

Otázka: Metabolismus buňky

Předmět: Chemie

Přidal(a): Miru

Chemické složení a chemické děje v živých soustavách

- **Metabolismus** – soubor všech reakcí, probíhajících v živých organismech, zahrnuje přeměnu látek a energie
- **Katabolismus** – **rozkladné reakce**, za současného **uvolnění energie** se **štěpí složitější látky na jednodušší**, jde o děje exergonické, většinou probíhají jako oxidace substrátu
- **Anabolismus** – **syntetické reakce**, za současného spotřebování **energie vznikají z jednodušších látek látky složitější**, jde o děje endergonické, probíhají většinou jako redukce substrátu
- Energie získaná při katabolických dějích je uchována a posléze odevzdána při dějích anabolických, prostřednictvím tzv. **makroergických sloučenin** (ty obsahují velké množství energie vázané v makroergických vazbách)
- **ATP** – adenosintrifosfát, tvoří se z ADP navázáním zbytku kyseliny fosforečné v procesu zvaném **fosforylace**
- **Bazální metabolismus** – energie potřebná pro udržení základních životních funkcí

Metabolismus sacharidů

- **Sacharidy jsou základní složky všech živých organismů**

- Syntetizují se **v autotrofních organismech**, kde jsou **produktem fotosyntézy**
- **Heterotrofní organismy je přijímají v potravě** a jsou pro ně důležitým **zdrojem energie**
- Monosacharidy jsou střevní stěnou vstřebávány do krevního oběhu a transportovány do jater, glukóza je vyplavována zpět do krve a stává se zdrojem energie pro buňky, z nadbytečné glukózy se v játrech tvoří glykogen (zásobní zdroj glukózy) nebo zásobní tuk

Katabolismus sacharidů

- Polysacharidy a oligosacharidy jsou v TS rozloženy na monosacharidy
- **Glukóza** jako klíčová sloučenina metabolismu sacharidů je **odbourávána v jednotlivých buňkách v procesu glykolýzy**

Glykolýza

- **Děj, při němž je glukóza v buňce za anaerobních podmínek odbourávána na pyruvát** (sůl kyseliny prohoznové) za **uvolnění energie ve formě ATP**
- Probíhá v **cytoplazmě**
- Hlavní fáze glykolýzy:
 1. **Aktivace glukózy a její přeměna na triosafosfáty**
 2. **Dehydrogenace glyceraldehyd-3-fosfátu na 3-fosfoglycerát**
 3. **Přeměna 3-fosfoglycerátu na pyruvát**
 4. **Glukóza je fosforylována postupně pomocí 1 molekuly ATP nejprve na glukóza-6-fosfát, ta podlehne izomerační reakci a vzniká fruktóza-6-fosfát (z aldózy vznikla ketóza); druhou molekulou ATP je fruktóza-6-fosfát fosforylována na fruktózu-1,6-bifosfát**
 5. **Fruktóza-1,6-bifosfát se štěpí na 2 triózy: glyceraldehyd-3-fosfát a dihydroxyacetonfosfát, obě tyto triózy se mohou vzájemně přeměňovat jedna v druhou, pro další průběh glykolýzy je však významný jen glyceraldehyd-3-fosfát**
 6. **Glyceraldehyd-3-fosfát se dehydrogenuje (vodíky se váží na NAD^+) a fosforyluje na 1,3-bisfosfoglycerát; odštěpením jednoho fosfátového zbytku z 1,3-**

bisfosfoglycerátu (naváže se na ADP a vzniká molekula ATP) **vzniká 3-fosfoglycerát**
7. **Fosfátový zbytek mění polohu a tvoří se 2-fosfoglycerát, ten se dehydratuje na 2-fosfoenolpyruvát a přenosem fosfátového zbytku na ADP** (vzniká opět ATP)
vzniká pyruvát

- **Konečný zisk energie** z glykolýzy představují **2 molekuly ATP** z 1 molekuly glukózy (z celkových 4 molekul ATP se 2 spotřebují na fosforylaci glukózy)
- **Pro vznik ATP** při glykolýze **není potřeba O_2** , a proto se jedná o tzv. **anaerobní fosforylaci** (substrátovou)
- Pyruvát vstupuje do dalších reakcí:
- Za anaerobních podmínek se **pyruvát redukuje na laktát** (kyselina mléčná => tzv. **mléčné kvašení**), který se tvoří ve svalech při intenzivní práci za nedostatku kyslíku (jakmile je dostatek kyslíku, mění se laktát zpět na pyruvát)
- Za aerobních podmínek (při nedostatku kyslíku) podléhá pyruvát oxidační dekarboxylaci za vzniku acetylkoenzymu A (acetyl-CoA), který vstupuje do Krebsova cyklu

Krebsův cyklus

- **Citrátový cyklus, cyklus kyseliny citronové**
- **Pokračování rozkladu cukru, navazuje na glykolýzu, kde vznikl acetylkoenzym A**
- Centrum aerobního metabolismu
- Sled 8 reakcí, probíhá **v matrixu** (uvnitř hmoty mitochondrií)
- Během Krebsova cyklu dochází k uvolnění 2 molekul z CO_2 (dekarboxylace)
- Z 1 molekuly glukózy se ve finále odštěpí 4 mol CO_2 ($2CO_2 \cdot 2 = 4CO_2$)
- Vzniká:
 - **1 ATP** .2
 - **3 NADH** .2
 - **1 $FADH_2$** .2
 - **8 H^+** .2

Dýchací řetězec

- Navazuje na KC
- Probíhá na **kristách mitochondrií**

- **Zahrnuje velké množství reakcí, kdy elektrony jsou přenášeny redukčními činidly a jsou přenášeny z enzymu na enzym** (enzymy jsou v membráně mitochondrií)
- Posledním příjemcem elektronů je O_2

Celková bilance

$34 + 2 \text{ (Krebsův cyklus)} + 2 \text{ (glykolýzy)} = 38 \text{ ATP} - 2 \text{ ATP}$ (ty jsou potřebné, aby došlo k přenosu kyseliny pyrohroznové z cytoplazmy na mitochondrie) = **36 molekul ATP**

Kvašení (fermentace)

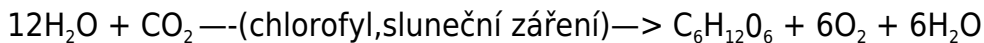
- Rozklad glukózy bez přístupu kyslíku
- **Mléčné kvašení**
- **Alkoholové kvašení**

Anabolismus sacharidů

Fotosyntéza

- **Děj, kdy z látek anorganických se vytvářejí látky organické** (sacharid, glukóza aj.)
- Reakce, kdy se **energie světelná přeměňuje na energii chemické vazby**
- Probíhá v **chloroplastech**
- Co je k fotosyntéze potřeba? (**fotosyntetický aparát**):
- Sluneční energie
- CO_2
- H_2O
- Barviva – chlorofyl a, chlorofyl b, karotenoidy, xantofyly)
- Redukční činidla, přenašeče elektronů
- **Dvě základní fáze:**
 - **Světelná** (primární) – probíhá pouze za přítomnosti světla

- **Calvinův cyklus** (sekundární) – není závislý na světle
- **Obecná rovnice fotosyntézy:**



Primární fáze

- Neboli **světelná fáze**
- Probíhá na **tylakoidech chloroplastů**
- V průběhu světelné fáze je **energie světelného záření využita k tvorbě ATP - fotosyntetická fosforylace**, $\text{NADH} + \text{H}^+$ a k fotolýze vody
- Probíhá za účasti dvou fotosystémů:
- **Fotosystém I** obsahuje formy chlorofylu absorbující sluneční záření a maximální vlnové délce 700 nm (P_{700})
- **Fotosystém II** obsahuje formy chlorofylu absorbující slunečné záření o maximální vlnové délce 680 nm (P_{680})
- **Fotosystém I přijme světelné záření, přejde do excitovaného stavu a uvolní elektrony**, které mohou:
 - Buď redukovat NADP^+ na $\text{NADPH} + \text{H}^+$
 - Nebo se vrátit zpět na P_{700} , přičemž část jejich energie je využita k tvorbě ATP v procesu zvaném **cyklická fosforylace**
- **Fotosystém II přijme světelné záření, přejde do excitovaného stavu a uvolní elektrony, které přecházejí do fotosystému I, nahradí z něho uvolněné elektrony a část jejich energie je využita k tvorbě ATP v procesu zvaném necyklická fosforylace**
- Oba fotosystémy doplňuje proces **fotolýza vody**, při kterém se **voda rozkládá na kyslík** (je uvolňován do okolí), **vodík** (váže se na NADP^+) a **elektrony** (regenerují fotosystém II), **výsledkem** fotolýzy vody: vodíkové protony H^+ , elektrony a kyslík
 - Rostlina má 2 fotosystémy: **chlorofyl a bílkovina**
- NADP^+ – nikotinamidadeninukleotidfosfát funguje jako **koenzym** (nebílkovinná část enzymu) **oxidoreduktáz** (enzymů katalyzujících oxidačně-redukční procesy). $\text{NADPH} + \text{H}^+$ je jeho redukováná forma
- **Fotony světelného záření jsou zachycovány barvivy obsaženými v plastidech.** Energie fotonů zachycená těmito barvivy je předávána molekulám chlorofylu a, tzv.

reakčnímu centru fotosystému, kde způsobují excitaci

- Zahrnuje tedy 3 procesy:
- **Fotolýza vody** = rozklad vody světlem
- **Cyklická fotofosforylace** => vznik ATP díky světlu
- **Acyklická** (neboli necyklická) **fotofosforylace**

Výsledek:

- **O₂** – uniká do ovzduší
- **ATP** – energie, která se spotřebuje při dalším ději
- **NADPH** – redukční činidlo

Sekundární cyklus

- **Není závislá na světle**, může probíhat i ve tmě
- Probíhá **mimo tylakoidy ve stromatu chloroplastů**
- V průběhu sekundární fáze **dochází k redukci oxidu uhličitého za vzniku sacharidů při využití ATP a NADPH + H⁺ ze světelné fáze**
- Nejvýznamnější metabolickou cestou syntézy sacharidů je tzv. **Calvinův cyklus**, kdy je **oxid uhličitý postupně začleňován do organické sloučeniny, konečným produktem je sacharid** (hexóza)
- Calvinův cyklus se označuje jako **C₃ fotosyntéza** => neboť **prvním produktem asimilace je tříuhlíkatá sloučenina 3-fosfoglycerát**, existuje také C₄ fotosyntéza – prvním produktem asimilace je čtyřuhlíkatá sloučenina oxalacetát
- (napsat rovnici ze sešitu)

- CO₂ je v Calvinově cyklu nejprve vázán na pětiuhlíkatý cukr (ribulózabisfosfát) za vzniku šestiuhlíkatého meziproduktu, ten se rozpadá na 2 tříuhlíkaté karboxylové kyseliny, které se redukují na 2 molekuly aldehydu, z nichž se kondenzací vytvoří 1 molekula hexózy. Z 6 molekul pentózy a 6 molekul CO₂ vznikne 6 molekul hexózy, z toho 1 molekula představuje určitý zisk a zbývajících 5 se opět přemění na 6 molekul pentózy (ribulózabisfosfátu)

- **Molekula CO_2 nejdříve zreaguje s ribulóza-1,5-bisfosfátem** (pentóza) za vzniku nestabilního šestiuhlíkatého produktu, který se **rozpadá na dvě molekuly 3-fosfoglycerátu** (trióza)
- **3-fosfoglycerát je pomocí ATP fosforylován na 1,3-bisfosfoglycerát** (trióza) a ten **redukován pomocí $\text{NADPH} + \text{H}^+$ na glyceraldehyd-3-fosfát** (trióza)
- **Část glyceraldehyd-3-fosfátu kondenzuje za vzniku fruktóza-1,6-bisfosfátu** (hexóza), který je **defosforylován na fruktóza-6-fosfát** (hexóza) a ten se **mění na glukóza-6-fosfát** (hexóza)
- **Část glyceraldehyd-3-fosfátu slouží k obnově ribulóza-1,5-bisfosfátu**
- **Rubisco** – enzym, který **umožňuje navázání oxidu uhličitého na pětiuhlíkatý cukr**
 - ribulóza-1,5-bisfosfát
- Probíhá u většiny rostlin mírného pásu

Význam fotosyntézy

- **Produkce kyslíku**
- **Schopnost vázat dlouhodobě množství uhlíku v rostlinné biomase** – zejména ve dřevě
- **Tvorba energeticky bohatých organických látek** (cukrů) – tyto látky využívají heterotrofní organismy včetně člověka
- **Uchování energie v podobě fosilních paliv** (uhlí a ropy), které vznikly z organismů, jejichž život v geologické minulosti umožnila existence fotosyntézy

Faktory ovlivňující intenzitu fotosyntézy

- **Světlo** – nejintenzivněji probíhá fotosyntéza na červeném světle
- **Délka osvětlení** – u nedostatečně dlouho osvětlených rostlin nastává blednutí listů
- **Teplota** – nejintenzivněji probíhá fotosyntéza u většiny rostlin v rozmezí od 25 do 30
- **Dostatek vody a minerálních látek**
- **Obsah CO_2 ve vzduchu**

Metabolismus lipidů

- Hlavní funkce: **zásobní**
- V těle se rozkládají ve dvanáctníku, jsou rozkládány žlučí
- **Zdrojem energie**
- Součástí membrán
- **Katabolismu** – rozklad lipidů
- **Anabolismu** – syntéza (alkohol + kyselina) lipidů, probíhá v cytoplazmě
- Lipidy (získané z potravy) se **štěpí ve dvanáctníku, dochází k emulgaci** (rozštěpení) **tuků díky žluči**, vzniká kapének tuků díky žluči, pak dojde k **enzymatickému rozkladu na 2 složky**
- **Alkohol** (nejčastěji glycerol) **a vyšší mastnou kyselinu** (karboxylová kyselina s dlouhým uhlíkatým řetězcem)
- Alkohol a VMK probíhají odděleně
- Glycerol se rozkládá díky metabolismu sacharidů
- VMK se odbourává v procesu zvaném **β -oxidace**

β -oxidace

- Sled reakcí probíhajících **na mitochondriích**
- **Sled reakcí, které zkrátí VMK a vždy o 2 uhlíky**
- Odbourávají se **sudým počtem uhlíků** ($\Rightarrow$ zkrátí se o 2C, vrátí se na začátek a jde to znovu $\Rightarrow$ pouze u kyselin se sudým počtem uhlíku)
- VMK **$R-CH_2-CH_2-COOH$**
- Acyl **$R-CH_2-CH_2-CO$**

Anabolismus

- **Syntéza mastných kyselin má podobný charakter jako β -oxidace** (nejde ale o přesně protichůdné reakce)
- Probíhá v **cytoplazmě**
- Výchozí látkou je acetyl-CoA, nutný je přísun energie a redukovaných koenzymů

Metabolismus proteinů

- Bílkoviny se skládají z **aminokyselin** (ty mohou být esenciální a neesenciální)
- Katabolismus bílkovin se nazývá **proteolýza**
- Anabolismus bílkovin se nazývá **proteosyntéza**

Proteolýza

- **Bílkoviny v potravě se rozkládají v žaludku** (HCl), kde se **denaturují** (nevratně se jim poškodí bílkovinný řetězec) díky kyselině chlorovodíkové
 - K vlastnímu trávení dochází až v **tenkém střevě** (dvanáctník), kde se **bílkoviny díky enzymu rozkládají na dipeptidy** (2 aminokyseliny) až na **aminokyseliny**
 - Aminokyseliny tvoří v buňkách **aminokyselinový pool** (stálá hotovost aminokyselin v buňkách) => dále se spotřebovávají na tvorbu jiných dusíkatých látek nebo se mohou využít při hladovění jako zdroj energie
 - Aminokyseliny **se štěpí** (odbourávají) tak, že se **rozdělí na aminoskupinu**
 - **Deaminace** – odštěpení aminoskupiny
 - Aminokyselina se dále **přeměňuje podle organismu**, který ji potřebuje odbourat
 - V organismu se **NH₂ přeměňuje na NH₃** (amoniak), ten je pro organismy velice **toxický**
1. **Amonotelní živočichové** – amoniak vylučují vodní živočichové – mohou ho vylučovat díky tomu, že amoniak naředí s vodou)
 2. **Urikotelní živočichové** – přeměňují amoniak na **kyselinu močovou** (plazy, ptáci)
 3. **Ureotelní živočichové** – přeměňují amoniak na **močovinu** (patříme sem i my J)
- **Ornitinový cyklus** (malý krebsův cyklus) – přeměna na močovinu
 - Je biosyntetický (poslední fáze rozkladu bílkovin)
 - Močový cyklus probíhá nejintenzivněji v játrech

Anabolismus bílkovin

- Probíhá na **ribosomech** (v buňce jsou volně nebo přisedlé na endoplazmatickém retikulu)
- Pro proteosyntézu jsou nutné **aminokyseliny, energie ve formě ATP, nukleové**

kyseliny (především tRNA, mRNA, rRNA), **enzymy**

- Proto, aby mohla proběhnout syntéza bílkovin, je nutné, aby nejdříve proběhla replikace, transkripce, translace
- Replikace, transkripce a translace = **ústřední dogma molekulární biologie**

Replikace DNA

- **Zdvojení DNA**
- Probíhá v **jádře buňky**
- Jsou k tomu potřebné **enzymy**
- DNA – 2 vlákna
- **Z vlákna mateřského (matrice) vzniká vlákno dceřiné (kopie)**
- Na papíru

1. Replikace začíná porušením vodíkových můstků mezi bázemi a rozevívá se vlákno DNA
2. K původním bázím se na základě principu komplementarity bází přiřazují báze nové (G-C, A-T)
3. Vnik nových vláken díky spojení bází přes cukr a kyselinu trihydrogenfosforečnou => nové vlákno, obě vlákna jsou stejná

Transkripce

- **Přepis informace z DNA na RNA proto, že se informace musí dostat z jádra do cytoplazmy**

Obr. Na papíru

1. Rozevření vláken DNA, díky porušení vodíkových můstků mezi bázemi
 2. Na základě principu komplementarity se připojí nové báze k matici (původní vlákno) DNA
 3. Báze se připojují přes cukr a kyselinu trihydrogenfosforečnou a vzniká nové vlákno RNA
 4. Nové vlákno se odpojuje od původní matrice DNA
 5. DNA se opět spojí do původního stavu
- Vzniká mRNA, rRNA, tRNA

Transkripce

- **Přepis informace z RNA do bílkovin**

- Na papíru

1. Připojení mRNA na ribozom
2. Připojení aminokyseliny na tRNA
3. Spojení bází tRNA a mRNA na základě principu komplementarity (báze jsou vždy 3 – **triplet**, neboli **kodon**)
4. Spojení aminokyselin peptidickou vazbou
5. Připojení další aminokyseliny na mRNA
6. Odpojí se tRNA od aminokyseliny
7. Připojení další aminokyseliny

1. [Metabolismus – maturitní otázka z biologie](#)
2. [Metabolismus sacharidů – maturitní otázka](#)
3. [Metabolismus na buněčné úrovni – maturitní otázka z biologie](#)