

Otázka: Lipidy a jejich metabolismus

Předmět: Biologie, Genetika

Přidal(a): anna

- přírodní látky rostlinného i živočišného původu

Funkce

- zdroje energie
 - 1 g lipidu -> 38 kJ
 - 1 g sacharidu -> 18 kJ
 - nejprve se spaluje glukóza, odbourávání glykogenu až poté se štěpí lipidy
- tepelná izolace
 - lipidy uložené v podkožním vazivu
- ochrana orgánů
 - například ledviny – fixované v tukovém polštáři
 - vorvaňovina – vosk v lebce vorvaňů, který chrání mozek
- stavební funkce
 - fosfolipidy
 - mozek => 40 % lipidů
 - myelinová pochva neuronů
- buněčné dýchání
- používají vitaminy a hormony
 - A, D, E, K

Fyzikální vlastnosti

- hustota menší než voda
- nerozpustné ve vodě, ale dobře se mísí s nepochárnými rozpouštědly
- jsou hydrofobní
- rozpustné v nepochárných rozpouštědlech (benzín, chloroform, toluen, ...)

Zdroje lipidů

- olivy, slunečnice, řepka olejka, prase domácí, mák, len, sezam, arašídny

Klasifikace

- jsou to estery mastných kyselin a alkoholů
- jednoduché lipidy
 - pouze zbytek kyseliny a zbytek alkoholu
 - Acylglyceroly
 - acyl = zbytek
 - estery glycerolu a mastné kyseliny
 - Vosky
 - stery vyšších alkoholů a mastné kyseliny
- složené lipidy
 - kromě zbytku alkoholu a zbytku kyseliny mají navázanou i jinou látku
 - příklad: fosfolipidy, glykolipidy

Acylglyceroly

- nemusí být navázaná pouze jedna kyselina, mohou to být různé mastné kyseliny
- alkoholy odštěpují -H
- kyseliny odštěpují -OH
- Přehled vyšších mastných kyselin:

$C_{17}H_{33}COOH$	Kyselina olejová
$C_{17}H_{31}COOH$	Kyselina linoová
$C_{15}H_{31}COOH$	Kyselina palmitová
$C_{12}H_{25}COOH$	Kyselina stearová
$C_{17}H_{29}COOH$	Kyselina linolenová
$C_{19}H_{31}COOH$	Kyselina arachidonová
$C_{17}H_{31}COOH$	Kyseliny linolové

- tuky
 - zpravidla živočišného původu
 - pevné
 - převládají nasycené mastné kyseliny
 - zásobní funkce, zdroj energie, chrání organismus
- oleje
 - zpravidla rostlinného původu
 - kapalné
 - větší množství nenasycených mastných kyselin
- mastné kyseliny v cis uspořádání
- lidský tuk: nasycené a nenasycené kyseliny v poměru 1:1
- stálejší jsou tuky než oleje, protože mají jen jednoduché vazby, dvojná vazba podléhá oxidaci -> může dojít ke vzniku karboxylových kyselin
- Polynenasycené mastné kyseliny jsou pro člověka nezbytné (=esenciální)

Vlastnosti:

- látky bez chuti a zápachu
- v teplém a vlhkém prostředí se snadno rozkládají -> žluknutí
 - dochází k oxidaci a vznikají různé aldehydy, ketony a nižší karboxylové kyseliny, nepříjemně páchnoucí
- při tepelném rozkladu tuků (přepalování) se uvolňuje silně zapáchající nenasycený akrolein (propenal)

Reakce:

- ztužování olejů
 - přeměna olejů na tuk
 - $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3$
 - olej $\rightarrow$ tuk hydrogenace
 - činidla – platina, nikl
 - proč to dělat?

Trvanlivost

- „dá se namazat“
- v oleji není cholesterol
- není živočišného původu

Hydrolýza acylglycerolů

Alkalická hydrolýza

- acylglycerol $\rightarrow$ glycerol + mýdlo (v zásaditém prostředí)
- sodná sůl $\rightarrow$ pevné mýdlo
- draselná sůl $\rightarrow$ mazlavé mýdlo
- Mýdla mají schopnost emulgovat tuky a oleje ve vodě, protože obsahují hydrofilní (smáčivá) a hydrofobní (nesmáčivá) část. Mýdlo ve vodě tvoří micely, v nichž nepolární uhlovodíkový řetězec mastné kyseliny směřuje dovnitř, a polární skupiny $-\text{COO}^-$ jsou na povrchu micely a směřují do vodné fáze. Micely absorbují nepolární látky, a tak sochází k rozptýlení emulgaci) hydrofobních látek ve vodné prostředí.

Kyselá hydrolýza

- acylglycerol $\rightarrow$ mastná kyselina + glycerol (probíhá v kyselém prostředí)
- nezáleží na tom jestli je reaktant monoacylglycerol, diacylglycerol nebo triacylglycerol
- stejný účinek jako lipázy (rozštěpení tuku)

Vosky

- estery mastných kyseliny a vyšších jednosytných alkoholů
- rostlinného i živočišného původu
- u rostlin mají ochrannou funkci, tvoří kutikulu, na listech zabraňuje odpařování vody

- u živočichů:
 - lanolin na ovčí vlně (P: přidává se do krémů)
 - včelí vosk
 - vorvaňovina – kytovci jako ochrana mozku
- pro člověka nestravitelné

Cetylalkohol	$C_{16}H_{31}OH$	Hexadekanol
Sterylalkohol	$C_{18}H_{35}OH$	Oktadekanol
Miracylalkohol	$C_{31}H_{61}OH$	Triakonanol

Složené lipidy

Fosfolipidy

- mají navázaný zbytek kyseliny fosforečné
- na povrchu každé buňky -> tvorba biomembrán
- tvoří membránu mitochondrií
- Přehled:
 - Lecitin (fosfatidylchlin)
 - složený lipid má na povrchu navázaný
 - zdroj: játra, žloutek, arašídy, ...
 - údajně by měl zpoalovat stárnutí, dobrý vůči stresu, podpora imunity, zlepšuje paměť
 - Glykolipidy
 - Mají na sobě navázanou glykosidickou vazbou (C – O – C) zbytek cukru
 - v biomembránách jako stavební jednotky
 - Lipoproteiny
 - mají na sobě navázaný zbytek bílkoviny
 - v biomembránách a v cytoplazmě

Metabolismus Lipidů

- metabolismus = látková energetická přeměna v živých organismech
- 2 dráhy:

- Katabolická
 - rozkladná dráha
 - složité sloučeniny se mění na jednodušší
 - energie se uvolňuje
 - exotermické děje
 - většinou oxidace substrátu
- Anabolická
 - skladná dráha
 - z jednoduchých látek se stávají složitější
 - spotřebovává se energie
 - endotermické děje
 - většinou redukce substrátu
- způsobují ho enzymy
- Katabolismus základních živin (přehled obecně)

Katabolismus lipidů

Štěpení esterových vazeb

- enzymy lipázy (v tenkém střevě)
- Triacylglyceroly $\rightarrow$ 3MK + glycerol
- monoacylglyceroly prochází přes střevní stěnu do krve a do jater
- anabolismus na triacylglyceroly (v játrech z monoacylglycerolů zpět na triacylglyceroly uloží se pod kůži)

Glycerol

- Vstoupí do metabolismus sacharidů
- slouží k syntéze glukózy a fruktózy

β - oxidace mastných kyselin

- β protože k oxidaci dochází na beta uhlíku (3. uhlík za karboxylovou skupinou)
- probíhá v **mitochondriích**
 - navázání koenzymu na MK - vzniká acylkoenzym
 - acylkoenzym prodělá dehydrogenaci (-H) mezi alfa a beta uhlíkem (oxidace)
 - hydratace (adice vody)

- dehydrogenace (-2H) – ketokyselina
- enzymatické štěpení
 - vzniká acetylkoenzym A a acetylový zbytek
 - zkátí se o 2 uhlíky a opakuje se celý cyklus
- □ – oxidace se cyklicky opakuje do té doby, než se MK na dvouhlíkaté štěpky
ACETYLKOENZYM A = Lyneova spirála

Anabolismus lipidů

- probíhá v cytoplazmě
- spirálovitě
- jiná metabolická dráha než katabolismus
- spotřeba ATP a redukovaných koenzymů
- z acetylkoenzymu A -> mastné kyseliny
- MK se sloučí s glyceroly -> acylglyceroly – tuková tkáň

Krebsův cyklus

- probíhá v mitochondriích
- dehydrogenace – 2 x (-8H)
- Dekarboxylace – 2 x (-2CO₂)
- Hydratace – 3x (+ 3H₂O)
- Uvolněný vodík redukuje koenzymy:
 - NAD -> NADH – H⁺
 - ^ nikotinaminadenindenukleotid
 - FAD -> FADH₂
 - ^ flavinadenindinukleotid
- redukované koenzymy přenášejí vodík do dýchacího řetězce

Reakce KREBSOVA CYKLU

- acetylkoenzym A + 3H₂O -> 2CO₂ + 8H + **koenzym A (->)**
- Odbouráváním D- glukosy (ze sacharidů), karboxlových kyselin (z lipidů) a některých

aminokyselin (z proteinů) vzniká acetylkoenzym A (acetyl-CoA = aktivovaná forma kyseliny octové)

- uvolní se acetylový zbytek ($\text{CH}_3\text{CO}-$)
- Jeho kondenzace s kyselinou oxaloctovou vzniká citrát (kyselina citronová)
- následuje dehydrogenace (odštěpení vodíku) a dekarboxyloce (odštěpení oxidu uhličitého CO_2) citrátu nejprve vzniká kyselina 2-oxoglutarová a následně kyselina oxaloctová
- Kyselina oxaloctová může kondenzovat s dalším acylem a celý cyklus se opakuje
- Produktem Krebsova cyklu je oxid uhličitý a vodíkové atom, které se využijí při slučování kyslíku s vodou v dýchacím řetězci

Průběh

- **Acetylkoenzym A** se váže na **oxalacetát**, čímž vznikne **citrát** a uvolní se **koenzym A**
- Izomerací **citrátu** vznikne **isocitrát**
- Dekarboxylací (odštěpením **oxidu uhličitého CO_2**) **isocitrátu** ze současné **redukce nikotinamidadenindinukleotidu NAD⁺** vznikne α - ketoglutarát
- Navázáním **koenzymu A** na α - ketoglutarát (též 2- oxyglutarát), jeho dekarboxylací (odštěpením oxidu uhličitého CO_2) a redukcí nikotinamidadenindinukleotidu NAD⁺ vznikne sukcinyl A
- Ze **sukcinylu A** se odštěpí **koenzym A** a dojde k přeměně guanosindifosfátu GDP na **guanosintrifosfát GTP**. Produktem reakce je **sukcinát**.
- Redukcí **flavinadenindinukleotidu FAD** vznikne ze sukcinátu **fumarát**.
- Hydratací (adicí vody) fumarátu vzniká malát.
- Malát se přeměňuje na oxal**acetát** za redukce nikotinamidadenindinukleotidu NAD⁺.

Dýchací řetězec

- probíhá na kristách v mitochondriích
- tvořen redoxními systémy:
 - koenzymy, které přinášejí elektrony
 - cytochromy
 - flavoproteiny = oxidoreduktázy
 - účinná složka: Fe^{2+} a Fe^{3+} ($\leftarrow$ oxidace, $\rightarrow$ redukce)
- Redukované koenzymy ($\text{NADH} + \text{H}^+$ a FADH_2) z Krebsova cyklu vstupují do dýchacího řetězce. Vodík vázaný v redukovaných koenzymech se při dýchání oxiduje, čímž získává

organismus značné množství energie (oxidace je katabolický děj). Jako oxidační činidlo používá organismus kyslík, který se do těla dostane při nadechnutí. Zjednodušená souhrnná rovnice reakce probíhající na mitochondriích při oxidaci redukovaného koenzymu nikotinamidadenindinukleotidu $\text{NADH} + \text{H}^+$ je:

- $\text{NADH} + \text{H}^+ + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 3\text{ADP} + 3\text{Pi} \rightarrow \text{NAD}^+ + \text{H}_2\text{O} + 3\text{ATP}$
- Celý děj probíhá ve dvou na sebe navazujících fázích. V té první dochází k transportu elektronů z redukovaných koenzymů $\text{NADH} + \text{H}^+$ a FADH_2 na kyslík. Druhou fází je oxidační fosforylace, při které se uvolněná energie ukládá do adenosintrifosfátu ATP. Přenosem elektronů je vytvářen gradient H^+ v mezimembránovém prostoru mitochondrie, který pohání ATP-syntasu a umožňuje tak vznik ATP. Oxidací redukovaného koenzymu $\text{NADH} + \text{H}^+$ získáme větší množství energie (konkrétně o 1 molekulu adenosintrifosfátu ATP více) než při oxidaci redukované formy koenzymu FADH_2 .
- reakce probíhají kaskádovitě
 - $8\text{H} + \text{Fe}^{3+} \rightarrow 8\text{H}^+ + \text{Fe}^{2+}$
 - $4\text{O} + \text{Fe}^{2+} \rightarrow 4\text{O}^{2-} + \text{Fe}^{3+}$
 - $4\text{O}^{2-} + 8\text{H}^+ \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + \text{E}$
 - E- 40% ATP + 60% tepelná energie

1. [Beta oxidace – maturitní otázka](#)
2. [Metabolismus – maturitní otázka z biologie](#)
3. [Lipidy – maturitní otázka z biochemie](#)