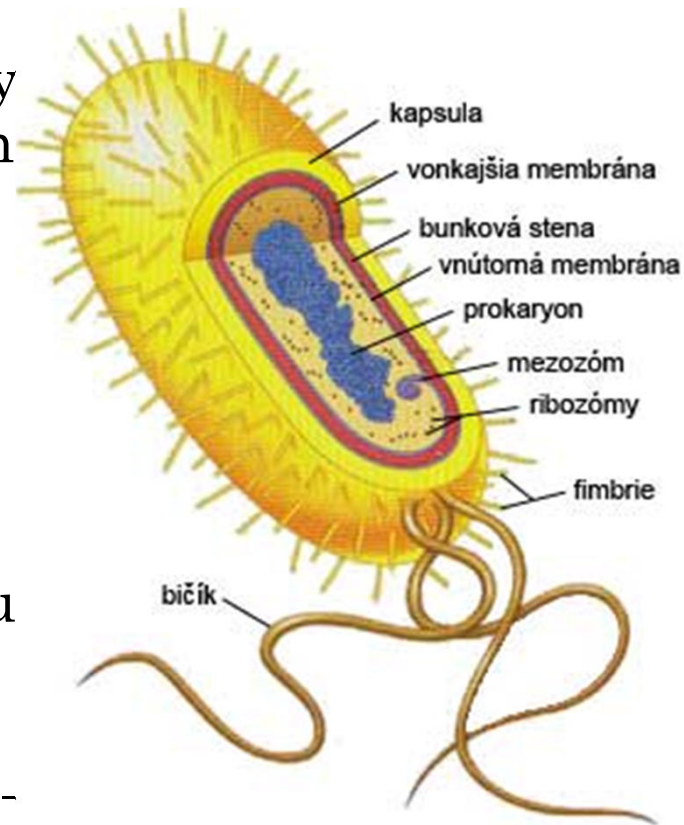
EUKARYOTA

Liší se tvarem, velikostí, vnitřní stavbou a organizací metabolismu a genetického aparátu.



PROKARYOTA

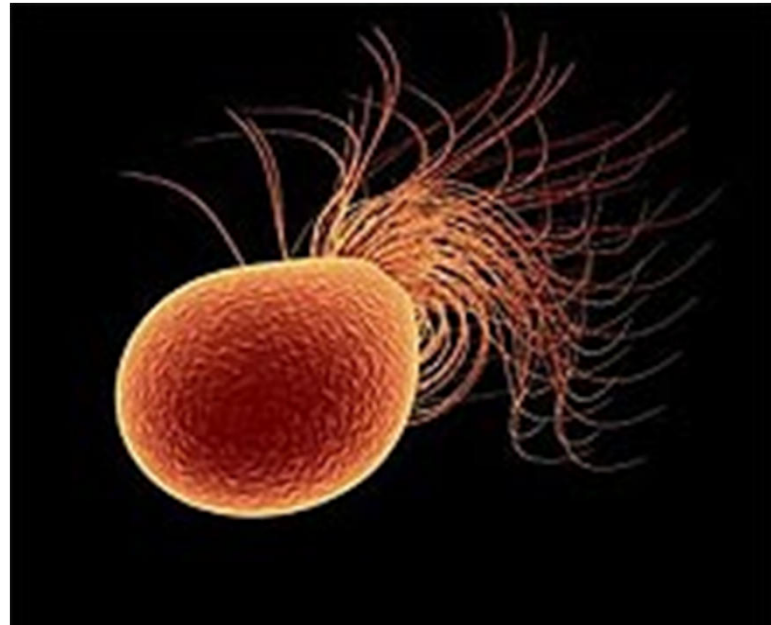
- Malé a relativně primitivní buňky mikroorganismů a zelenomodrých řas. jejich velikost (0,5 až 0,3 μm) přibližně odpovídá velikosti mitochondrií buněk vyšších organismů
- Genetická výbava prokaryotních buněk je soustředěna do jediného chromozomu, tvořeného kruhovou dvouvláknovou deoxyribonukleovou kyselinou a neobsahujícího bílkovinné složky - histony



Zdroj: <http://www.bioweb.genezis.eu>



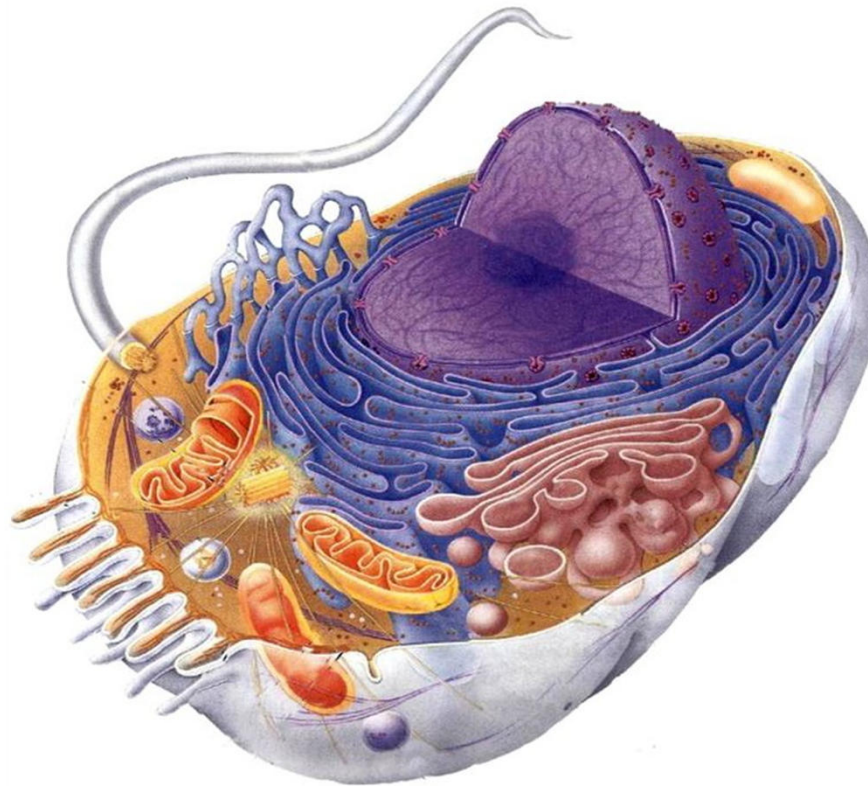
- Mají jediný membránový systém složený převážně z polysacharidů tvořící pevnou buněčnou stěnu oddělující buňku od okolí
- Jaderná oblast ani jiné části buňky nejsou ohraničené membránami
- Prokaryotní organismy byly prvními živými systémy vzniklými během biologického vývoje
- Všeobecně rozšířené, rychle rostou, mají biochemickou mnohostrannost a genetickou flexibilitu



<http://www.terradaaily.com/>



EUKARYOTA

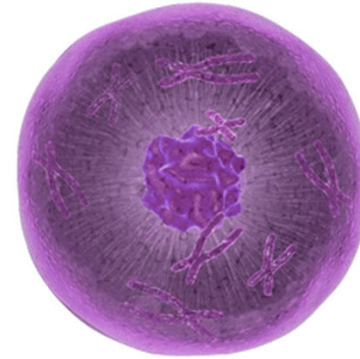


Zdroj: <http://www.biologyjunction.com/>

- Eukaryotní buňky se skládají z řady subcelulárních struktur – organel (kompartmentů), které se vytvořily během vývoje.
- Kompartmenty jsou rozděleny membránami, které hrají důležitou úlohu v metabolismu, transportu látek a v přeměně energie při dýchání a fotosyntěse



Jádro



Zdroj: <http://stke.sciencemag.org>

- Ústřední oblast všech dělicích se buněk
- Soustředěny dědičné informace
- Vytvářeno z větší části chromosomy, obsahující veškerou nebo většinu DNA buňky
- Je to centrum informací pro syntézu buněčného materiálu
- Jádro bývá obvykle uloženo uprostřed buňky a jeho tvar kopíruje strukturu buňky
- Obaleno dvojitou jadernou membránou s velkými póry umožňujícími průchod i makromolekulární RNA
- Obsahuje jadérko tvořené shlukem zrnek bohatých na RNA
- Dále je v jádře chromatin sestávající z DNA a bílkovin
- Hlavní bílkovinnou složkou chromatinu (asi 30% celkové hmoty) jsou silně bazické histony



Cytoplasma

- kapalná výplň buňky (in vivo) neboli cytosol (in vitro)
- vodný roztok bílkovin o koncentraci 10 – 50%
- charakter silně viskózního roztoku
- dalšími součástmi cytosolu jsou ribonukleové kyseliny, lipidy (2-3%), sacharidy (1%), řada anorganických iontů a meziprodukty metabolických drah
- v cytoplasmě probíhá odbourání glukosy podle EMP schématu (Embden-Meyerhof-Parnas), nebo pentosovým cyklem
- dále zde probíhají anabolické pochody např. syntéza mastných kyselin, syntéza aminokyselin



Cytoskeleton (cytoskelet)

- Základ organisované struktury buňky
- Slouží k udržování tvaru eukaryotních buněk
- Bílkovinové lešení prostupující cytoplasmu, sestávající se z husté sítě trubicových a vláknitých útvarů (mikrotubulů a mikrofilamentů)
- Hlavním stavebním materiálem jsou bílkoviny aktin a tubulin
- Vedle statických strukturních funkcí mají složky cytoskeletu i řadu dynamických funkcí, umožňují např. pohyb organel
- V cytoplasmě eukaryotních buněk jsou různé buněčné organely provádějící specializované buněčné funkce



Mitochondrie



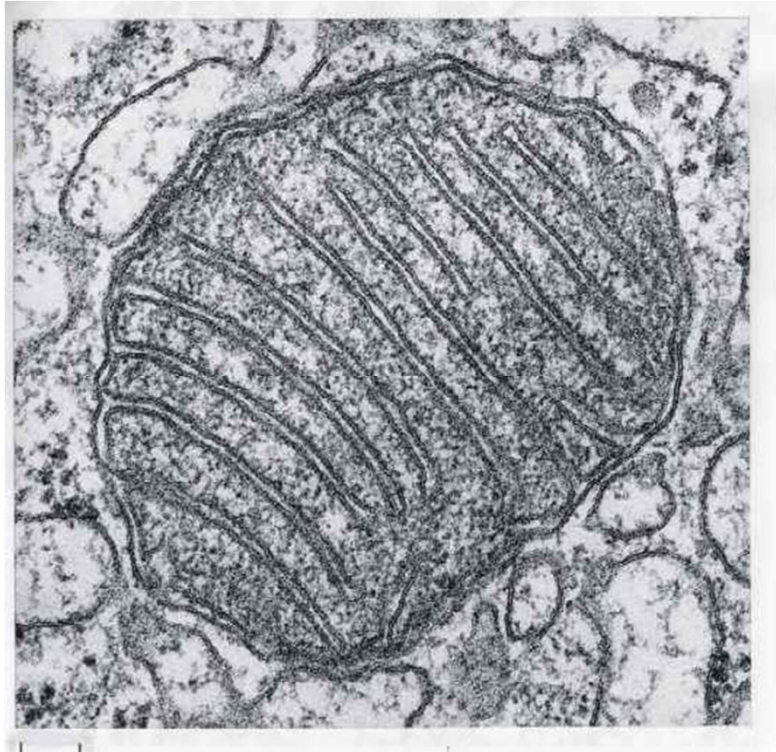
<http://www.sciencephoto.com/media/215002/enlarge>

- Stálou součástí většiny buněk
- Probíhají zde procesy uvolňující největší množství energie
 - citrátový cyklus
 - odbourávání mastných kyselin
 - oxidativní fosforylace
- Většina těchto pochodů produkuje univerzální přenašeče energie aerobních buněk ATP (adenosin – trifosfát), nebo jeho ekvivalentní formy (GTP).
- produkce asi 90% celkového množství ATP vznikajícího v lidském organismu



- Dvojitou membránu
- Vnější odděluje mitochondrii od cytoplasmy
- Vnitřní pak rozděluje mitochondrii na mezimembránový prostor a matrix, tj. vnitřní prostor vnitřní mebrány
- Vnitřní prostor mitochondrie – matrix – je vyplněn enzymy, které se podílejí na odbourávání živin
- Enzymy cyklu kyseliny citronové a β -oxidace mastných kyselin
- Matrix dále obsahuje mitochondriální DNA (kruhovou), která kóduje mitochondriální polypeptidy
- Jsou zde dále i struktury potřebné k proteosyntéze: ribozomy, tRNA, mRNA, a stavební aminokyseliny
- Koncentrace bílkovin v matrix je značná, až 56g na 100g, zbytek je voda



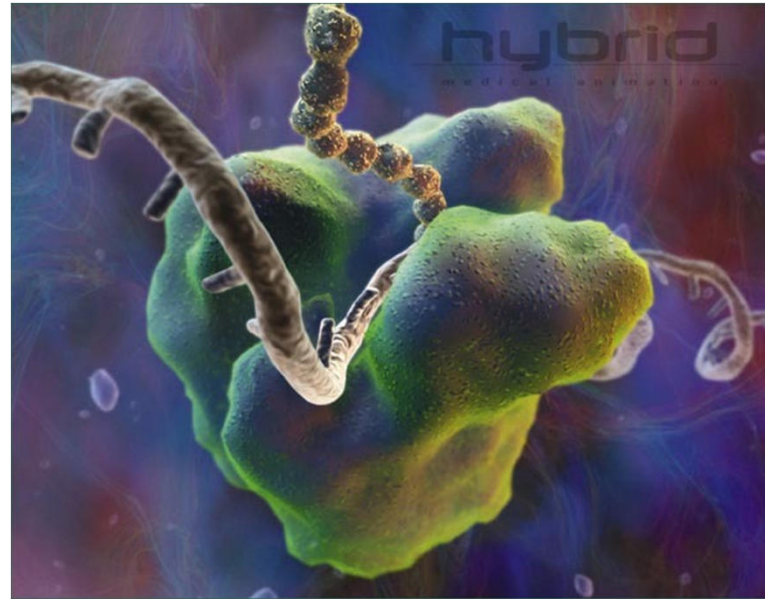


Zdroj: giobio.ic.cz

- 0,5 až 3 μ m dlouhé
- průměr je kolem 1 μ m
- Počet v buňce je různý - závisí to na nárocích buňky na energii, např. lidské jaterní buňky (hepatocyty) obsahují 800 – 2500 mitochondrií tvořících více než 20% objemu buňky



Ribosomy



Zdroj: <http://shantalailyn04.blogspot.com/>

- Malé kulovité útvary s molekulovou váhou asi 3 miliony tvořené ze 2 podjednotek
- Pomocí ribosomu je na mRNA syntetizována bílkovina z aktivovaných aminokyselin.
- Aktivace je prováděna reakcí aminokyseliny, ATP a t-RNA
-> v ribosomu pak dochází k napojení a odštěpení t-RNA od polypeptidového řetězce
- Shlukují se do tzv. polysomů



Membránové komplexy (propojeny separátními organelami)

- Uplatňují se při syntéze bílkovin
- při transportu a chemických modifikacích vyrobených bílkovin
- slouží ke skladování a vylučování látek z buněk



ENDOPLASMATICKÉ RETIKULUM

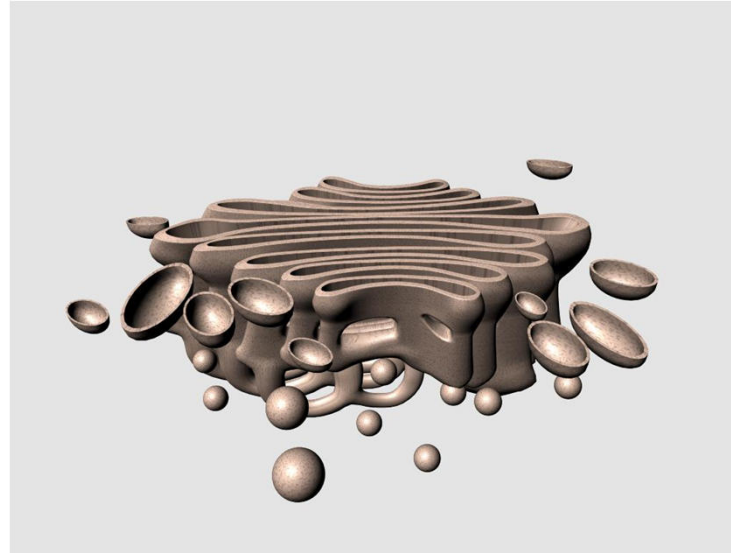


<http://multimedia.amrita.ac.in/works/endoplasmic-reticulum/>

- Tvořené plochými váčky, jejichž vnitřní prostory se nazývají cisterny
- Cisterny jsou propojené a protéká jimi cytoplasma
- Blízko jádra splývá ER s vnější membránou jádra, je povlečeno ribosomy a vytváří **granulární neboli drsné ER** - syntéza membránových lipidů a sekrečních bílkovin
- **Agranulární neboli hladké ER** - nemá napojené ribosomy a je tvořeno převážně kanálky a malými váčky
- Zde probíhá rovněž produkce lipidů
- Modifikace bílkovin vyrobených v drsném ER a jejich transport



Golgiho komplex (aparát)



Zdroj: <http://multimedia.amrita.ac.in/works/golgi-complex/>

- systém složený ze souboru plochých, kapalinou naplněných váčků
- přebírá produkty z ER prostřednictvím váčků a uvolňuje je na druhé straně v modifikovaných membránách - sekreční váčky
- V kapalně výplni (lumen) Golgiho komplexu se na vyrobené bílkoviny připojují sacharidy a lipidy -> sekreční váčky pak transformují produkty k membráně a obsah vylučují do extracelulárního prostoru = **exocytosa**.



Lysosomy

- Poměrně velké 0,25 až 0,5 μm
- Obklopené jedinou membránou
- Obsahují hydrolázy - štěpí makromolekuly bílkovin
- Štěpeny opotřebované molekuly buňky :
 - bílkoviny
 - nukleové kyseliny
 - chybně syntetizované části bílkovin
 - cizorodé struktury
 - bakterie atd.
- Látky se dostávají do buňky pinocytózou nebo fagocytózou -> uzavřeny v tzv. vakuolách -> splynutí vakuol s lysosomy -> obsah je degranulován -> některé nízkomolekulární látky difundují membránou do cytoplasmy, ostatní jsou exocytosou vyvrženy z buňky spojením vakuoly s buněčnou membránou.
- Po zániku buňky lysosomy prasknou a uvolněné enzymy katalyzují hydrolytický rozklad buňky



Cytosomy

- Mohou se vytvářet z membrán ER nebo GK
- Malé útvary obsahující určité typy enzymů - **Peroxisomy** obsahují peroxidasy a katalasy, provádějí aerobní odbourávání molekul (např. lipidů nebo ethanolu), ale vzniklá energie není využitelná k syntéze ATP a mění se na teplo

Během oxidace vzniká H_2O_2 , který se pro buňku toxický a je rozkládán katalázami.

glyoxysomy – v nich probíhá glyoxylátový cyklus.

Paraplazmata cytoplasmě živočišných i mikrobiálních buněk se vedle organel vyskytují útvary zvané inkluze nebo paraplasma

Látky, které vznikají metabolickou činností buňky, nebo se dostávají do buňky zvenčí



TRANSPORT LÁTEK PŘES MEMBRÁNY

- Cytoplasmatická membrána je nepropustná pro nabité částice a pro molekuly látek s vyšší molekulovou hmotností než 100-150
- Veškeré větší molekuly musí být přes membránu transportovány specializovanými druhy transportu.
 - **Transport pasivní** - bez vynaložení Gibbsovy energie na základě difuze
 - Voda, močovina, CO_2 pronikají polárními oblastmi membrány, dusík, kyslík a v tucích rozpustné látky pronikají oblastmi hydrofobními.
 - **Aktivní transport** - je to děj, při němž je látka, vázaná na nosič, přenášena přes membránu proti směru chemického nebo elektrického gradientu.



PINOCYTÓZA A FAGOCYTÓZA

- Látky povahy makromolekul se mohou přes membrány pohybovat oběma směry.
 - exocytóza - pohyb ven
 - Endocytóza – pohyb dovnitř
- transport makromolekul přes biologické membrány

PINOCYTÓZOU a FAGOCYTÓZOU

- Pinocytóza
 - přenos takových látek, jejichž velikost se pohybuje od poměrně malých molekul přes peptidy, polypeptidy, proteiny, proteinové komplexy až po částice typu lipoproteinů a ferritinu
- Fagocytóza
 - pohlcování velkých částic viditelných optickým mikroskopem (např. mikrobů, velkých virů a částí poškozených buněk)



PINOCYTOZA

- Pinocytóza spočívá na existenci bílkovinných receptorů v povrchu cytoplasmatické membrány.
- Po vazbě ligandu na receptorový protein se tyto komplexy nahromadí v určitých částech membrány označovaných jako „povlečené jamky“
- Vnitřní stěna buněčné membrány se povléká polyedry (nejčastěji dodekaedry – dvanáctistěny), bílkoviny klathrinu, který později přechází ze tvaru 12 šestiúhelníků na 12 pětiúhelníků a tím z povlečené jamky vzniká „povlečená vezikule“ tvořená cytoplasmatickou membránou, která je obklopena souvislou vrstvou molekul klarithinu = endosom.



Z endosomu se oddělí **klarithin**

1.) V jiné části buňky endosom splyne s cytoplasmatickou membránou a jeho obsah se uvolní do extracelulárního prostoru tj. **exocytóza**, nebo

2.) endosom splyne s lyzosemem za vzniku **fagolyzosomu**. Tento děj nastává obvykle se zpožděním 20 – 50 minut a obsah endosomu se působením enzymů zcela odbourá až na nízkomolekulové sloučeniny.

3.) Poslední možností je disociace komplexu ligand – receptor v endosomu, která nastává brzo po vzniku povlečené vezikule, ligand difunduje do buňky a receptor se vrací v endosomu na povrch buňky, kde splyne s membránou.

Tento děj tj. pinocytóza probíhá neustále a buňka za 1 hod spotřebuje až 200% svého povrchu tj. 20000 membránových váčků za 1 sec.



FAGOCYTOZA

- Probíhá ve dvou po sobě jdoucích krocích.
 - 1. nastává vazba ligandu na specifický receptor.
V případě profágu (jako nejčastěji fagocytující buňka) jsou v jeho cytoplasmatické membráně přítomny četné receptory pro Fc konce molekuly imunoglobulinu
 - Částice, které mají být fagocytovány, jsou již v krevní plazmě vystaveny účinku molekul IgG (imunoglobulinu) a komplex IgG – fagocytovaná buňka se váží s Fc – receptory.
 - 2. Fagocytóza je závislá na teplotě a při 16 – 20 °C ustává.
- Při fagocytóze se odbourávají i cytoplasmatické membrány



PRINCIPY LÁTKOVÉ A ENERGETICKÉ VÝMĚNY. ÚLOHA A OBECNÉ RYSY METABOLISMU

- látková přeměna nebo (intermediární) metabolismus
 - Systém chemických dějů pro zajištění energie a stavebního materiálu na výrobu složek
 - Procesy zajišťující tyto úkoly pak dělíme na:
 - a) děje katabolické (disimilační),
 - b) děje anabolické (asimilační)
 - c) amfibolické dráhy, plnící funkce katabolické i anabolické (např. citrátový cyklus)
 - d) anaplerotické reakce - doplňování vyčerpaných produktů metabolických drah (např. doplňování oxalacetátu v citrátovém cyklu karboxylací pyruvátu, nebo anaplerotická sekvence nazývaná glyoxylátový cyklus)



Dělení z energetického hlediska – pochody:

- a) energii produkující (tj. rozkladný)
- b) energii spotřebovávající (tj. biosyntetický)
- Metabolismus je vysoce integrovaný a organisovaný soubor reakcí pracujících podle daných pravidel:
 - a) počet použitých reakcí je relativně malý
 - b) centrální úlohu v metabolismu má asi 100 molekul
 - c) metabolické reakce jsou řazeny do tzv. drah
 - d) metabolické dráhy jsou obdobné pro všechny živé systémy a jejich chemické reakce se často opakují
 - e) souhra metabolických pochodů je regulována několikaúrovňovými regulačními systémy
 - f) metabolismus je přizpůsobivý měnícím se podmínkám životního prostředí
 - g) metabolismus je maximálně hospodárný



Biochemické reakce

- Probíhají ve vodném prostředí za mírných podmínek
- Mají speciální enzymovou regulaci a složitou účelovou návaznost
- Jsou orientovány i prostorově
- Vyznačují se vysokou selektivitou jak výběru látek do reakce vstupujících, tak i při jejich přetváření na reakční produkty
- Složky biochemických reakcí dělíme na substráty (látky do reakce vstupující), metabolity (produkty reakcí) a biokatalyzátory (látky řídící průběh reakcí)



Rozdělení organismů podle jejich metabolismu

- A) Podle zdroje přijímané energie na
 - a) fototrofy (využívají sluneční energii)
 - b) chemotrofy (využívají energii vytvořenou oxidací anorganických nebo organických sloučenin)
- B) Podle zdroje stavebního materiálu na
 - a) autotrofy (schopné syntetizovat všechny organické sloučeniny z anorganických zdrojů (CO_2 , NH_3 , NO_3^- a SO_4^{2-}))
 - b) heterotrofy (používající jako stavební materiál organické látky, které jsou rovněž zdrojem energie)
- C) Podle způsobu provádění oxidoredukčních dějů – podle donorů elektronů
 - a) organotrofy (zdrojem elektronů jsou organické látky, glukosa nebo mastné kyseliny)
 - b) lithotrofy (zdrojem elektronů jsou anorganické sloučeniny)
- D) Podle konečných akceptorů elektronů
 - a) aeroby (finálním akceptorem je kyslík)
 - b) anaeroby (finálním akceptorem je jiná anorg. sloučenina, jako zdroj kyslíku je voda)



KATABOLISMUS

- Degradální fáze metabolismu
- Energií bohaté druhy živin jako jsou sacharidy a lipidy jsou degradovány oxidačními (převážně dehydrogenačními) pochody na jednodušší sloučeniny: pyrohroznovou a octovou kyselinu a nakonec až na CO_2 , H_2O , NH_3 nebo močovinu.
- U aerobních organismů - **tři fáze katabolismu**



1. fáze

- Složité molekuly štěpeny hydrolýzou, nebo fosforolýzou za katalýzy enzymy z třídy hydroláz (v případě fosforolýzy z třídy transferáz)
- Štěpení je anaerobní a bez jakéhokoliv zisku energie
- U živočichů probíhá katabolismus v jejich zažívacím traktu - trávení
- U buněčných struktur tento proces probíhá v lyzosomech
- Ze složitých bílkovin, z nukleových kyselin, z polysacharidů a z dalších tisíců druhů látek z těchto tříd vzniká - **20 aminokyselin, 5 dusíkatých bazí, 6 mastných kyselin, 6 cukrů, kys. octová, glycerol**



2. fáze

- několik desítek sloučenin (AMK, NK, ...) odbouráváno mnohostupňovými cestami za současné dehydrogenace na c_1 a c_2 látky – oxid uhličitý a acetylkoenzym A (acetyl-CoA) = hlavní produkt
- Uvolní se malé množství energie (např. při odbourávání glukózy) a získají se aktivované atomy vodíku
- Větší část energie (asi přes 60%) uložena v molekule octové kyseliny



3. fáze

- acetyl-CoA vstupuje do univerzálního cyklického děje - **citrátového cyklu**
 - Acetyl oxidován na CO_2 , přitom se získají 4 dvojice aktivovaných energií bohatých vodíkových atomů
 - U aerobů jsou tyto vodíky stupňovitě přenášeny na kyslík kaskádou oxidoreduktáz - nazývanou dýchací (respirační) řetězec
 - Přitom se uvolní značné množství energie, kterou aeroby s vysokou účinností ukládají do molekul ATP
 - ATP – adenosintrifosfát je univerzální přenašeč energie všech živých systémů. Další reakce, neprobíhá postupným odštěpováním obou fosforylových skupin, ale odštěpením difosfátu
- Souhrně pak dostaneme výše uvedenou sumární rovnici s hodnotou
- Zpětná tvorba ATP a AMP neprobíhá přímo, ale přes ADP
- V lidském organismu se denně vyrobí a spotřebuje asi 74 kg ATP, při tělesné váze 70 kg to je rychlost tvorby asi $0,79 \text{ g min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
- Pohotovostní koncentrace ATP je v buňkách $2 \cdot 10^{-6}$ až $15 \cdot 10^{-6} \text{ mol.g}^{-1}$ tkáně, což je koncentrace 10^{-3} mol/dm^3



LITERATURA

- 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

