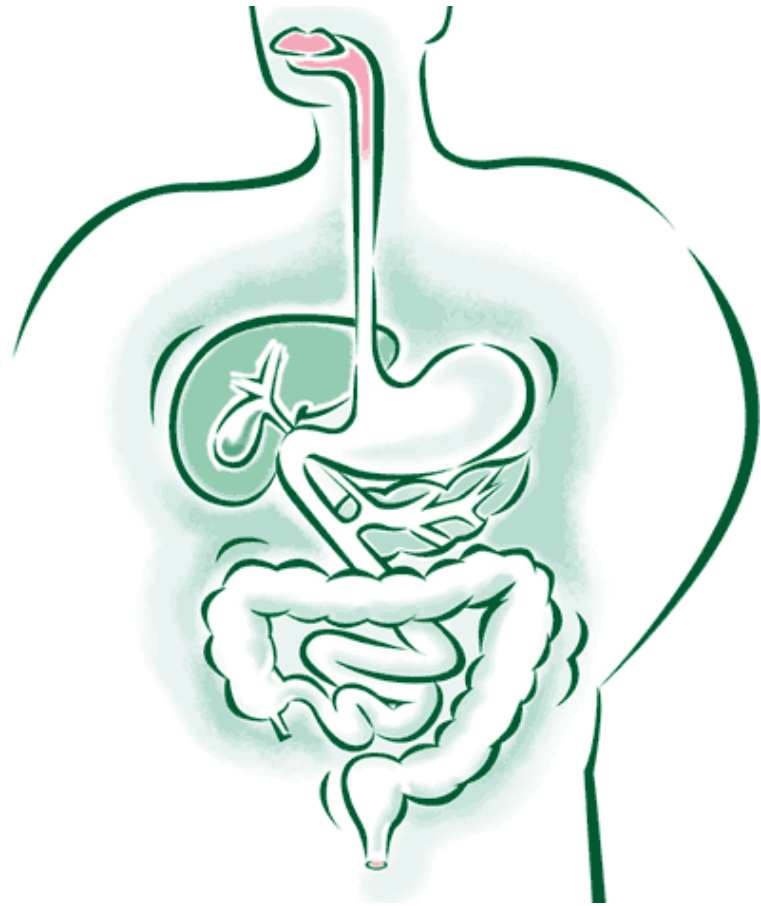


Trávení

Jan Kučera



Teorie:

Trávení: proces rozkladu molekul na menší molekuly za pomoci enzymů trávicího traktu

Trávicí trakt člověka (trubice + žlázy)

Dutina ústní

Hltan

Jícen

Žaludek

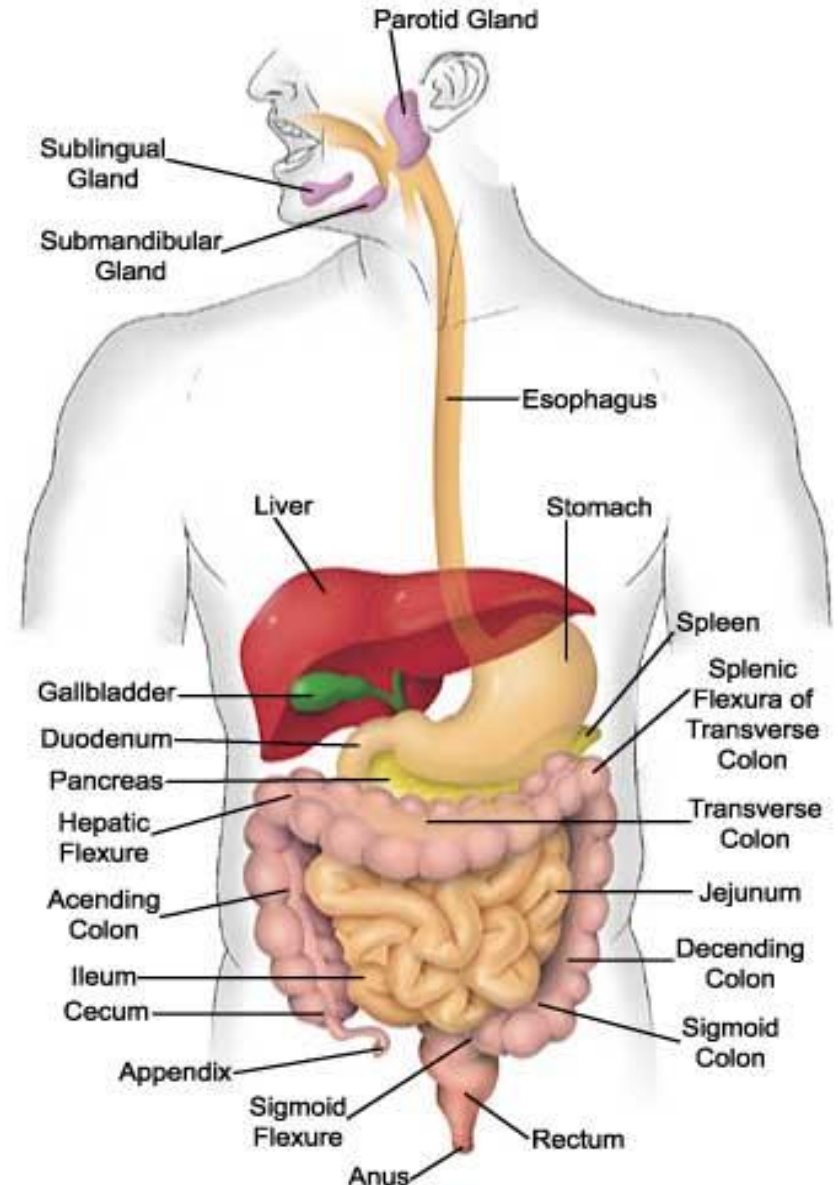
Tenké střevo

Tlusté střevo

Konečník

Řitní otvor

Rozdílné funkce oddílů
rozdílné **enzymy**
mechanické zpracování potravy
resorpce



Enzymy

specifické **katalyzátory** chemických pochodů v živých organismech

• Jednoduché protein

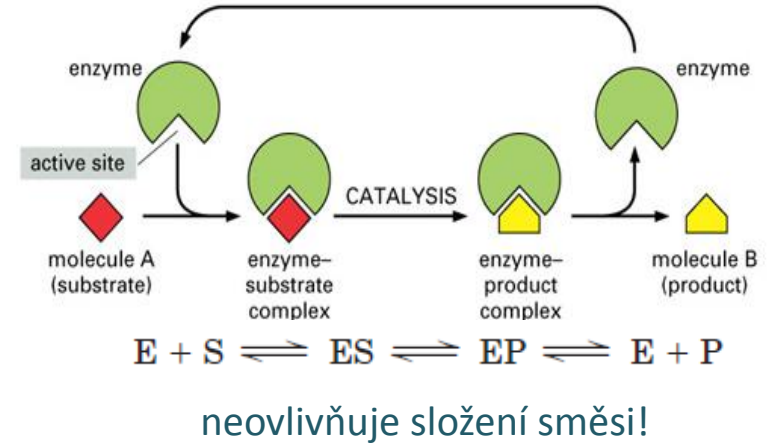
• Složené

protein ± neproteinová složka

kofaktor (Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , $\text{Se}\dots$)

koenzym (NAD, koenzym Q_{10} , koenzym A)

prostetická skupina (pevně navázaná)



rychlost reakce závisí na —

- koncentraci molekul v reakci
 - fyzikálně chemických vlastnostech prostředí (**teplota, pH...**)
 - přítomnosti modulatorů
- aktivace **proenzymů** ←

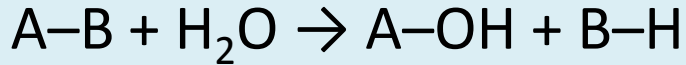
- **Oxidoreduktázy**: katalyzují oxidačně/redukční reakce
- **Transferázy**: přenášejí funkční skupiny (například methyl-, acetyl- nebo fosfátovou skupinu)
- **Hydrolázy**: katalyzují hydrolýzu chemických vazeb
- **Lyázy**: štěpí chemické vazby jiným způsobem než hydrolýzou či redoxní reakcí
- **Isomerázy**: katalyzují isomerizační reakce
- **Ligázy**: spojují dvě molekuly kovalentní vazbou

Trávicí enzymy

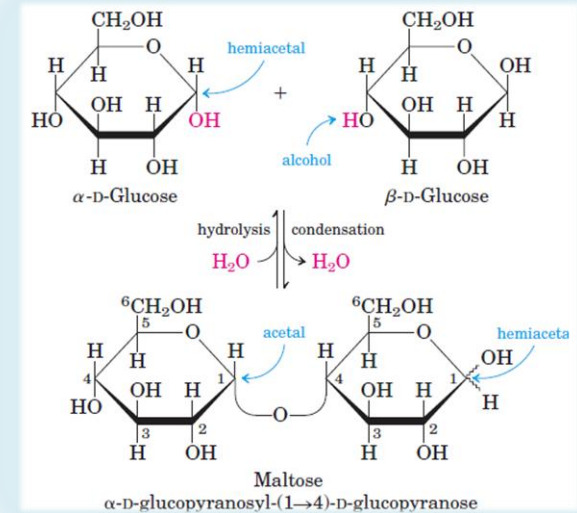
vyučovány extracelulárně žlázami do trávicí trubice, štěpení velkých složek potravy na menší substrátově specifické



hydrolázy



Hydrolýza je rozkladná reakce, při které se spotřebovává voda



Faktory ovlivňující účinnost trávicích enzymů:

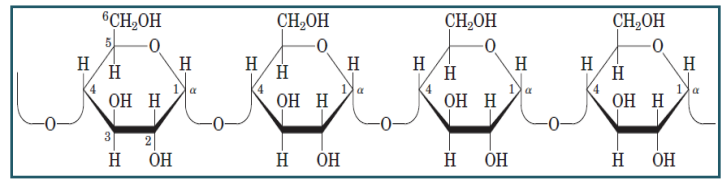
teplota (vyšší teplota \rightleftharpoons rychlejší reakce, limitace: **denaturace** proteinů)

pH (rozdílné **pH optimum** enzymů)

Kategorie potravních molekul

Sacharidy

hlavní zdroj a krátkodobá zásoba energie
 polysacharidy → monosacharidy

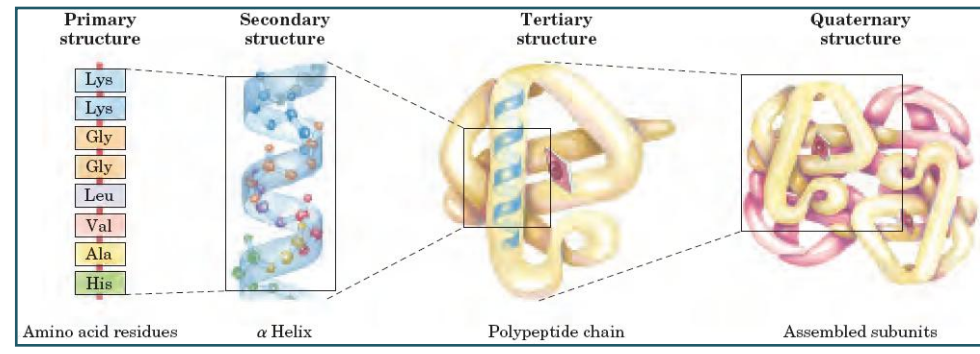


Skryté kalorie - přepočteny na kostky cukru - sacharozu v jednotlivých nápojích/jídlech - 1 kostka = 4,3 g = 73 KJ :

- Čokoláda 100 g = 28 kostek cukru
- Chipsy 50 g = 16 kostek cukru
- Smetanová zmrzlina 60 g = 14 kostek cukru
- Věneček = 12 kostek cukru
- 0,5 l piva = 10 kostek cukru
- COLA = 8 kostek cukru
- Whisky = 7 kostek cukru
- Rohlík = 7 kostek cukru

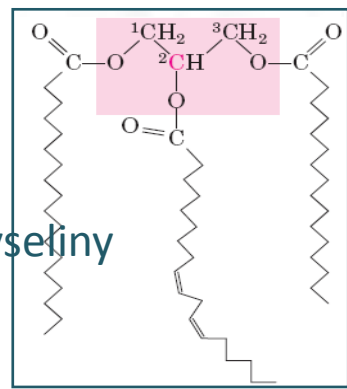
Proteiny

strukturní a metabolická funkce
 proteiny → aminokyseliny



Tuky

hlavní zásobárna energie
 estery glycerolu a mastných kyseliny → glycerol + mastné kyseliny



Trávení sacharidů

Dutina ústní

– slinná α -amyláza (dříve ptyalin)

produkována slinnými žlázami

štěpí polysacharidy na menší jednotky

specifické působení, substrátem **škrob**, **glykogen** a příbuzné oligosacharidy

neštěpí celulózu

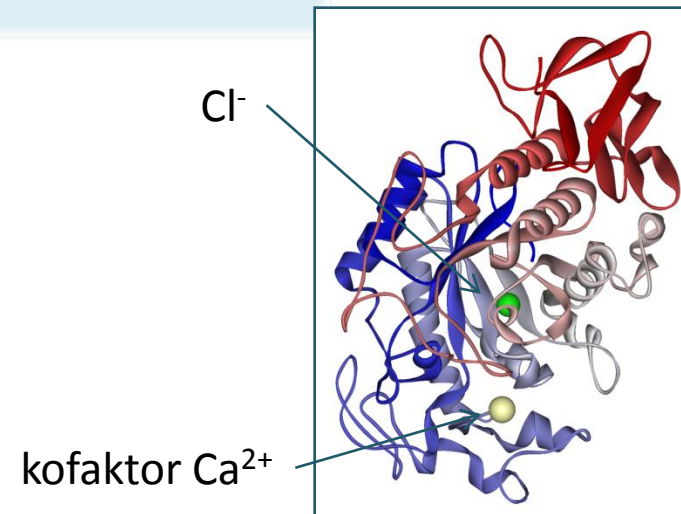
optimální teplota 37 – 38°C, pH 7.0 – 7.2

Pankreas

– pankreatická α -amyláza

produkována pankreatem do **duodena**.

optimální teplota 37 – 38 °C, pH 7.4



Enzymy tenkého střeva – maltáza, laktáza, sacharáza \rightleftharpoons monosacharidy

CVIČENÍ 1.

Trávení škrobu slinnou amylázou

	1	2	3	4	5	6	7
	Amylase Starch pH 7.0 buffer	Amylase Starch pH 7.0 buffer	Amylase D.I. water pH 7.0 buffer	D.I. water Starch pH 7.0 buffer	D.I. water Maltose pH 7.0 buffer	Amylase Starch pH 2.0 buffer	Amylase Starch pH 9.0 buffer
	Boil first, then incubate at 37°C for 60 minutes	37°C	37°C	37°C	37°C	37°C	37°C

1. Postupně umístěte 7 test. zkumavek do stojánku v inkubační jednotce
2. Připravte zkumavky od 1-7 s látkami uvedenými v tabulce
3. **Povařte** obsah zkum. č. 1, nastavte teplotu inkubace 37°C a čas 60min. a nechte inkubovat
4. Poté provedeme **IKI test na přítomnost polysacharidů (škrob)** a **test na přítomnost redukujících cukrů (glukóza a maltóza) pomocí Benedictova činidla**
5. Postupně přeneste obsah test. zkumavek 1-7 do prázdných zkum. ve skříňce, do každé **přidejte kapku IKI roztoku** a sledujte barevnou změnu
6. Odečtení výsledků:
 - **pozitivní test na škrob** (přítomnost škrobu) → modro-černé zbarvení
 - **negativní test na škrob** (není přítomen) → zbarvení **roztoku IKI**
7. Přidejte **kapku Benedictova činidla** ke zbylému obsahu test. zkumavek 1-7 a nechte vařit
8. Odečtení výsledků
 - **pozitivní test na přítomnost glukózy nebo maltózy** → **červeno-hnědá**
 - **přechod** (obsahuje redukující cukry, ale v menším množství) → **zelená**
 - **negativní test** → původní **světle modrá**

Co nám zkumavky 2, 6 a 7 říkají o pH a aktivitě amylázy?

Při jakém pH je nejvyšší aktivita amylázy?

Která zkumavka ukazuje, že amyláza nebyla kontaminována maltózou?

Byla by slinná amyláza aktivní také v žaludku?

Jaký efekt má var na aktivitu enzymů?

CVIČENÍ 2.

Trávení škrobu a celulózy slinnou amylázou

1	2	3	4	5	6	7
Amylase Starch pH 7.0 buffer	Amylase Starch pH 7.0 buffer	Amylase Glucose pH 7.0 buffer	Amylase Cellulose pH 7.0 buffer	Amylase Cellulose D.I. water	Peptidase Starch pH 7.0 buffer	Bacteria Cellulose pH 7.0 buffer
Freeze first, then incubate at 37°C for 60 minutes	37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min

1. Postupně umístěte 7 test. zkumavek do stojánku v inkubační jednotce
2. Připravte zkumavky od 1-7 s látkami uvedenými v tabulce
3. **Zmraďte** obsah zkum. č. 1, nastavte teplotu inkubace 37°C a čas 60min. a nechte inkubovat.
4. Poté provedeme **IKI test na přítomnost polysacharidů (škrob, celulóza)** a **test na přítomnost redukcujících cukrů (glukóza a maltóza) pomocí Benedictova činidla**
5. Postupně přeneste obsah test. zkumavek 1-7 do prázdných zkum. ve skřínce, do každé **přidejte kapku IKI roztoku** a sledujte barevnou změnu
6. Odečtení výsledků:
 - pozitivní test na škrob (přítomnost škrobu) → modro-černé zbarvení
 - negativní test na škrob (není přítomen) → zbarvení **roztoku IKI**
7. Přidejte **kapku Benedictova činidla** ke zbylému obsahu test. zkumavek 1-7 a nechte vařit
8. Odečtení výsledků
 - pozitivní test na přítomnost glukózy nebo maltózy → **červeno-hnědá**
 - přechod (obsahuje redukcující cukry, ale v menším množství) → **zelená**
 - negativní test → původní **světle modrá**

Která zkumavka znázorňuje, že celulóza nebo škrob jsou stále přítomny?

Jaký byl efekt zmrazení na zkumavku č.1?

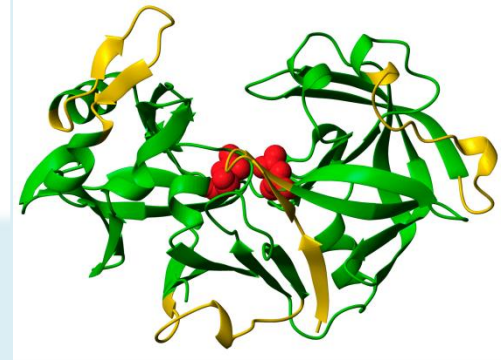
Jak se liší efekt zmrazení od varu?

Používá amyláza celulózu jako substrát? Viz výsledek ve zkumavce č.4.

Jaký efekt mělo dodání bakterií na trávení celulózy?

Jaký byl efekt enzymu peptidázy ve zkumavce č. 6

Trávení proteinů



Žaludek

- pepsin

endopeptidáza štěpící proteiny na oligopeptidy až aminokyseliny
součástí žaludeční šťávy

vylučován v inaktivní formě (**pepsinogen**), aktivace kyselým prostředím – **HCl**
(+ koagulace bílkovin, vstřebávání železa, ...)

optimální teplota 37 – 38°C, **ph 1,5 – 2**

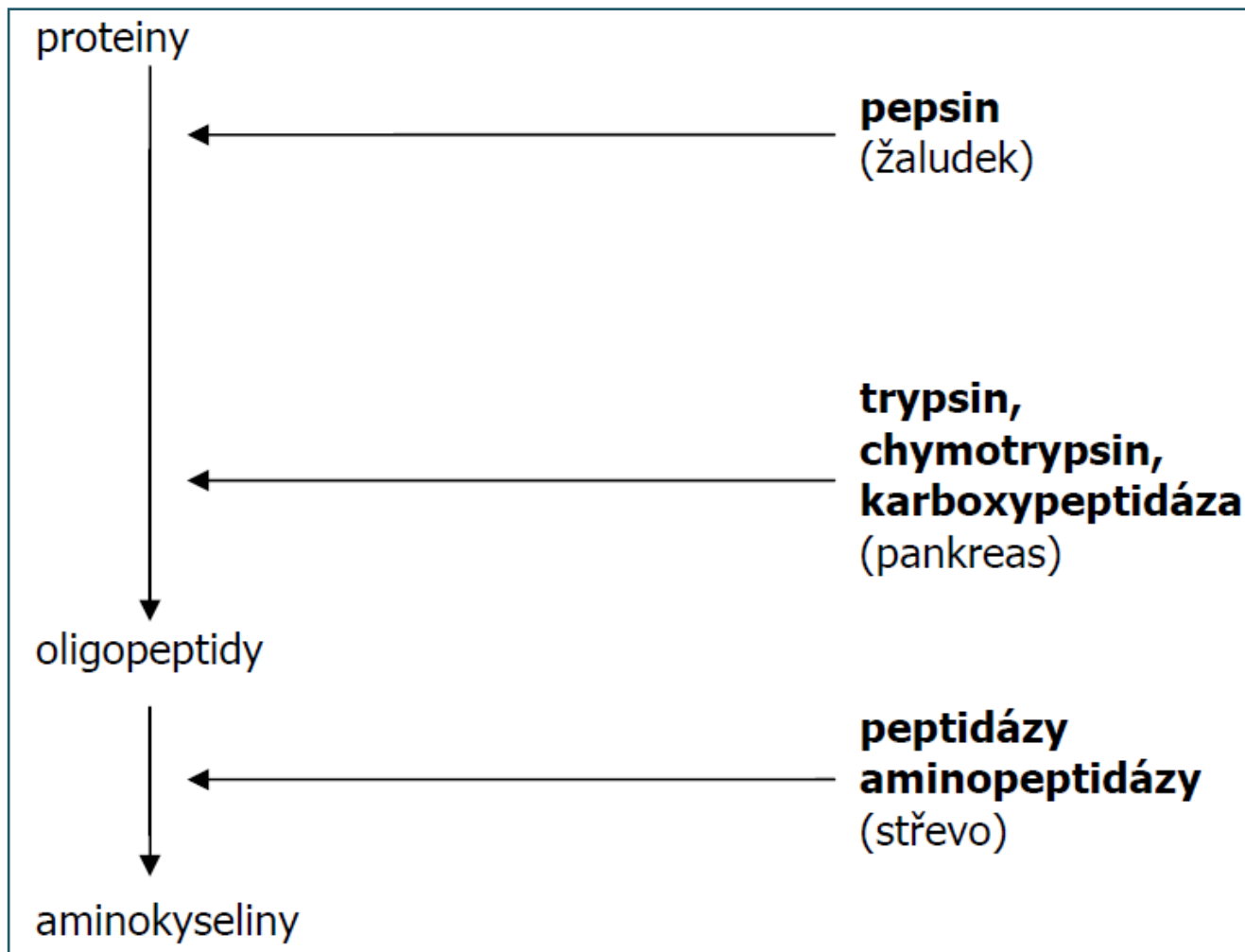
další enzymy: katepsin, kaseinogen

Pankreas

- trypsin, chymotrypsin, karboxypeptidázy, elastáza...

vylučovány v inaktivní formě do duodena

optimální teplota 37 – 38°C, ph 8



CVIČENÍ 3.

Trávení proteinů pepsinem

BAPNA (*N*- α -benzoyl-DL-arginine-*p*-nitroanilide) – syntetický substrát, průhledný a bezbarvý je-li v roztoku, štěpený trávicím enzymem (př. pepsin) uvolňuje *p*-nitroaniline a roztok se zbarví dožluta

1	2	3	4	5	6
Pepsin BAPNA pH 2.0 buffer	Pepsin BAPNA pH 2.0 buffer	Pepsin D.I. water pH 2.0 buffer	D.I. water BAPNA pH 2.0 buffer	Pepsin BAPNA pH 7.0 buffer	Pepsin BAPNA pH 9.0 buffer
Boil first, then incubate at 37°C for 60 minutes	37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min

1. Postupně umístěte 6 test. zkumavek do stojánku v inkubační jednotce.
2. Připravte zkumavky od 1-6 s látkami uvedenými v tabulce.
3. Povařte obsah zkum. č. 1, nastavte teplotu inkubace 37°C a čas 60min. a nechte inkubovat.
4. Pomocí spektrofotometru změříme optickou hustotu (OD) vzorku ($\lambda=405\text{nm}$). Čím více bylo uvolněno žluté barvy do roztoku tím více byl BAPNA natráven pepsinem → vyšší OD.

Které pH podporuje nejvyšší aktivitu pepsinu?

Byl by pepsin aktivní i v ústech?

Trávení tuků

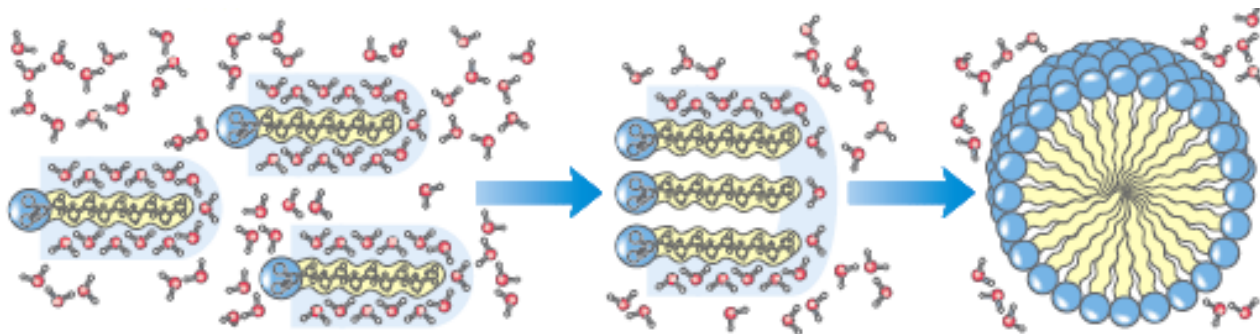
Pankreas

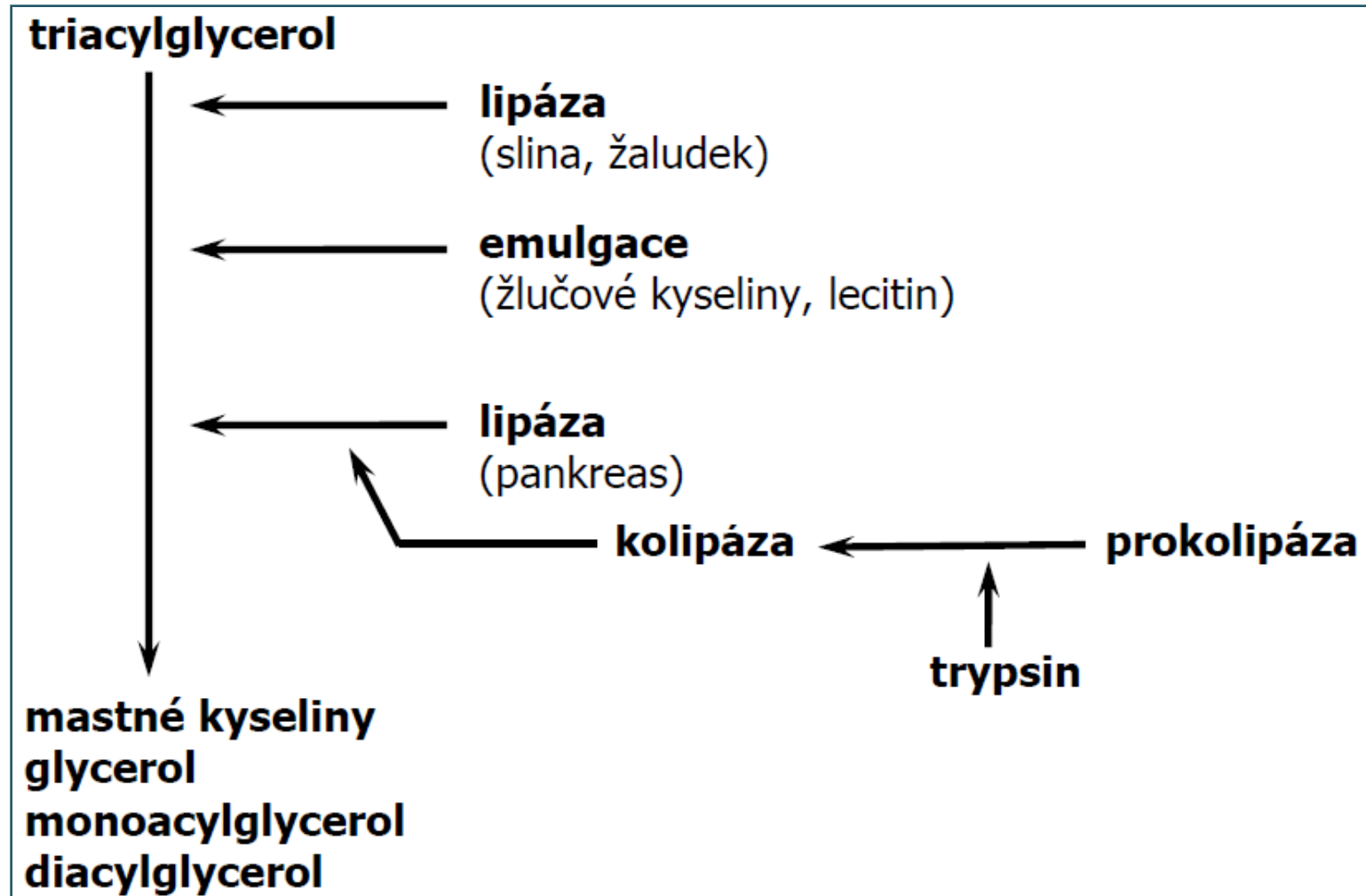
- pankreatická lipáza

triglyceridy štěpeny na glycerol a volné mastné kyseliny (snížení pH)
produkována pankreatem do duodena
nezbytná předchozí **emulgace** tuků **žlučí** (soli žlučových kyselin, lecitin) → malé kapénky
(s velkým povrchem) – lepší kontakt s enzymem)
koenzym kolipáza

Natrávené tuky jsou v lumen tenkého střeva zabudovávány do **micel** (uvnitř produkty trávení tuků a vitaminy rozpustné v tucích)

transport a absorpce





CVIČENÍ 4.

Trávení tuků pankreatickou lipázou

1	2	3	4	5	6
Lipase Vegetable oil Bile salts pH 7.0 buffer	Lipase Vegetable oil D.I. water pH 7.0 buffer	Lipase D.I. water Bile salts pH 9.0 buffer	D.I. water Vegetable oil Bile salts pH 7.0 buffer	Lipase Vegetable oil Bile salts pH 2.0 buffer	Lipase Vegetable oil Bile salts pH 9.0 buffer
37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min	37°C 60 min

1. Postupně umístěte 6 test. zkumavek do stojánku v inkubační jednotce.
2. Připravte zkumavky od 1-6 s látkami uvedenými v tabulce
3. Považte obsah zkum. č. 1, nastavte teplotu inkubace 37°C a čas 60 min. a nechte inkubovat.
4. Pomocí pH metru změřte pH ve zkumavkách

Vysvětlete rozdíl v aktivitě lipázy ve zkumavce 1 a 2.
Které pH je pro aktivitu lipázy nejučinnější?

<https://is.muni.cz/auth/el/1431/jaro2010/Bi6790c/um/fyziologie/pr01.html>

Děkuji vám za pozornost

