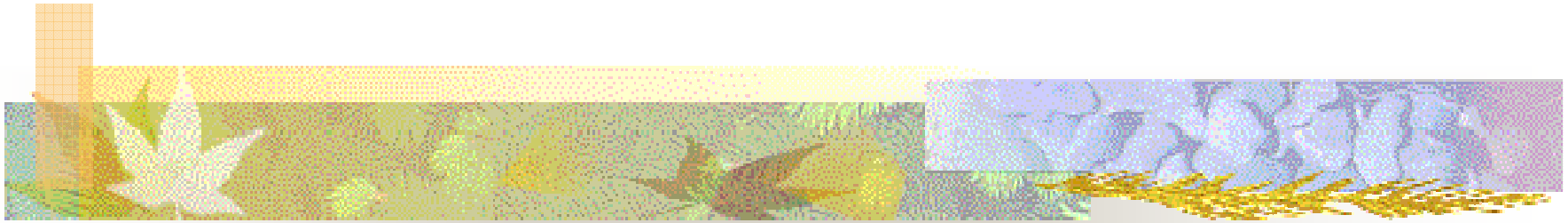
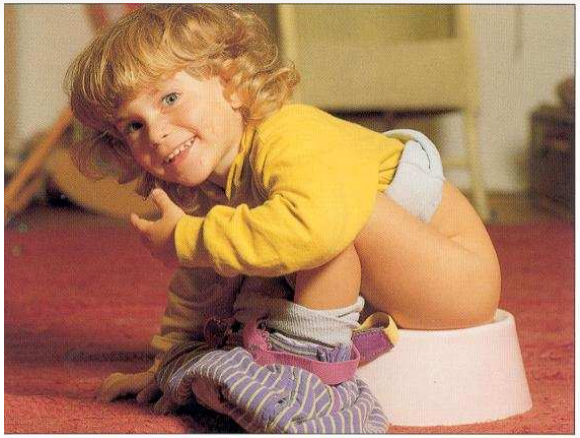
Trávení a metabolismus



www.snadnaskola.cz



Obr. 1. Proces „vylučování“[1]

Obsah (1. část)

Zařazení člověka podle metabolismu

Potrava

Osud potravy v lidském těle

Trávení (obecně)

Trávení sacharidů

Trávení bílkovin

Trávení triacylglycerolů

Metabolismus

Schéma metabolismu

Anabolismus a katabolismus

Rychlost metabolismu

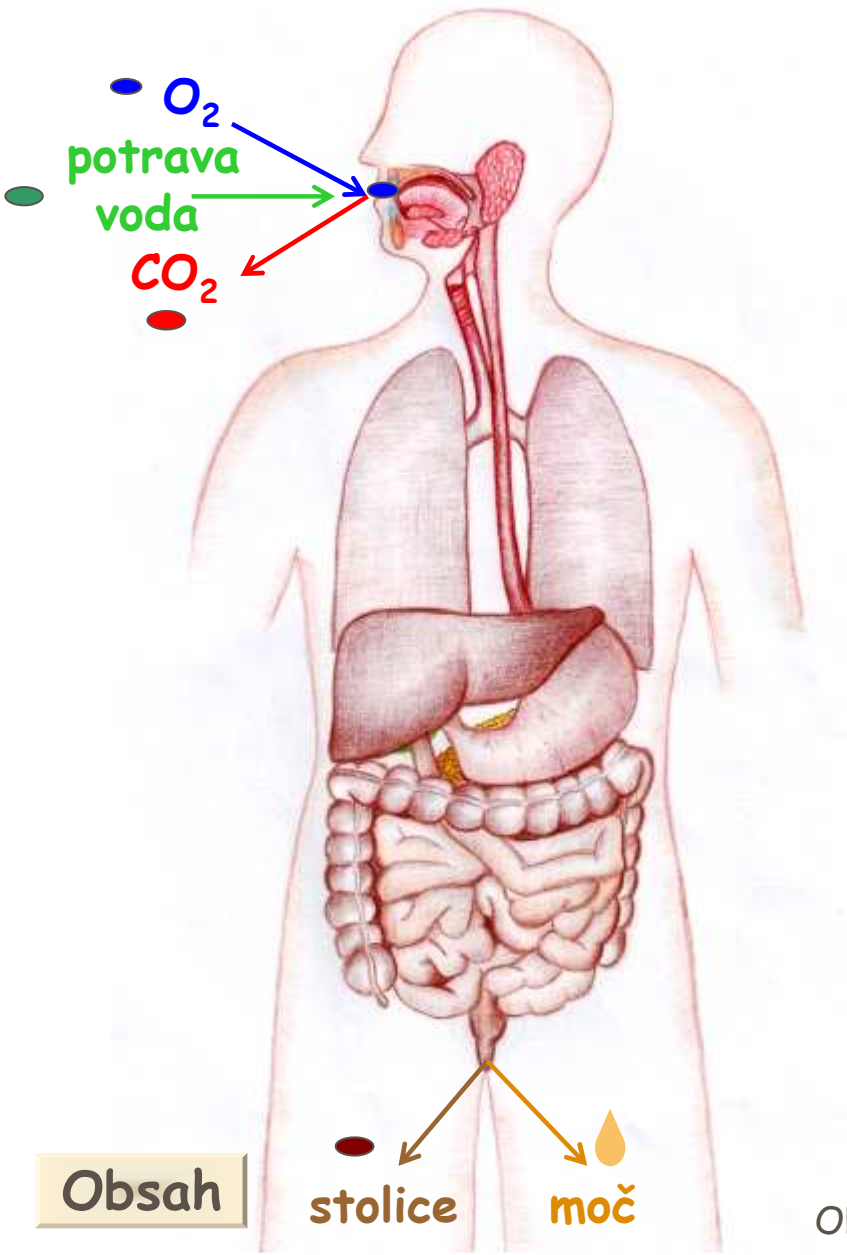
Energetický nadbytek a nedostatek

Adenosintrifosfát (ATP)

Obsah (2. část)

Metabolismus sacharidů
Glykolýza
Glykolýza - schéma
Aerobní a anaerobní odbourávání pyruvátu
Aerobní a anaerobní odbourávání pyruvátu - schéma
Metabolismus bílkovin
Močovinový cyklus
Metabolismus triacylglycerolů
Odbourávání mastných kyselin
Schéma metabolismu
Rozdíly v energetickém výtěžku
Vztah metabolismu triacylglycerolů a sacharidů
Použitá literatura

Člověk patří mezi **chemo** **organotrofní** **aerobní** organismy



Chemotrofní organismy získávají energii oxidací živin. Chemotrofní organismy využívají chemické reakce jako zdroj energie.

Heterotrofní (organotrofní) **organismy** mají za hlavní zdroj uhlíku jiné organické látky (tuky, bílkoviny, lipidy).

Aerobní organismus potřebuje ke svému životu nezbytně kyslík.

Co musí obsahovat naše strava?

- Bílkoviny
- Sacharidy
- Lipidy
- Vitaminy a minerální látky
- Vodu

Obr. 2. Trávicí soustava

Obsah

Potrava

Potrava = vše, co slouží k výživě organismu.

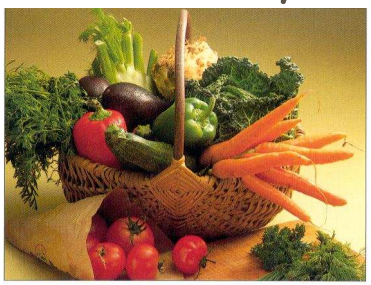
Bílkoviny

Sacharidy

Lipidy

Vláknina

Vitaminy



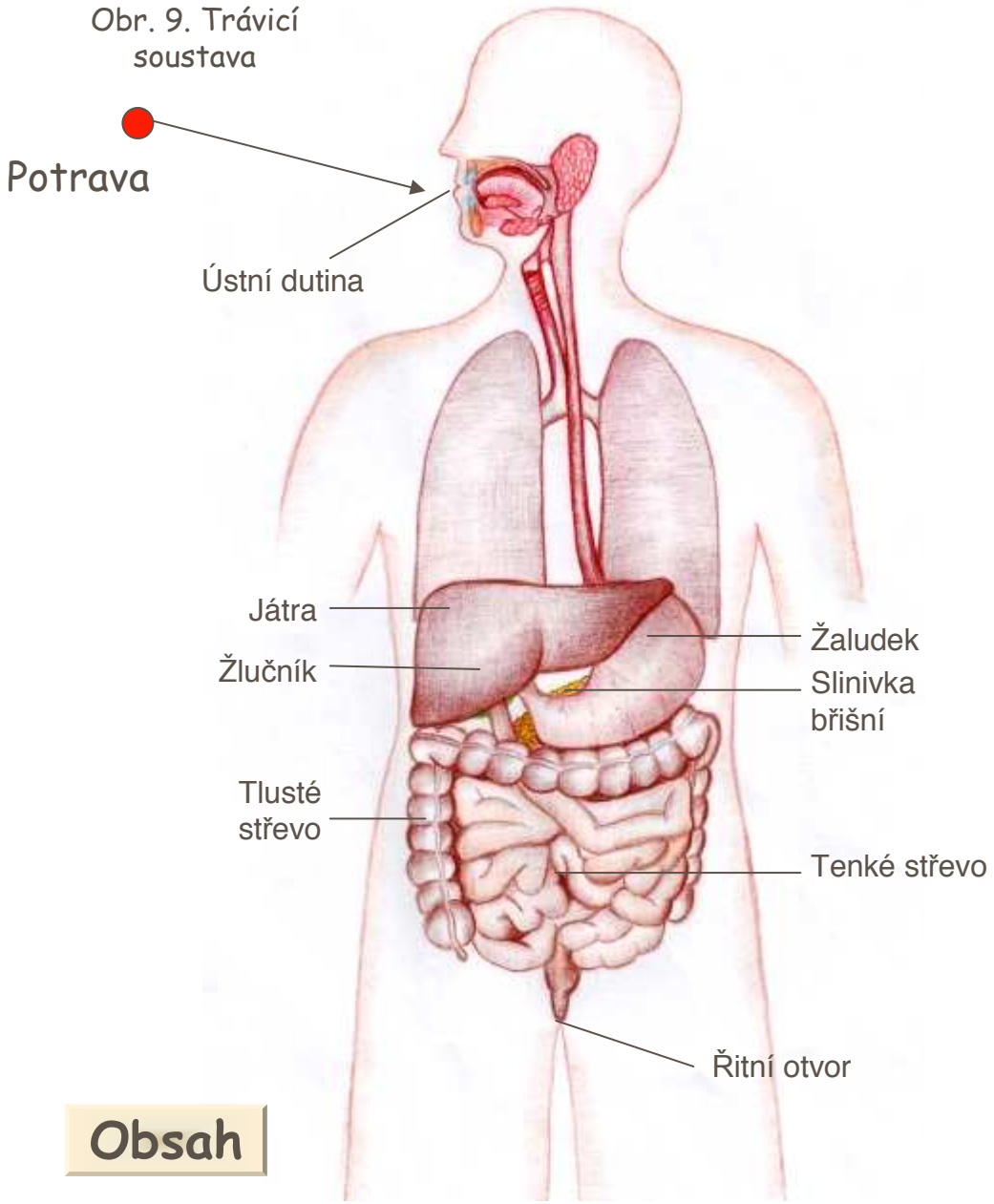
Minerální látky a stopové prvky

Obr. 3. – 8. Různé druhy potravy[1]

Obsah

Osud potravy v našem těle

Obr. 9. Trávicí soustava

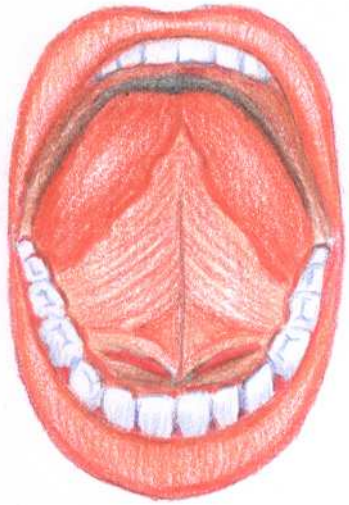


- Potrava se v ústech žvýká a nakonec se mísí se slinami do vlhké hmoty, které říkáme **sousto**.

Potrava

↓

Ústa

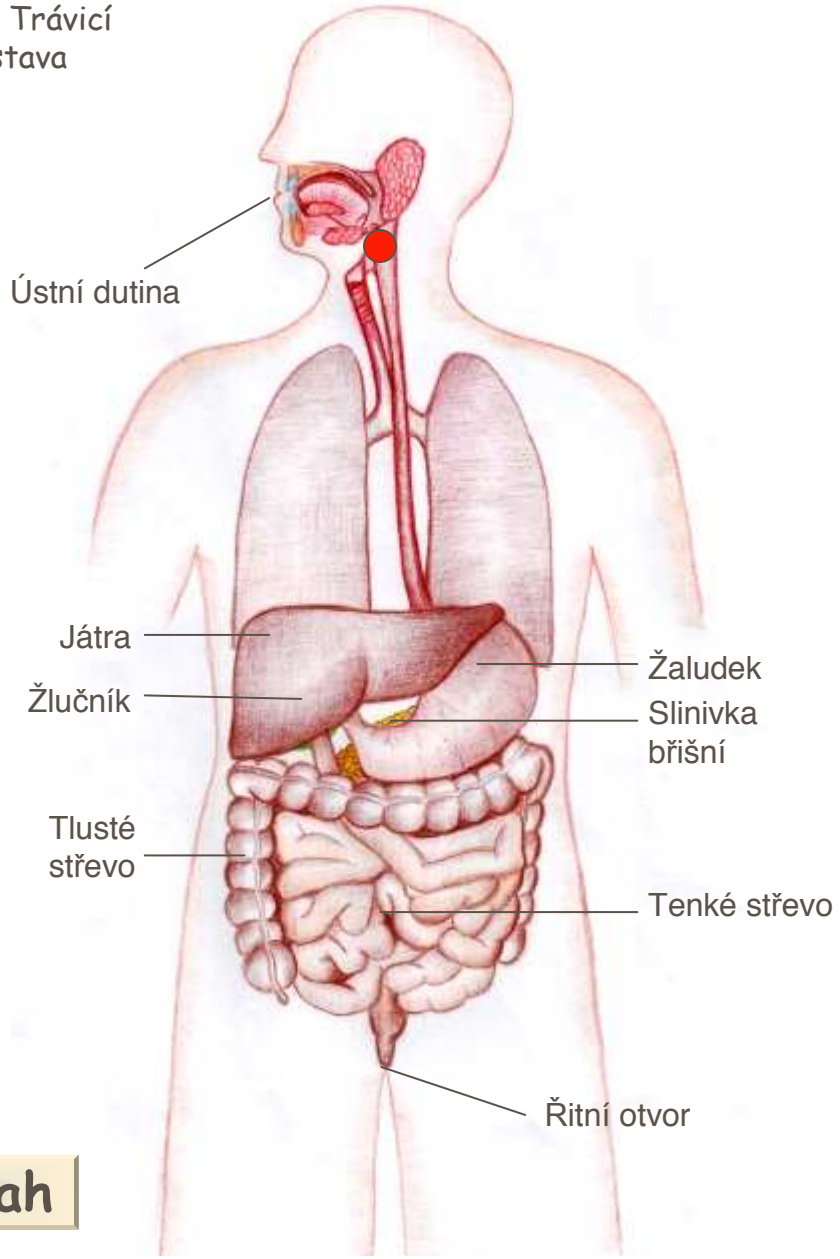


Obr. 10. Ústa

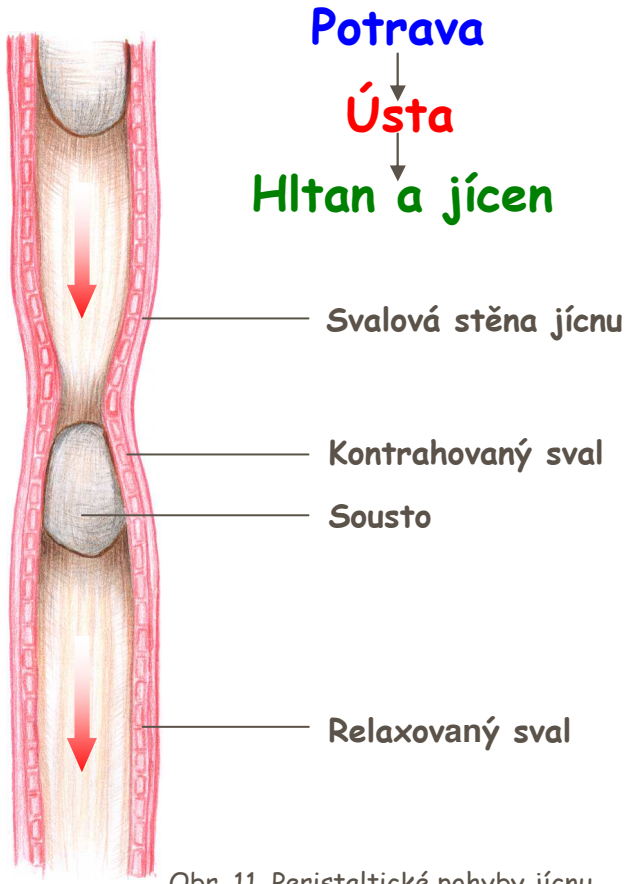
Obsah

Osud potravy v našem těle

Obr. 9. Trávicí soustava



- Sousto v hltanu putuje tzv. **peristaltickými pohyby** až do jícnu. Pozor někdy se stane, že se spustí peristaltika zpětná neboli **zvracení**.

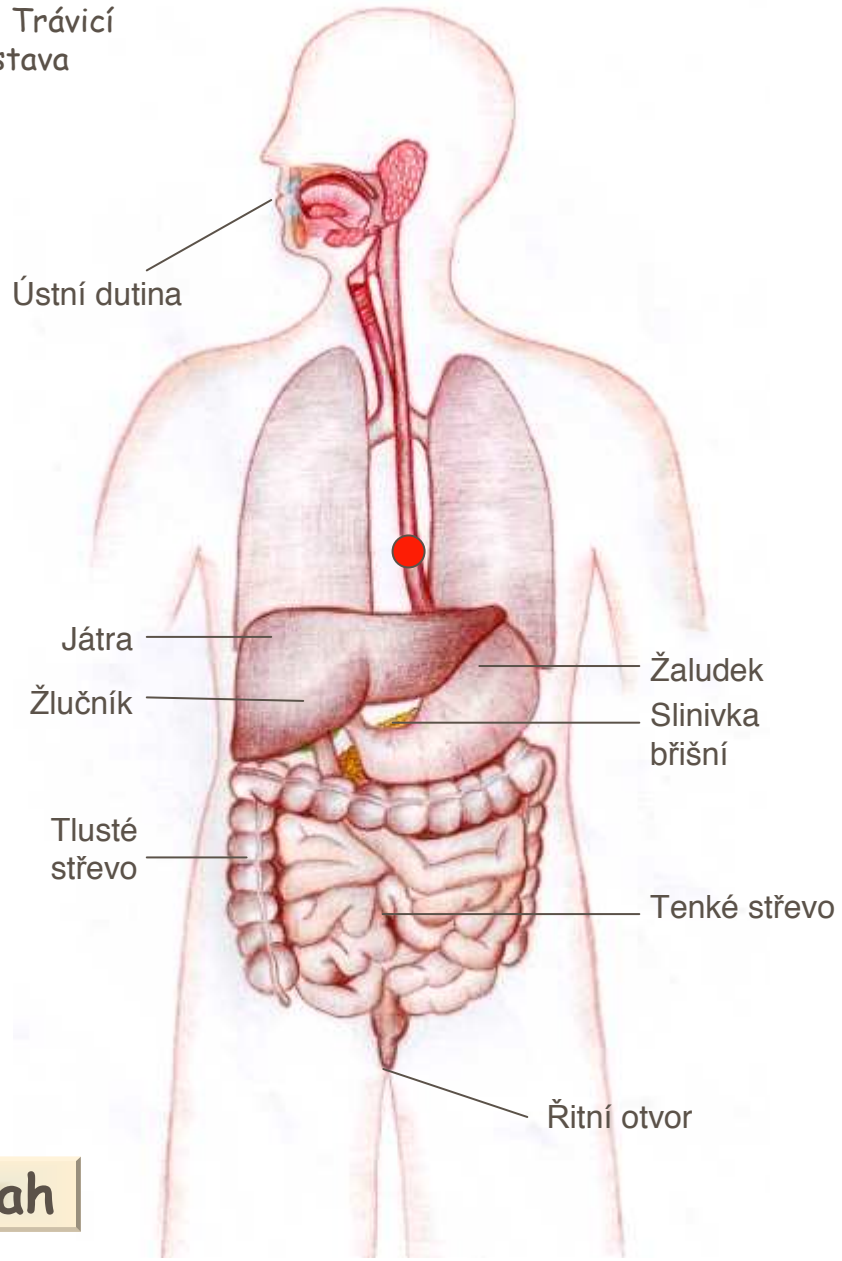


Obr. 11. Peristaltické pohyby jícnu

Obsah

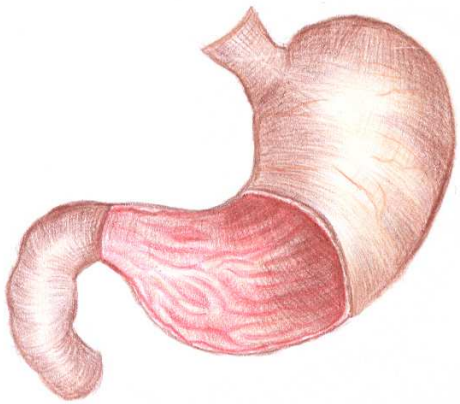
Osud potravy v našem těle

Obr. 9. Trávicí soustava



- V žaludku se jeho silné svaly stahují, a dovolují tak rozmačkat a rozdrtit obsah uvnitř na lepkavou a blátivou hmotu, které se říká **trávenina (chymus)**. Zde se také naše potrava setkává s celou řadou **enzymů**.

Potrava
↓
Ústa
↓
Hltan a jícen
↓
Žaludek

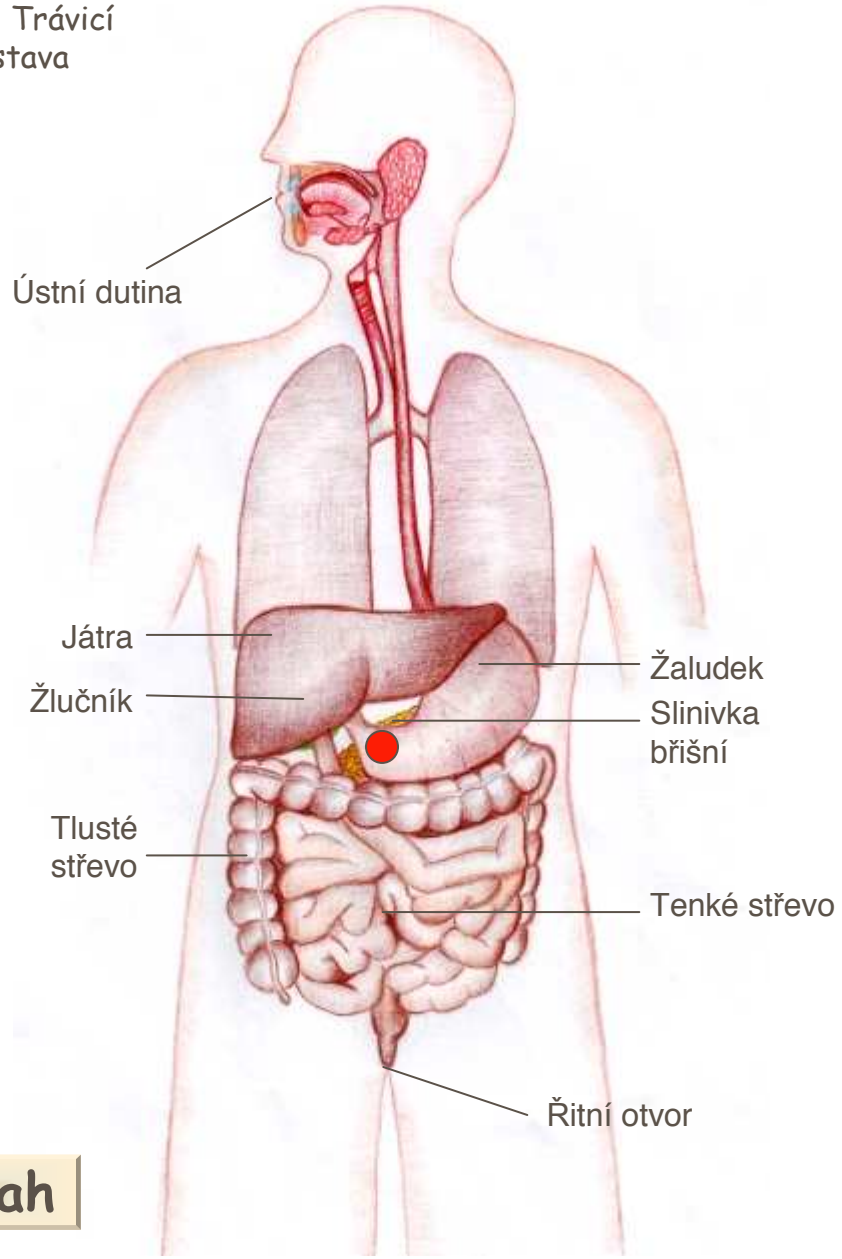


Obr. 12. Žaludek

Obsah

Osud potravy v našem těle

Obr. 9. Trávicí soustava



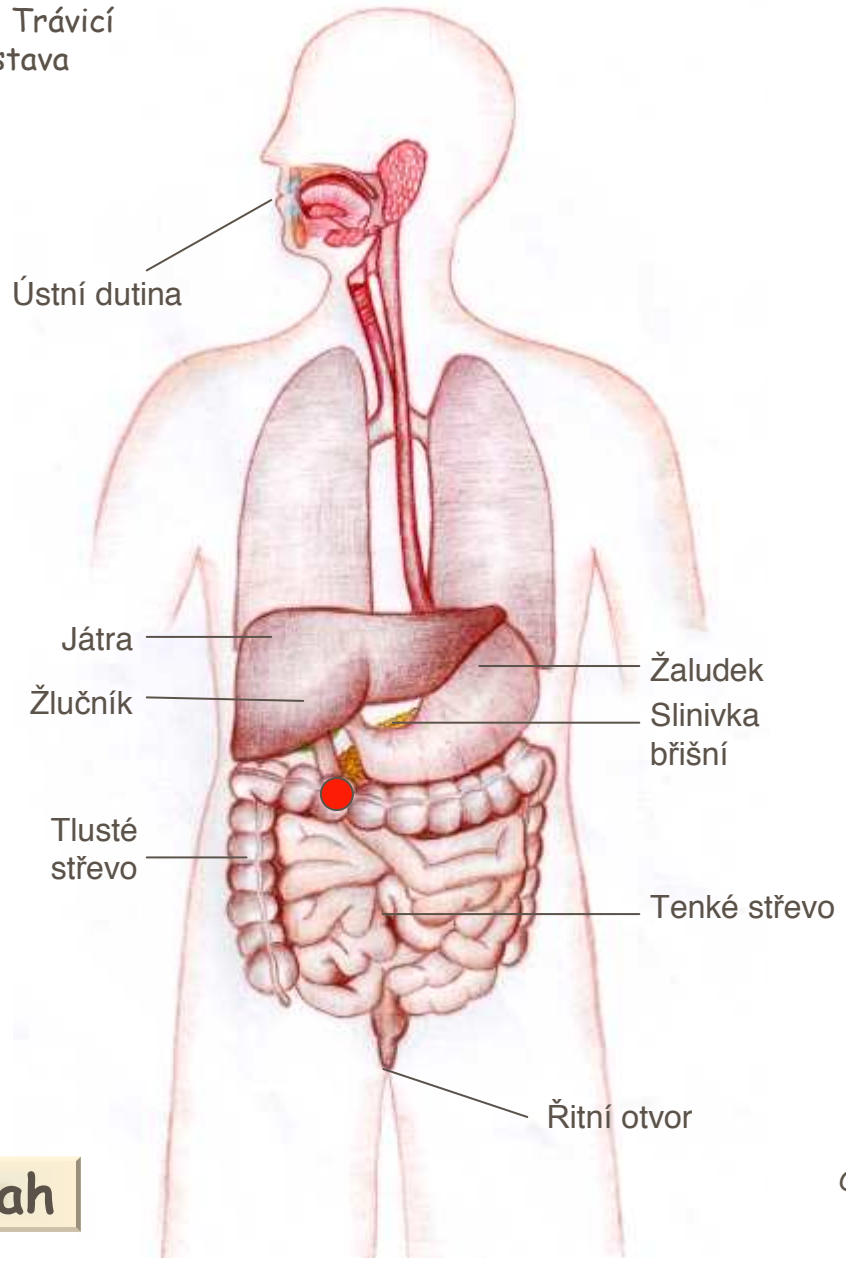
- Chymus ve dvanáctníku obsahuje částečně strávenou potravu ze žaludku, trávicí šťávy ze slinivky břišní a žluč ze žlučníku.

Potrava
↓
Ústa
↓
Hltan a jícen
↓
Žaludek
↓
Dvanáctník

Obsah

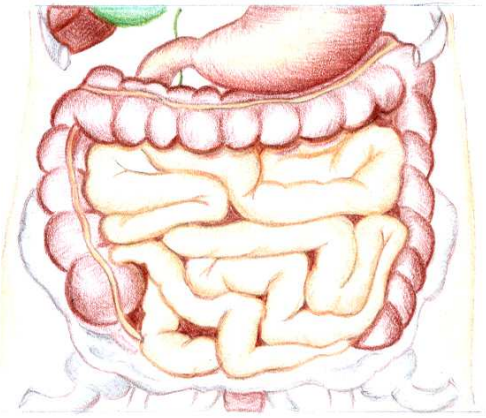
Osud potravy v našem těle

Obr. 9. Trávicí soustava



- Tenké střevo je hlavním místem vstřebávání živin.

Potrava
↓
Ústa
↓
Hltan a jícen
↓
Žaludek
↓
Dvanáctník
↓
Tenké střevo

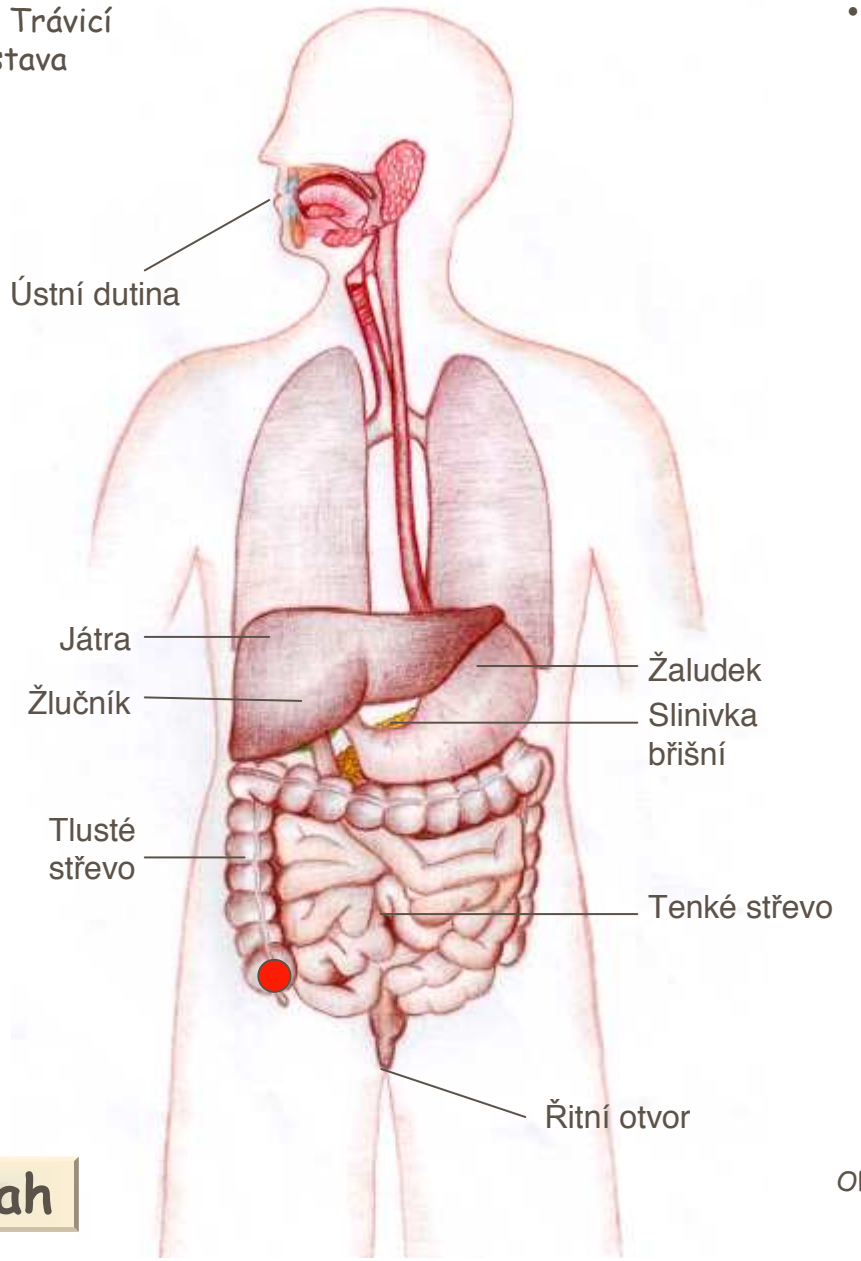


Obr. 13. Tlusté a tenké střevo

Obsah

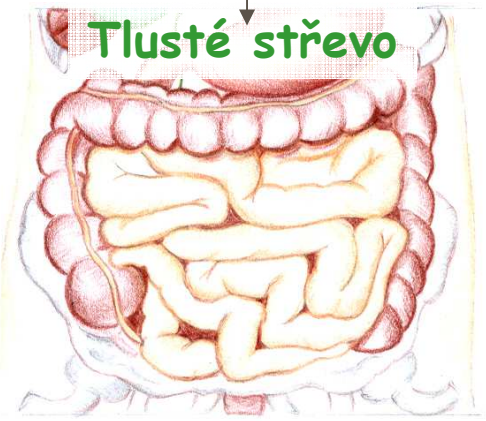
Osud potravy v našem těle

Obr. 9. Trávicí soustava



- V tlustém střevě dochází ke vstřebávání vody (až 90%). Nestrávené zbytky (vláknina, trávicí šťávy, žluč, buňky střevní výstelky, bakterie) tvoří **stolici**. 1/3 suché váhy představují bakterie.

Potrava
↓
Ústa
↓
Hltan a jícen
↓
Žaludek
↓
Dvanáctník
↓
Tenké střevo
↓
Tlusté střevo

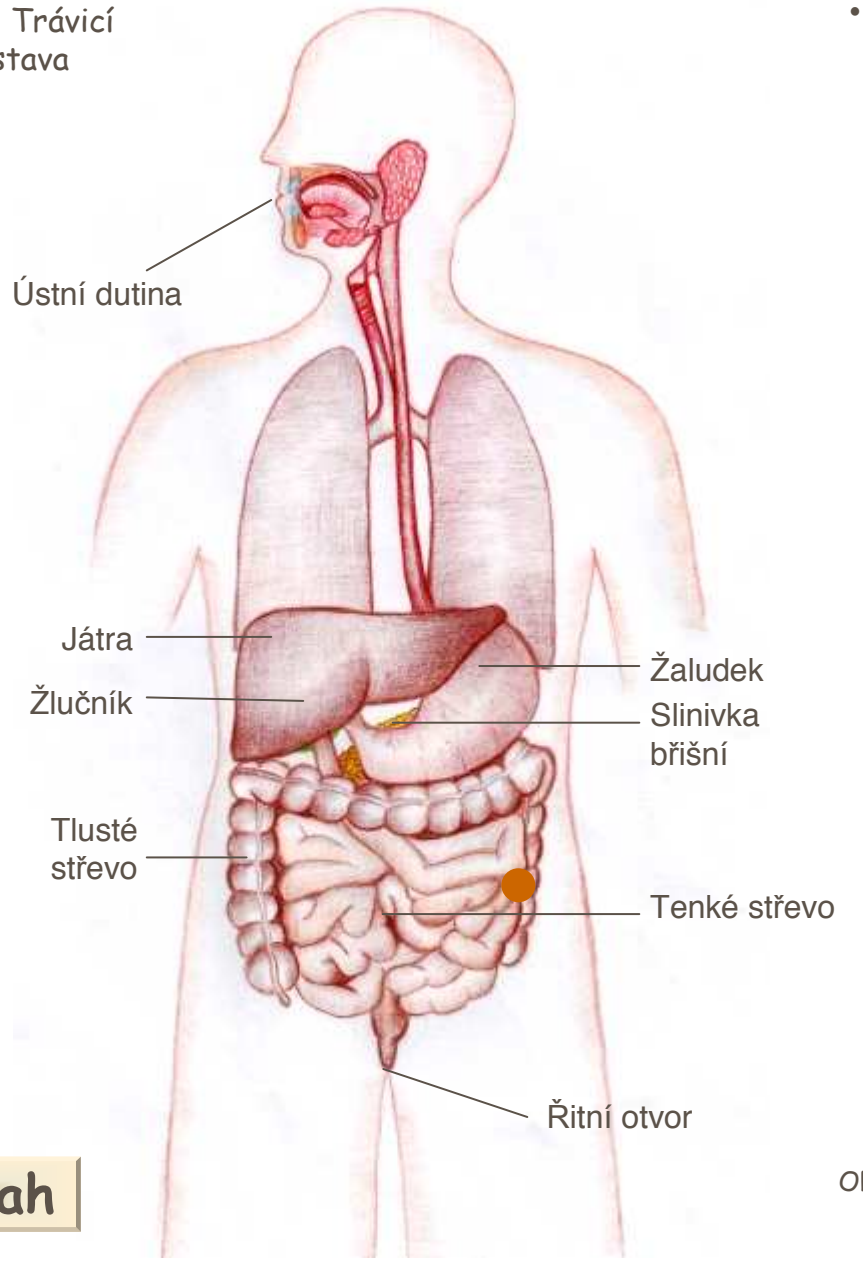


Obr. 13. Tlusté a tenké střevo

Obsah

Osud potravy v našem těle

Obr. 9. Trávicí soustava



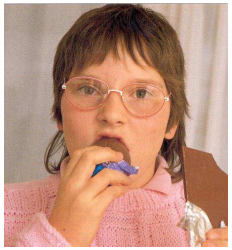
- V tlustém střevě dochází ke vstřebávání vody (až 90%). Nestrávené zbytky se mění na hnědou hmotu (**stolice**), jejíž 1/3suché váhy představují bakterie produkující methan. Mezi nestrávené zbytky patří i vláknina.

Potrava
↓
Ústa
↓
Hltan a jícen
↓
Žaludek
↓
Dvanáctník
↓
Tenké střevo
↓
Tlusté střevo
↓
Řitní kanál

Obr. 13. Tlusté a tenké střevo

Obsah

Trávení



Obr. 14. Příjem potravy[1]

Během procesu **trávení** dochází za pomoci hydrolytických enzymů k rozkladu potravy na jednodušší látky.

Ty mohou dále sloužit buď jako stavební jednotky pro výstavbu nových sloučenin, nebo mohou být v těle dále odbourávány až na oxid uhličitý, vodu a ostatní odpadní látky.

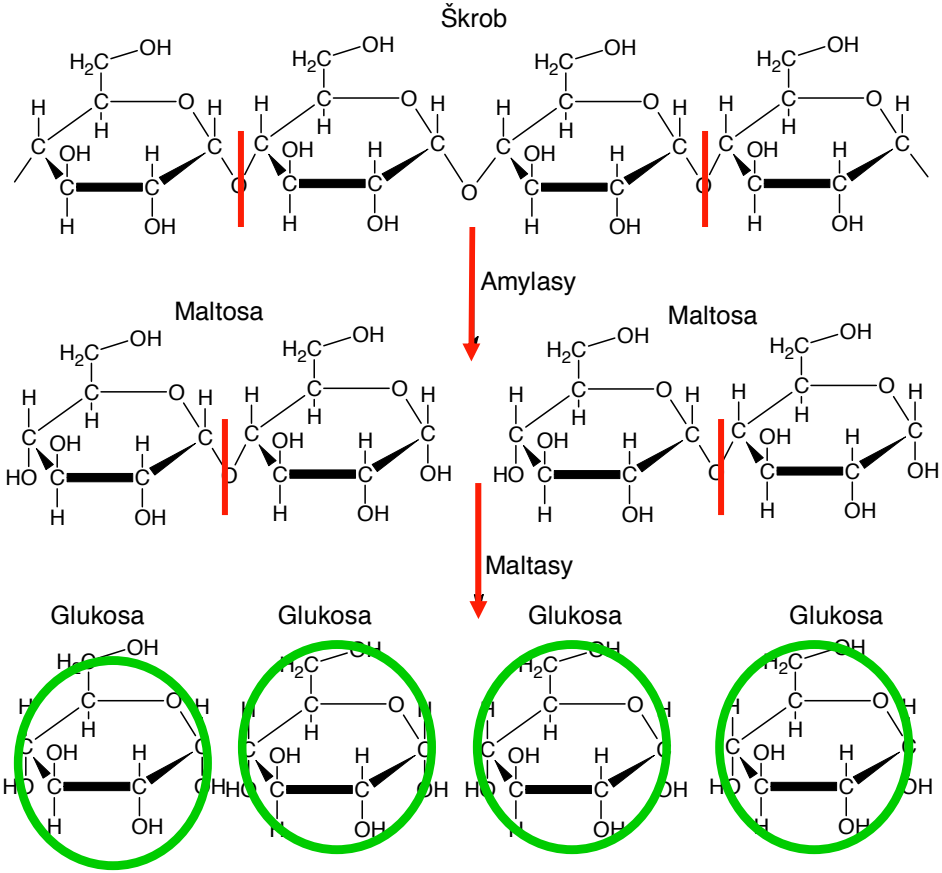
Obsah

Trávení sacharidů

Obr. 15. Sacharidy 2[1]

- Trávení je založeno na hydrolytickém štěpení glykosidové vazby.
- Produktem trávení polysacharidů jsou monosacharidy (glukosa, fruktosa, galaktosa…).

Obr. 16. Schéma trávení polysacharidu - škrobu



Příklad: trávení škrobu

- Amylasy štěpí polysacharid škrob postupně na disacharidové jednotky – maltosu.
- Maltasa štěpí disacharid maltosu na monosacharid glukosu.

Obsah

Trávení bílkovin

- Trávení je založeno na hydrolytickém štěpení peptidové vazby.

- Výsledkem trávení bílkovin jsou jednotlivé aminokyseliny a kratší peptidové řetězce.

- Karboxypeptidasy štěpí bílkoviny od C-konce.

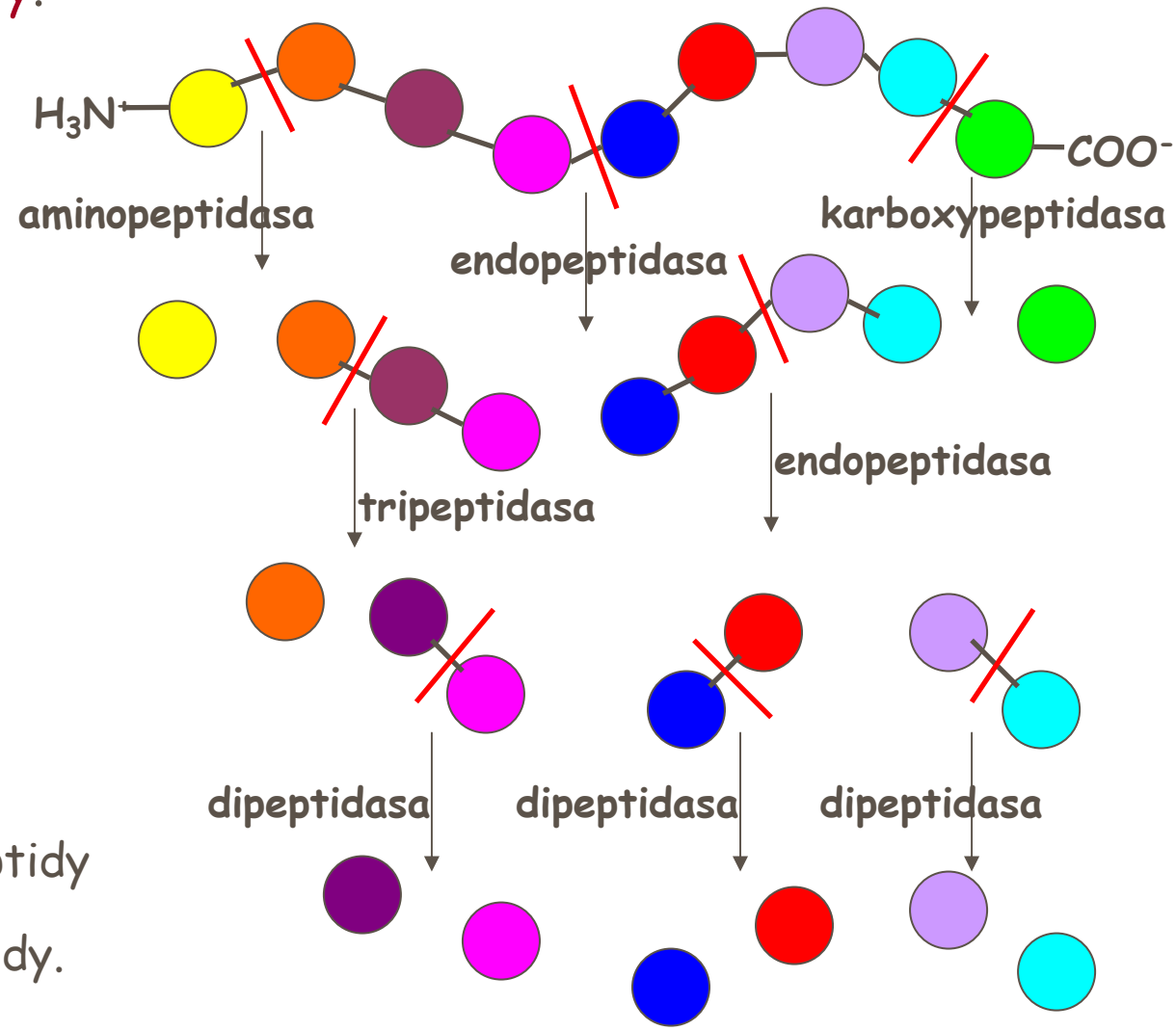
- Aminopeptidasy štěpí bílkoviny od N-konce.

- Endopeptidasy štěpí bílkoviny uprostřed řetězce.

- Tripeptidasy štěpí tripeptidy

- Dipeptidasy štěpí dipeptidy.

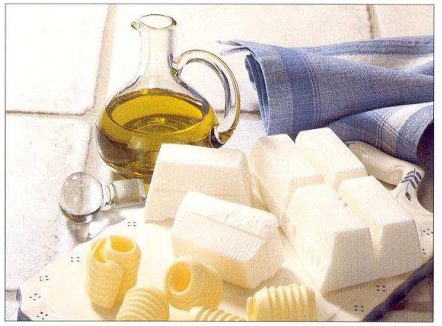
Obsah



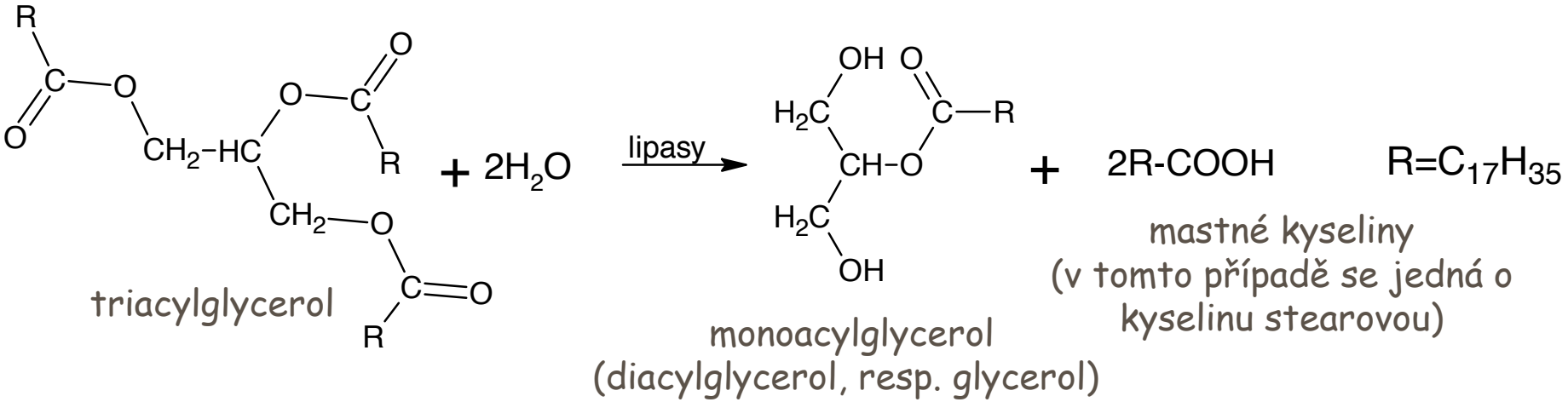
Obr. 17. Schéma trávení proteinů

Trávení triacylglycerolů

Obr. 18. Lipidy 2[1]



- Trávení je založeno na hydrolytickém štěpení esterové vazby.



Enzymy štěpící triacylglyceroly se nazývají lipasy.

Produktem trávení jsou mastné kyseliny a monoacylglycerol (diacylglycerol, resp. glycerol).

Obsah

Metabolismus

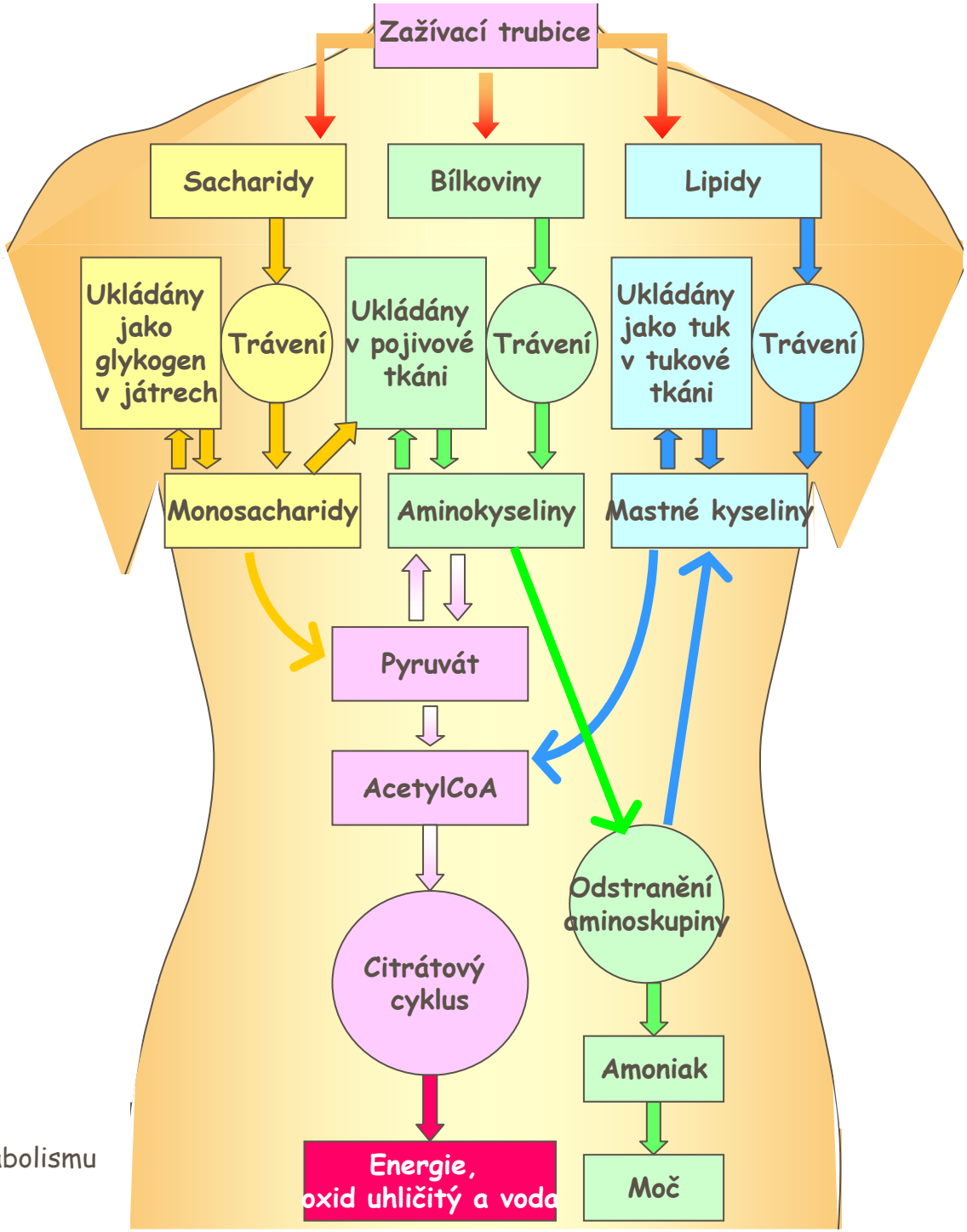
Metabolismus jsou všechny chemické procesy, při nichž dochází k přeměně **látek** (látková výměna) a **energií** (energetická výměna) v buňkách a živých organismech.
Metabolismus v sobě zahrnuje přeměny výše zmíněných produktů trávení na odpadní látky, nebo výstavby nových pro život důležitých sloučenin.

Co je metabolit?

Metabolit je produkt metabolismu.

Obsah

Schéma metabolismu

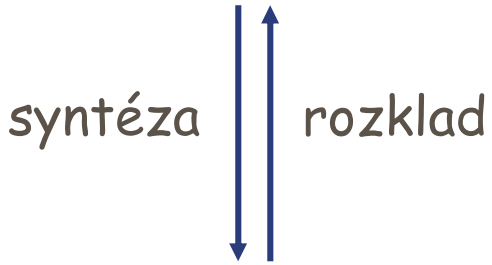


Obr. 19. Schéma metabolismu

Obsah

Anabolismus a katabolismus

Anabolismus Látky chemicky jednodušší + energie **Katabolismus**



Látky chemicky složitější

Anabolické reakce jsou především **endergonické** (energii spotřebovávají).

Katabolické reakce jsou především **exergonické** (energii uvolňují).

Obsah

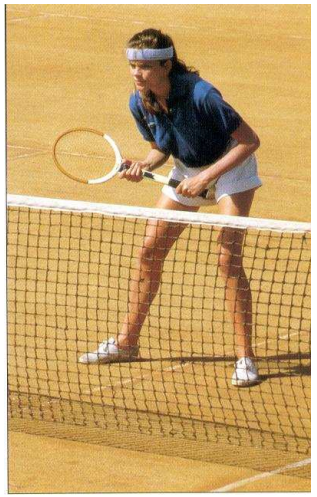
Rychlost metabolismu

Rychlost metabolismu je celkově ovlivňována hormony.

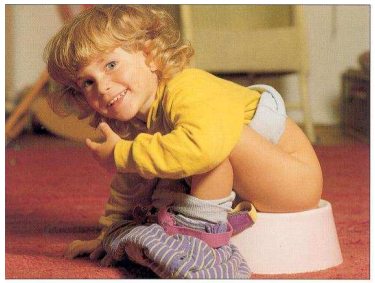
Jednotlivé reakce jsou katalyzovány enzymy, a tím jsou urychlovány.

Čím je rychlost ovlivněna?

1. Věkem
2. Pohlavím
3. Celkovým stavem organismu (fyzickým i psychickým)



Obr. 20. Fyzická zátěž (Sport) [1]



Obr. 21. Proces „vylučování" [1]

Obsah

Energetický nadbytek a nedostatek

Při **nadbytku energie** (např. při větším příjmu potravy, nedostatku pohybu …) musí tělo energii nějakým způsobem využít, aby se tělo nepřehřálo. Energii organismus využije na tvorbu lipidů, které se ukládají do tukové tkáně, čímž může vzniknout **nadváha** (otylost).

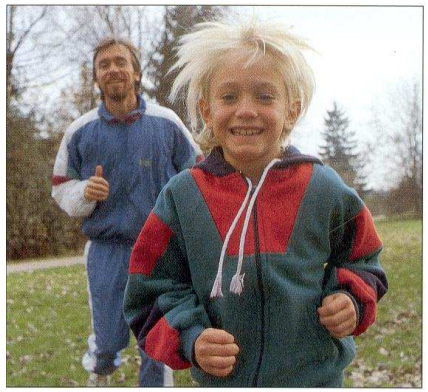
Obr. 22. Nadváha [1]

Obr. 23. Příjem potravy[1]

Naopak při nedostatečném příjmu potravy a tím i **nedostatečném příjmu energie**, musí tělo energii někde získat. Nejprve jsou použity rezervy glykogenu. Při delším hladovění dochází k rozkladu tukových zásob, což může být příčinou **podvýživy**.

Obsah

ATP



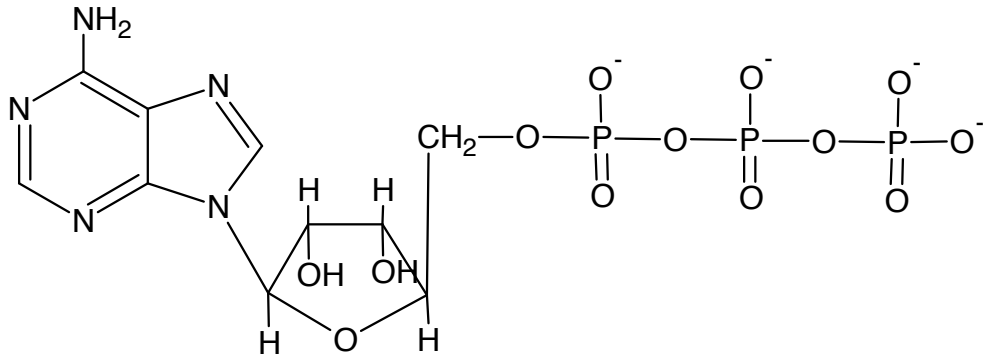
Obr. 24. Dítě[1]

Organismy potřebují stále energii, kterou získávají rozkladem potravy.
Tuto energii spotřebují na endergonické reakce.

Kde organismus energii uchovává?

Skladuje ji v tzv. **makroergických sloučeninách**, jejichž rozkladem se získá velké množství energie.

Typickým příkladem je tzv. **adenosintrifosfát** (ATP).



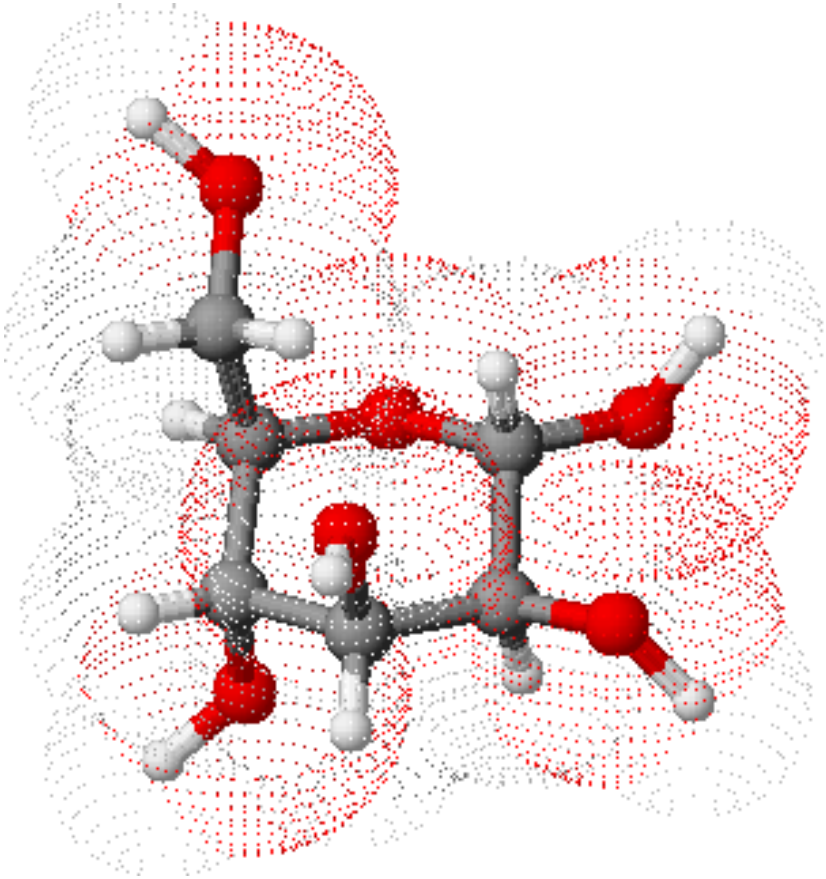
Obr. 25. Molekula ATP

Obsah

Metabolismus sacharidů

Sacharidy slouží jako zdroj rychle uvolnitelné energie.

Obr. 26. Sacharidy 2[1]



Obr. 27. Molekula D-glukosy

Polysacharidy i oligosacharidy jsou hydrolyticky štěpeny v procesu trávení na monosacharidy. Monosacharidy jsou schopny vstřebávat se střevní stěnou.

V naší krvi musí být udržována stálá hladina glukosy (tzv. glykémie). Na regulaci metabolismu glukosy se podílí celá řada hormonů, především insulin a glukagon.

Obsah

Metabolismus sacharidů

Odbourávání monosacharidů probíhá v několika fázích:

1. Fáze glykolýzy

2. Fáze glykolýzy

3. Fáze glykolýzy

4. Aerobní a anaerobní odbourávání pyruvátu

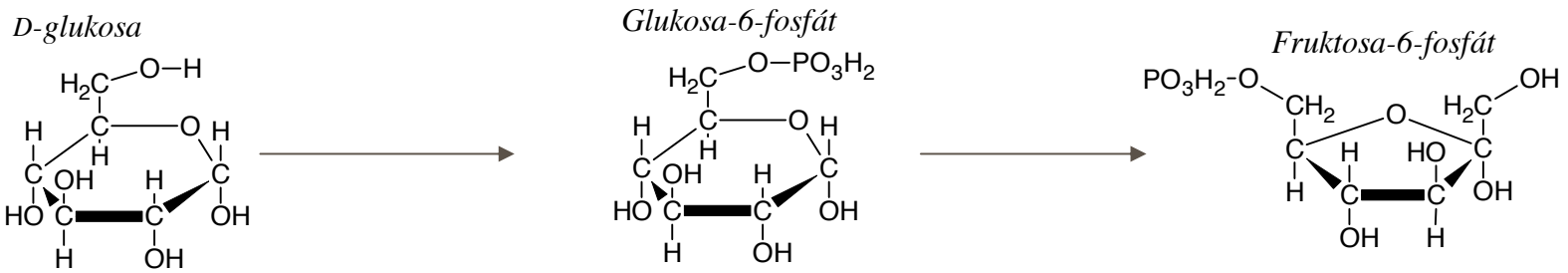
Obsah

Glykolýza

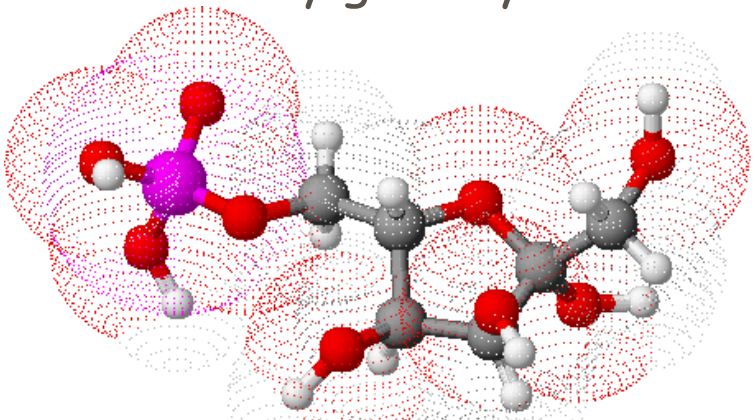
(přeměna glukosy na pyruvát, probíhá v cytoplasmě)

1. Fáze glykolýzy

Převod monosacharidů (glukosy) na D-fruktosa-6-fosfát.



Na vznik 1 molekuly D-fruktosa-6-fosfátu z 1 molekuly glukosy je zapotřebí 1 molekula ATP.



Obr. 28. D-fruktosa-6-fosfát

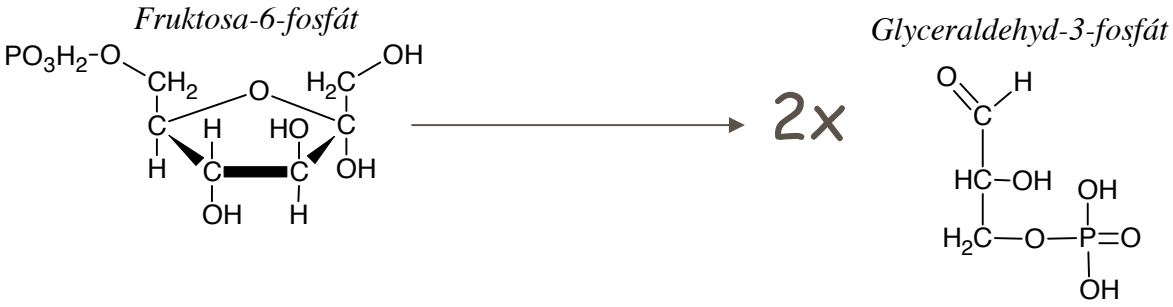
Obsah

Glykolýza

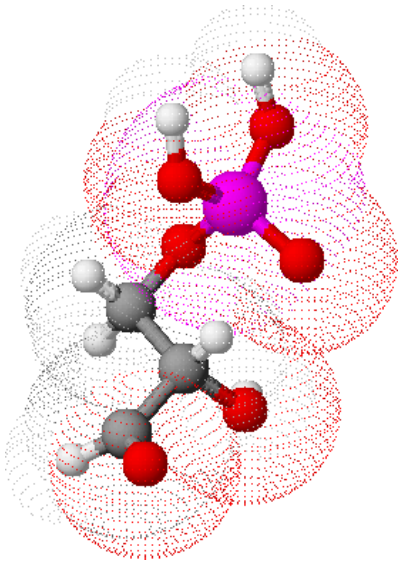
(přeměna glukosy na pyruvát, probíhá v cytoplasmě)

2. Fáze glykolýzy

Přeměna D-fruktosa-6-fosfátu na 2x glyceraldehyd-3-fosfát.



Opět je zapotřebí 1 molekula ATP.



Obr. 29. Glyceraldehyd-3-fosfát

Obsah

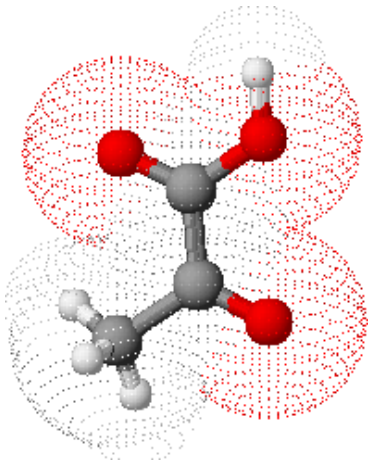
Glykolýza

(přeměna glukosy na pyruvát, probíhá v cytoplasmě)

3. Fáze glykolýzy (dehydrogenace)

Přeměna glyceraldehyd-3-fosfátu na pyruvát (anion kyseliny pyrohroznové).

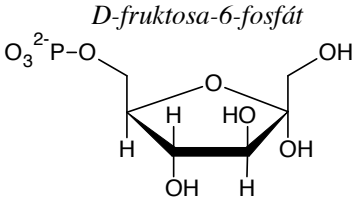
Při této fázi se z jedné molekuly triosy celkem uvolní 2 molekuly ATP a jedna molekula NADH.

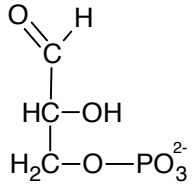


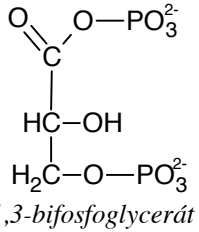
Obr. 30. Kyselina pyrohroznová

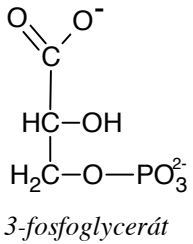
Obsah

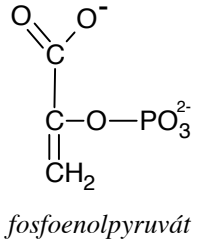
Glykolýza - schéma

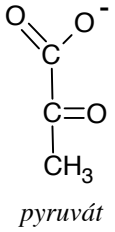


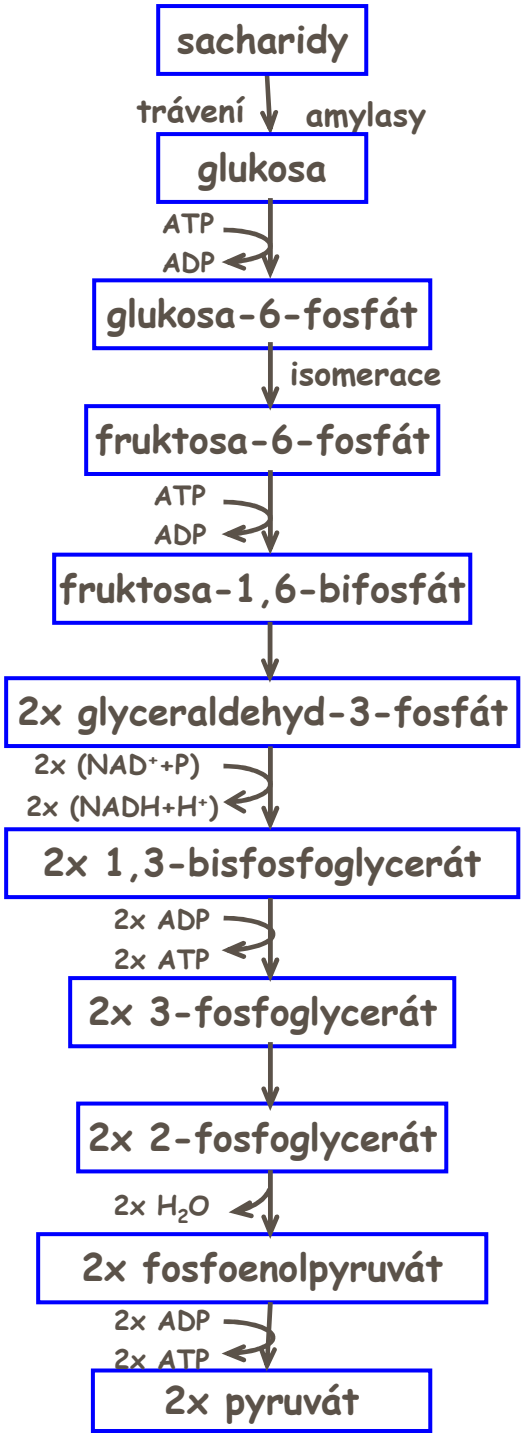












Obsah

Glykolýza - schéma

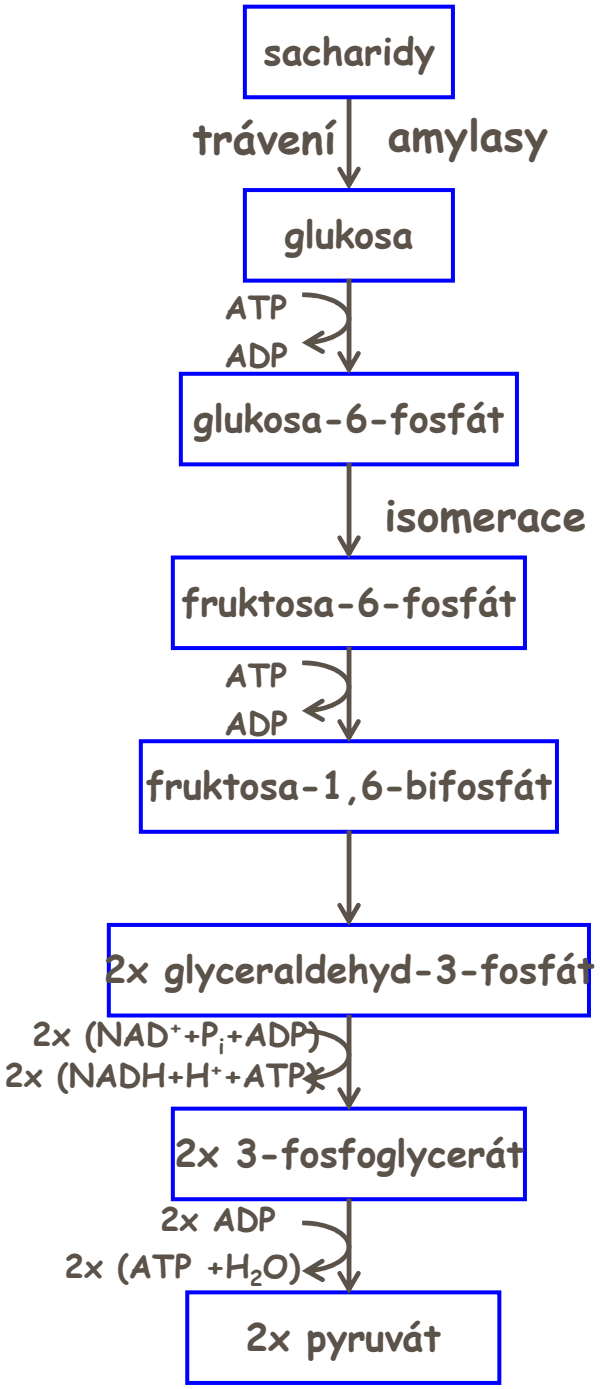
Celkový zisk:

2 molekuly ATP
2 molekuly NADH

1. fáze glykolýzy

2. fáze glykolýzy

3. fáze glykolýzy

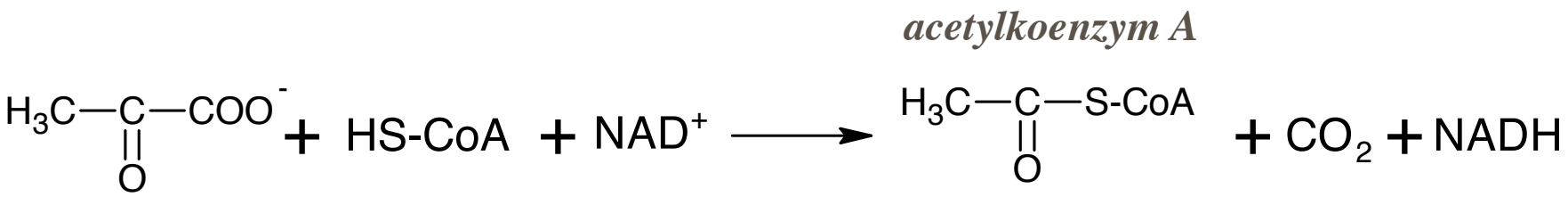


Obsah

Aerobní odbourávání pyruvátu

1. Aerobní odbourávání pyruvátu (oxidační dekarboxylace pyruvátu)

Probíhá za přítomnosti kyslíku.

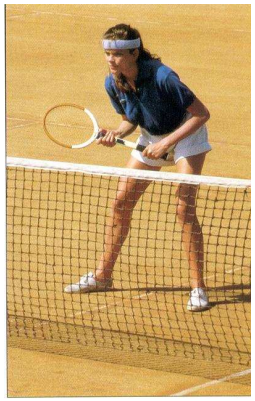


Obsah

Anaerobní odbourávání pyruvátu

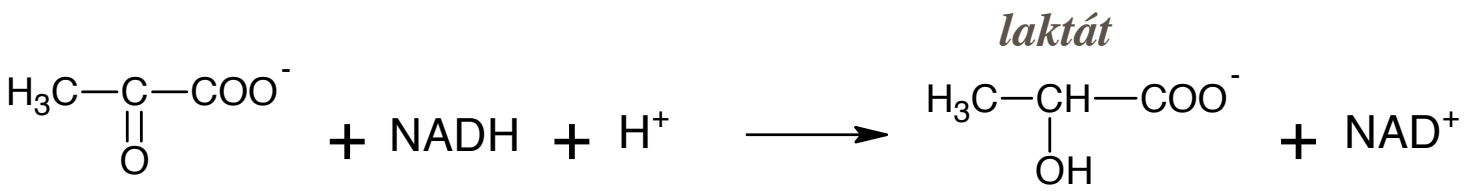
2. Anaerobní odbourávání pyruvátu

Probíhá při nedostatku kyslíku.



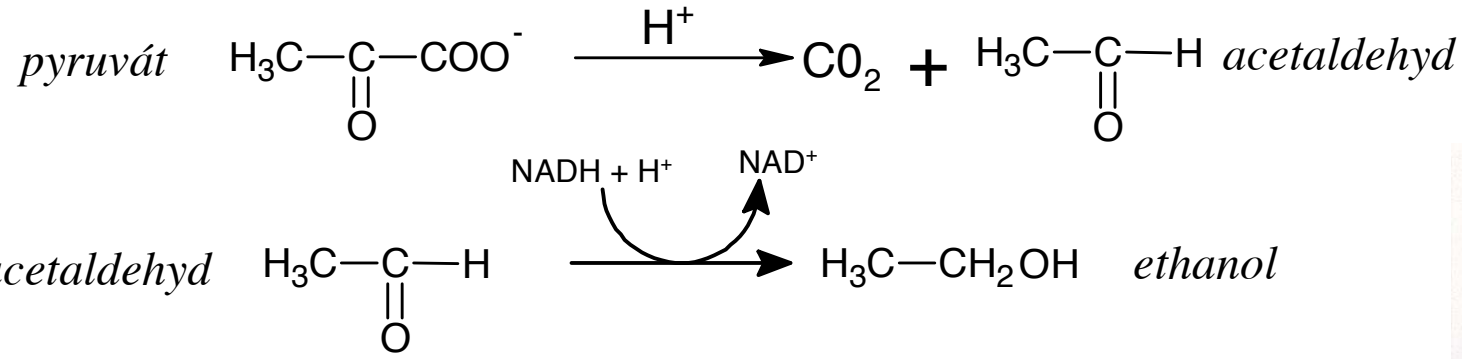
Obr. 31. Fyzická zátěž (Sport) [1]

A, Tvorba laktátu



Ke vzniku laktátu dochází např. při cvičení (bolest svalů).

B, Alkoholové (ethanolové) kvašení

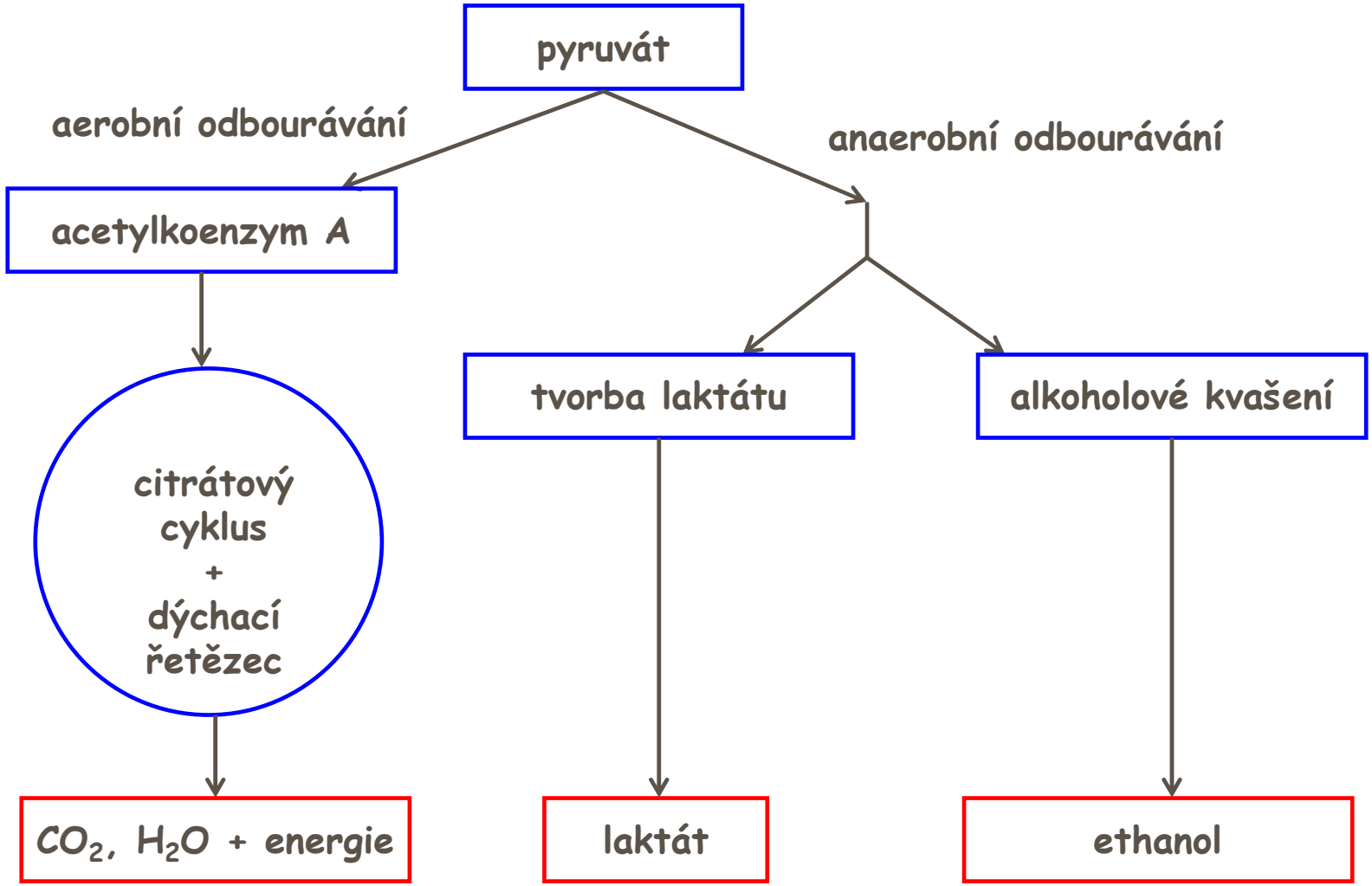


Alkoholové kvašení způsobují např. kvasinky.

Obr. 32. Alkohol[1]

Obsah

Aerobní a anaerobní odbourávání - schéma



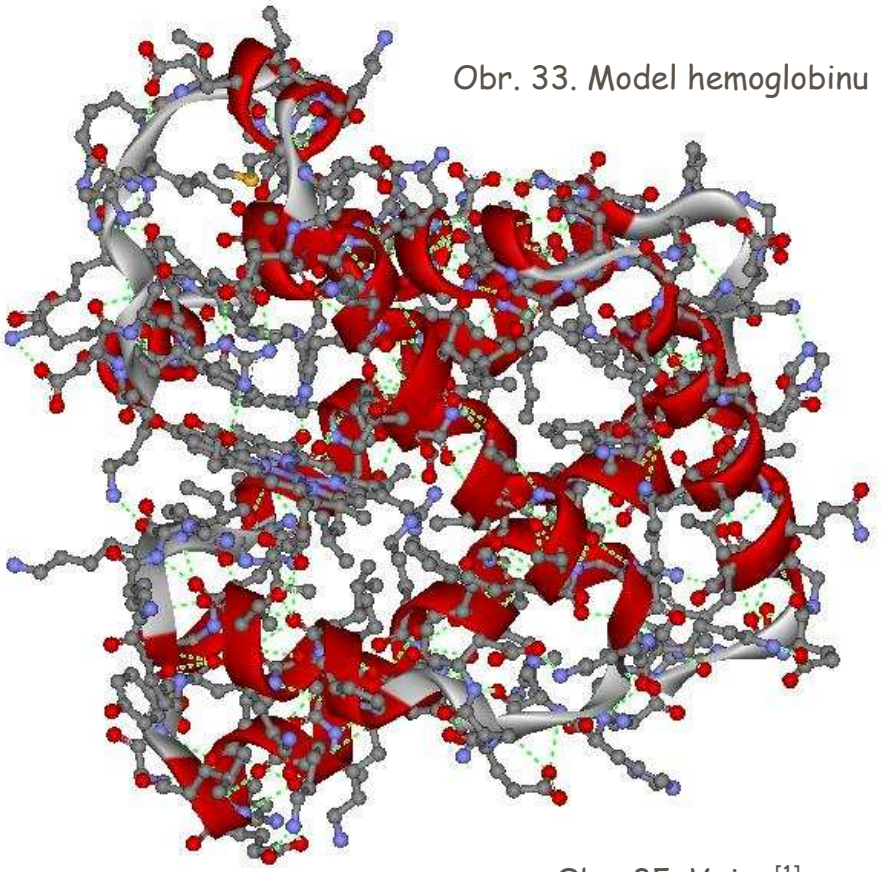
Obsah

Metabolismus bílkovin

Bílkoviny jsou pro naše tělo zcela nepostradatelné z mnoha hledisek :

- enzymy
- zásobní proteiny (ovalbumin)
- transportní proteiny (hemoglobin)
- ochranné proteiny (imunoglobulin)
- kontraktilní proteiny (myosin)
- hormony (insulin)
- strukturní proteiny (kolagen)

- zásadní zdroj dusíku a esenciálních aminokyselin



Obr. 33. Model hemoglobinu

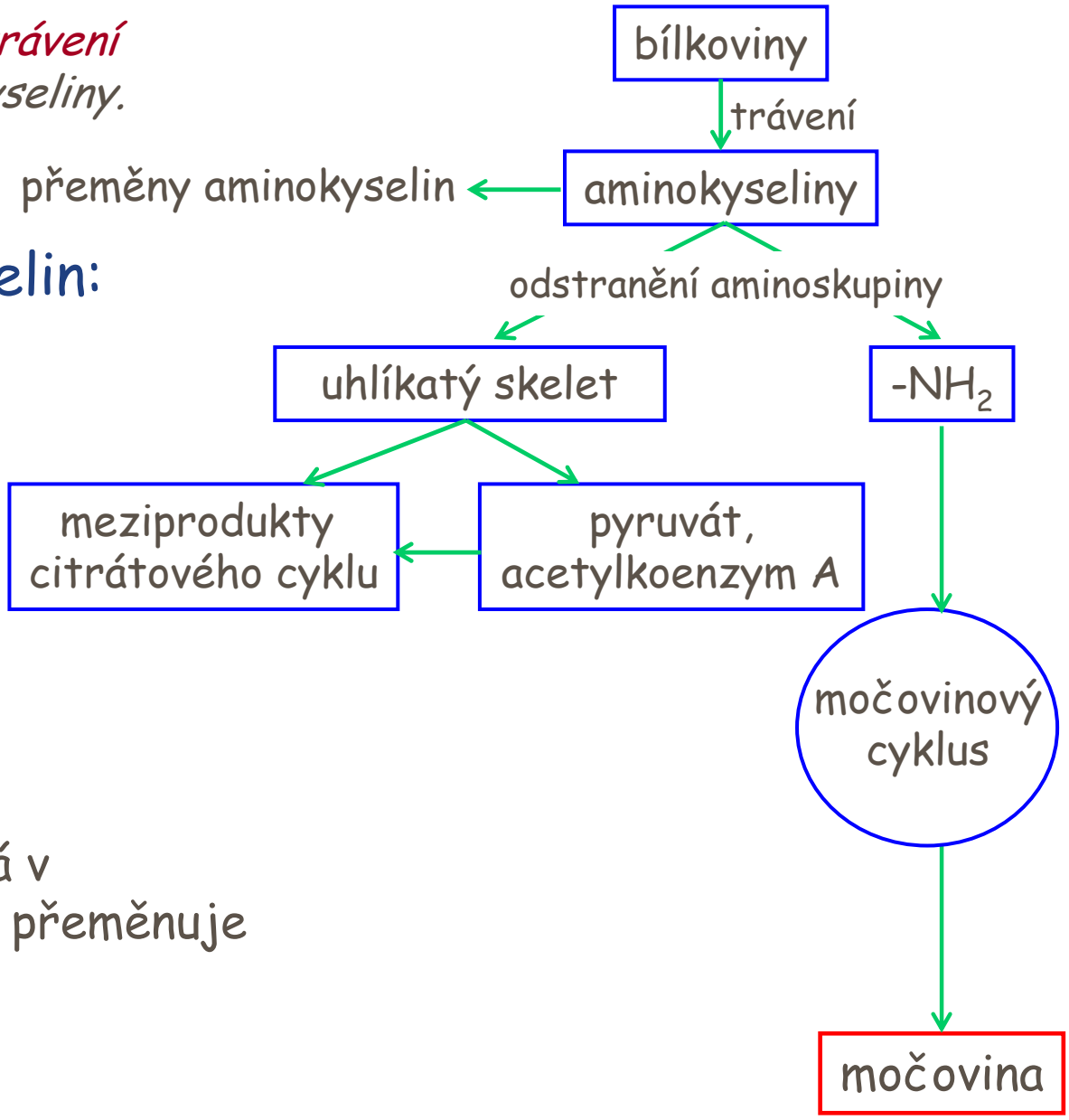
Obr. 34. Bílkoviny [1]

Obr. 35. Vejce[1]

Obsah

Metabolismus bílkovin

Bílkoviny jsou v procesu trávení hydrolyzovány na aminokyseliny.



Odbourávání aminokyselin:

Uhlíkatý skelet
(nejčastěji vzniká 2-oxokyselina)
se zapojuje do metabolických drah dalších látek.
Nejčastěji dochází k přeměně na pyruvát či k tvorbě acetylkoenzymu A.

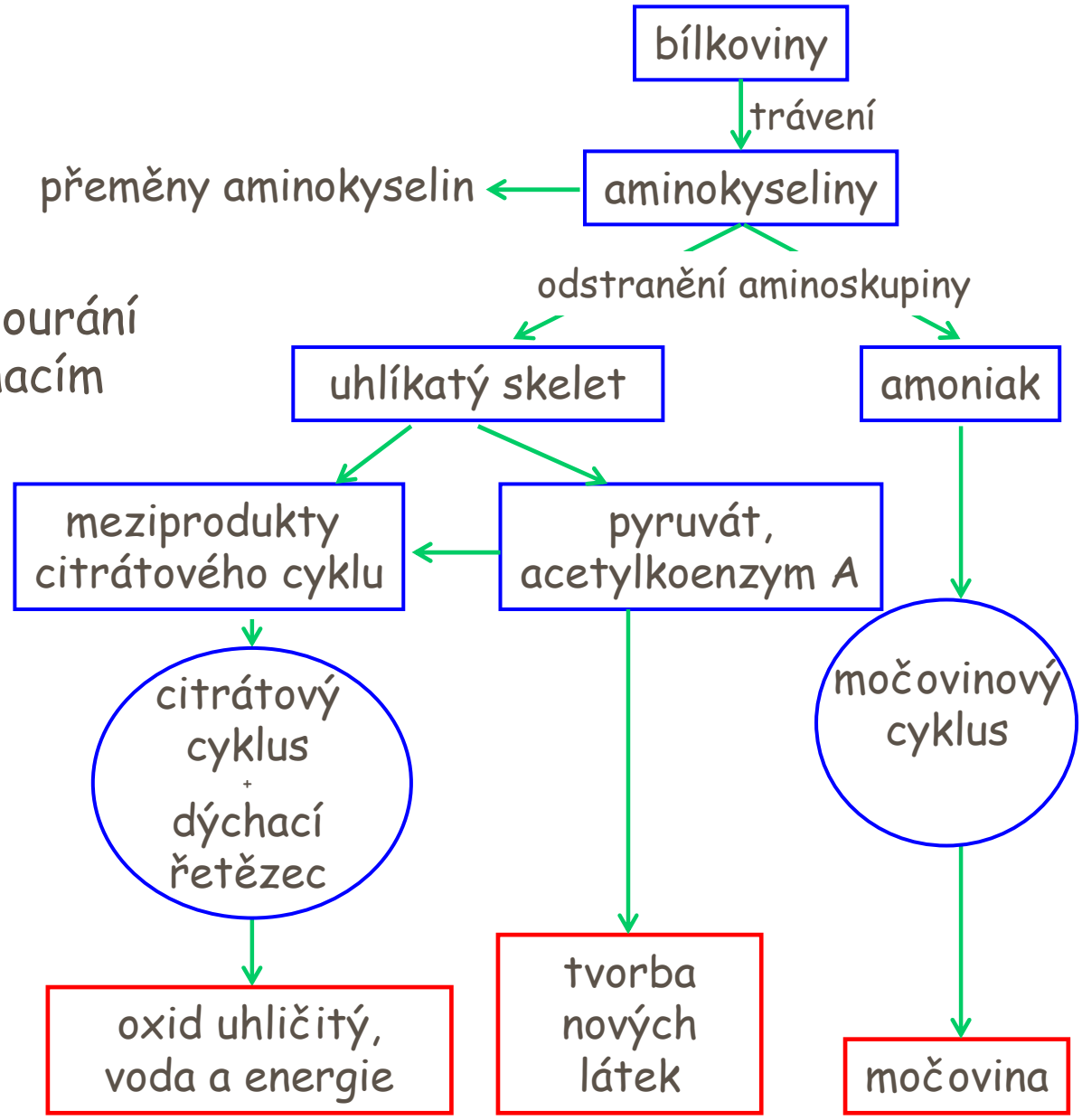
Aminoskupina se odbourává v močovinovém cyklu, kde se přeměnuje na močovinu.

Obsah

Metabolismus bílkovin

Buď dojde k úplnému odbourání v citrátovém cyklu a dýchacím řetězci za zisku energie

nebo dojde k tvorbě sacharidů, lipidů či nových aminokyselin.

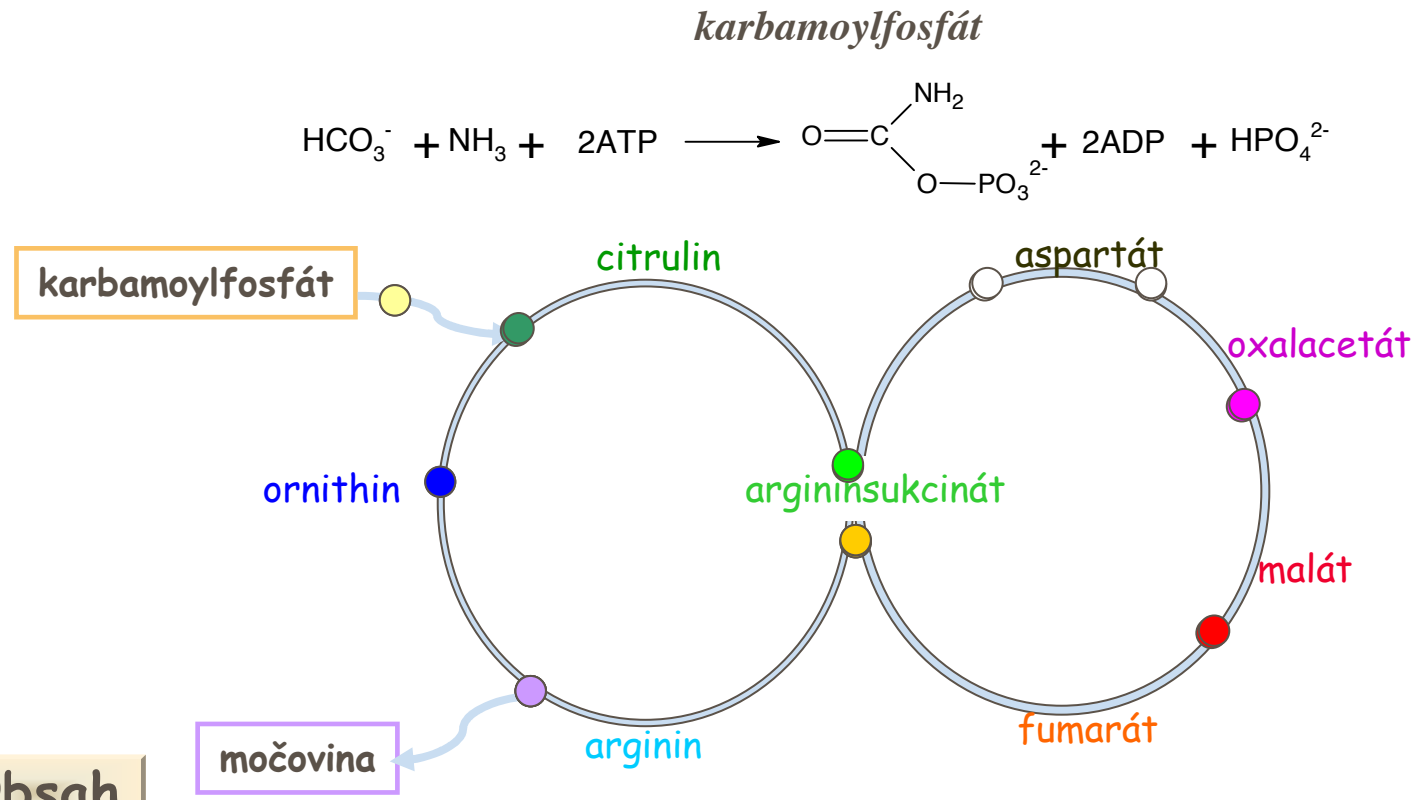


Obsah

Močovinový cyklus

Při oxidačním odbourávání aminokyselin by se uvolňoval amoniak, který je pro organismus jedovatý. V lidském těle je amoniak přeměňován na močovinu v močovinovém (ornithinovém) cyklu.

Močovinový cyklus začíná tvorbou látky, která se nazývá karbamoylfosfát.



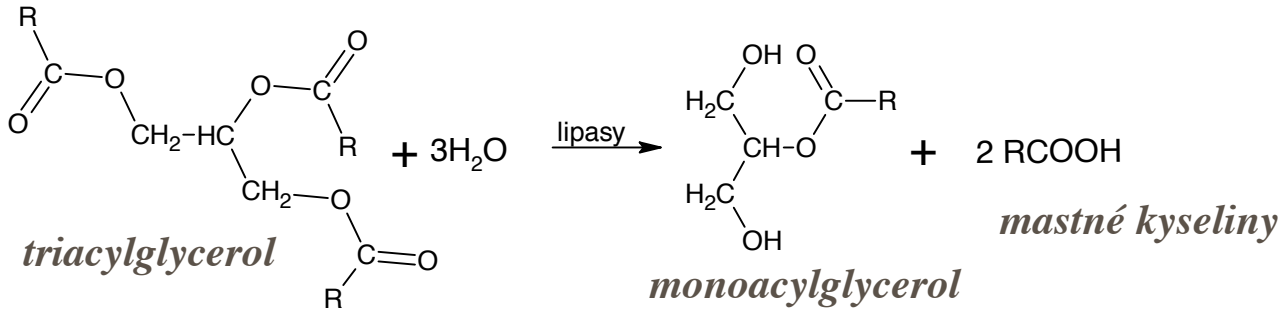
Obr. 36. Schéma močovinového cyklu

Obsah

Metabolismus triacylglycerolů

Triacylglyceroly (lipidy) tvoří základní stavební jednotky buněčných membrán (tzv. tkáňové lipidy). Jsou také důležitým zdrojem energie (zásobní lipidy).

Odbourávání triacylglycerolů začíná v procesu trávení, kdy je triacylglycerol hydrolyzován na mastné kyseliny a monoacylglycerol (diacylglycerol, resp. glycerol).



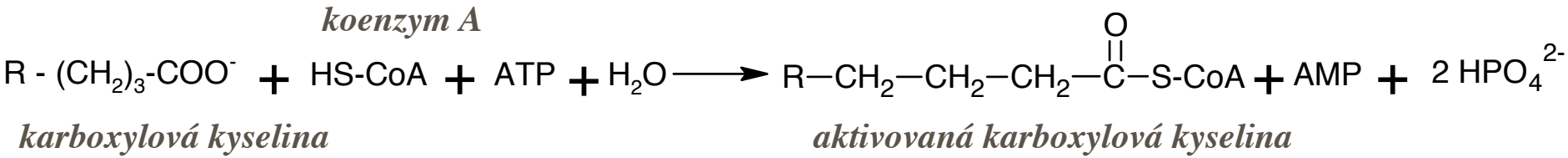
Obr. 38. Lipidy[1]

Obr. 37. Lipidy 3[1]

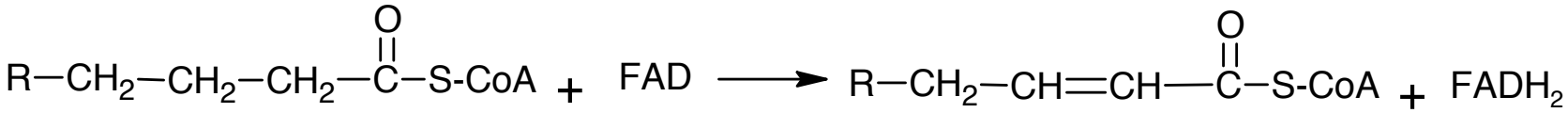
Obsah

Odbourávání mastných kyselin

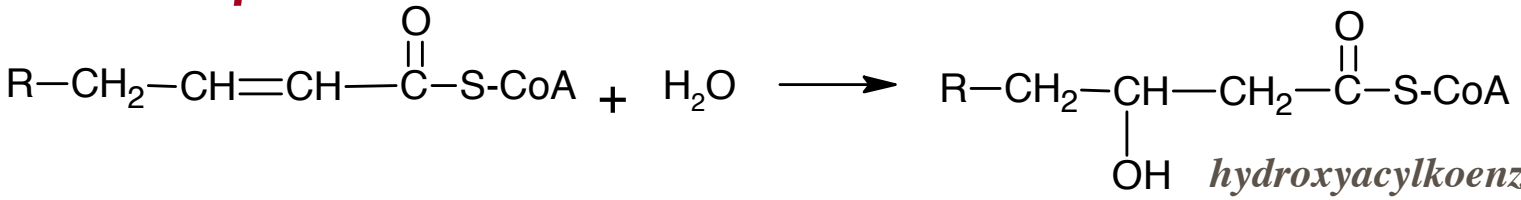
Aktivace mastných kyselin

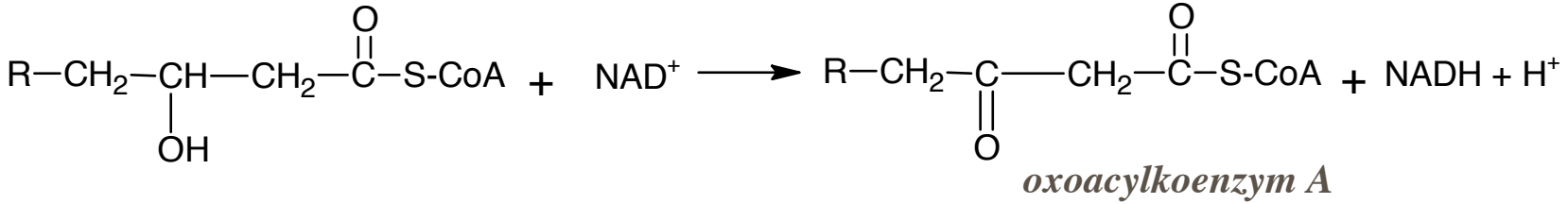


1. Fáze β-oxidace



2. Fáze β-oxidace

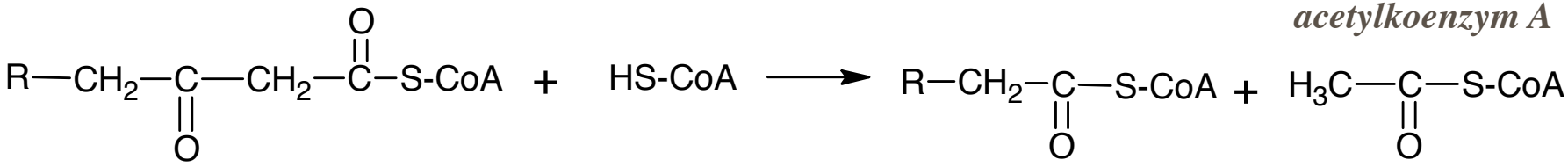




Obsah

Odbourávání mastných kyselin

3. Fáze β-oxidace



acetylkoenzym A

aktivovaná mastná kyselina zkrácená o dva uhlíky

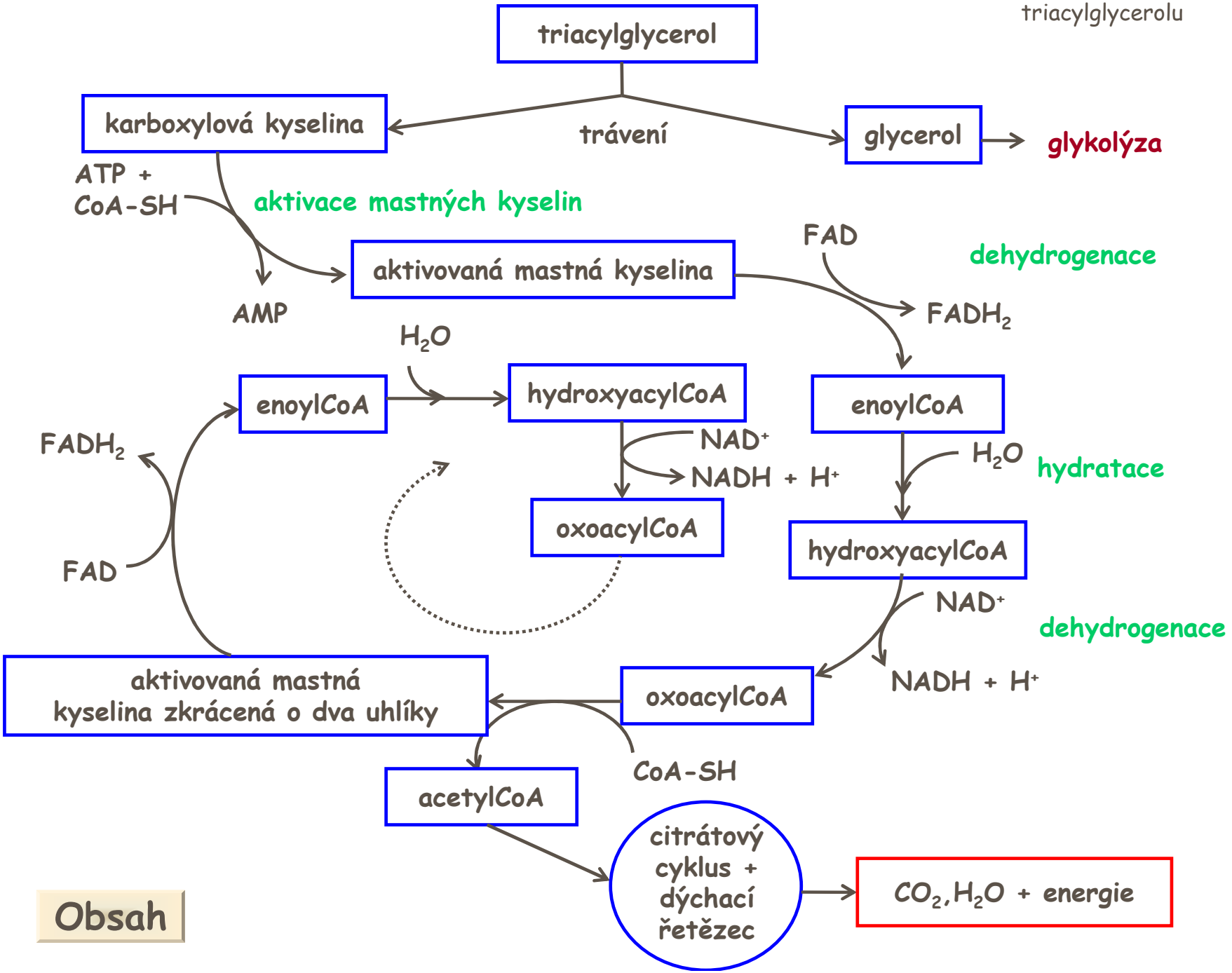
Původní řetězec karboxylové kyseliny se vždy zkracuje o dva uhlíky.

Celý proces probíhá tak dlouho, dokud se celý řetězec nerozštěpí na acetylkoenzymy A.

Acetylkoenzym A je dále oxidován v citrátovém cyklu na vodu a oxid uhličitý.

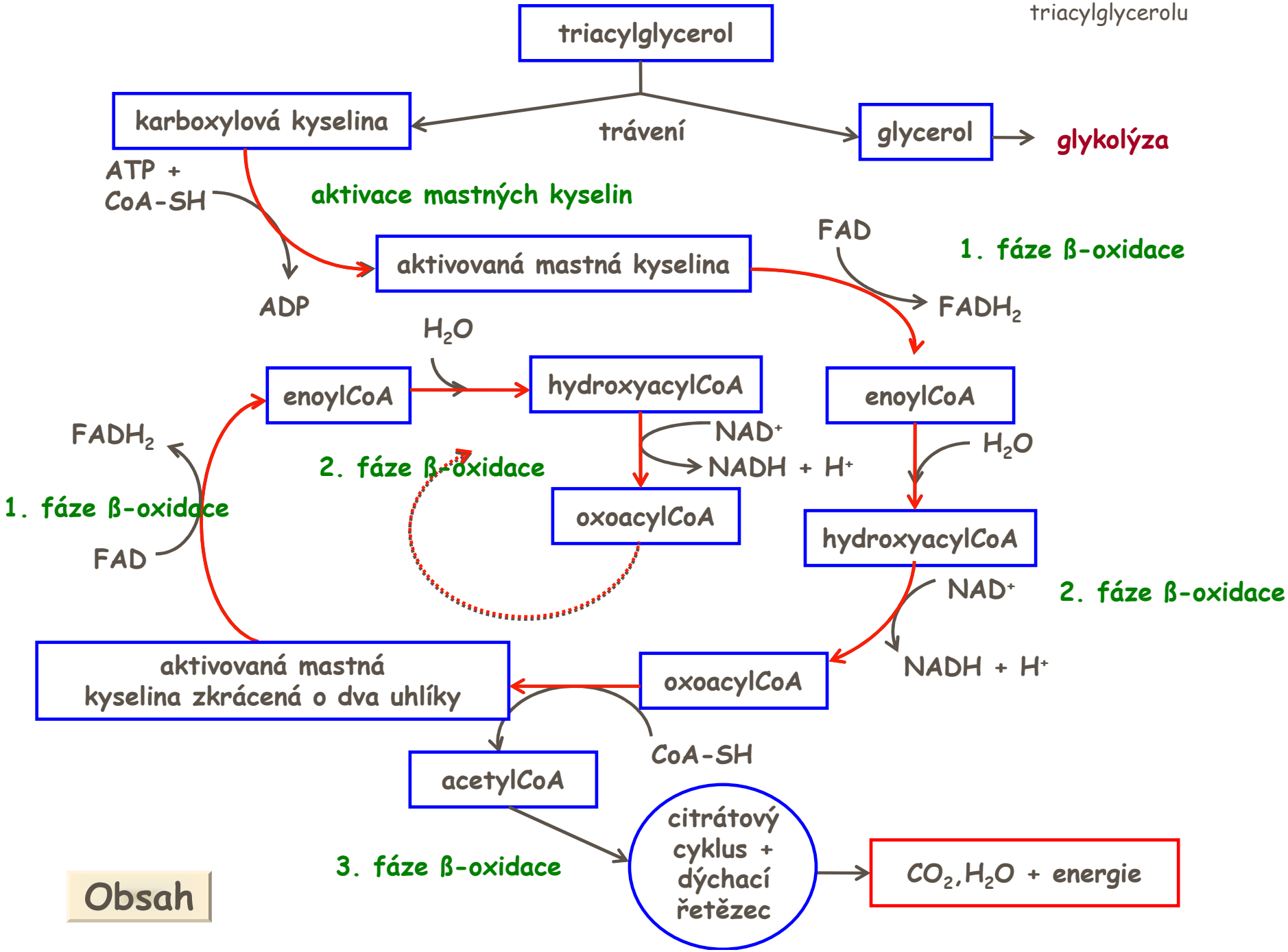
Obsah

Obr. 39. Schéma odbourávání triacylglycerolu



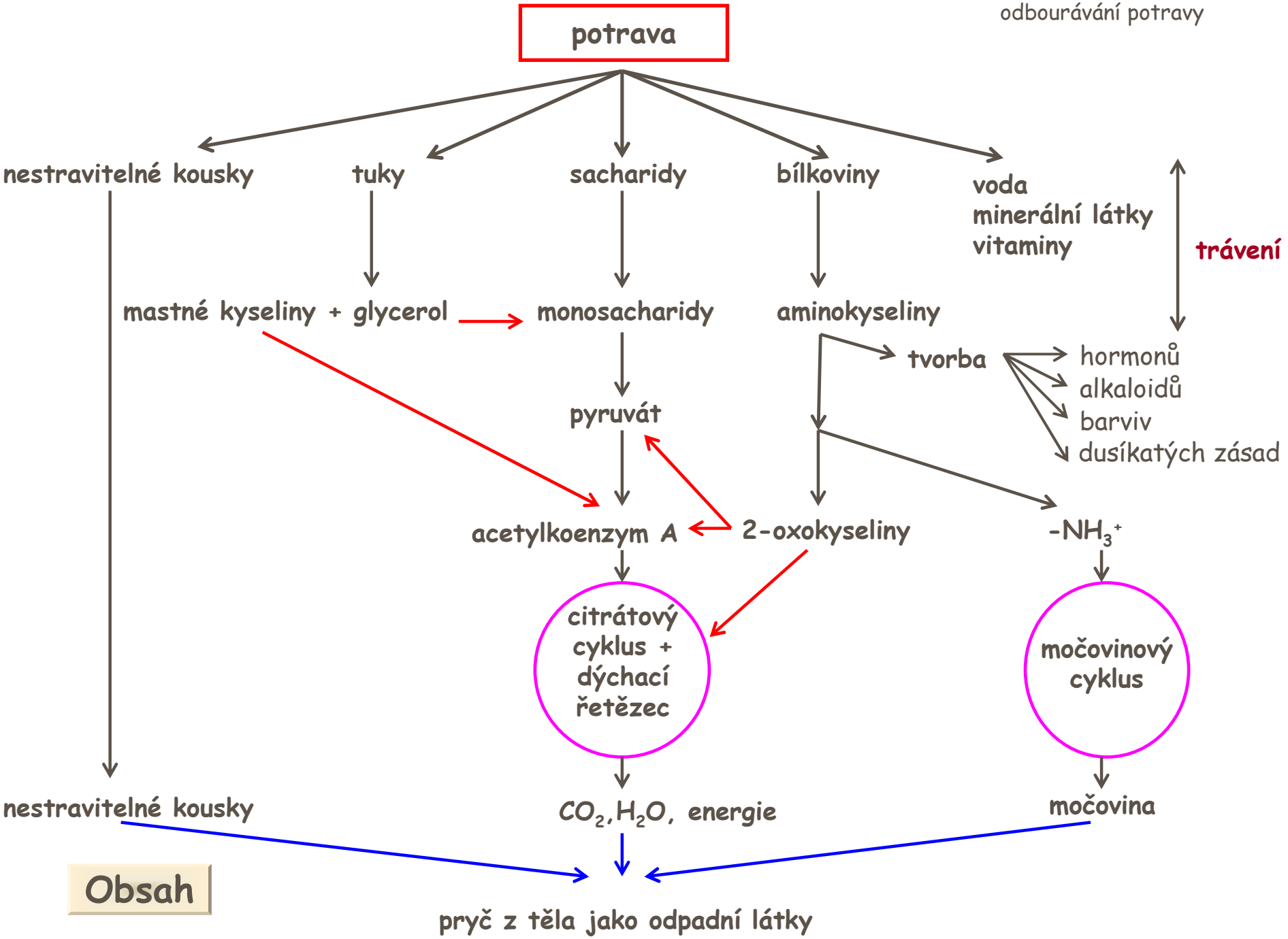
Obsah

Obr. 39. Schéma odbourávání triacylglycerolu



Obsah

Obr. 40. Schéma celkového odbourávání potravy



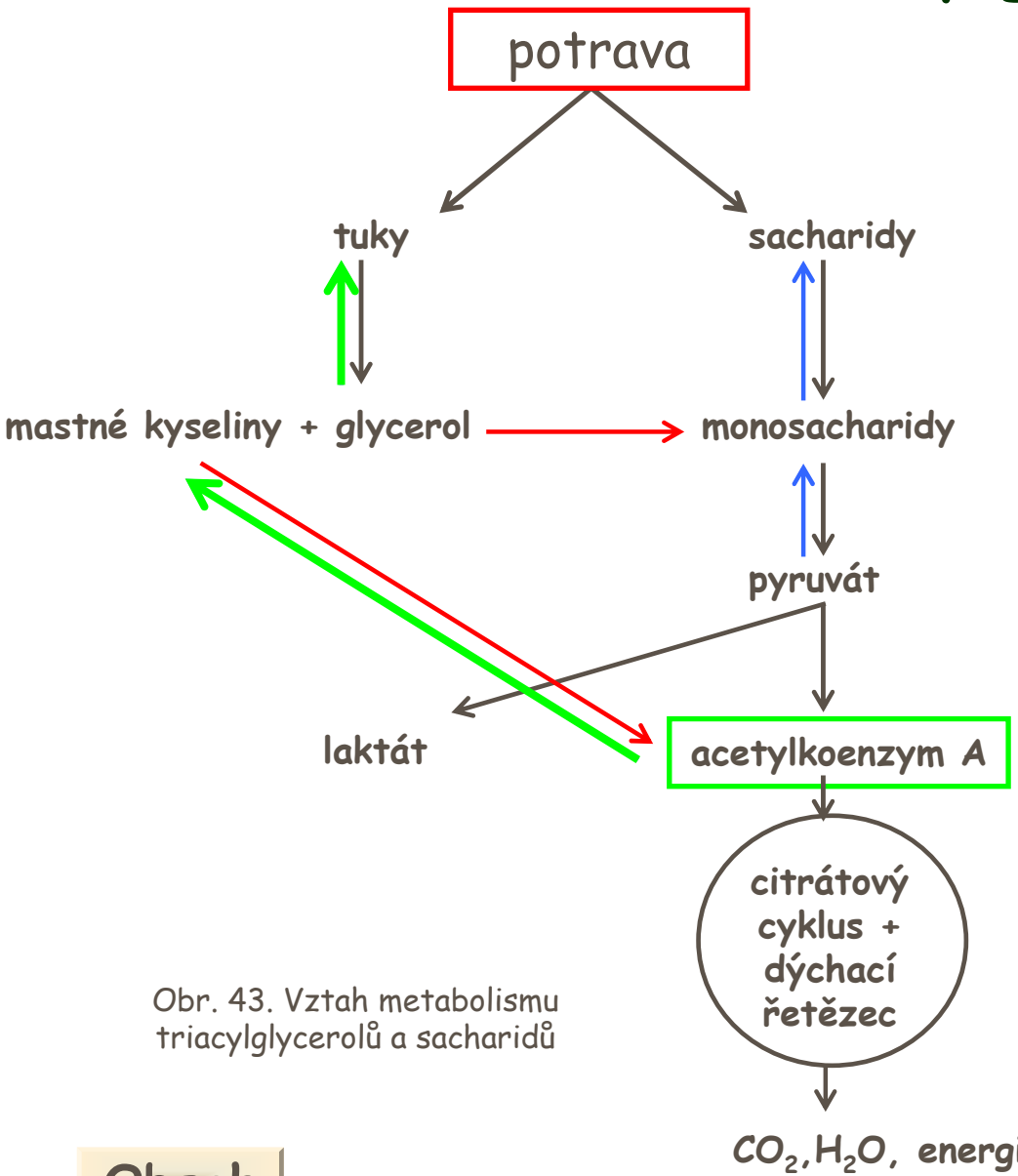
Obsah

Rozdíly v energetickém výtěžku

	Zisk (počet molekul)		
Energie uvolněná	ATP	NADH	$FADH_2$
při úplné oxidaci 1 molekuly glukosy	**4**	**10**	**2**
při anerobním odbourávání 1 molekuly glukosy	**2**	0	0
při rozštěpení 1 molekuly kyseliny palmitové	**7**	**31**	**15**

Obsah

Vztah metabolismu triacylglycerolů a sacharidů



Obr. 43. Vztah metabolismu triacylglycerolů a sacharidů

Triacylglyceroly i sacharidy jsou odbourávány na acetylkoenzym A.

Acetylkoenzym A může být oxidován v citrátovém cyklu a dýchacím řetězci až na oxid uhličitý a vodu. K tomu dochází, pokud buňka potřebuje energii (tzn. koná-li organismus práci).

Má-li buňka dostatek energie, může být acetylkoenzym A využit jako stavební jednotka pro syntézu mastných kyselin.

Ze **sacharidů** tedy mohou vznikat **triacylglyceroly**, které se ukládají do tukových tkání.

Obsah

Použitá literatura

Převzaté obrázky:

[1] *Domácí lékař od A do Z. Překlad: Ulrich, A. Praha: IMP s. r. o.*
(obr. 1, 3 - 8, 14, 15, 18, 20-24, 26, 31, 32, 34, 35, 37, 38)

Ostatní použitá literatura:

[2] *ALBERTS, B. a kol. Základy buněčné biologie. Ústí nad Labem: Espero Publishing, 1997.*

[3] *VOET, D. – VOETOVÁ, J., G. Biochemie. Praha: Victoria Publishing, 1995.*

[4] *BURNIE, D. Stručná encyklopedie lidského těla. Talentum, 1996.*

[5] *LŐWE, B. Biochemie. Bamberg, C.C.: Buchners Verlag, 1989.*

[6] *SOFROVÁ, D. – TICHÁ, M. a kol. Biochemie – základní kurz. Praha: skripta UK, 1993.*

[7] *KARLSON, P. – GEROK, W. – GROSS, W. Pathobiochemie. Praha: Academia, 1987.*

[8] *KARLSON, P. Základy biochemie. Praha: Academia, 1981.*

[9] *KUBIŠTA, V. Buněčné základy životních dějů. Praha: Scientia, 1998.*

[10] *Lidské tělo. Překlad: Hořejší, J. – Prahl, R. Bratislava: GEMINI, 1992.*

Ilustrace Markéta Roštejnská: obr. 2, 9, 10, 11, 12 a 13

Obsah