

## Seznam použitých zkratek (v abecedním pořadí)

A	Adenin
ADH	Alkoholdehydrogenasa
ADP	Adenosindifosfát
AMP	Adenosinmonofosfát
ATP	Adenosintrifosfát
BM	Bazální metabolismus
C	Cytosin
CAM	Crassulacean Acid Metabolism (metabolismus kyselin u tučnolistých)
CoA	Koenzym A
CoQ	Ubichinon (koenzym Q)
CoQH <sup>•</sup>	Ubisemichinon
CoQH <sub>2</sub>	Ubichinol
CTP	Cytidintrifosfát
cyt	Cytochrom
dAMP	Deoxyadenosinmonofosfát
dATP	Deoxyadenosintrifosfát
dCMP	Deoxycytidinmonofosfát
dCTP	Deoxycytidintrifosfát
dGMP	Deoxyguanosinmonofosfát
dGTP	Deoxyguanosintrifosfát
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
dTMP	Deoxythymidinmonofosfát
dTTP	Deoxythymidintrifosfát
ER	Endoplasmatické retikulum
FAD	Oxidovaný flavinadenindinukleotid
FADH <sub>2</sub>	Redukovaný flavinadenindinukleotid
Fd	Ferredoxin
FMN	Oxidovaný flavinmononukleotid
FMNH <sub>2</sub>	Redukovaný flavinmononukleotid
G	Guanin
GA	Golgiho aparát
GTP	Guanosintrifosfát
HDL	Lipoproteinová částice o vysoké hustotě (high density lipoprotein)
hnRNA	Heterogenní jaderná ribonukleová kyselina
IDL	Intermediální lipoproteinová částice (intermediate density lipoprotein)
LDH	Laktátdehydrogenasa
LDL	Lipoproteinová částice o nízké hustotě (low density lipoprotein)
mRNA	Mediatorová ribonukleová kyselina
NA	Nukleová kyselina
NAD <sup>+</sup>	Oxidovaný nikotinamidadenindinukleotid
NADH	Redukovaný nikotinamidadenindinukleotid
NADP <sup>+</sup>	Oxidovaný nikotinamidadenindinukleotidfosfát
NADPH	Redukovaný nikotinamidadenindinukleotidfosfát
NTP	Nukleosidtrifosfát
P (P <sub>i</sub> )	Anorganický fosfát (HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )
P <sub>680</sub>	Pigment reakčního centra fotosystému II
P <sub>700</sub>	Pigment reakčního centra fotosystému I

pC	Plastocyanin
PCR	Polymerase chain reaction
PP <sub>i</sub>	Anorganický difosfát (P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>4-</sup> )
pQ	Plastochinon
pre-mRNA	Primární transkript
PS	Fotosystém
RNA	Ribonukleová kyselina
rRNA	Ribosomální ribonukleová kyselina
RuBisCo	Rubilosabisfosfátkarboxylasa
SSB	Svírací protein (single-strand binding protein)
T	Thymin
tRNA	Transferová ribonukleová kyselina
U	Uracil
UTP	Uridintrifosfát
vit.	Vitamin
VLDL	Lipoproteinová částice o velmi nízké hustotě (very low density lipoprotein)

## 3 Trávení a přírodní látky

Vše, co slouží k výživě organismu, nazýváme **potrava**. V biochemickém procesu nazvaném **trávení** je potrava rozložena tak, aby živiny obsažené v potravě mohly být tělem využity. Potrava se během procesu trávení rozkládá za pomoci hydrolytických enzymů (viz kap. 3.2) na jednodušší látky (sacharidy na monosacharidy, bílkoviny na aminokyseliny, triacylglyceroly na mastné kyseliny a monoacyl- resp. diacylglycerol), které jsou schopny přejít do krevního řečiště (viz kap. 3.4 až 3.6).

### 3.1 Součásti potravy

#### Jaké jsou hlavní součásti naší potravy?

Třemi hlavními součástmi potravy jsou **bílkoviny** čili proteiny, **sacharidy** a **lipidy**, z nichž největší část zaujímají **triacylglyceroly**. Funkce bílkovin, lipidů a sacharidů v organismu viz kap. 3.4 až 3.6. Navíc naše tělo potřebuje také **vitaminy**, které jsou nezbytné pro normální růst a vývoj a **minerální látky**, které jsou důležitou složkou kostí a zubů a regulují životně důležité pochody.

Potrava obsahuje i látky, které jsou ve skutečnosti nestravitelné. Jedná se o tzv. **vlákninu**, kterou tvoří převážně polysacharidy (rostlinná celulóza, hemicelulóza a lignin). Vláknina pomáhá pohybu potravy trávicí soustavou, vstřebává vodu a váže na sebe některé látky z potravy.

Naše potrava musí obsahovat ještě jednu látku nezbytnou pro život – **vodu**. Voda je součástí všech forem života a tvoří asi 50-70% hmotnosti lidského těla. Voda je důležitá pro přenos látek v lidském těle, vytváří prostředí pro průběh všech procesů a podílí se na udržování tělesné teploty.

#### Které potraviny jsou bohaté na bílkoviny, sacharidy, lipidy, vitaminy a minerální látky?

*Bílkoviny* jsou obsaženy především v potravinách živočišného původu (maso, vejce, mléko, játra), v menší míře pak v potravinách rostlinného původu (obiloviny, luštěniny, zelenina i ovoce). Výjimku tvoří na bílkoviny bohatá sója.

*Monosacharidy* jsou obsaženy hlavně v ovoci, medu a v džusu. *Disacharidy* jsou obsaženy v klíčcích obilovin, sladu a v řepném cukru. Disacharid laktosu obsahuje mléko. *Stravitelné polysacharidy* jsou obsaženy převážně v luštěninách, obilovinách a v bramborách. *Nestravitelné polysacharidy* (základ vlákniny) jsou obsaženy v obilovinách, ovoci a v zelenině. Velký podíl vlákniny obsahují např. bezinky nebo maliny.

*Lipidy* doprovázejí veškeré živočišné potraviny, vysoký obsah tuků je obsažen především v tučném vepřovém mase a v husím mase.

Nejvíce *vitaminů* nalezneme v ovoci (černý rybíz, jahody – vit. C) a v zelenině (mrkev, špenát – vit. A; paprika – vit. C). Zdroje konkrétních vitaminů shrnují tab. 3 a 4 na str. 50.

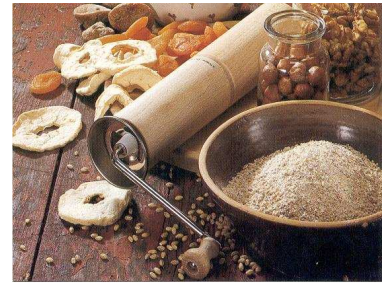
*Minerální látky* jsou obsaženy např. v rybách (P, Ca, Fe a I). Zdroje konkrétních minerálních látek shrnuje tab. 5 na str. 51.



Obr. 43. Bílkoviny<sup>(34)</sup>



Obr. 44. Sacharidy<sup>(34)</sup>



Obr. 45. Vlákna<sup>(34)</sup>



Obr. 46. Lipidy<sup>(34)</sup>



Obr. 47. Vitaminy a minerální látky<sup>(34)</sup>

### 3.2 Rozlišení organismů

#### Jak podle metabolismu rozlišujeme organismy?

Organismy rozdělujeme:

podle *způsobu výživy* (podle zdroje uhlíku) na **autotrofní** a **heterotrofní** organismy;

podle *zdroje přijímané energie* na **fototrofní** a **chemotrofní** organismy;

podle *donorů elektronů* (zdroje vodíku) na **organotrofní** organismy a **litotrofní** organismy;

podle *akceptorů elektronů* (potřeby kyslíku) na **aerobní** a **anaerobní** organismy.

**Autotrofní** organismy přijímají jako hlavní zdroj uhlíku oxid uhličitý (syntetizují všechny své organické sloučeniny z anorganických látek). **Heterotrofní** organismy mají za hlavní zdroj uhlíku jiné organické látky (tuky, sacharidy, bílkoviny). **Fototrofní** organismy jsou organismy, které využívají světelnou energii, kdežto **chemotrofní** organismy získávají energii oxidací živin. U **organotrofních** organismů jsou donorem elektronů organické látky (dehydrogenují se). U **litotrofních** organismů jsou zdrojem elektronů jednoduché anorganické sloučeniny (např.  $H_2O$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ ). **Aerobní** organismy potřebují ke svému životu nezbytně kyslík (finálním akceptorem elektronů je kyslík) na rozdíl od **anaerobních** organismů, u nichž jsou finálním akceptorem elektronů jiné, většinou anorganické, látky.

Organismy autotrofní bývají většinou litotrofní, a naopak heterotrofní organismy bývají organotrofní.

Člověk patří mezi **chemoorganotrofní** (=chemoheterotrofní) **aerobní organismy**. Rozkladem neboli oxidací organických látek (tuky, sacharidy, bílkoviny) získává lidský organismus energii nezbytnou pro život. Dále je pro lidský organismus velice nepostradatelný kyslík. Jednou z jeho hlavních funkcí je udržování komplexu cytochromů v dýchacím řetězci v oxidovaném stavu (viz kap. 4.7).

### 3.3 Enzymy

#### K čemu jsou zapotřebí enzymy a čím jsou specifické?

V každé buňce probíhá současně mnoho set různých chemických reakcí. Buňka ovládá tyto reakce pomocí **biokatalyzátorů (enzymů)**, které umožňují průběh takových reakcí, které by v lidském těle za normálních podmínek neprobíhaly. Většina biochemických reakcí má totiž vysokou **aktivační energii** (minimální energie potřebná pro uskutečnění termické reakce). Tzn. reakce katalyzovaná enzymem, má nižší aktivační energii než reakce, která probíhá bez působení enzymu.

Enzymy jsou vysoce selektivní. Každý enzym vždy katalyzuje pouze jednu určitou reakci, tzn. vykazuje **účinkovou (reakční) specifitu**. Má také **substrátovou specifitu**, tzn. enzym preferuje pouze určité substráty.

#### Jak rozdělujeme enzymy?

Enzymy jsou rozděleny do šesti hlavních tříd:

##### **1. Oxidoreduktasy**

Tyto enzymy katalyzují oxidoredukční reakce (tj. přenos elektronů, vodíků nebo reakce s kyslíkem). Mezi oxidoreduktasy patří např. *alkoholdehydrogenasa (ADH)* katalyzující přeměnu ethanolu na acetaldehyd a *laktátdehydrogenasa (LDH)*, která katalyzuje přeměnu laktátu na pyruvát.

##### **2. Transferasy**

Jedná se o enzymy, katalyzující přenos skupin atomů. Příkladem transferasy může být *aminotransferasa*, katalyzující přenos aminoskupin.

##### **3. Hydrolasy**

Hydrolasy katalyzují hydrolytické štěpení vazeb. Mezi hydrolasy patří např. *pepsin* a *trypsin*, které katalyzují hydrolýzu peptidových vazeb.

##### **4. Lyasy (synthasy)**

Tyto enzymy katalyzují nehydrolytické štěpení vazeb nebo tvorbu vazeb. Příkladem může být enzym *pyruvátdekarboxylasa*, která katalyzuje odštěpení CO<sub>2</sub> z molekuly pyruvátu za vzniku acetaldehydu.

##### **5. Isomerasy**

Isomerasy katalyzují isomerační reakce. Příkladem může být *triosafosfátisomerasa*, katalyzující přeměnu D-glyceraldehyd-3-fosfátu na dihydroxyacetonfosfát.

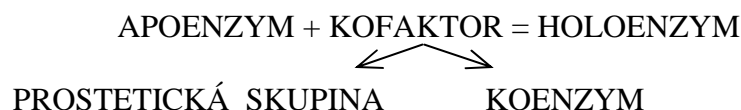
##### **6. Ligasy (synthetasy)**

Katalyzují vznik vazeb za současného rozštěpení makroergické fosfátové vazby (např. v ATP). Příkladem může být *aminoacyl-tRNA-synthetasa* (viz kap. 2.6).

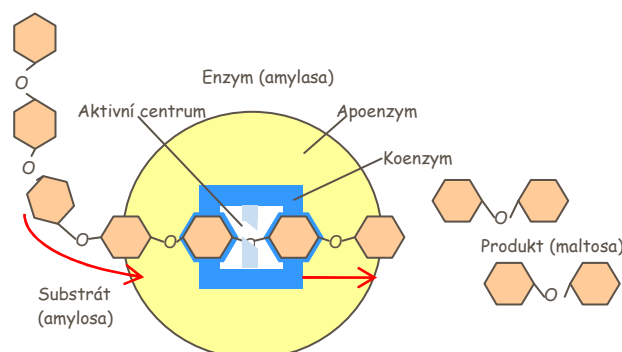
#### Jaká je struktura enzymu?

Většina enzymů je bílkovinné povahy, výjimkou je např. **ribozym**, který je tvořen RNA. Některé enzymy jsou tvořeny pouze polypeptidovým řetězcem či řetězci. Jiné enzymy většinou obsahují ještě neproteinovou složku nazývanou **kofaktor**. Kofaktorem může být buď nízkomolekulární látka zvaná **koenzym**, která není pevně vázána na enzym, nebo pevně vázaná struktura, tzv. **prostetická skupina**.

Katalyticky aktivní komplex protein-kofaktor se nazývá **holoenzym**, proteinová část enzymu po odstranění kofaktoru se nazývá **apoenzym**.



Nejdůležitější částí molekuly enzymu je **aktivní místo**. Do aktivního místa se pomocí vazebných skupin vážou substráty a jsou v něm přeměňovány pomocí katalytických skupin na produkty.



Obr. 42. Schéma struktury a působení enzymu amylasy

### Jaká je funkce enzymů během trávení?

Enzymy jsou při trávení nepostradatelné, protože jsou nezbytné při hydrolytickém štěpení molekul polysacharidů, triacylglycerolů a bílkovin, které jsou hlavní součástí naší potravy.

Jedním z enzymů, se kterým se potrava setká v ústech, je  $\alpha$ -amylasa, která hydrolyzuje škrob za vzniku oligosacharidů. V žaludku se potrava setkává s dalšími enzymy, jako je např. pepsin štěpící bílkoviny. Slinivka břišní, která má vývod do dvanáctníku, je nejdůležitější zdroj enzymů. Ta vylučuje enzymy hydrolyzující bílkoviny (např. trypsin a chymotrypsin), poly- a oligosacharidy (např. amylasy) a triacylglyceroly (lipasy). V tenkém střevě nacházíme celou řadu enzymů, jako jsou maltasa, sacharasa a laktasa. Štěpení je dokončeno v tlustém střevě.

Trávení lipidů, které jsou ve vodě nerozpustné, je usnadňováno **žlučí** tak, že je emulguje (žluč převádí kapičky lipidů do co nejmenších kapiček, které lze snadněji strávit).

Enzymy rozloží potravu na základní jednotky, které již mohou být vstřebávány do krevního řečiště a předávány jednotlivým buňkám.

## 3.4 Sacharidy



Obr. 48. Sacharidy<sup>(34)</sup>

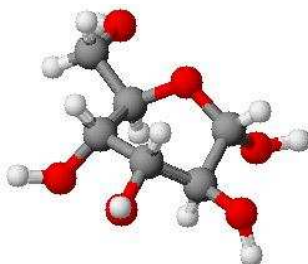
### Z čeho se skládají sacharidy a jaká je jejich funkce?

Sacharidy jsou sloučeniny složené pouze z atomů uhlíku, vodíku a kyslíku takovým způsobem, že společný sumární vzorec pro všechny sacharidy je  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ , kde  $n \geq 3$ .

Základní stavební složky sacharidů se nazývají **monosacharidové jednotky** a podle jejich počtu dělíme sacharidy na **monosacharidy** (1 monosacharidová jednotka), **disacharidy** (2 monosacharidové jednotky), **oligosacharidy** (méně než 10 monosacharidových jednotek) a **polysacharidy** (více než 10 monosacharidových jednotek).

Monosacharidy, disacharidy a vybrané oligosacharidy díky sladké chuti označujeme jako **cukry**.

Sacharidy slouží především jako zdroj energie, podílí se však i na struktuře mnoha složitějších látek.



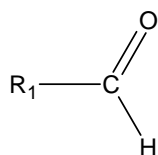
Obr. 49. Model molekuly  $\alpha$ -D-glukopyranosy

### Jakou strukturu mají monosacharidy a jak je rozlišujeme?

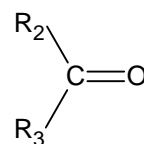
Podle počtu uhlíkatých atomů rozdělujeme monosacharidy na **triosy** (3C), **tetrosy** (4C), **pentosy** (5C), **hexosy** (6C) a **heptosy** (7C).

Podle optické aktivity rozlišujeme cukry na **L-cukry** a **D-cukry**. V přírodě cukry D-řady značně převažují. L-cukry mají -OH skupinu na posledním stereogenním uhlíku ve **Fisherově projekci** vlevo, D-cukry ji mají orientovanou doprava. L-cukry stáčí paprsky polarizovaného světla doleva, D-cukry doprava.

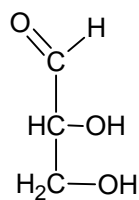
Monosacharidy dále rozdělujeme na **aldosy** a **ketosy**. Aldosy (např. glycerinaldehyd) ve své struktuře obsahují aldehydovou skupinu, ketosy (např. dihydroxyaceton) obsahují ketonovou skupinu.



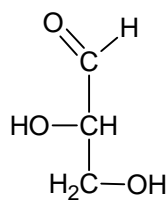
aldehydová skupina



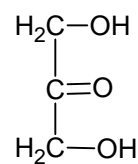
ketonová skupina



D-glycerinaldehyd



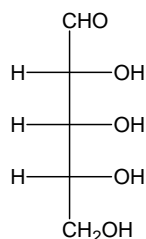
L-glycerinaldehyd



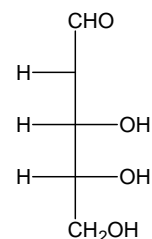
dihydroxyaceton

Nejnámější a nejvýznamnější pentosy jsou **D-ribosa** a **2-deoxy-D-ribosa**, které jsou nedílnou součástí DNA a RNA (viz kap. 2).

### Fisherova projekce:



*D-ribose*



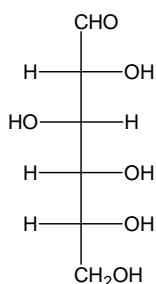
*2-deoxy-D-ribose*

Mezi hexosy patří např. glukosa a fruktosa.

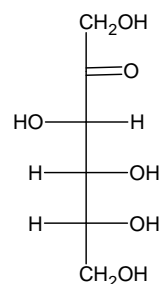
**D-glukosa** (hroznový cukr) je nejrozšířenější monosacharid. Poruchy řízení hladiny koncentrace D-glukosy v krvi se projeví jako nemoc **diabetes mellitus**. Rozklad D-glukosy (tzv. glykolýza – viz kap. 4.2) je jedním z hlavních zdrojů energie.

**D-fruktosa** (ovocný cukr) je druhý nejrozšířenější monosacharid v přírodě. Nachází se např. v ovoci a medu.

### Fisherova projekce:



*D-glukosa*

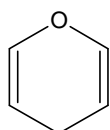


*D-fruktosa*

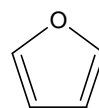
### V jaké formě se běžně sacharidy vyskytují?

Díky přítomnosti velmi reaktivní karbonylové skupiny a zároveň hydroxylové skupiny v molekule monosacharidů může proběhnout intramolekulární adice za vzniku hemiacetalu. Nově vzniklá hydroxylová skupina se nazývá **poloacetalový hydroxyl**. Uhlíkový atom karbonylové skupiny u cyklické formy se stává novým stereogenním centrem. Můžeme tedy rozlišovat dva optické isomery tzv. **anomery**. Směřuje-li poloacetalový hydroxyl na stejnou stranu (nad či pod rovinu kruhu v Haworthových vzorcích) jako skupina  $-\text{CH}_2\text{OH}$  (tj. skupina určující jedná-li se o D- či L- konfiguraci), jedná se o  **$\alpha$ -anomer**. U  **$\beta$ -anomerů** je jejich orientace vzhledem k rovině kruhu opačná. Poté u D-monosacharidů poloacetalový hydroxyl v Haworthových vzorcích u  $\beta$ -anomerů směřuje nahoru, u  $\alpha$ -anomerů směřuje dolů (u L-monosacharidů je tomu naopak).<sup>(33)</sup>

V případě D-glukosy aldehydová skupina na prvním uhlíku může reagovat s hydroxylovou skupinou na pátém uhlíku. Výsledný cyklus se nazývá **pyranosový** (cyklus si lze představit jako derivát pyranu). V případě D-fruktosy ketoskupina na druhém uhlíku může reagovat s hydroxylovou skupinou na pátém uhlíku. Výsledný cyklus se nazývá **furanosový** (cyklus si lze představit jako derivát furanu).



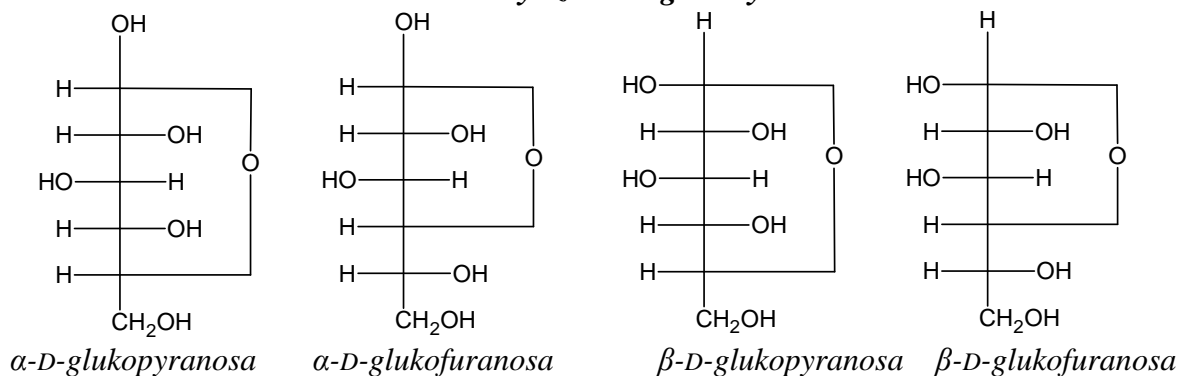
*Pyran*



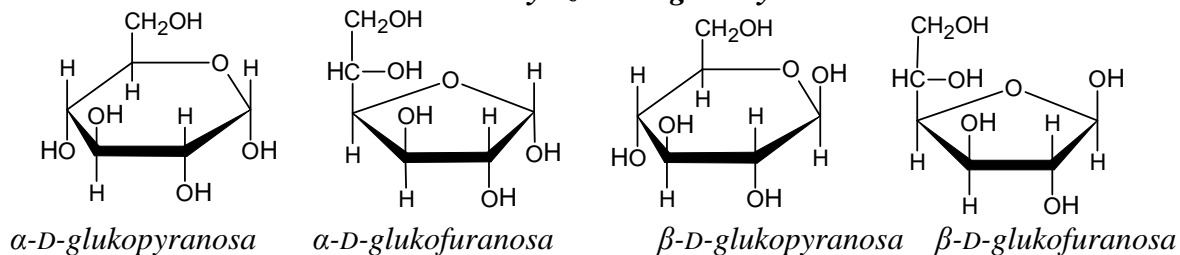
*Furan*



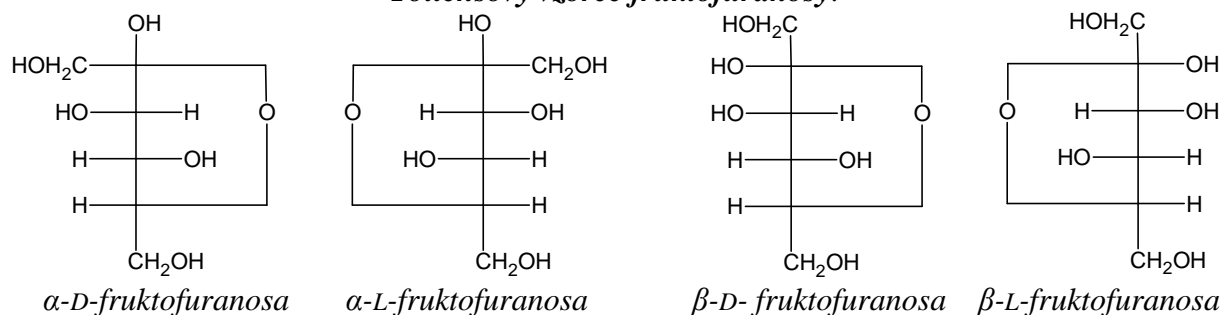
### Tollensovy vzorce D-glukosy:



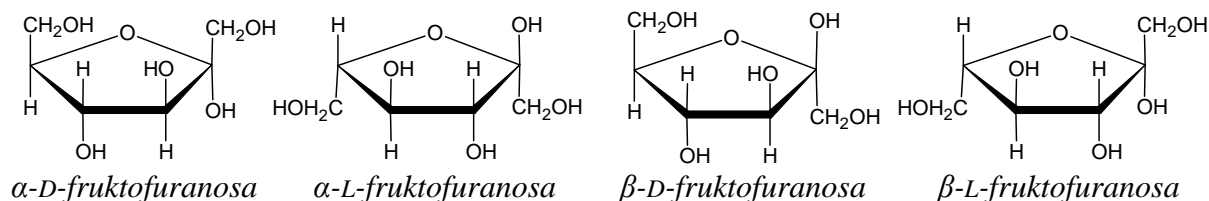
### Haworthovy vzorce D-glukosy:



### Tollensovy vzorce fruktofuranosy:



### Haworthovy vzorce fruktofuranosy:



### Jak vznikají oligosacharidy?

Poloacetalový hydroxyl může reagovat s další hydroxylovou skupinou či aminoskupinou za vzniku **O-** nebo **N-glykosidové vazby**. Monosacharidy se mohou spojovat tak, že poloacetalový hydroxyl reaguje s hydroxylovou skupinou dalšího monosacharidu za současného odštěpení molekuly vody. Takto postupně vznikají nejen všechny oligosacharidy ale i polysacharidy.

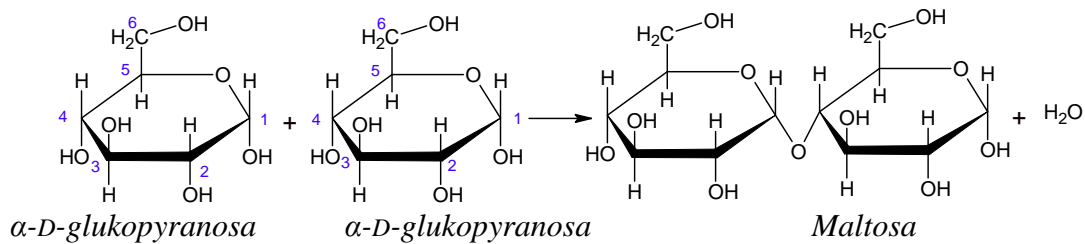
Pokud vzniká glykosidová vazba reakcí poloacetalového hydroxylu s další hydroxylovou skupinou, vzniklá vazba se nazývá O-glykosidová vazba. Pokud vzniká glykosidová vazba reakcí mezi sacharidem a aminoskupinou, nazývá se N-glykosidová vazba.

## Jak podle chemických vlastností rozdělujeme disacharidy?

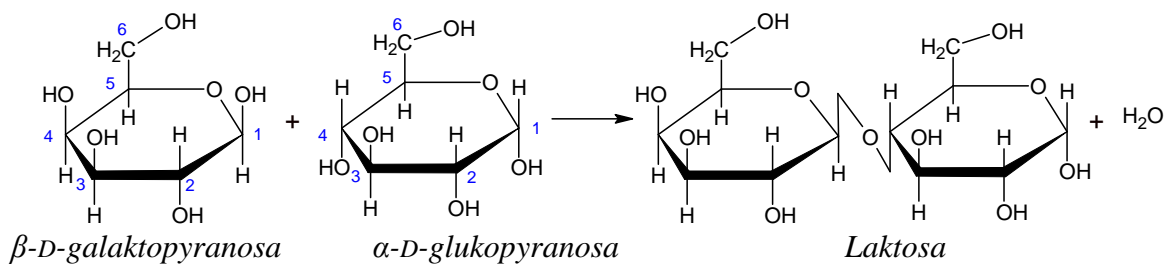
Disacharidy rozdělujeme podle toho, zda mohou být dále oxidovány, na **redukující** a **neredukující**.

Mezi redukující disacharidy patří např. maltosa a laktosa. Oba disacharidy mají ve své struktuře volný poloacetalový hydroxyl. Neredukujícím disacharidem je např. sacharosa, která vznikla spojením dvou poloacetalových hydroxylů.

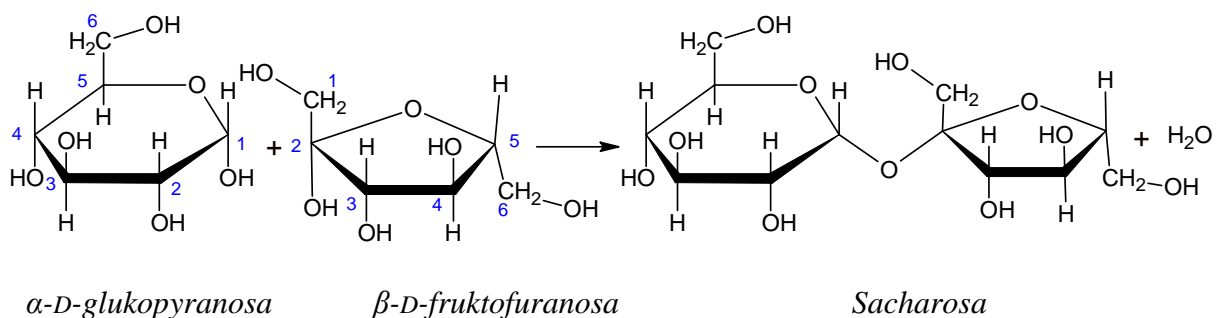
**Maltosa** (sladový cukr) vzniká spojením dvou glukos za vzniku glykosidové vazby mezi prvním uhlíkem jedné glukosy a čtvrtým uhlíkem druhé glukosy.



**Laktosa** (mléčný cukr) vzniká spojením glukosy a galaktosy za vzniku glykosidové vazby mezi prvním uhlíkem galaktosy a čtvrtým uhlíkem glukosy.

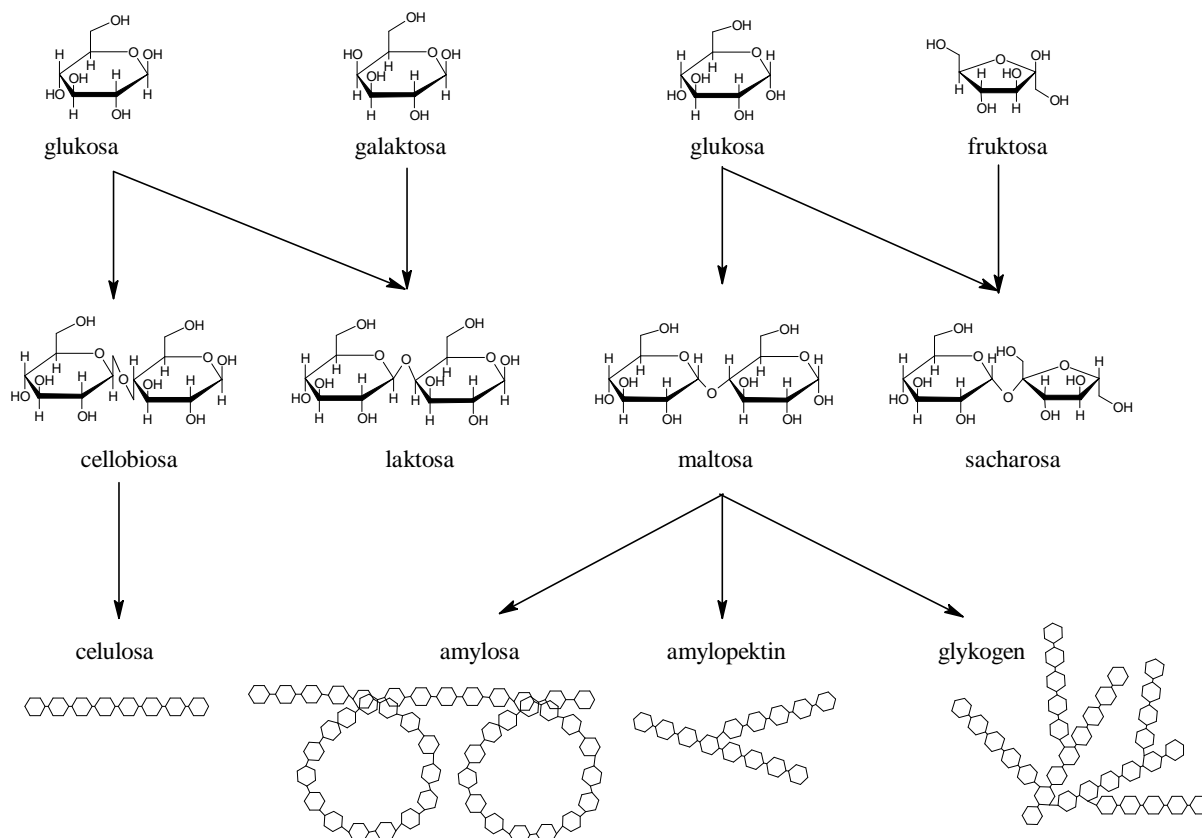


**Sacharosa** (řepný cukr) vzniká spojením glukosy a fruktosy za vzniku glykosidové vazby mezi prvním uhlíkem glukosy a druhým uhlíkem fruktosy.



## Co jsou polysacharidy?

Polysacharidy jsou přírodní látky, které vznikly spojením alespoň deseti monosacharidových jednotek. Polysacharidy jsou nejrozšířenějšími sacharidy v přírodě. Mezi nejvýznamnější polysacharidy patří škrob, glykogen a celulosa.



Obr. 50. Schéma nejvýznamnějších sacharidů

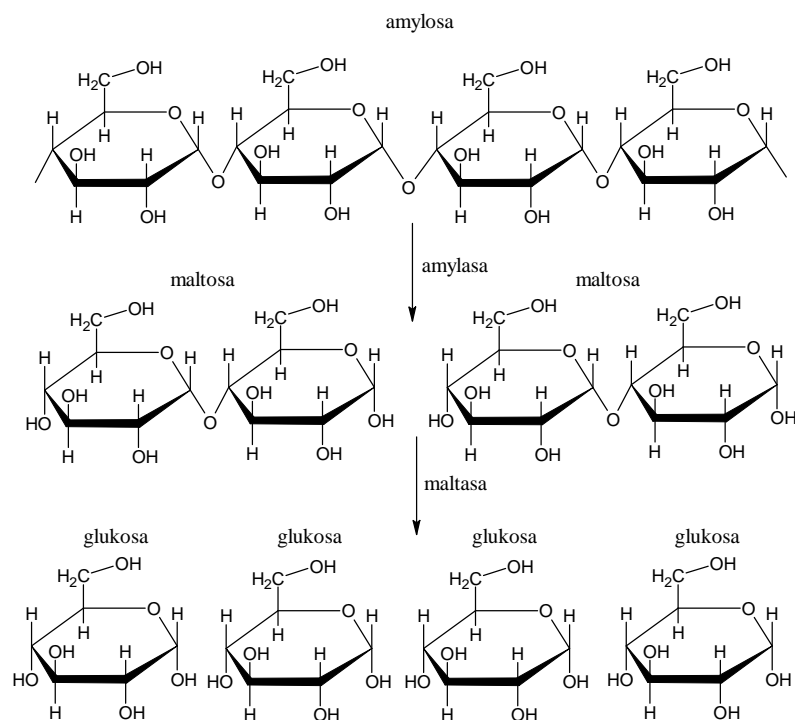
**Škrob** je zásobní polysacharid rostlin složený z  $\alpha$ -D-glukosových jednotek. Vyskytuje se ve dvou formách, v amylose a v amylopektinu. Amylosa má nerozvětvený řetězec a v roztoku jodu má modré zabarvení. Amylopektin má rozvětvený řetězec a v roztoku jodu má červenofialové zabarvení. K větvení řetězce dochází vytvářením glykosidových vazeb mezi prvním uhlíkem jedné glukosy a šestým uhlíkem druhé glukosy.

**Glykogen** je zásobní polysacharid živočichů. Je rezervní látkou uloženou především v játrech a ve svalcích. Má větvenou strukturu. Je opět složený z  $\alpha$ -D-glukosových jednotek.

**Celulosa** je stavební polysacharid rostlin. Podílí se na výstavbě buněčných stěn mikroorganismů. Celulosa je pro nás nestravitelná, ale přesto má v naší potravě velmi významné místo jako složka vlákniny (viz kap. 3.1). Je složená z  $\beta$ -D-glukosových jednotek.

### Které enzymy se podílejí na trávení sacharidů?

Odbourávání oligosacharidů je založeno na **hydrolytickém štěpení glykosidové vazby**. K tomuto štěpení dochází již v ústech, kde se vyskytuje enzym  **$\alpha$ -amylasa**, který štěpí amylosu. Štěpení maltosy na glukosu uskutečňuje enzym **maltasa**. Sacharosu štěpí enzym **sacharasa**. Sacharidy jsou převážně tráveny ve střevě. Glukosa a ostatní monosacharidy jsou vstřebávány do krevního řečiště a dále využívány (např. k syntéze glykogenu).



### 3.5 Lipidy



Obr. 52. Lipidy<sup>(34)</sup>

#### Co jsou lipidy?

Termín **lipid** se používá pro přírodní nepolární sloučeniny, které jsou téměř nebo zcela nerozpustné ve vodě, avšak rozpustné v nepolárních rozpouštědlech.

#### Jaké jsou hlavní funkce lipidů?

Mezi hlavní funkce lipidů patří:

1. součást biologických membrán;
2. hlavní zásobní forma uhlíku a energie;
3. prekuzory dalších důležitých látek;
4. izolační bariéra (např. udržování tepla);
5. ochranný obal organismů.

#### Jak rozdělujeme lipidy? <sup>(28)</sup>

Podle složení se lipidy rozdělují na **jednoduché, složené a odvozené**.

**Jednoduché lipidy** jsou estery alkoholů a vyšších karboxylových kyselin. Jednoduché lipidy rozdělujeme na acylglyceroly a vosky (viz kap. 3.5.1).

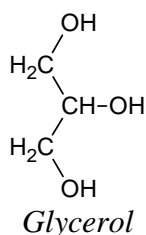
**Složené lipidy** obsahují kromě alkoholů a karboxylových kyselin další složky. Mezi složené lipidy patří glykoacylglyceroly, fosfoacylglyceroly, sfingomyeliny, cerebrosidy a gangliosidy (viz kap. 3.5.2).

**Odvozené lipidy** zahrnují všechny ostatní sloučeniny lipidní povahy, které nemohou být zařazeny do předcházejících skupin. Mezi odvozené lipidy patří prostaglandiny, steroidy, karorenoidy, lipofilní vitaminy (viz kap. 3.5.3)

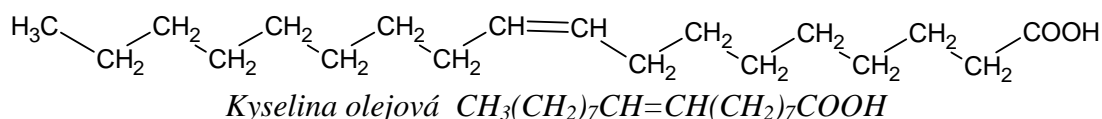
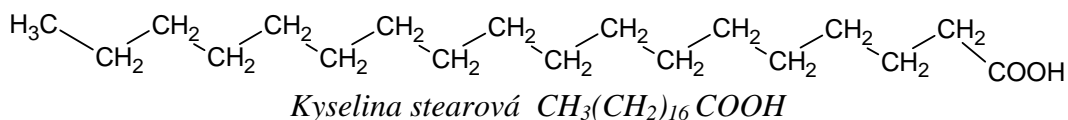
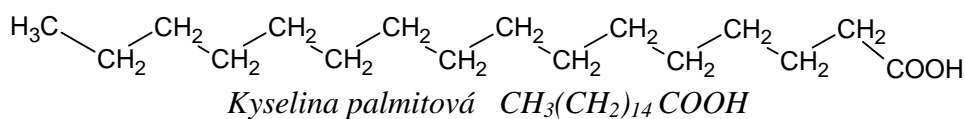
### 3.5.1 Jednoduché lipidy

#### Které látky patří mezi acylglyceroly?

**Acylglyceroly** jsou estery mastných kyselin s glycerolem. Podle počtu esterifikovaných hydroxylových skupin existují mono-, di- a triacylglyceroly.



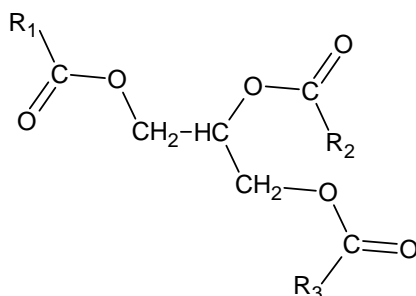
**Mastné kyseliny** jsou mnohuhlíkaté alifatické monokarboxylové kyseliny. Mezi mastné kyseliny patří např. kyselina palmitová, stearová či olejová.



Nejvýznamnější jsou **triacylglyceroly**, které představují největší podíl lipidů v lidské potravě.

V závislosti na fyzikálních vlastnostech (skupenství) je nazýváme **neutrální tuky** (pevné) nebo **neutrální oleje** (kapalné).

Tuky lze hydrolyticky štěpit na mastné kyseliny a glycerol (tzv. **kyselá hydrolýza**). Při **alkalické hydrolýze** vznikají soli mastných kyselin, které známe jako mýdlo.



*Triacylglycerol (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> – zbytky vyšších mastných kyselin)*

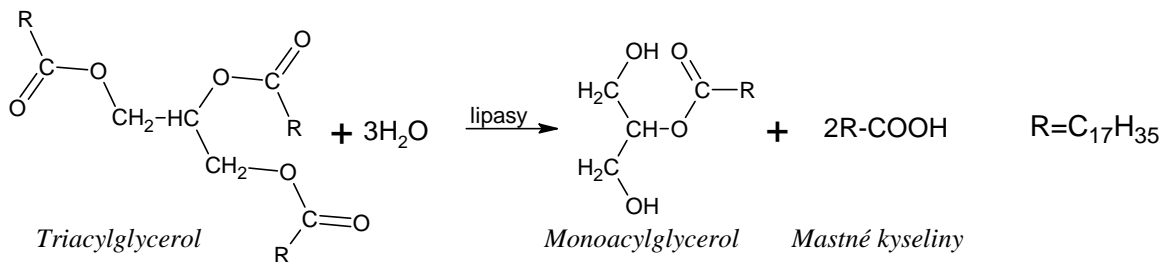
### Jaká je biologická funkce triacylglycerolů?

V živočišných buňkách mají triacylglyceroly tři **základní funkce**:

1. tuková zásoba (zásoba uhlíku a energie);
2. transport a distribuce mastných kyselin;
3. teplotní izolace a ochrana tělesných orgánů.

### Jak a kde probíhá trávení triacylglycerolů?

Triacylglyceroly podléhají podobně jako sacharidy a bílkoviny pouze jednomu typu chemické reakce, a tím je hydrolýza. Hydrolýzou triacylglycerolů vzniká mastná kyselina a monoacylglycerol (resp. diacylglycerol). Tato reakce je v živých organismech katalyzována enzymy **lipasami**. Trávení lipidů navíc usnadňuje žluč tím, že je **emulguje** (viz kap. 3.8). Mastné kyseliny mohou dále vstupovat do krevního řečiště k jednotlivým buňkám.



### Které látky řadíme mezi vosky?

**Vosky (ceridy)** jsou směsí esterů vyšších mastných kyselin (např. kyselina lignocerová C<sub>24</sub> a cerotová C<sub>26</sub>) a vyšších alkoholů (např. cerylalkohol C<sub>22</sub> a cetylalkohol C<sub>11</sub>).

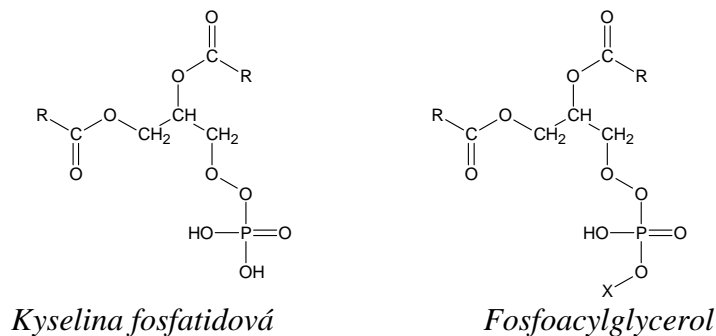
## 3.5.2 Složené lipidy <sup>(28)</sup>

### Které látky řadíme mezi složené lipidy?

Složené lipidy dělíme na glykoacylglyceroly, fosfoacylglyceroly, sfingomyeliny, cerebrosidy a gangliosidy.

Fosfoacylglyceroly a sfingomyeliny jsou někdy díky přítomnosti fosfátu též označovány jako **fosfolipidy**. Sfingomyeliny, cerebrosidy a gangliosidy jsou někdy díky přítomnosti sfingosinu označovány jako **sfingolipidy**. Cerebrosidy a gangliosidy jsou někdy díky přítomnosti cukrů označovány jako **glykolipidy**.

Nejhojnějšími zástupci složených lipidů jsou **fosfolipidy**, které jsou v přírodě nedílnou součástí biologických membrán všech typů (viz kap. 1). Nejjednodušším fosfolipidem je kyselina fosfatidová.

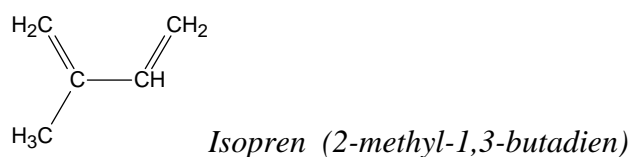


Molekula fosfolipidu má duální charakter, tzn. že jeden konec této molekuly je nepolární, hydrofobní (mastná kyselina) a druhý konec je polární, hydrofilní (glycerol, kyselina fosforečná s příslušnou funkční skupinou). Polární lipidy mají ve vodném prostředí tendenci se samovolně organizovat do tvaru tzv. lipidové dvojvrstvy.

### 3.5.3 Odvozené lipidy

#### Které látky řadíme mezi odvozené lipidy?

Prakticky všechny **odvozené lipidy** patří mezi isoprenoidy. K lipidům je řadíme z důvodu jejich nerozpustnosti ve vodě, což je zapříčiněno jejich hydrofobním charakterem.<sup>(28)</sup> Molekula isoprenoidů se skládá ze dvou či více isoprenových jednotek.



Isoprenoidy dělíme na **terpenoidy** a **steroidy**.<sup>(25)</sup>

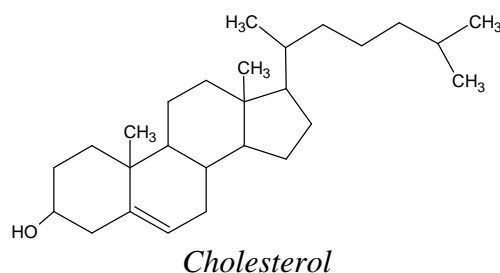
Mezi terpenoidy patří např. **karotenoidy** (rostlinná barviva), **vitamin A** či **přírodní kaučuk**. Mezi steroidy patří např. **žlučové kyseliny**, **steroidní hormony** (pohlavní hormony, kortikoidní hormony) a **steroidní alkoholy** neboli **steroly** (cholesterol, vitamin D).<sup>(25)</sup>

#### Kdy je cholesterol „dobrý“ a kdy „špatný“?

**Cholesterol** patří mezi steroidní alkoholy a je zároveň nedílnou a přirozenou součástí membrán živočišných buněk, tedy i buněk lidského těla. Do organismu se dostává buď z potravy, nebo je v organismu přímo syntetizován. Cholesterol je v těle přenášen pomocí částecek, kterým říkáme lipoproteinové částice. Ty jsou složeny, jak název napovídá, z lipidů a proteinů a rozdělujeme je podle hustoty (neboli podle vzájemného poměru lipidů a proteinů) na chylomikrony, VLDL (*very low density lipoprotein*), IDL (*intermediate density lipoprotein*), LDL (*low density lipoprotein*) a HDL (*high density lipoprotein*).

**LDL** cholesterol (LDL = lipoprotein o nízké hustotě, obsahuje více tuků než bílkovin) je nazýván jako „**špatný cholesterol**“. Je považován za škodlivý, protože jeho vysoká koncentrace zvyšuje riziko vzniku srdečně cévních onemocnění. V této formě je cholesterol transportován cévním řečištěm do okrajových tkání a je tak umožňováno jeho případné negativní působení na cévní stěny (ukládání do stěny cév) a možný vznik aterosklerosy (kornatění tepen).

Naopak **HDL** cholesterol (HDL = lipoprotein o vysoké hustotě, obsahuje více bílkovin a méně tuků) je nazýván jako „**hodný cholesterol**“. Pro náš organismus má příznivý vliv, protože pokud je ho v organismu dostatek, vyrovnává škodlivý efekt ostatních tuků a výše zmíněné riziko tak snižuje. HDL cholesterol je transportován z krevního řečiště do jater a tím působí proti ukládání cholesterolu do stěny cév.



### 3.6 Bílkoviny

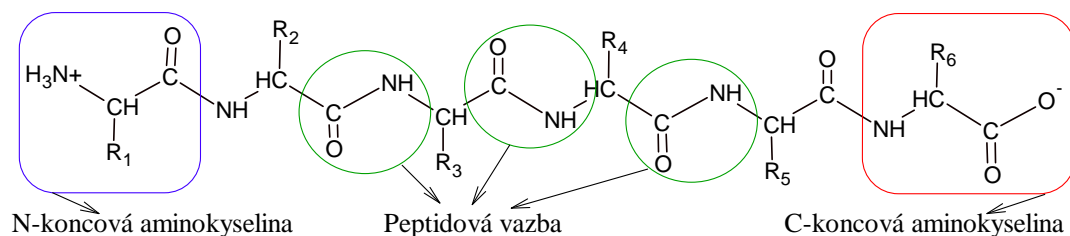


Obr. 53. Bílkoviny 2<sup>(34)</sup>

#### Jaké je rozdělení, složení a funkce bílkovin?

**Bílkoviny** neboli **proteiny** jsou organické sloučeniny, které jsou složeny z mnoha **aminokyselinových zbytků** spojených **peptidovou vazbou** (-CO-NH-). V bílkovinách se pravidelně vyskytuje pouze 20 tzv. kódovaných aminokyselin, pro které existuje genetický kód (viz kap. 2.6).

Peptidový řetězec začíná aminokyselinou, která má volnou aminoskupinu (tzv. **N-koncová aminokyselina**) a končí aminokyselinou, která má volnou karboxylovou skupinu (tzv. **C-koncová aminokyselina**) – viz obr. 54.



Obr. 54. Peptidový řetězec

Podle počtu aminokyselin v peptidovém řetězci rozlišujeme **dipeptidy** (2 aminokyseliny), **tripeptidy** (3 aminokyseliny), **oligopeptidy** (méně než 10 aminokyselin), **polypeptidy** (10 až 100 aminokyselin) a **bílkoviny** neboli **proteiny** (více než 100 aminokyselin).

Podle celkového uspořádání peptidových řetězců rozlišujeme dva hlavní typy proteinů: **globulární** (sféroproteiny) a **fibrilární** (skleroproteiny). U globulárních bílkovin (např. ovalbumin) jsou peptidové řetězce sbaleny do klubíčka u fibrilárních bílkovin (např. kolagen) jsou řetězce „natažené“.

Podle složení bílkoviny rozdělujeme na **jednoduché** a **složené**. Jednoduché bílkoviny obsahují pouze aminokyseliny, kdežto složené bílkoviny obsahují kromě aminokyselin i další nepeptidové složky:

**glykoproteiny** (např. imunoglobulin) – jedná se o látky tvořené proteinem vázaným na sacharid; bílkovinná složka převažuje;

**proteoglykany** (např. peptidoglykan murein) – jsou také tvořeny proteinem a sacharidem, zde však převažuje sacharidová složka;

**lipoproteiny** (např. lipoproteiny krevního séra) – k bílkovině je vázán zbytek lipidu;

**metaloproteiny** (např. hemoglobin) – součástí bílkovin jsou ionty kovů; mezi metaloproteiny patří i tzv. hemoproteiny, jejichž součástí jsou aromatické sloučeniny zvané hem;



**fosfoproteiny** (např. kasein) - trvalou součástí v těchto bílkovinách je fosfátová skupina.

**Funkce** bílkovin v lidském těle je velice rozmanitá. Bílkoviny slouží jako enzymy (např. trypsin), regulují průběh dějů v živých organismech (některé hormony), mají podpůrnou funkci (např. kolagen), zprostředkovávají transport látek (např. hemoglobin), mají ochrannou funkci (např. imunoglobulin) aj. Jako zdroj energie mohou být bílkoviny nahrazeny sacharidy či lipidy, avšak jsou zásadním **zdrojem dusíku** a **esenciálních aminokyselin**.

### Jaká je struktura bílkovin?

To, z jakých aminokyselinových zbytků je bílkovina složena, není postačující k objasnění její funkce a vlastností.

Velmi důležitým kriteriem vedle pořadí aminokyselinových zbytků v peptidovém řetězci (primární struktura) je také prostorové uspořádání celé molekuly bílkoviny (vyšší struktury). Každá bílkovina má unikátní dokonale organizovanou a účinně stabilizovanou prostorovou strukturu.

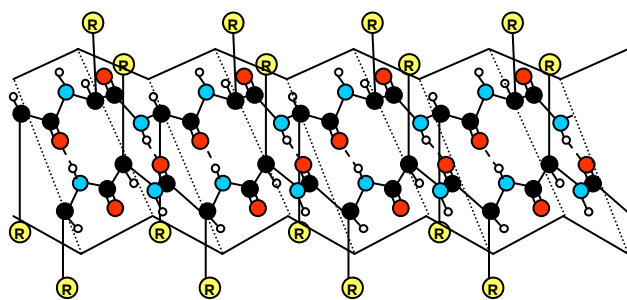
Při popisu trojrozměrného uspořádání proteinů jsou rozlišovány 4 úrovně: primární, sekundární, terciární a kvartérní struktura.

#### **1. Primární struktura**

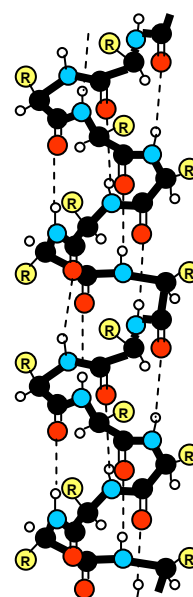
Primární struktura je dána pořadím (sekvencí) aminokyselinových zbytků v peptidovém řetězci.

#### **2. Sekundární struktura**

Jedná se o prostorové uspořádání peptidových vazeb (páteře polymeru). Tato struktura je výsledkem vzniku vodíkových vazeb, především mezi protilehlými skupinami NH a CO. Výsledkem tohoto působení jsou dvě struktury:  **$\alpha$ -helix** (peptidový řetězec je stočen do šroubovice) a  **$\beta$ -struktura** neboli struktura skládaného listu (polypeptidový řetězec je v této struktuře skoro úplně rozvinut a má podobu skládaného listu).

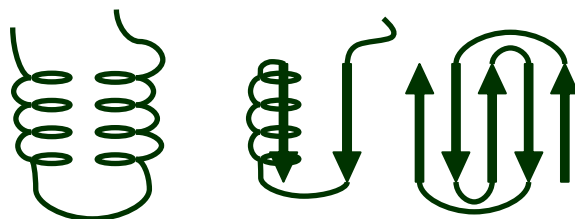


Obr. 55.  $\beta$ -struktura



Obr. 56.  $\alpha$ -helix

Struktura některých shluků jednotlivých úseků sekundární struktury se nazývá **supersekundární struktura**.



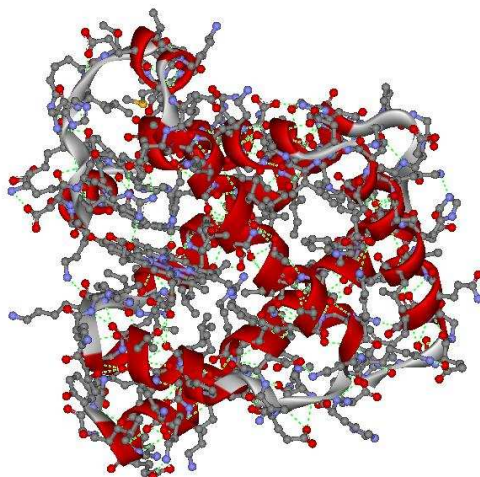
Obr. 57. Supersekundární struktura

### 3. Terciární struktura

Terciární struktura se vztahuje k prostorovému uspořádání aminokyselinových zbytků umístěných v lineární sekvenci daleko od sebe; hranice mezi sekundární a terciární strukturou je v některých případech těžko definovatelná.<sup>(28)</sup>

### 4. Kvartérní struktura

Funkce mnoha bílkovin vychází až ze struktury zkombinované z několika terciárních struktur. Proteiny jsou v tomto případě tvořeny z více než jednoho peptidového řetězce z tzv. **podjednotek**. Kvartérní struktura udává vzájemnou polohu těchto podjednotek vůči sobě.



Obr. 58. Počítačový model podjednotky hemoglobinu

### K čemu dochází během denaturace bílkovin?

Působením řady fyzikálních a chemických vlivů se původní **prostorové uspořádání bílkovin porušuje**. Bílkoviny přecházejí na méně uspořádanou formu. Proteiny během denaturace ztrácejí svou biologickou funkci a mění se řada jejich vlastností, např. denaturace proteinů obvykle zvyšuje jejich stravitelnost. Je to způsobeno tím, že denaturované bílkoviny jsou snadněji přístupné hydrolytickým enzymům.

### Jaké enzymy se podílejí na trávení bílkovin?

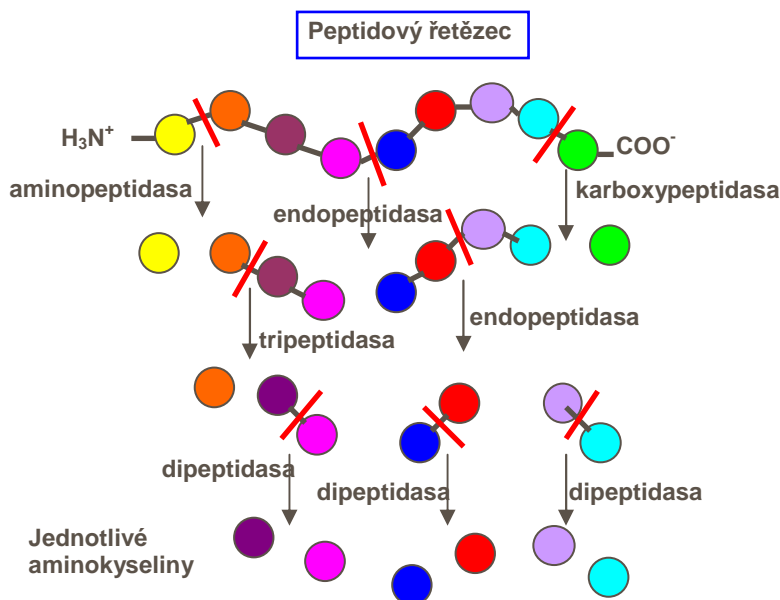
Trávení bílkovin probíhá spontánně v alkalickém i kyselém prostředí. Největší část trávení bílkovin proběhne v žaludku a v tenkém střevě.

Trávení bílkovin je založeno na **hydrolytickém štěpení peptidové vazby**. V lidském těle tento krok katalyzují enzymy zvané **proteasy**. Proteasy můžeme dále rozdělit na **exopeptidasy** a **endopeptidasy**.

Exopeptidasy štěpí peptidový řetězec od N-konce (**aminopeptidasy**) nebo od C-konce (**karboxypeptidasy**). Endopeptidasy neboli proteinasy štěpí uprostřed peptidového řetězce (např. trypsin, chymotrypsin a pepsin).

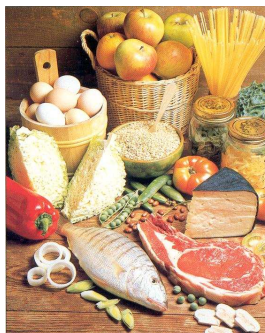
Dipeptidy a tripeptidy jsou štěpeny enzymy zvanými **dipeptidasy** a **tripeptidasy**.

V konečném výsledku se do krevního řečiště uvolňují jednotlivé aminokyseliny a kratší peptidové řetězce, které jsou již schopny do tohoto řečiště proniknout. Aminokyseliny mohou být dále používány k biosyntéze dalších produktů.



Obr. 59. Schéma trávení bílkovin

### 3.7 Vitaminy a minerální látky



Obr. 60. Vitaminy a minerální látky<sup>(34)</sup>

#### Které látky řadíme mezi vitaminy a minerální látky?

Vitaminy a minerální látky se někdy označují jako **mikroživiny**.

**Vitaminy** představují různorodou skupinu organických sloučenin, které jsou pro lidský organismus nezbytné. Tyto látky si není schopen lidský organismus sám připravit, musí je získat ze stravy, a to buď přirozeně, anebo formou potravních doplňků. Podobně důležité jsou i minerální látky. K **minerálním látkám** patří nejrůznější prvky, jako vápník, sodík, železo, jod či fosfor. Tab. 3-5 shrnují přehled vitaminů a minerálních látek, zároveň tab. uvádí hlavní zdroje a nejdůležitější funkce těchto látek.

Tab. 3. Vitaminy rozpustné v tucích <sup>(8)</sup>

<b>Vitaminy rozpustné v tucích</b>		
<b>Vitamin</b>	<b>Zdroj</b>	<b>Funkce</b>
<b>Retinol, vit. A</b>	Zelenina, žloutek, játra, rybí olej, mléko	Růst a tvorba zubů, zrak, ochrana proti infekcím
<b>Kalciferol, vit. D</b>	Rybí tuk, žloutek, syntéza působením slunečního záření	Řídí využití fosfátů a vápníku při tvorbě kostí
<b><math>\alpha</math>-tokoferol, vit. E</b>	Listová zelenina, rostlinné oleje, celozrnné obilniny	Tvorba červených krvinek, brání rozkladu mastných kyselin v buňkách
<b>Fylochinon, vit. K</b>	Listová zelenina, tvořen bakteriemi ve střevech	Podílí se na tvorbě látek umožňujících srážení krve

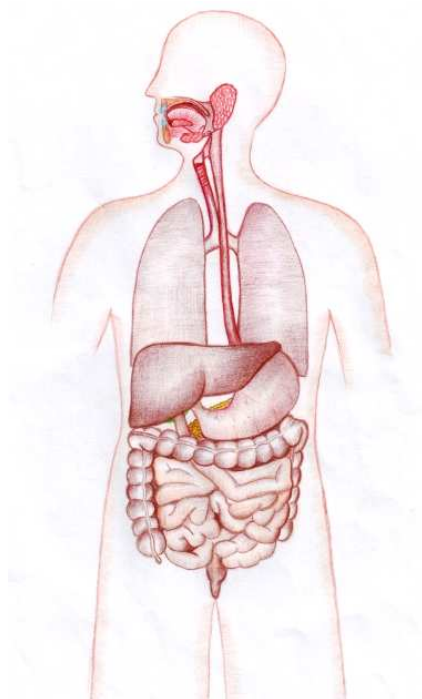
Tab. 4. Vitaminy rozpustné ve vodě <sup>(8)</sup>

<b>Vitaminy rozpustné ve vodě</b>		
<b>Vitamin</b>	<b>Zdroj</b>	<b>Funkce</b>
<b>Thiamin, vit. B<sub>1</sub></b>	Celá zrna, játra, hrách, lusky, kvasnice, ořechy	Funkce enzymů podporujících štěpení cukrů, pomáhá při činnosti nervů a svalů
<b>Riboflavin, vit. B<sub>2</sub></b>	Mléko, vejce, sýry, listová zelenina	Tvorba enzymů kontrolujících tvorbu a rozklad cukrů a bílkovin
<b>Niacin, vit. B<sub>3</sub></b>	Libová masa, pšeničné klíčky, obilniny, ryby, kvasnice	Pomáhá při tvorbě enzymů zajišťujících tkáňové dýchání
<b>Kyselina pantothenová, vit. B<sub>5</sub></b>	Maso, celozrnné obilniny, zelenina, ořechy, kvasnice	Pomáhá při tvorbě enzymů štěpících cukry a tuky, tvorba pohlavních hormonů
<b>Pyridoxal, vit. B<sub>6</sub></b>	Celozrnné obilniny, játra, žloutek,	Pomáhá při tvorbě enzymů rozkládajících mastné kyseliny a aminokyseliny
<b>Biotin, vit. B<sub>7</sub> (vit. H)</b>	Játra, vejce, mléko, kvasnice	Pomáhá při tvorbě enzymů štěpících tuky a cukry
<b>Kyselina listová, vit. B<sub>9</sub></b>	Listová zelenina, játra, ovoce, kvasnice	Pomáhá při tvorbě enzymů podílejících se na tvorbě nukleových kyselin
<b>Kobalamin, vit. B<sub>12</sub></b>	Játra, ledviny, ryby, vejce, mléko, maso, ústřice	Pomáhá při tvorbě enzymů tvořících bílkoviny, podpora tvorby červených krvinek
<b>Kyselina askorbová, vit. C</b>	Citrusové plody, rajčata, brambory	Podporuje tvorbu kolagenu, je nezbytný pro činnost mnoha enzymů

Tab. 5. Minerální látky <sup>(8)</sup>

<b>Minerální látky</b>		
<b>Prvek</b>	<b>Zdroj</b>	<b>Funkce</b>
<b>Vápník, Ca</b>	Mléčná jídla, zelenina, ryby	Tvorba kostí a zubů, podílí se na nervové činnosti
<b>Chlor, Cl</b>	Kuchyňská sůl, ryby, mléko, maso, vejce	Udržuje rovnováhu iontů v těle, tvoří v žaludku kyselinu chlorovodíkovou
<b>Měď, Cu</b>	Játra, maso, ryby, obilniny, houby	Podílí se na tvorbě kostí a produkci hemoglobinu
<b>fluor, F</b>	Ryby, mořská sůl, pitná voda	Posiluje zuby a kosti
<b>Jod, I</b>	Ryby, korýši, mořská sůl	Nezbytný pro thyroxin (hormon štítné žlázy)
<b>Železo, Fe</b>	Červené maso, játra, listová zelenina, zrní, ořechy	Nezbytná část hemoglobinu
<b>Hořčík, Mg</b>	Maso, listová zelenina, celozrnné obilniny	Pomáhá při tvorbě kostí, podílí se na nervové činnosti
<b>Mangan, Mn</b>	Zelenina, ořechy, zrní	Aktivuje mnohé enzymy
<b>Fosfor, P</b>	Maso, mléko, ryby, obilniny	Pomáhá při tvorbě kostí, součást DNA a ATP
<b>Draslík, K</b>	Maso, mléko, obilniny, ovoce a zelenina	Udržuje rovnováhu iontů, podílí se na nervové činnosti
<b>Sodík, Na</b>	Většina potravin s výjimkou ovoce	Udržuje rovnováhu iontů, podílí se na nervové činnosti
<b>Síra, S</b>	Maso, mléko, vejce, ořechy	Nezbytná část některých bílkovin
<b>Zinek, Zn</b>	Maso, vejce, ryby, obilniny	Nezbytná část některých enzymů

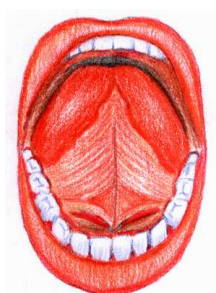
### 3.8 Trávicí soustava



Obr. 61. Trávicí soustava

#### Co se děje s potravou v ústech?

Ústní dutina (*cavum oris*) je vstupem do trávicího systému, zde také začíná trávení přijaté potravy. Aby potrava mohla být strávena, musí být rozžvýkána. Během žvýkání je potrava rozdracena a rozmělněna pomocí zubů na drobné kousky. Ve stejném čase je zvlhčena slinami a společně s jazykem zformována do sousta, které je nakonec polknuto.



Obr. 62. Ústní dutina

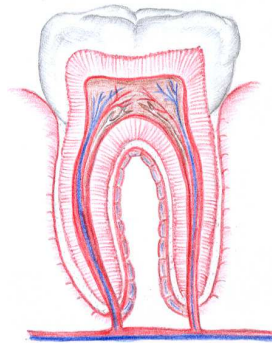
#### Jakou úlohu plní při trávení sliny?

Potrava se v ústech mísí se **slinami**, vodnatou substancí bohatou na amylasu. Sliny obsahují hlenovitý mucin, který usnadňuje žvýkání a polykání.

#### Jak vznikají zubní kazy?

Každý ze **zubů** (*dentes*) je pevně usazen ve zvláštním výběžku čelisti, pokrytém dásní. Zub je vyplněn **dřevím**, ta je obklopena **zubovinou**. Na korunce je zub pokryt **sklovinou**. I když je tvrdost skloviny srovnatelná s tvrdostí křemene, může dojít k jejímu poškození. Je to způsobeno tím, že sklovina není kyselinovzdorná. Pokud nejsou zuby čištěny, mohou zbytky

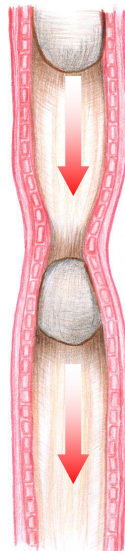
potravy (především cukry) a bakterie vytvářejí povlaky nazývané **plaky**. Bakterie v kontaktu s cukry uvolňují nebezpečné organické kyseliny, jež reagují s vápenatými ionty nacházejícími se ve sklovině. Vzniká poškození zubu tzv. **zubní kaz**.



Obr. 63. Průřez zubem

### Co se děje se soustem v hltanu a jícnu?

Z ústní dutiny se polykáním dostává sousto do **hltanu** (*pharynx*). Hltan má tvar nálevkovité trubice, která je tvořena svalstvem a vazivovou tkání a představuje společný oddíl trávicí a dýchací soustavy. Vzduch je odtud směřován do hrtanu, strava pokračuje dále do další svalové trubice neboli **jícnu** (*esophagus*). Sousto je posunováno tzv. **peristaltickými pohyby** hladkého svalstva jícnu (viz obr. 64) až do žaludku. Peristaltika je pohyb dutým orgánem, způsobený vlnami svalových kontrakcí. Peristaltické pohyby vyvolávají jednotlivé vrstvy svalů a nervů uvnitř stěn trávicí trubice. Sousto vyvolává svalové stahy, které posunou sousto dopředu do dalšího oddílu s uvolněným svalstvem. Zde se celý proces opakuje. Někdy se stane, že se spustí peristaltika zpětná neboli **zvracení**. Účelem zvracení je zbavit náš organismus zkaženého jídla či jedovatých látek.



Obr. 64. Peristaltické pohyby

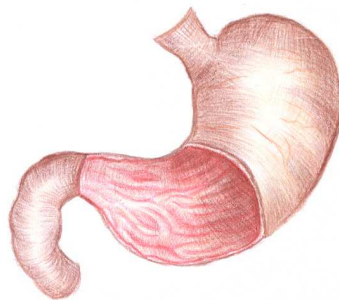
### K jakým procesům dochází v žaludku?

**Žaludek** (*ventriculus*) je jedním z nejelastičtějších orgánů v těle. Hlavní úkol žaludku je přechodně zadržet potravu, zkapalnit ji a částečně pomocí enzymů natrávit. Silné svaly v jeho stěnách se opět peristaltickými pohyby stahují, čímž dochází k rozmačkání a rozdrčení jeho obsahu uvnitř na lepkavou a blátivou hmotu, které se říká **trávenina** (*chymus*).

Nástěnné buňky žláz ve výstelce jeho stěn vyrábějí velice silnou **kyselinu chlorovodíkovou**, která usmrcuje většinu virů a bakterií ve zkažené nebo ne zcela čerstvé potravě. Tato kyselina spolu s enzymem **pepsinem** štěpícím bílkoviny se pouští do štěpení a rozkladu řady chemických složek potravy.

### Proč žaludek sám sebe nestráví? Jak vznikají žaludeční vředy?

Sám žaludek musí být chráněn před takovouto vlastní trávicí aktivitou. Proto jsou na povrchu žaludeční sliznice speciální buňky produkující **hlen**. Tento hlen má schopnost na sebe vázat kyselinu chlorovodíkovou. Pokud by přeci jenom došlo k narušení stěny žaludku, začaly by vznikat **žaludeční vředy**.



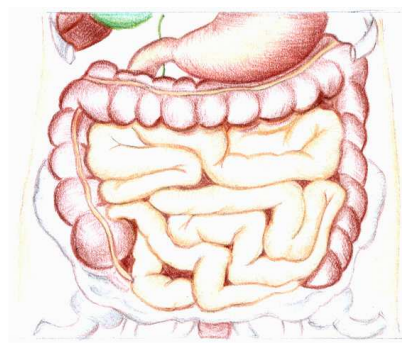
Obr. 65. Průřez žaludkem

### Z jakých částí se skládá tenké střevo?

**Tenké střevo** (*intestinum tenue*) se skládá ze tří částí: **dvanáctníku** (*duodenum*), **lačníku** (*jejunum*) a **kyčelníku** (*ileum*). Dvanáctník je dlouhý asi 25 cm. Do něj se z žaludku po otevření tzv. vrátníkového neboli pylorického svěrače dostává chymus obsahující částečně strávenou potravu ze žaludku, trávicí šťávy ze slinivky břišní a žluč ze žlučníku. Lačník je dlouhý asi 2,5 metru a stočený za oblastí pupíku. Kyčelník je dlouhý přibližně 3,5 metru a stáčí se dolů do spodní části břicha.

### K jakým dějům dochází v tenkém střevě?

V tenkém střevě dochází k transportu již částečně strávené potravy a zároveň zde probíhá podstatná část trávení a také důležitá absorpce živin. Téměř zkapalněná potrava se při průchodu dvanáctníkem mísí s řadou enzymů, které se sem dostávají ze **slinivky břišní** neboli **pankreatu** (viz dále). Mezi tyto enzymy patří např. trypsin a chymotrypsin (k odbourávání polypeptidů na aminokyseliny), amylasy a maltasy (k odbourání sacharidů na monosacharidy) a lipasy (k rozložení lipidů na monoacylglycerol a mastné kyseliny). Pankreatické šťávy navíc neutralizují žaludeční kyselinu, a tak umožňují ostatním enzymům pracovat.



Obr. 66. Tenké střevo



### **Jak se dosáhne co nejefektivnějšího vstřebávání živin?**

Ve střevech dochází ke **vstřebávání (absorpci)** živin. Aby toto vstřebávání bylo co nejefektivnější, je potřeba co největší povrchové plochy. Čím je povrchová plocha větší, tím dochází k rozsáhlejšímu vstřebávání živin. Proto se délka tenkého střeva u dospělého člověka pohybuje kolem 6,5 metru, délka tlustého střeva kolem 1,5 metru. Dále na povrchu vnitřní stěny střeva najdeme rýhy a záhyby. Tyto rýhy mají tisíce 1 mm dlouhých výstupků, které se nazývají **klky (villi)**. Na povrchu těchto klků jsou další výstupky zvané **mikroklky**.

### **K čemu slouží játra?**

**Játra (hepar)** jsou největší žlázou těla a největším orgánem vůbec. Jsou tvořena dvěma laloky, pravým a levým. Játra mají nezastupitelnou roli při ukládání tuků, sacharidů, bílkovin a vitamínů, neméně významná je i jejich schopnost vylučovat žluč. Hlavním úkolem jater je přeměna a skladování živin, které se dostaly do krevního oběhu po předchozím zpracování v trávicím ústrojí. Játra obsahují buňky, které se nazývají **hepatocyty**. V těchto jaterních buňkách probíhá řada metabolických dějů (viz kap. 4) např. rozklad složitých látek (**katabolismus**) nebo naopak syntéza jiných složitých látek (**anabolismus**). Játra současně detoxikují škodlivé látky, které byly vstřebány společně s potravou.

Játra mají tři hlavní funkce:

#### **1. Metabolismus sacharidů**

Glukosa vstřebávaná ze střev se působením hormonu **insulinu** mění na zásobní polysacharid glykogen, který se ukládá v játrech či v jiných tkáních. Přebytečná glukosa se ukládá v podobě tuků. Jakmile klesne hladina glukosy v krvi, začne působit jiný hormon (**glukagon**), který glykogen rozloží zpět na volnou glukosu (viz též kap. 4.2).

#### **2. Metabolismus lipidů**

Do jater přichází všechny produkty trávení tuků. Tuky jsou jaterními buňkami buď úplně odbourány, anebo jsou přestavěny v lidský tuk, jenž se ukládá do tukových tkání (viz též kap. 4.3).

#### **3. Metabolismus bílkovin**

Nepotřebné proteiny se zde rozkládají na jednotlivé aminokyseliny, jenž jsou dále rozkládány na oxid uhličitý, vodu a amoniak. Amoniak, který je pro lidský organismus jedovatý, je dále přeměňován na močovinu v močovinovém cyklu (viz též kap. 4.4). Močovina přechází do ledvin, z nichž je v podobě moči vyloučena.

### **Proč alkohol škodí játrům?**

Úkolem jater je detoxikace a zneškodnění velké řady škodlivých látek, které se dostanou do těla. V játrech se alkohol odbourává a jeho neustálý přísun je zatěžuje, část buněk odumírá a je nahrazována vazivem. Vzniká cirrhosa jater, která je nejčastější příčinou smrti u alkoholiků.

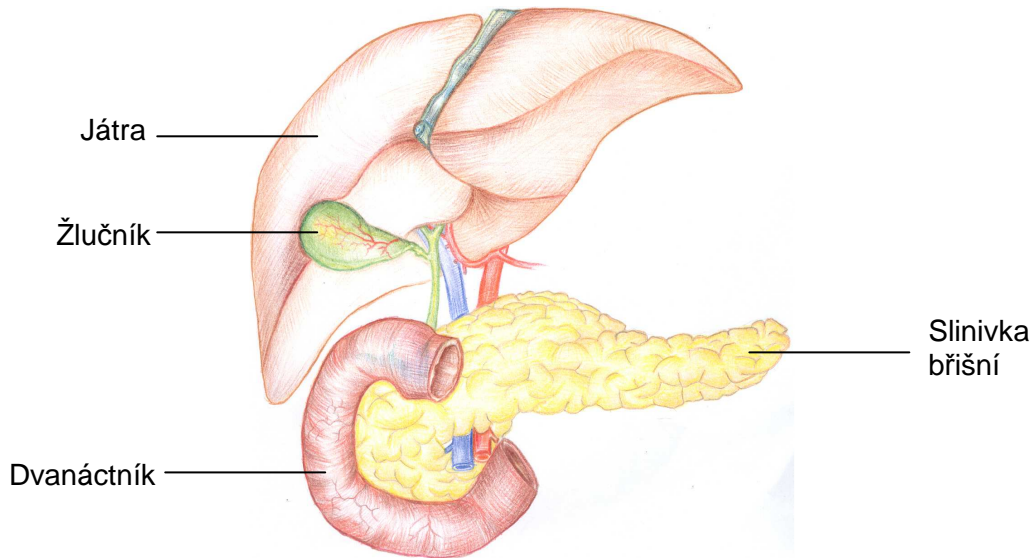
### **K čemu je potřebná žluč?**

**Žluč** je žlutozelená tekutina složená ze směsi vody, žlučových barviv (bilirubinu), žlučových kyselin, cholesterolu, fosfolipidů a jiných látek.

Žluč se tvoří v játrech, z nichž jaterním vývodem (žlučovodem) odtéká do **žlučníku**, kde se skladuje. Po jídle se žlučník vyprazdňuje a žluč vytéká do dvanáctníku, kde emulguje tuky, čímž dochází k rozptýlení na jemné kapénky (emulzi), které jsou snadněji přístupné hydrolytickým enzymům (lipasam).

### K čemu slouží slinivka břišní?

**Slinivka břišní** (*pankreas*) je orgán, který produkuje **trávicí šťávu** obsahující řadu trávicích enzymů jako jsou amylasy, maltasy, trypsin, chymotrypsin a lipasy. Langerhansovy ostrůvky pankreatu produkují **insulin** a **glukagon**, což jsou důležité hormony řídící hladinu cukru v krvi. Tyto hormony jsou vylučovány přímo do krve, kde kontrolují metabolismus glukosy. Pankreatické šťávy také neutralizují kyselou kašovitou tráveninu přicházející ze žaludku.



Obr. 67. Játra a slinivka břišní

### Ze kterých částí se skládá tlusté střevo a jaká je jeho funkce?

Tlusté střevo (*intestinum crassum*) se skládá ze **slepého střeva** (*caecum*), **tračníku** (*colon*), **konečníku** (*rectum*) a **řitního otvoru** (*anus*). Ze slepého střeva vystupuje slepě končící přívěsek **apendix**, jehož funkce zatím není objasněna. Tračník je široká trubice, která se skládá ze vzestupného tračníku, příčného tračníku, sestupného tračníku a esovitého tračníku (kličky), která se stáčí směrem k řitnímu otvoru.

V tlustém střevě již neprobíhá trávení, ale probíhá zde **vstřebávání vody** (z přicházejících nestrávených zbytků vstřebá tračník 90% vody). Kromě vstřebávání vody dochází i k **vstřebávání minerálních látek a vitaminů**.

Mezi nestrávené zbytky patří např. vláknina, která spolu se zbylými trávicími šťávami, žlučí, odloupanými buňkami střešní výstelky a odumřelými bakteriemi tvoří stolici. Téměř 1/3 suché váhy výkalů představují bakterie.



Obr. 68. Tlusté střevo

## 5 Seznam použité literatury

1. Alberts, B. a kol.: *Základy buněčné biologie*. Ústí nad Labem: Espero Publishing, 1997.
2. Alters, S.: *Biology – Understanding Life*. Mosby-Year Book, Inc.: St. Luis, 1996.
3. Armstrong, F. B.: *Biochemistry* (Third edition). United States of America: Oxford University Press, 1989.
4. Baldwin, E.: *Co je biochemie*. Praha: Orbis, 1968.
5. Banýr, J., Beneš, P., Hally, J., Halada, K., Novotný, P., Pospíšil, J.: *Chemie pro střední školy*. Praha: SPN, 1999.
6. Benešová, M., Satrapová, H.: *Odmaturuj z chemie*. Brno: Didaktis, 2002.
7. Bloomfield, M. M.: *Chemistry and the Living Organism*. Canada: John Wiley & Sons, Inc., 1992.
8. Burnie, D.: *Stručná encyklopedie lidského těla* (the Consise Encyklopedia of the Human Body). Talentum, 1996.
9. Cibis, N., Dobler, H. J., Lauer, V., Meyer, R., Schmale, E., Strecker, H.: *Člověk*. Praha: Scientia, 1996.
10. Dostál, P., Řeháček, Z., Ducháč, V.: *Kapitoly z obecné biologie*. Praha: SPN, 1994.
11. Engel-Arieli, S. L.: *Jak pracuje lidské tělo*. Brno: UNIS, 1995.
12. Graaff Van De, K. M., Fax, S. I.: *Concepts of human anatomy & physiology (fifth edition)*. The McGraw-Hill Companies, 1999.
13. Hančová, H., Vlková, M.: *Biologie I v kostce*. Havlíčkův Brod: Fragment, 1999.
14. Holum, J. R.: *Elements of General and Biological Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc., 1975.
15. Karlson, P.: *Základy biochemie*. Praha: Academia, 1981.
16. Karlson, P., Gerok, W., Gross, W.: *Pathobiochemie*. Praha: Academia, 1987.
17. Kolář, K., Kodíček, M., Pospíšil, J.: *Chemie II (organická a biochemie) pro gymnázia*. Praha: SPN, 2000.
18. Kotlík, B., Růžičková, K.: *Chemie II. V kostce*. Havlíčkův Brod: Fragment, 1997.
19. Kubišta, V.: *Buněčné základy životních dějů*. Praha: Scientia, 1998.
20. Leblková, S., Sofrová, D.: *Biochemie fotosynthesy*. Praha: skriptum PřF UK, 1982
21. Löwe, B.: *Biochemie*. Bamberg: C.C. Buchners Verlag, 1989.
22. Mareček, A., Honza, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia 3*. Olomouc: 2000.
23. McKee, T., McKee, J. R.: *Biochemistry: An Introduction (Second Edition)*. United States of America: The McGraw-Hill Companies, 1999.
24. Nečas, O. a kol.: *Obecná biologie pro lékařské fakulty*. Jinočany: Nakladatelství H&H, 2000
25. Pacák, J.: *Jak porozumět organické chemii*. Praha: Karolinum, 1997.
26. Pavlová, L.: *Fyziologie rostlin*. Praha: skriptum PřF UK, 2005.
27. Pokorný, P., Hlásná, D.: *Chemie 3 – Biochemie pro 2. ročník středních průmyslových škol chemických, potravinářských a střední školy pro pracující*. Praha: SNTL, 1983.
28. Sofrová, D., Tichá, M. a kol.: *Biochemie – základní kurz*. Praha: skripta UK, 1993.
29. Stockleyová, C., Oxlade, CH., Wertheimová, J.: *Velká ilustrovaná encyklopedie*. Havlíčkův Brod: Fragment, 1997.
30. Vacík, J., Barthová, J., Pacák, J.: *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN, 1999.
31. Vodrážka, Z.: *Biochemie pro studenty středních škol a všechny, které láká tajemství živé přírody*. Scientia, 1998.
32. Voet, D., Voet, J. G.: *Biochemie*. Praha: Victoria Publishing, 1995.

33. Voet, D., Voet, J. G., Pratt, Ch. W.: *Fundamentals of biochemistry* (2. vydání). John Wiley & Sons, Inc., 2006.
34. *Domácí lékař od A do Z (Rádce pro zdraví)*. Překlad: Ulrich, A. Praha: IMP s.r.o.
35. *Lidské tělo (The Human Body)*. Překlad: Hořejší, J. – Prah, R. Bratislava: GEMINI, 1992.

Ilustrace Markéta Roštejnská: obr. 1-4, 6, 7, 9, 61-68