

Trávení a metabolismus

Mgr. Kristýna Dvořáková
(461701@mail.muni.cz)

Obsahová náplň prezentace doc. Mgr. Michal Kumstát, Ph.D.

Trávení

Strava

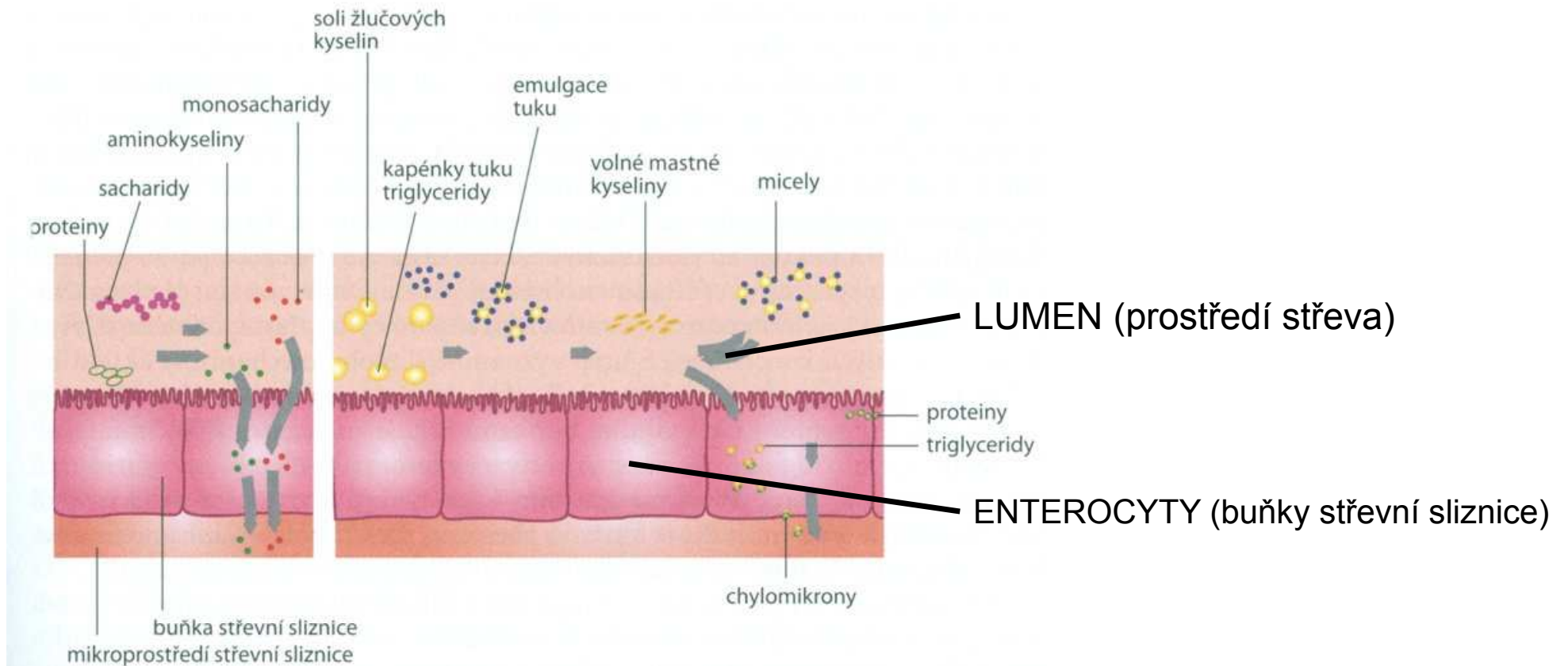
- Jedna ze základních potřeb k přežití
- **3 hlavní makroživiny**
 - Sacharidy
 - Bílkoviny
 - Tuky
- Přibližný poměr makroživin v racionální stravě
 - Sacharidy **50–60%**
 - Tuky **20–35 (40) %**
 - Bílkoviny **15–20 %**

Funkce GIT (gastrointestinální trakt) I

- **1. Trávení**
 - mechanické a chemické zpracování potravy
 - produkce trávicích šťáv a endokrinně aktivních látek (sekrece)
- **2. Vstřebávání**
 - přestup látek stěnou GIT do krve
 - Vyrovnání nárazového příjmu potravy (skladování–žaludek), **přeměna a skladování** živin (játra)
 - tvorba vitamínů K, B1, B3, B12 (symbióza s bakteriemi)
 - ochrana – imunitní systém

Funkce GIT (gastrointestinální trakt) II

- **3. Vylučování (exkrece)**
 - odstraňování nestrávených zbytků potravy a zplodin metabolismu
 - vyměšování (defekace)

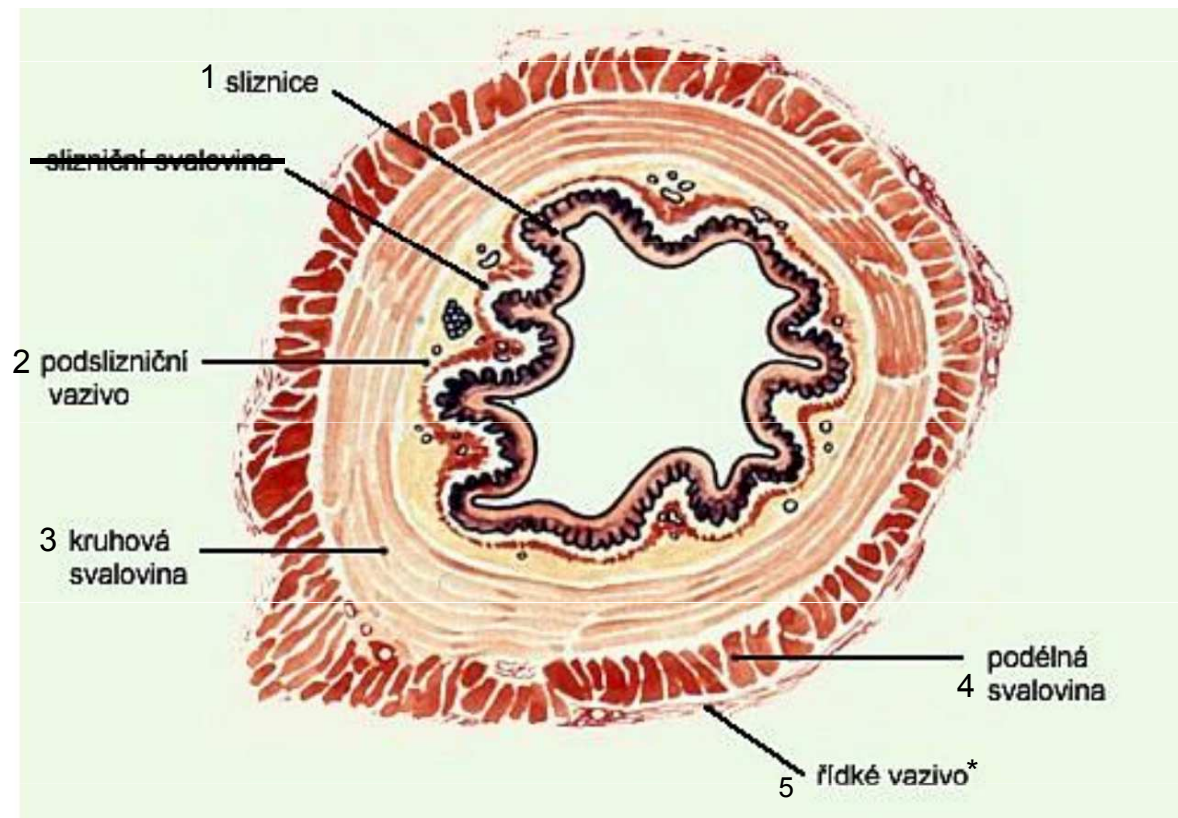


Obr. 6.1 Trávení a vstřebávání

Stěna trávicí trubice

- **1. Vnitřní vrstva**
 - tvoří ji sliznice (mukóza) – produkuje hlen (mucin), povrch hladký/zřasený
- **2. Podslizniční vrstva**
 - tvoří ji submukóza – obsahující krevní cévy, nervovou pleteň a žlázy odpovídající za sekreci trávicích enzymů
- **3. Vnitřní vrstva svaloviny**
 - tvoří ji cirkulární svalovina – místní pohyby
- **4. Vnější vrstva svaloviny**
 - tvoří ji svalovina podélná - peristaltické pohyby
 - mezi dvěma vrstvami svaloviny je další nervová pleteň
- **5. Serózní blána**
 - její pomocí se přivádí k trávicí trubici cévy (arterie, žíly, lymfatické cévy)
 - v dutině břišní je tvořena peritoneem

Stěna trávicí trubice



[Zdroj obrázku](#)

*Tvoří onu serózní blánu (pobřišnici)

Trávení a vstřebávání

- **Trávení** = proces chemického štěpení (hydrolýza) potravy za přítomnosti bílkovinných enzymů, zejména v tenkém střevě
- **Vstřebávání** = přechod rozštěpených živin (AK, MK, monosacharidy apod.) sliznicí tenkého střeva do tekutin vnitřního prostředí (krev, lymfa)
- **Funkční jednotka GIT:** enterocyt (trávení, resorpce, sekrece)
- **Resorpční jednotka:** klk (klky zvětšují plochu pro resorpci, na povrchu jsou mikrokilky tvořící kartáčový lem, uvnitř lymfatické a krevní cévy)
- **Přestup látek:** difuzí, facilitovanou difuzí, aktivním transportem (Na-K pumpa, za využití energie)

Motilita GIT

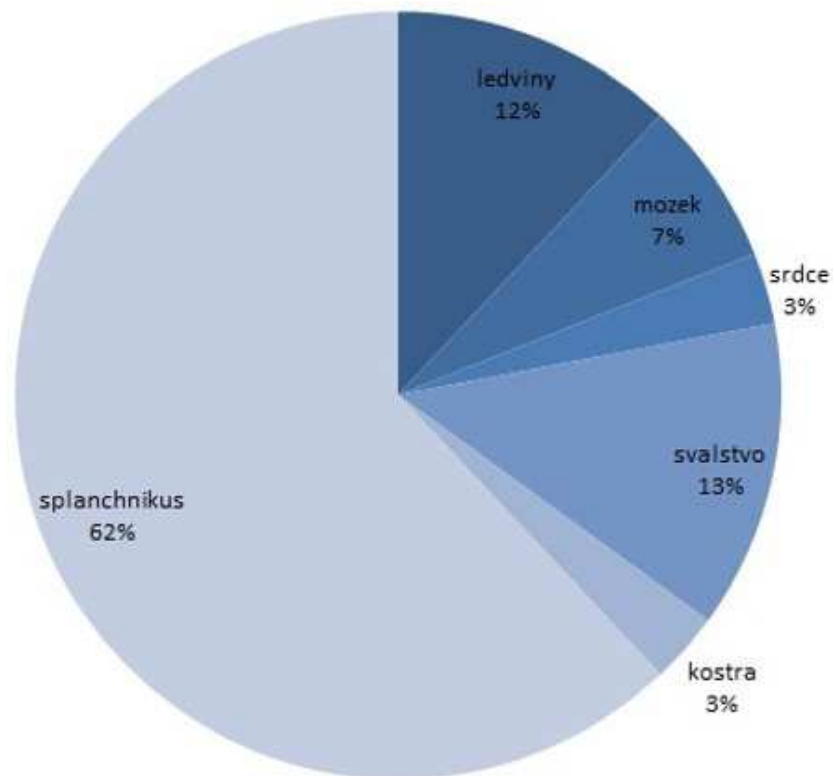
- **Typy pohybů v GIT**
 - Místní: pohyby segmentační a kývavé → míchání tráveniny
 - Celkové: peristaltické pohyby → posun tráveniny
- míchání a aborální posun tráveniny
- mechanickou činností trávicího traktu vzniká trávenina = **chymus**

Krevní zásobení GIT

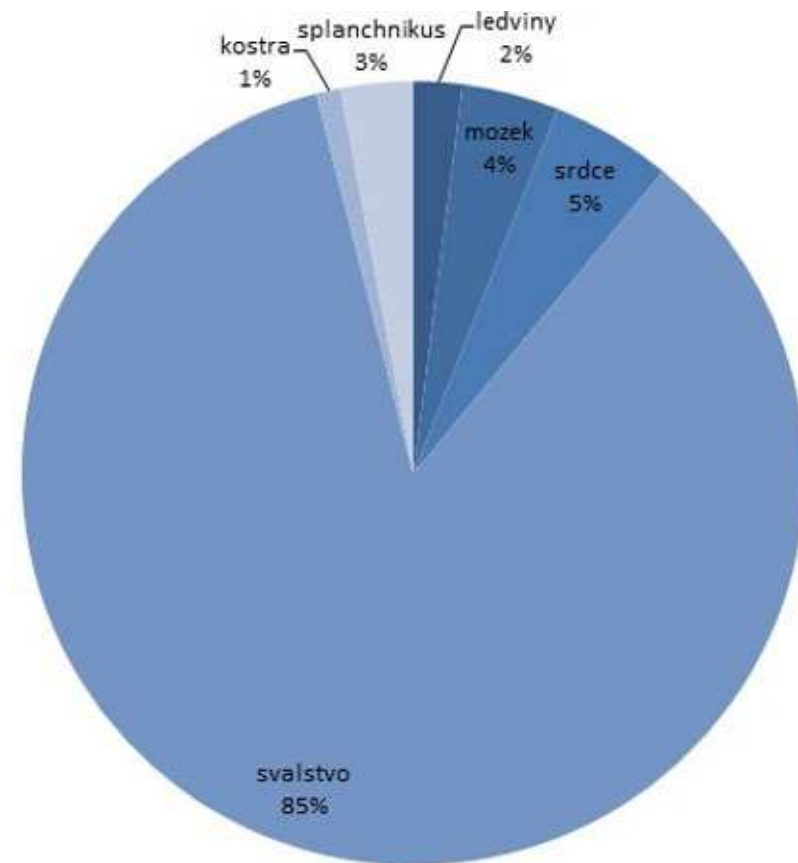
- **Žilní krev** odtéká splachnickým systémem ze střev, pankreatu a sleziny → portální žíla → játra
- Krev z jater → jaterní žíly (*vena hepatica*) → dolní dutá žíla (*vena cava inferior*)
- Látky ve vodě nerozpustné → střevní lymfatické cévy → hrudní mízovod → krev

Kde je krev?

Splanchnická oblast = GIT



PŘÍJEM POTRAVY



SPORT

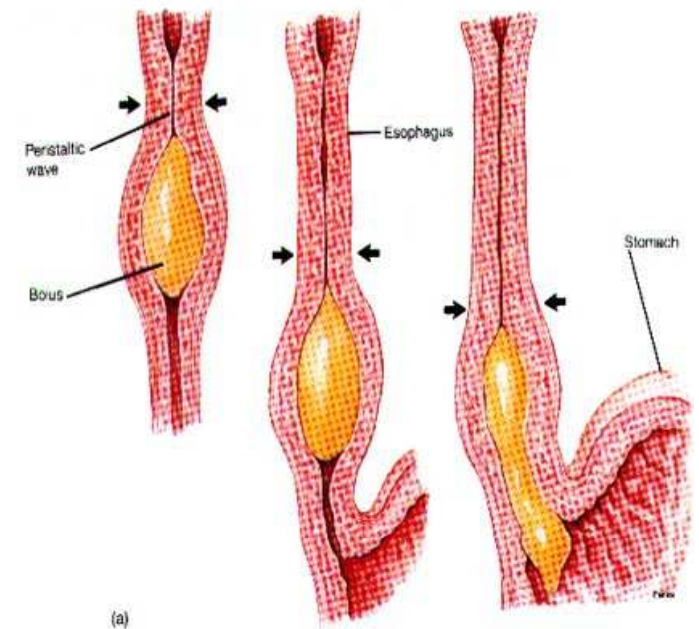
Jednotlivé části GIT

Dutina ústní

- Hlavní funkce – **mechanické a chemické zpracování potravy**
- Funkce související s trávením
 - Přijetí potravy, příprava potravy pro další zpracování, zprostředkování chuti
 - Tvorba sousta a obalení hlenem (mucin)
 - Zprostředkování polykacího reflexu
 - Enzymy amyláza + lipáza
 - Sekrece slin (1–2 litry)
 - podmíněný (zkušenost), nepodmíněný reflex (kontakt s potravou) + nervové řízení
 - složení slin – 99,5% **vody***, **mucin***, **enzymy** (α -amyláza = **ptyalin**, lipáza), lysozym, imunoglobulin A
 - {*organické a anorganické látky}
- Funkce nesouvisející s trávením
 - Nespecifická imunitní ochrana organismu
 - Artikulace

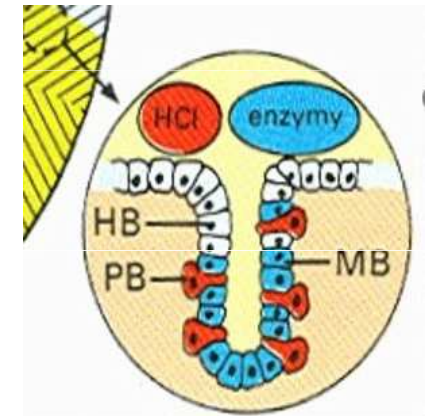
Jícen

- **Transportní funkce**
- **Polykání**
 - zčásti volní děj (hltn, kosterní svalovina)
 - pak reflexní děj – polykací reflex (peristaltika jícnu, hladká svalovina)
 - za soustem kruhová kontrakce, *rychlost posunu 4 cm/s*
- Horní třetina příčně pruhované svalstvo, později se mísí s hladkou svalovinou
- **Peristaltický pohyb**
- Dolní esofageální (jícnový) svěrač



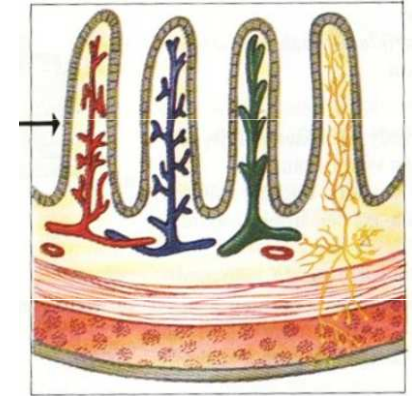
Žaludek

- Funkce
 - skladování, mechanické a chemické zpracování
 - vstřebávání omezené (voda, alkohol, některé léky)
- Objem žaludku – v klidu a nalačno 50 ml, při jídle až 1,5–2 l
- **Žaludeční šťáva**
 - 2–3 litry denně; proteolytické enzymy (**pepsiny**), vnitřní faktor (B12), mucin, **HCl** (kyselina chlorovodíková), voda, ionty; pH silně kyselé
 - Pepsiny tráví asi 20 % bílkovin ze stravy
 - Ostatní enzymy žaludeční šťávy: žaludeční lipáza, amyláza a želatináza
 - **Hlavní úlohy HCl:** aktivace neúčinného pepsinogenu na pepsin, denaturace bílkovin (narušení struktury), redukce železa a vápníku na dvojmocné ionty – ↑vstřebatelnost, další stupeň antimikrobiální ochrany GIT



Tenké střevo

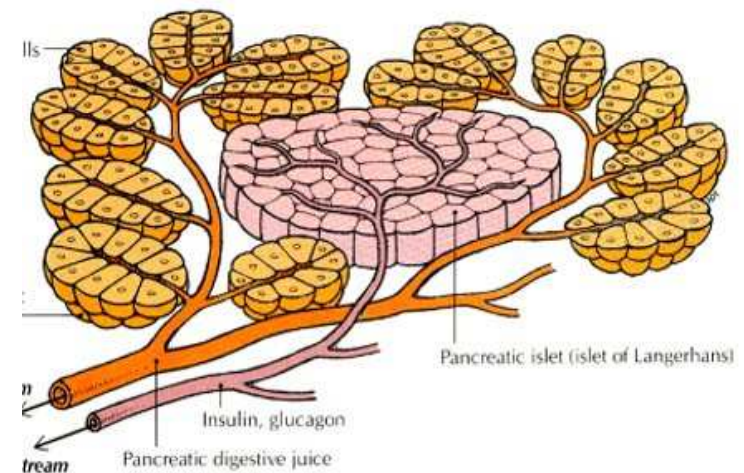
- 3–5m
- Duodenum (dvanáctník) => jejunum (lačník) => ileum (kyčelník)
- Podstatná část **trávení** živin se rozkládá až na jejich vstřebatelné složky, hlavní podíl na **vstřebávání** živin i vody
- Sliznice tenkého střeva – **zvrásnění klky** (na 1 mm² = 20–40 klků): pokryty cylindrickým epitelem; obsahují kapiláry a lymfatické cévy; rozděleny na **mikroklky** – vytvářejí kartáčový lem
 - **trávicí enzymy** – zevní vrstva kartáčového lemu
- Duodenum – dvanáctník
 - ústí vývodů pankreatu a žlučníku => trávicí enzymy, pankreatická šťáva a žluč



[Zdroj](#)

Pankreas (slinivka břišní)

- Největší sekreční žláza (trávicí enzymy, hormony)
- Vnitřně sekretorická část – **endokrinní fce** – Langerhansovy ostrůvky → hormony glukagon, **inzulin** (antagonisté = chovají se opačně)
- Zevně sekretorická část – **exokrinní fce** – pankreatická šťáva 1–2 l denně (produkce pouze v době trávení), pH až 8,5 = zásadité
- Složení: **voda**, NaHCO_3^- , **trávicí enzymy** – amylázy, lipázy, proteázy...



Tlusté střevo II

- **Střevní mikrobiom**
 - *laktátové bakterie* – štěpení rostlinné vlákniny
 - *hnilobné bakterie* – rozkládají nestrávené AMK na amoniak, sirovodík, fenolické sloučeniny...(vstřebávají se do krve a odbourávají v játrech), původ zápachu
- střevní plyny cca 7–10 l/den, většina vstřebána (600 ml vyloučeno); původ – spolýkaný vzduch, činnost bakterií

Makroživiny – podrobněji

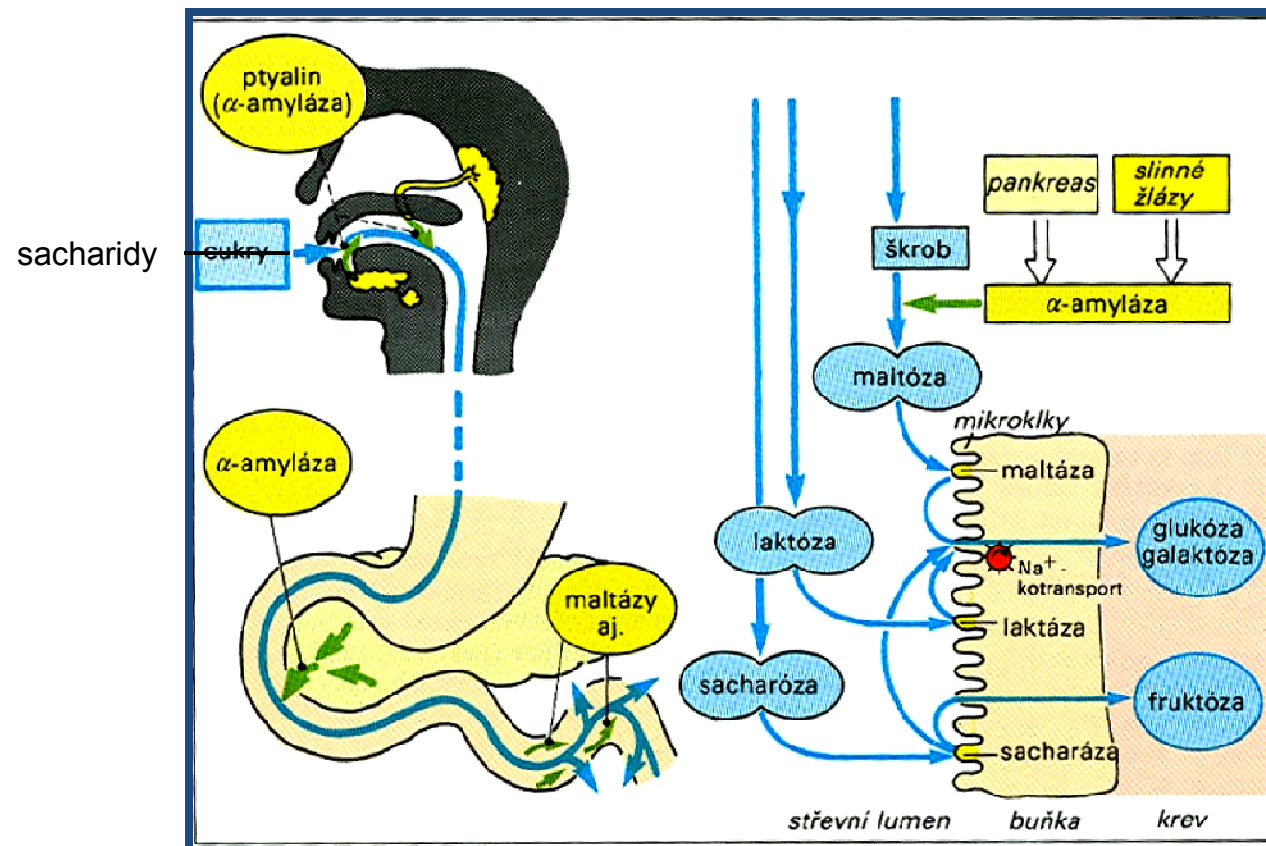
Sacharidy

- **Monosacharidy** (1 jednotka)
- **Oligosacharidy** (2–10 jednotek)
- **Polysacharidy** (více než 10 jednotek)
 - Škrob (rostlinný), glykogen (živočišný)

- **Cukry** = monosacharidy (1) + disacharidy (2)

- **Vláknina** – nestravitelné sacharidové složky odolné činnosti enzymů
 - rozpustná (ovoce, oves, slad, luštěniny, brambory) x nerozpustná (zelenina, otruby, celozrnné výrobky)

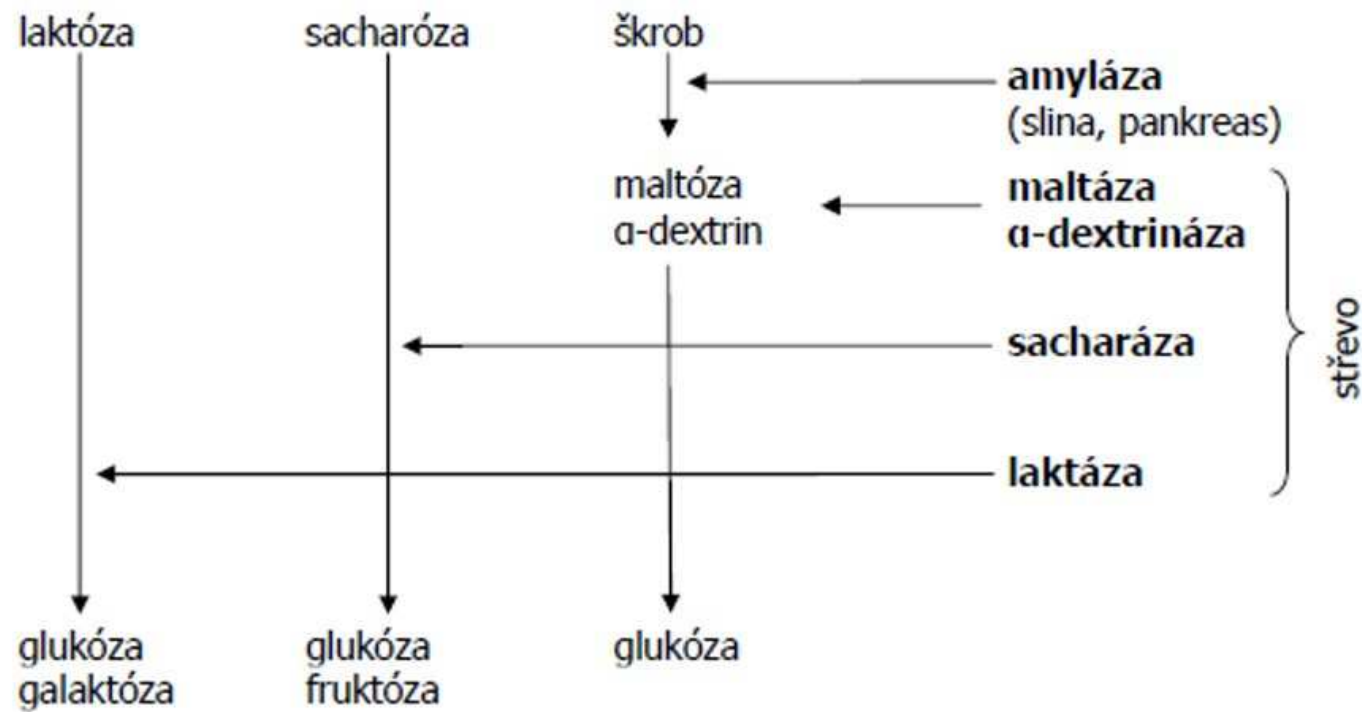
Trávení sacharidů



Trávení sacharidů

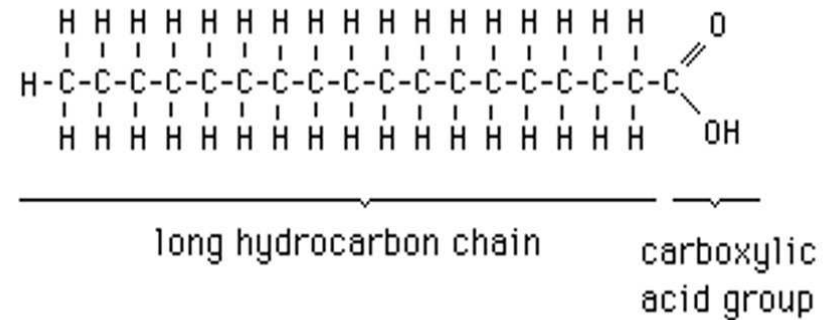
- Trávení škrobu **začíná v ústech** působením enzymu slinných žláz – **ptyalinu**
- Pokračuje v duodenu (tenké střevo) účinkem pankreatické α -amylázy
- Výsledkem jsou jednodušší sacharidy (**oligosacharidy**, maltóza, sacharóza, laktóza)
- Resorpce sacharidů probíhá pouze na úrovni monosacharidů (glukóza, galaktóza, fruktóza), enzymy kartáčového lemu membrány enterocytů musí dokončit štěpení vzniklých oligosacharidů

Trávení sacharidů

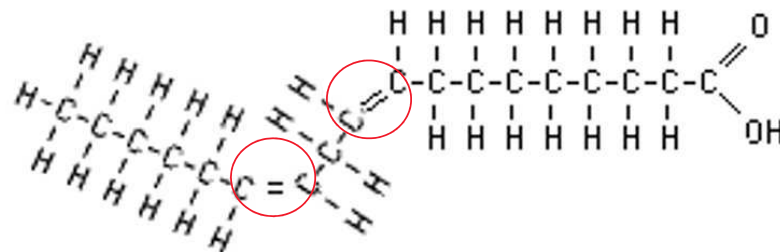
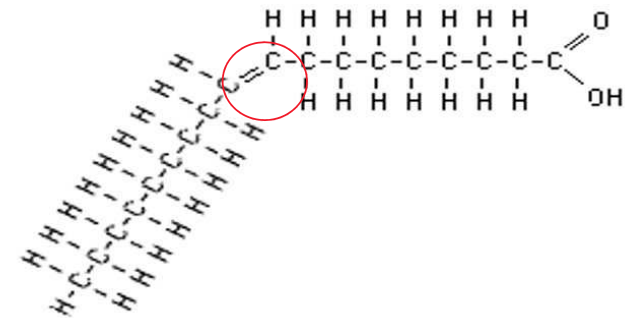


Tuky

- Tuky ve stravě nejčastěji triacylglyceroly (TAG)
 - skládají se z tzv. mastných kyselin
- **Mastné kyseliny**
 - Nasycené
 - Mononenasycené (jedna dvojná vazba)
 - Polynenasycené (více dvojných vazeb)
 - Omega-3
 - Omega-6



Essential features of a fatty acid

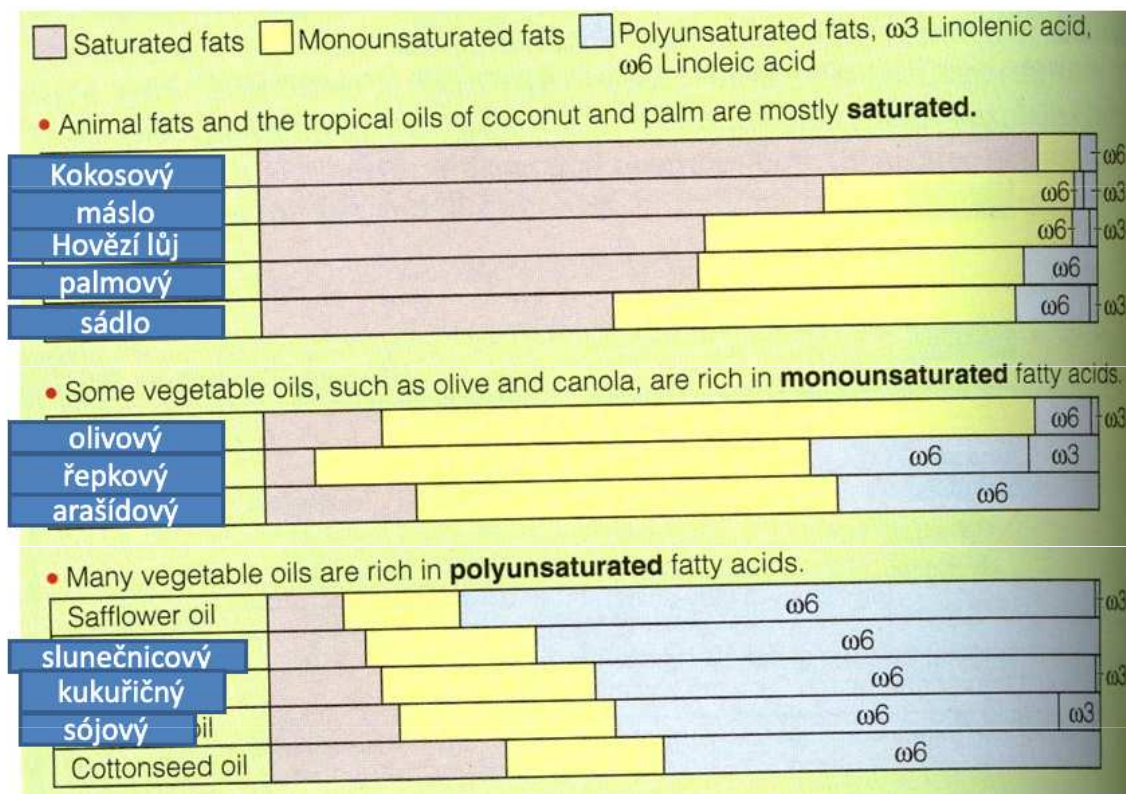


Tuky

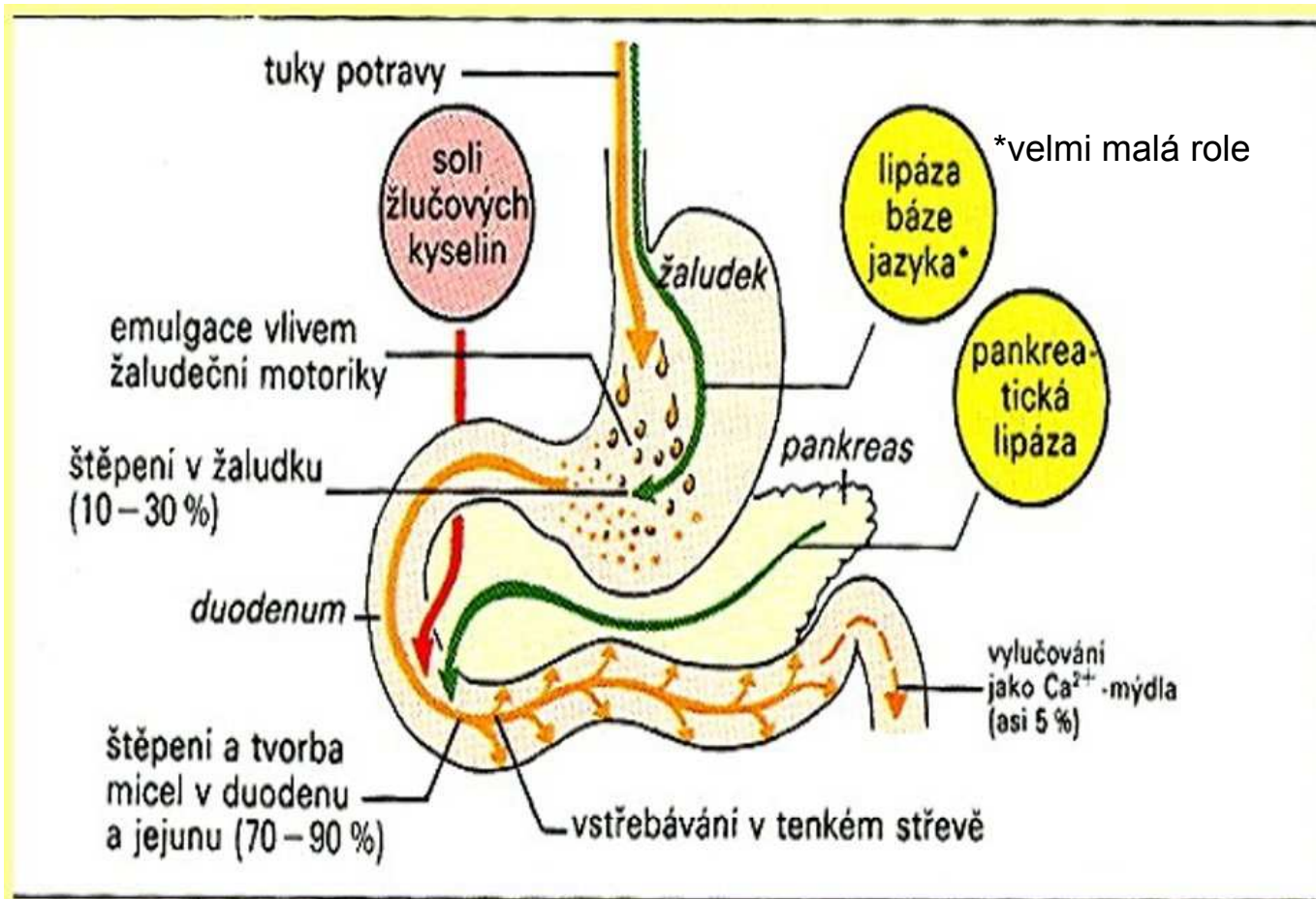
- Tuky ve stravě jsou nezbytné ke správnému vstřebávání **vitaminů rozpustných v tucích**

A, D, E, K

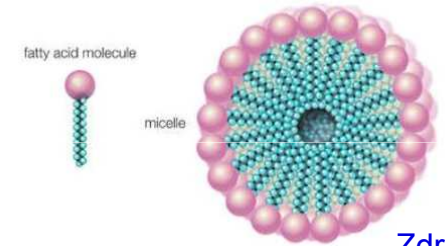
Zastoupení MK ve vybraných olejích



Trávení tuků



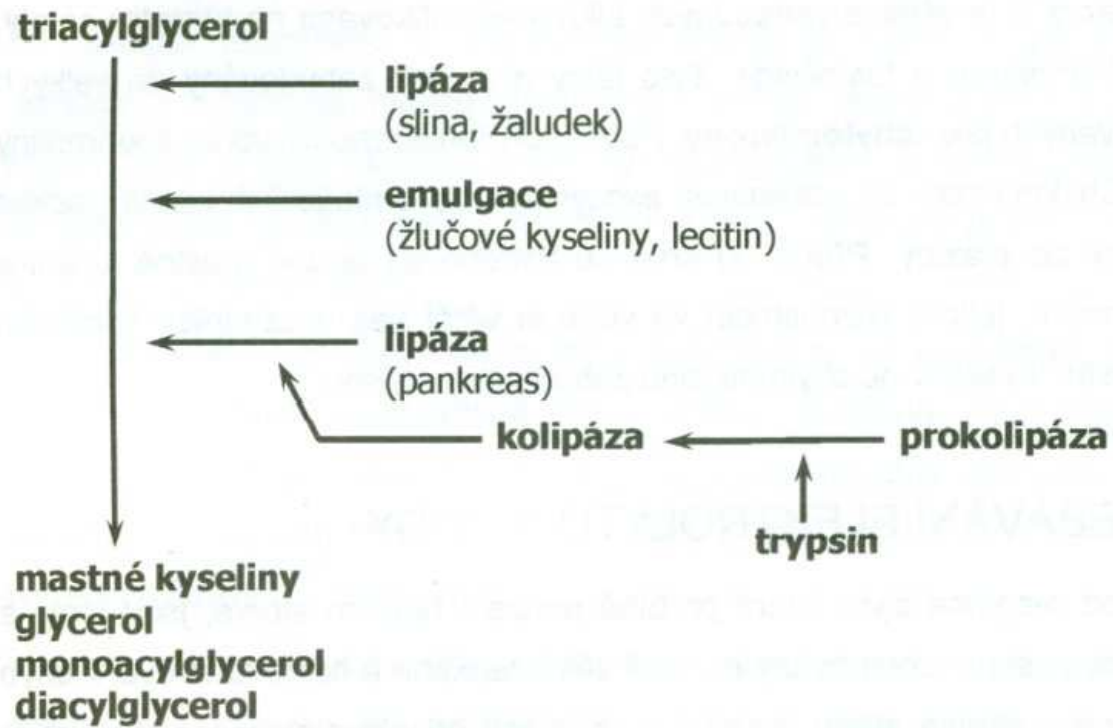
Trávení tuků



[Zdroj](#)

- Lipidy jsou špatně rozpustné ve vodě, proto je nutná tzv. **emulgace**, která nabízí enzymům větší povrch pro štěpení
 - motilita žaludku
 - v tenkém střevě funkcí emulgátoru solí žlučových kyselin a lecitinu
- Účinek pankreatické lipázy je podmíněn přítomností **kolipázy**, která se jako enzym pankreatické šťávy navazuje na kapičky tuku
- Výsledkem trávení jsou volné mastné kyseliny, mono- a diacylglyceroly, které jsou přeměněny za spoluúčasti žlučových kyselin na **micely** které jsou nezbytnou podmínkou pro normální vstřebávání tuků

Trávení tuků



Vstřebávání tuků

- V enterocytech vznikají **chylomikrony** (tukové kapénky), které opouštějí buňku
- Chylomikrony jsou příliš velké, aby prošly do krevních kapilár, vstupují do lymfatických kapilár a **s lymfou** se dostávají do krve
- Tzn. Sacharidy + bílkoviny = rovnou do krevních kapilár, **tuky do lymfy** (až pak do krve)

Vstřebávání tuků

Lymfatický systém

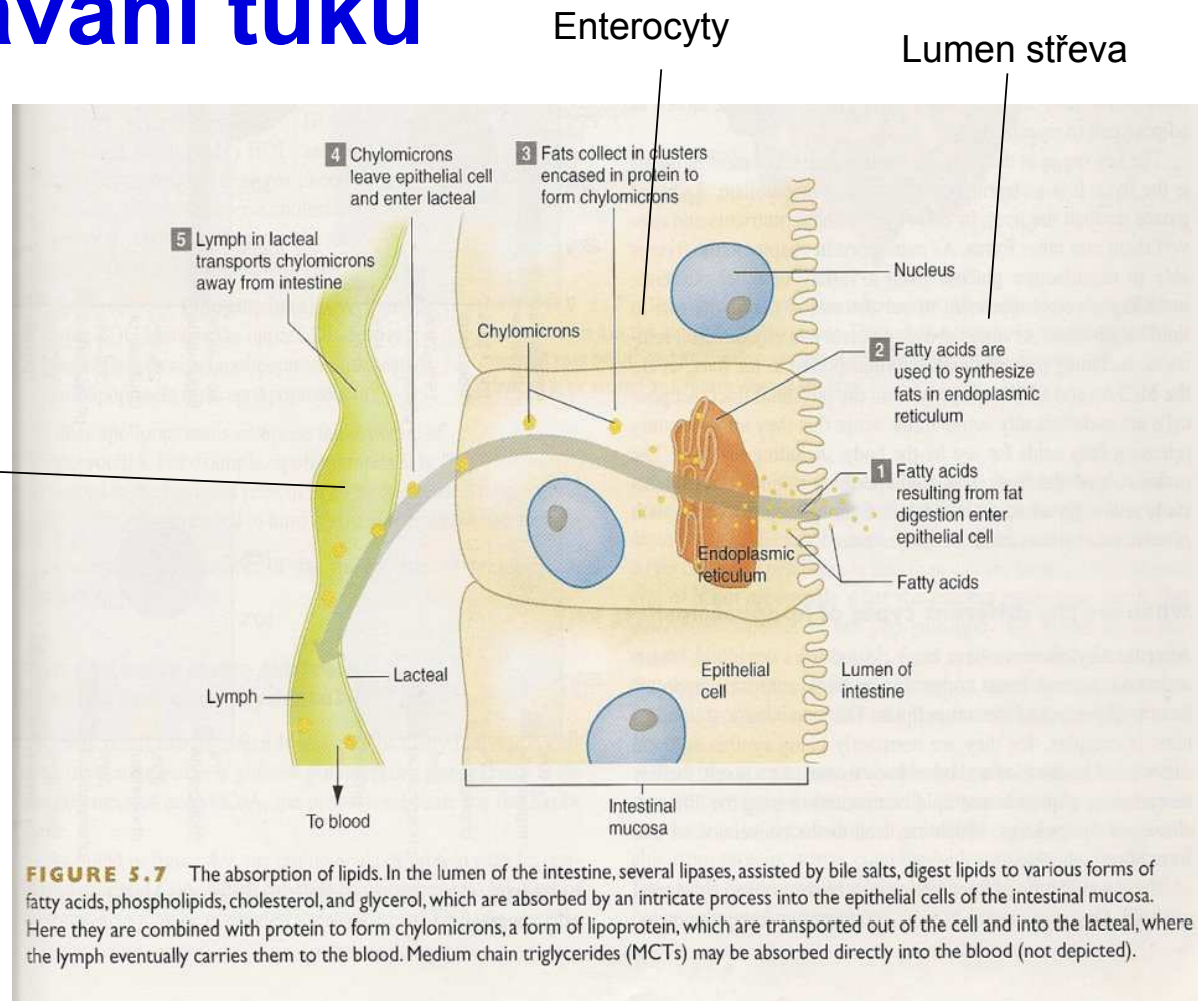
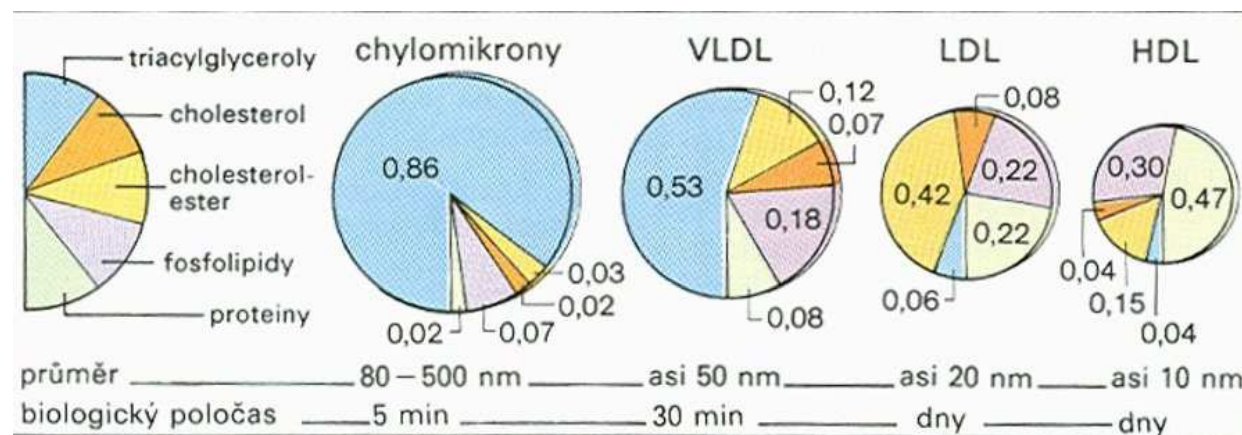


FIGURE 5.7 The absorption of lipids. In the lumen of the intestine, several lipases, assisted by bile salts, digest lipids to various forms of fatty acids, phospholipids, cholesterol, and glycerol, which are absorbed by an intricate process into the epithelial cells of the intestinal mucosa. Here they are combined with protein to form chylomicrons, a form of lipoprotein, which are transported out of the cell and into the lacteal, where the lymph eventually carries them to the blood. Medium chain triglycerides (MCTs) may be absorbed directly into the blood (not depicted).

Lipoproteiny v krevním řečišti (zajímavost)

- Lipoproteiny = částice sloužící pro transport lipidů ve vodném prostředí v těle
 - Chylomikrony (syntéza v enterocytech)
 - VLDL (syntéza v játrech) – lipoproteiny o velmi nízké hustotě
 - LDL – lipoproteiny o nízké hustotě
 - IDL – lipoproteiny o střední hustotě
 - HDL – lipoproteiny o vysoké hustotě

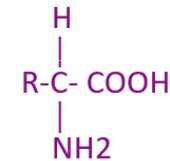


Bílkoviny

- **Živočišné** bílkoviny (plnohodnotné)
 - maso, ryby, mléko a mléčné výrobky, vejce
- **Rostlinné** bílkoviny (nepřplnohodnotné)
 - luštěniny, obiloviny, ořechy, semena, zelenina
 - **limitující AK:** esenciální AK, která je v proteinu zastoupena v nejmenším množství

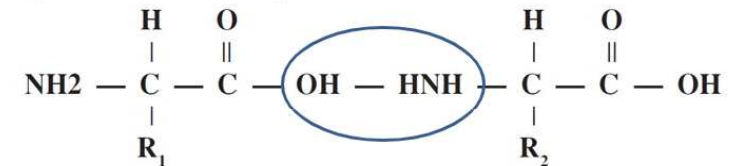
- Esenciální aminokyseliny (n=8), lidské tělo není schopno si je samo vytvořit
- Neesenciální aminokyseliny
- Semiesenciální aminokyseliny (histidin, arginin)

- Základní stavební kámen B **L-aminokyselina**



obecný vzorec

peptidová vazba



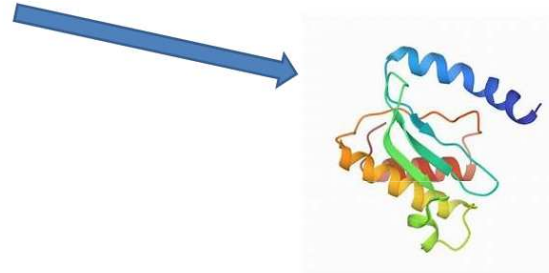
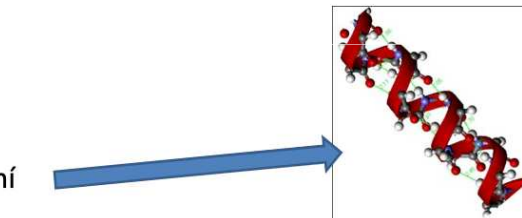
Bílkoviny ve výživě

- Spojení AMK => **peptidy**
 - Dipeptidy – 2 AMK
 - Tripeptidy – 3 AMK
 - Oligopeptidy – 5–10 AMK
 - Polypeptidy – 11–100 AMK
 - Proteiny – nad 100 AMK
-
- Trávením se rozkládají B na AMK a pak se „*de novo*“ skládají **bílkoviny tělu vlastní** (význam esenciálních AMK) – **limitující AK**

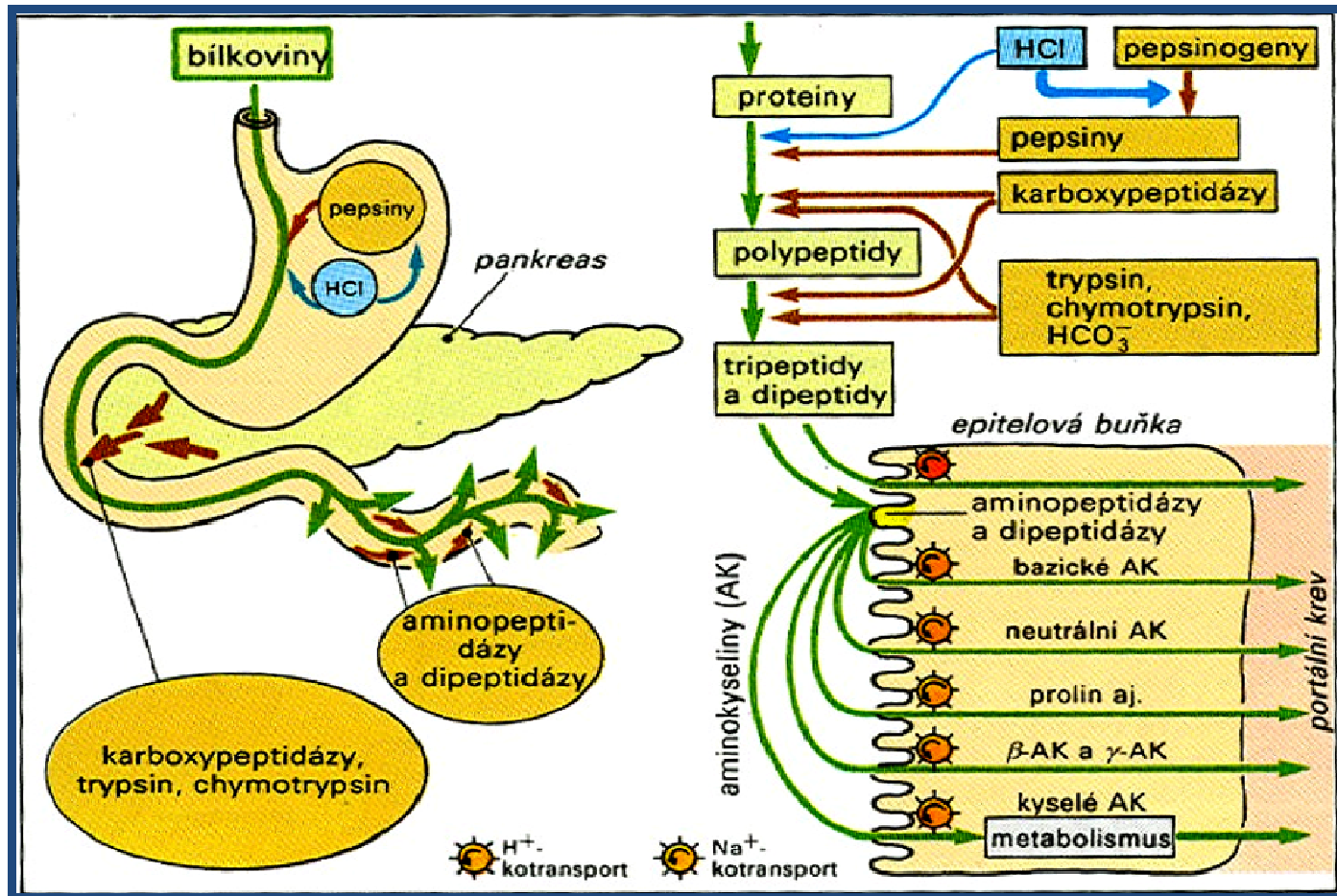
Trávení bílkovin

- Proteolýza
- Proteázy (enzymy): **endopeptidázy, exopeptidázy – aminopeptidázy a karboxypeptidázy**
- Trávicí šťávy: žaludek, tenké střevo, pankreas
- Ústa – mechanické zpracování

- Struktura
 - Primární
 - Sekundární
 - Terciární
 - Kvartérní



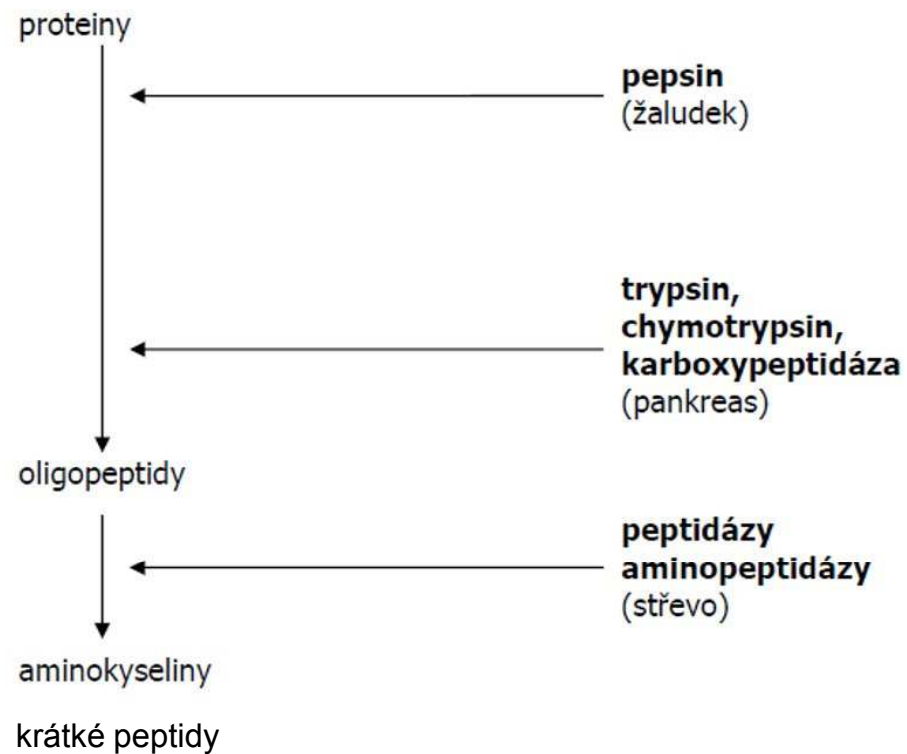
Trávení bílkovin



Trávení bílkovin

- Žaludek – **pepsiny**: štěpení peptidových vazeb => polypeptidy (různá velikost)
 - konec jejich aktivity – alkalické prostředí tenkého střeva
- Pankreas – enzymy z pankreatu štěpí vnitřní peptidové vazby
 - Uvolněny formou neaktivních prekurzorů
 - **Trypsin** (trypsinogen)
 - **Chymotrypsin** (chymotrypsinogen)
 - **Elastáza** (proelastáza)
- Tenké střevo – enzymy střevní sliznice **enteropeptidáza (enterokináza)**
 - Enzymy střevní sliznice dokončují trávení – AK, peptidy

Trávení bílkovin

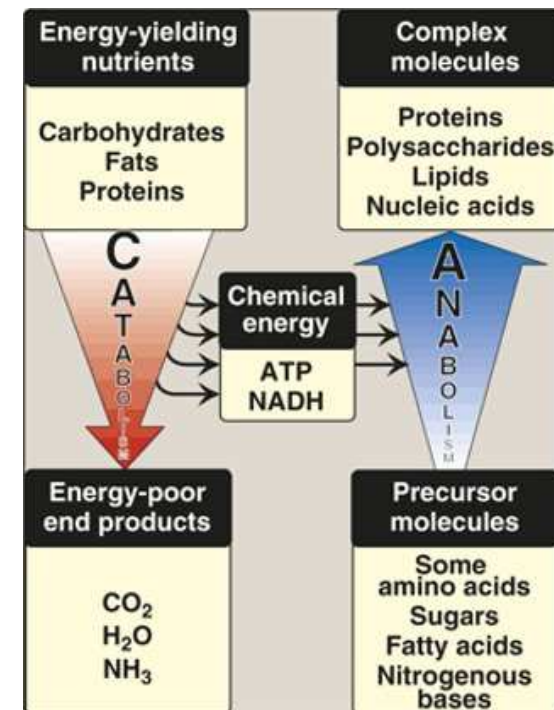


MUNI
SPORT

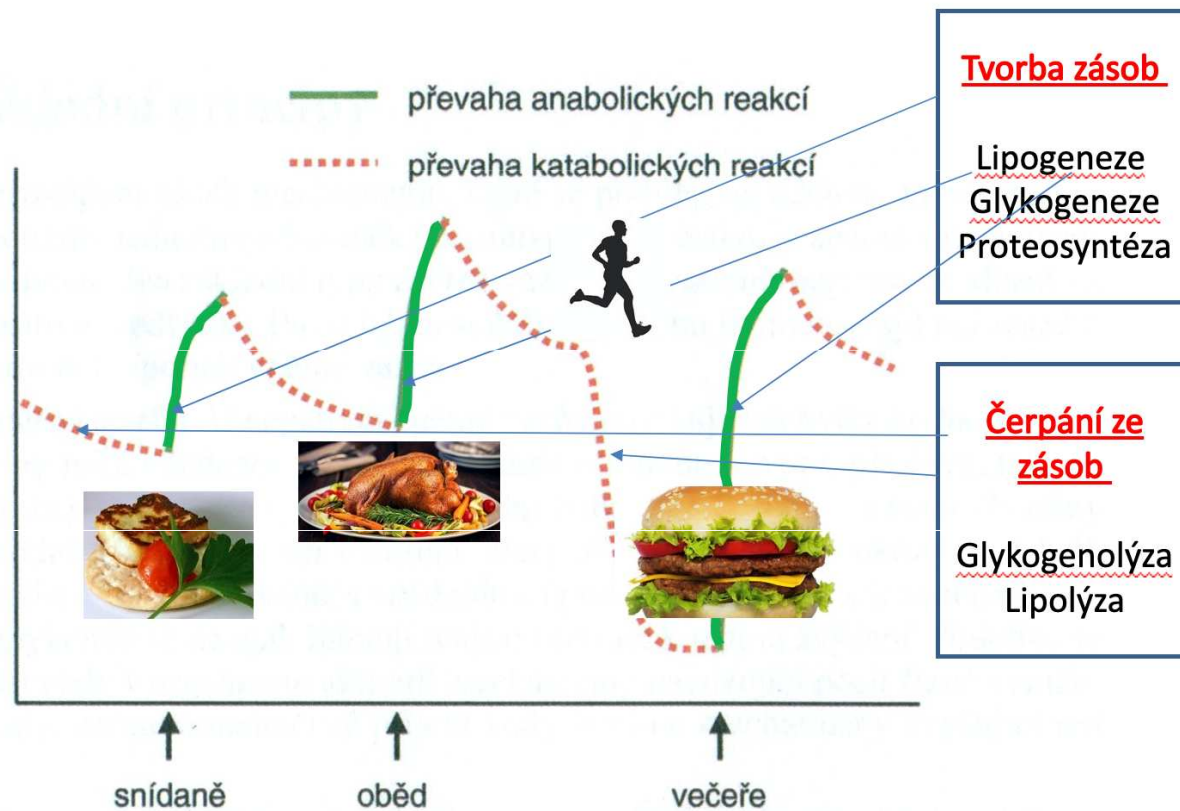
Metabolismus

Metabolismus

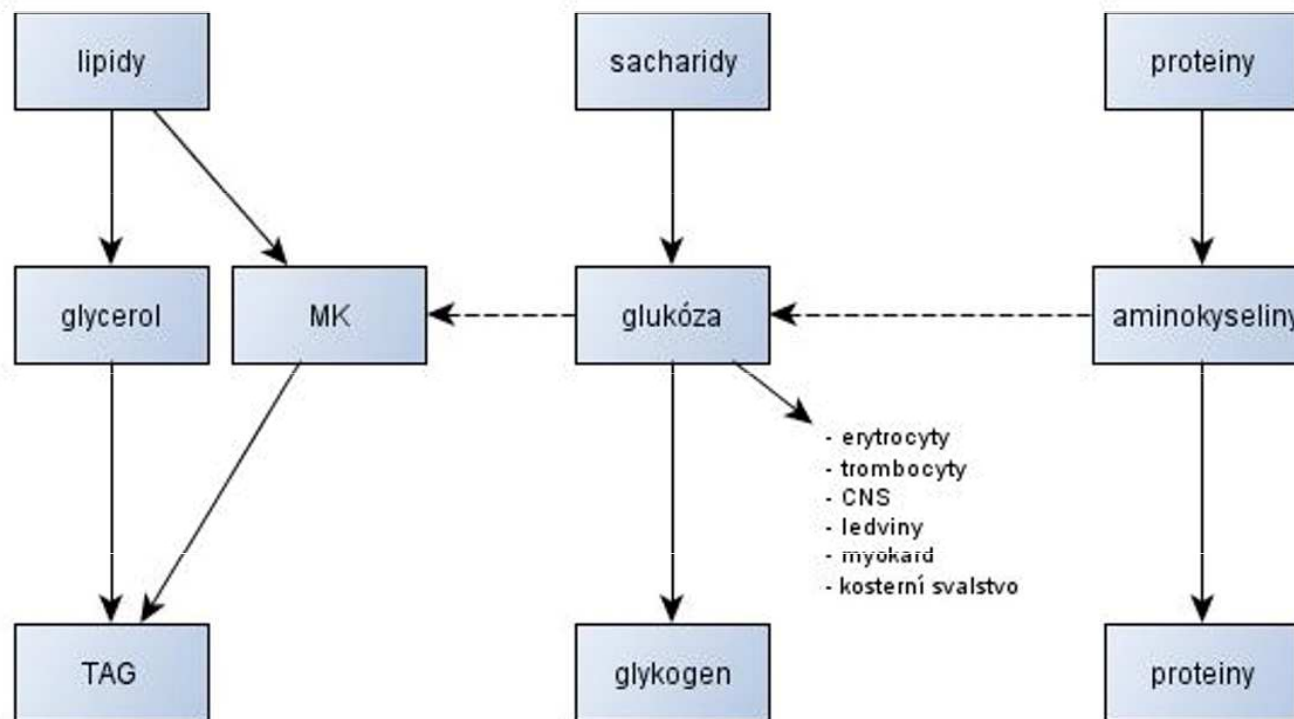
- Veškeré chemické a energetické změny probíhající v organismu
- **Anabolické**
 - aminokyseliny → proteiny (proteosyntéza)
 - glukóza → glykogen (glykogeneze)
 - mastné kyseliny → TAG (lipogeneze)
 - glukóza → triacylglyceroly (lipogeneze)
- **Katabolické**
 - Proteiny → aminokyseliny (proteolýza)
 - Glykogen → glukóza (glykogenolýza)
 - TAG → mastné kyseliny (lipolýza)



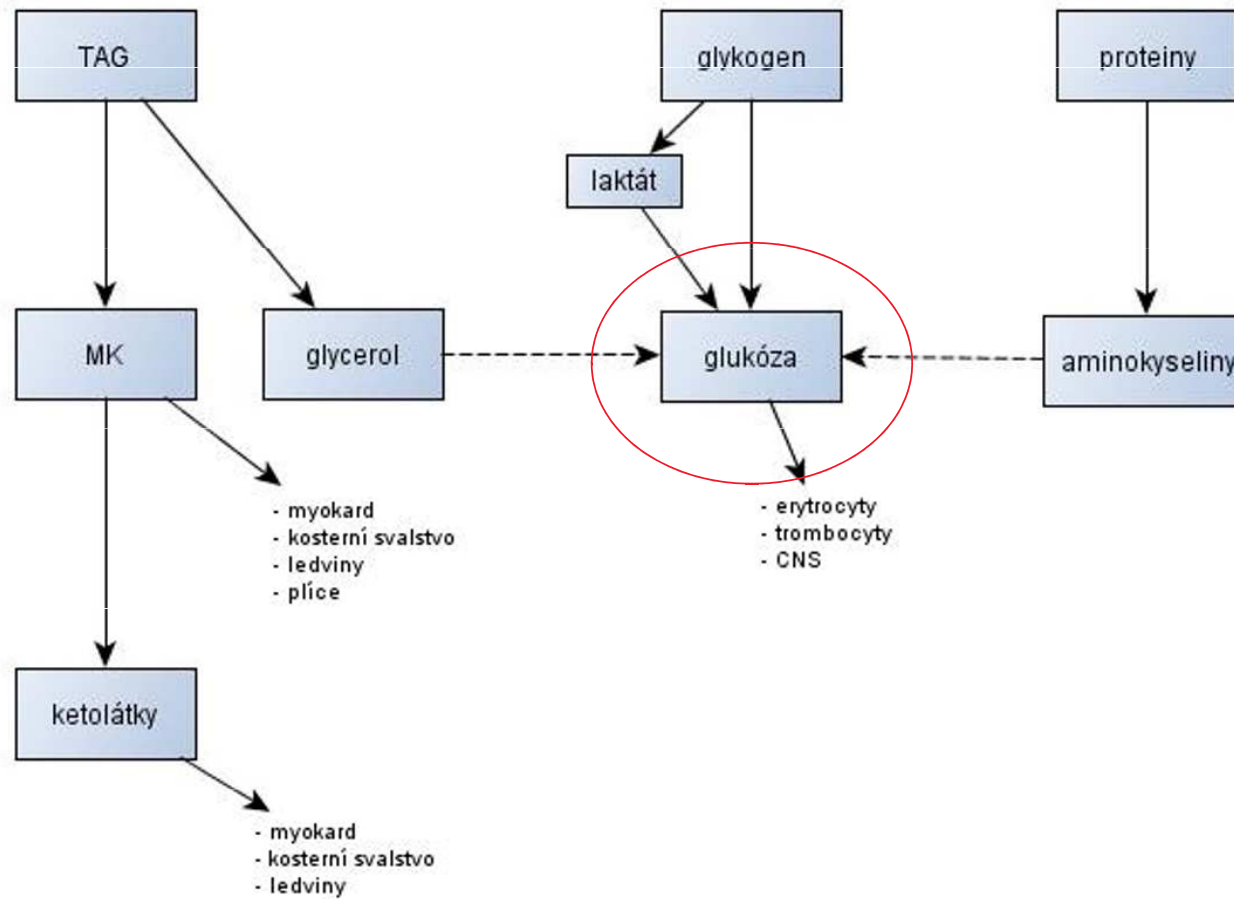
Kolísání anabolických a katabolických reakcí během dne



Období po jídle: anabolismus

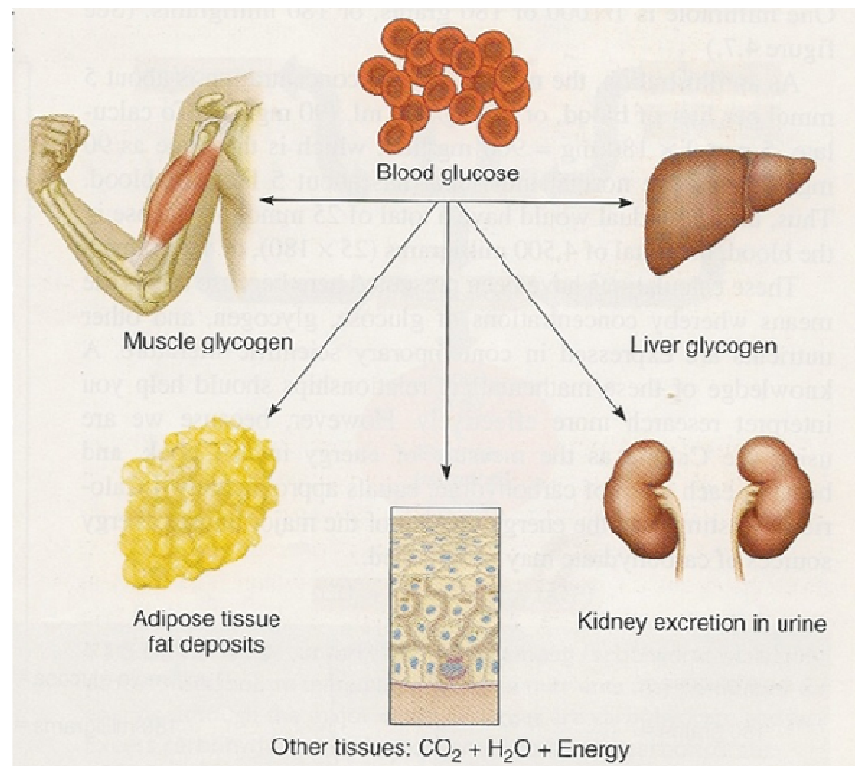


Období nalačno: katabolismus

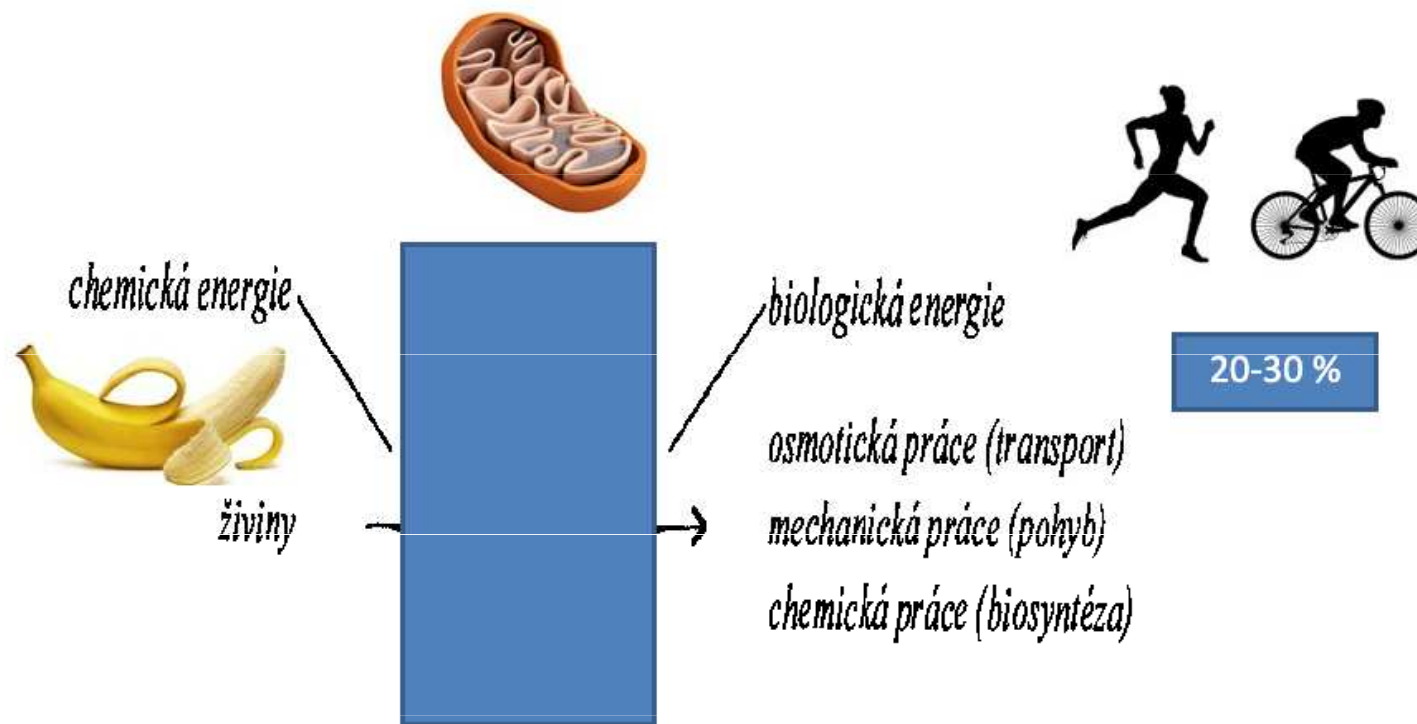


Glukóza

Glukóza = základní a nejrychlejší **zdroj energie** pro všechny tělesné tkáně



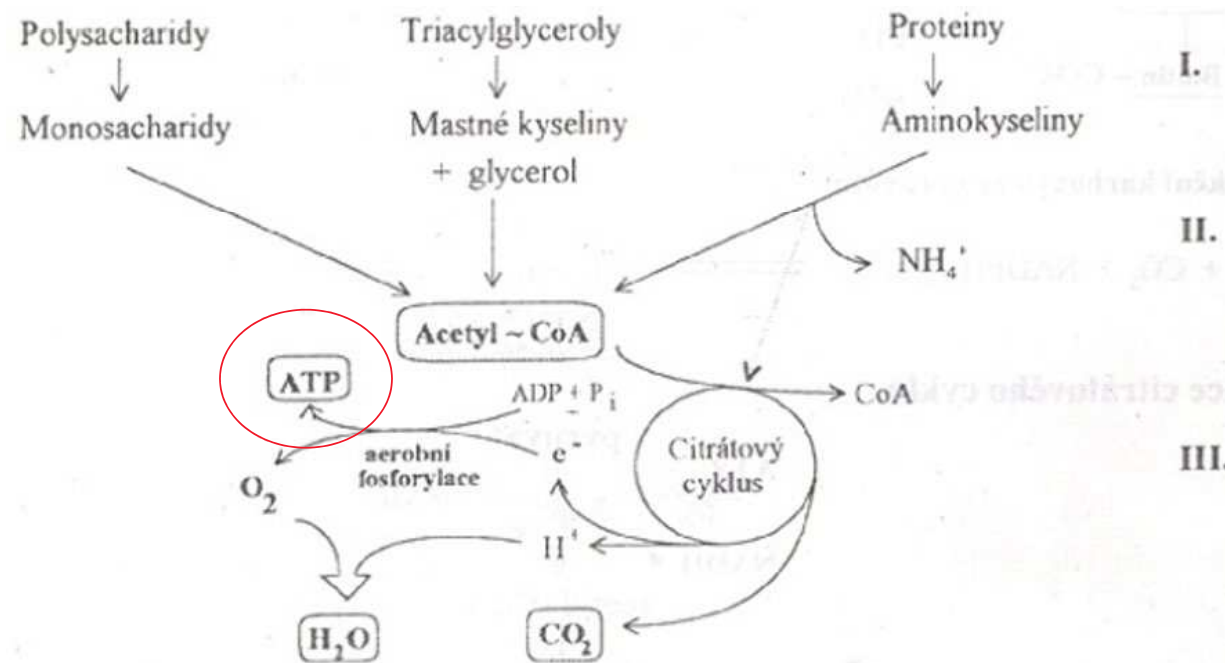
Energie v těle



Energetická bilance

- **Energetická potřeba** je určována následujícími faktory:
 - Bazální metabolismus (BM) – energie potřebná pro pokrytí základních funkcí organismu
 - Pohybová aktivita (PA) (i duševní)
 - Trávení potravy – termický efekt jídla (cca 10 %)
- **Vyrovnaná energetická bilance:** příjem energie = výdej energie
- **Pozitivní energetická bilance:** příjem energie > výdej energie
- **Negativní energetická bilance:** příjem energie < výdej energie

Tvorba energie v organismu



Regulace metabolismu

– Komplex neurohumorálních dějů

Aktivace anabolických dějů

↑ tonu parasympatiku

↓ tonu sympatiku

↑ inzulínu (slinivka)

↓ glukagonu (slinivka)

↓ adrenalinu (dřeň nadledvin)

↓ kortizolu (kůra nadledvin)

Klid, příjem potravy

Aktivace katabolických dějů

↓ tonu parasympatiku

↑ tonu sympatiku

↓ inzulínu

↑ glukagonu

↑ adrenalinu

↑ kortizolu

Hladovění, zátěžové stavy

Glykemie

Glykemie = hladina glukózy v krvi, přísně regulována řadou mechanismů

Norma: 3,9–5,6 mmol/l nalačno a po jídle nižší než 10 mmol/l

Hormon	Vliv na glykemii
inzulin	↓
glukagon	↑
adrenalin	↑
T3, T4 (štítná žláza, obsahují jod)	↑
kortizol	↑
GH	↑

Dotazy

Děkuji za pozornost