

SEC VIII.	Biochemické deje
SEC VIII. 3	Metabolizmus lipidov

Cieľové požiadavky

Obsahový štandard: Katabolický dej. Anabolický dej. Endergonický dej, exergonický dej. Makroergická väzba. Glykolýza, β -oxidácia, citrátový cyklus, dýchací reťazec.

Výkonový štandard:

- Lokalizovať priebeh citrátového cyklu, dýchacieho reťazca, β – oxidácie mastných kyselín
- Vysvetliť vznik a funkciu ATP v energetickom metabolizme bunky.
- Vysvetliť prepojenie β – oxidácie mastných kyselín a citrátového cyklu.
- Porovnať glykolýzu a Lynenovu špirálu z hľadiska energie.
- Opísať biochemické deje z hľadiska energetickej bilancie.

Význam lipidov

1. **Stavebná**- súčasť biologických membrán
2. **Energetická**- najbohatší zdroj energie
3. **Ochranná**- ochrana orgánov pred mechanickým poškodením
4. **Termoregulačná**- tepelná izolácia
5. **Rozpúšťadlá**- hydrofóbná vlastnosť, rozpúšťadlo pre vitamíny ADEK
6. **Špecifická**- súčasť vitamínov, pigmentov, kofaktory enzýmov, hormónov

I.Katabolizmus lipidov**Porovnanie energetickej hodnoty**

Oxidácia 1g substrátu	Zisk energie	Dlhodobé uskladnenie energie
Sacharidy	17kJ	Hydrofilné- menej vhodné
Lipidy	38kJ	Hydrofóbné- vhodnejšie

1.fáza- rozklad lipidov na glycerol a mastné kyseliny

- Hydrolytický štiepenie esterovej väzby pôsobením enzýmov- **lipáz** v tráviacom trakte na glycerol a mastné kyseliny

2.fáza- rozklad mastných kyselín a glycerolu**A. glycerol**

- 1.fosforylácia glycerolu na glycerolfosfát (*spotreba ATP*)
2. oxidácia glycerolfosfátu na dihydroxyacetónfosfát (*s využitím NAD^+ vznik $NADH+ H^+$*)
3. vstup dihydroxyacetónfosfátu do glykolýzy

B. mastné kyseliny

A. Aktivácia mastnej kyseliny (v cytoplazme)

- Vznik aktivovanej mastnej kyseliny- **acylkoenzýmu A (acyl-CoA)**- reakciou kyseliny s CoA
- spotrebujú sa 2 makroergické väzby ATP (2ATP), v prítomnosti enzýmov

B. transport Acyl-CoA do matrixu (karnitínový člnok)

C. β - oxidácia- Linnenová špirála (v mitochondriálnej matrix)

- Názov podľa lokality, kde prebieha **oxidácia- na β - uhlíku (3. uhlík)**

Podstata: metabolická dráha, v ktorej sa reťazec mastnej kyseliny (AcylCoA) štiepi skracovaním o dvojuhlíkové zvyšky AcetylCo A za vzniku redukovaných koenzýmov $FADH_2$ a $NADH+ H^+$



1. Dehydrogenácia (oxidácia) acylCo A

- Vznik dvojitej väzby medzi α - a β - uhlíkom
- silným oxidovadlom koenzým FAD
- vznik dehydroacylCo A a **$FADH_2$**

2. Adícia vody(hydratácia) na dvojitú väzbu dehydroacylCo A

- H^+ na α -C a hydroxylová skupina na β -C
- vznik β - hydroxyacylCo A

3. Oxidácia(dehydrogenácia) hydroxyskupiny na β - uhlíku na oxoskupinu

- hydroxyskupiny na β - uhlíku na oxoskupinu
- oxidovadlo koenzým NAD^+
- vznik **$NADH+ H^+$** a β - oxoacylCo A

4. štiepenie väzby α -C a β - C

- β - oxoacylCo A reakciou s Co-A
- odštiepenie dvojuhlíkoveho zvyšku acetylCo A
- vznik acylCo A (o 2 atómy uhlíka kratší ako pôvodná mastná kyselina)

5. Vstup acylCo A (o 2 atómy uhlíka kratší) do novej β - oxidácie

- špirálovité opakovanie metabolickej dráhy až do úplného rozkladu mastnej kyseliny na **acetylCoA**

Produkty

1. **acetylCoA** – konečný produkt vstupuje do citrátového cyklu (*rozklad na oxid uhličitý*)
 - počet závisí od dĺžky reťazca mastnej kyseliny
2. **NADH+ H⁺ a FADH₂** (*v dýchacom reťazci sa oxidujú za vzniku ATP, H₂O*)- ATP nevzniká priamo

Energetická bilancia β- oxidácie kyseliny stearovej

Aktivácia molekuly kyseliny stearovej		-2ATP
Oxidácia 9 molekúl acetylkoenzýmu A v citrátovom cykle	9x10ATP(12ATP)	+90ATP(108ATP)
Regenerácia 8molekúl FADH ₂ v dýchacom reťazci	8x1,5ATP(2ATP)	+12ATP(16ATP)
Regenerácia 8molekúl NADH v dýchacom reťazci	8x2,5ATP(3ATP)	+20ATP(24ATP)
Spolu:		120ATPreálne (146ATPteoreticky)

Kyselina stearová C₁₇H₃₅COOH (18 atómov uhlíka, postupným odbúravaním prebehne 8x β-oxidácii a vznikne 9 molekúl acetylkoenzýmu A, 8 NADH a 8 FADH₂)

- Množstvo štiepených kyselín závisí od požiadaviek organizmu (*pri zníženej požiadavke sa ukladajú vo forme lipidov do tukových tkanív*)

Význam

1. **Zdroj energie**
2. **Zdroj veľkého množstva vody**
 - vzniká ako vedľajší produkt oxidáciou redukovaných foriem koenzýmov
 - umožňuje prežiť v extrémnych podmienkach
 - *napr. ťava získava vodu a energiu v období sucha a hladu aeróbnou oxidáciou tuku v hrbe*

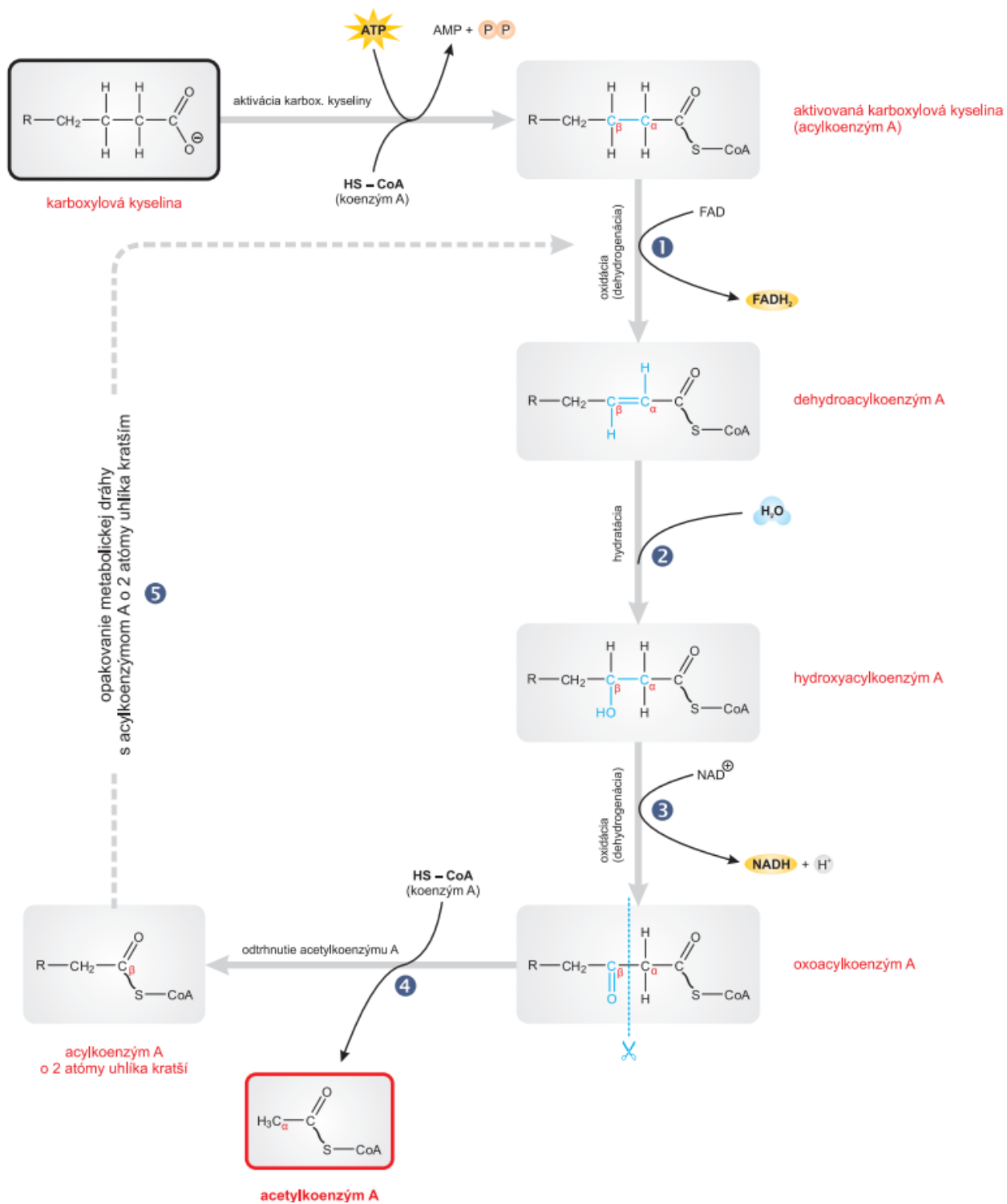
II. Biosyntéza (anabolizmus) lipidov

- Potrebne mastné kyseliny, alkohol a iné zložky

Esenciálne mastné kyseliny	Neesenciálne mastné kyseliny
organizmus nedokáže syntetizovať- potrebný príjem v potrave	syntéza obrátenou β- oxidáciou

Obrátená β- oxidácia

- Prebieha rovnakým spôsobom ako β- oxidácia, ale opačným smerom (*redukcia*)
- Využitie iných enzýmov
- Prebieha v cytoplazme
- Východisková látka acetylCoA
- Potrebná energia ATP a redukované koenzýmy (*redukovadlá*)



Zdroj schémy ATP: KMEŤOVÁ, J., SKORŠEPA, M., VYDROVÁ, Mária.: Chémia pre 3.ročník gymnázia so štvorročným štúdiom a 7.ročník gymnázia s osemročným štúdiom. Martin: Vydavateľstvo Matice slovenskej, 2011. 103s. ISBN 978-80-8115-042-5