

# **Univerzita Karlova v Praze**

**Přírodovědecká fakulta  
Katedra učitelství a didaktiky chemie**

## **Pracovní listy — přírodní látky**

### **RIGORÓZNÍ PRÁCE**

Praha 2009

Mgr. Alena Jedličková

Konzultant rigorózní práce: doc. RNDr. Helena Klímová, CSc.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto rigorózní práci vypracovala samostatně za odborného vedení konzultanta rigorózní práce.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a internetových odkazů.

V Praze dne \_\_\_\_\_

**Klíčová slova:**

pracovní listy, přírodní látky, lipidy, sacharidy, aminokyseliny, bílkoviny, organická chemie

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. RNDr. Heleně Klímové, CSc. za její cenné připomínky a ochotu pomoci při řešení problémů týkajících se práce.

Dále bych chtěla poděkovat kolegovi RNDr. Tomáši Červinkovi za ochotnou pomoc při ověřování pracovních listů.

## Seznam použitých zkratk

|              |   |
|--------------|---|
| ACTH.....    | adrenokortikotropní hormon  |
| ADH.....     | antidiuretin  |
| Ala.....     | alanin  |
| Arg... ..    | arginin   |
| Asn... ..    | asparagin   |
| Asp.....     | kyselina asparagová   |
| ATP... ..    | adenosintrifosfát   |
| CERMAT... .. | Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání  |
| Cys... ..    | cystein   |
| DNA.....     | deoxyribonukleová kyselina  |
| Gln.....     | glutamin  |
| Glu.....     | kyselina glutamová  |
| Gly.....     | glycin  |
| HDL .....    | high density lipoprotein  |
| His... ..    | histidin  |
| ICT... ..    | Information and Communication Technologies (informační a komunikační technologie) |
| Ile.... ..   | isoleucin   |
| KUDCH... ..  | Katedra učitelství a didaktiky chemie   |
| LDL.....     | low density lipoprotein   |
| Leu .....    | leucin  |
| Lys.....     | lysin   |
| Met... ..    | methionin   |
| NADH... ..   | nikotinamidadenindinukleotid  |
| Phe.....     | fenylalanin   |
| Pro... ..    | prolin  |
| PřF UK... .. | Přírodovědecká fakulta University Karlovy   |
| PSP.....     | periodická soustava prvků   |
| RNA .....    | ribonukleová kyselina   |
| RVP.....     | rámcový vzdělávací program  |
| Ser... ..    | serin   |
| ŠVP... ..    | školní vzdělávací program   |
| Thr.....     | threonin  |
| Trp.....     | tryptofan   |
| Tyr... ..    | tyrosin   |
| Val.....     | valin   |

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| 1 Úvod a cíl práce .....   | 8  |
| 2 Význam pracovních listů v současné výuce chemie.....                                   | 9  |
| 2.1 Vztah pracovních listů a rozvíjení klíčových kompetencí na gymnáziu.....             | 10 |
| 2.2 Vztah pracovních listů a požadavků ke společné části maturitní zkoušky z chemie..... | 12 |
| 3 Pracovní listy .....   | 13 |
| 3.1 Charakteristika pracovních listů.....  | 13 |
| 3.1.1 Popis jednotlivých pracovních listů .....  | 14 |
| 3.1.1a Potrava .....   | 14 |
| 3.1.1b Lipidy .....  | 15 |
| 3.1.1c Sacharidy .....   | 16 |
| 3.1.1d Bílkoviny .....   | 17 |
| 3.1.2 Typy úloh .....  | 18 |
| 3.2 Zadání a řešení pracovních listů.....  | 18 |
| 3.3 Metodika ověřování a vyhodnocení pracovních listů .....                              | 19 |
| 3.3.1 Metodika ověřování pracovních listů.....   | 19 |
| 3.3.2 Metodika opravování a vyhodnocení pracovních listů .....                           | 20 |
| 3.4 Výsledky ověření úloh, diskuse .....   | 21 |
| 3.4.1 Potrava.....   | 21 |
| 3.4.1a Obecné výsledky .....   | 21 |
| 3.4.1b Rozbor výsledků u jednotlivých úloh.....  | 22 |
| 3.4.2 Lipidy .....   | 26 |
| 3.4.2a Obecné výsledky .....   | 26 |
| 3.4.2b Rozbor výsledků u jednotlivých úloh.....  | 27 |
| 3.4.3 Sacharidy .....  | 31 |
| 3.4.3a Obecné výsledky .....   | 31 |
| 3.4.3b Rozbor výsledků u jednotlivých úloh.....  | 33 |
| 3.4.4 Bílkoviny .....  | 38 |
| 3.4.4a Obecné výsledky .....   | 38 |
| 3.4.4b Rozbor výsledků u jednotlivých úloh.....  | 40 |
| 3.5 Anketa pro zúčastněné žáky .....   | 47 |
| 3.5.1 Zadání ankety .....  | 47 |
| 3.5.2 Výsledky ankety .....  | 48 |
| 3.6 Diskuse výsledků ověřování.....  | 51 |
| 4 Závěr .....  | 52 |
| 5 Shrnutí/Summary .....  | 53 |
| 6 Seznam použité literatury a internetových odkazů .....                                 | 54 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| Přílohy.....     | 59  |
| 1 Potrava.....   | 59  |
| 1.1 Zadání.....  | 59  |
| 1.2 Řešení.....  | 64  |
| 2 Lipidy .....   | 66  |
| 2.1 Zadání.....  | 66  |
| 2.2 Řešení.....  | 70  |
| 3 Sacharidy..... | 72  |
| 3.1 Zadání.....  | 72  |
| 3.2 Řešení.....  | 85  |
| 4 Bílkoviny..... | 92  |
| 4.1 Zadání.....  | 92  |
| 4.2 Řešení.....  | 103 |

# 1 Úvod a cíl práce

V současné době jsou velmi aktuální a často diskutovaná témata týkající se rámcových vzdělávacích programů (RVP), podle kterého základní školy a nižší stupně gymnázií vytvořily svůj školní vzdělávací program (ŠVP), který narozdíl od středních škol již realizují. Čtyřletá gymnázia a vyšší stupně víceletých gymnázií své školní vzdělávací programy podle zásad uvedených v RVP teprve vytvářejí a řídit se jimi začnou od 1.9.2009.

Rámcové vzdělávací programy vycházejí z nové strategie vzdělávání a z koncepce celoživotního učení. Formulují očekávanou úroveň vzdělávání stanovenou pro všechny absolventy jednotlivých etap vzdělávání a podporují pedagogickou autonomii škol a profesní odpovědnost učitelů za výsledky vzdělávání [16].

Pojmů, se kterými se učitelé musí v průběhu tvorby ŠVP vypořádat, je hned několik. Zaměříme se na ty z mého pohledu nejvýznamnější. Předně se jedná o pojem „klíčové kompetence“. Ty představují soubor vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě [16]. V případě čtyřletých gymnázií a vyšších stupňů víceletých gymnázií se jedná celkem o šest klíčových kompetencí, které by si každý žák během svého studia měl osvojit, případně dále rozvíjet úroveň jejich osvojení, kterou dosáhl na nižším stupni vzdělávání. Jednou klíčovou kompetencí je například kompetence k učení, dále sem patří například kompetence komunikativní. Klíčové kompetence jsou v RVP [16] dále rozčleněny a škola je povinna každou z těchto tzv. dílčích kompetencí rozvíjet. Učitelům pak náhle vyvstává problém související s otázkou, jakými metodami a strategiemi mohou ve svých předmětech tyto kompetence rozvíjet.

Dalším pojmem spjatým s RVP je „vzdělávací oblast“. Vzdělávací obsah na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni gymnázií víceletých je rozdělen do osmi vzdělávacích oblastí [16]. Ty jsou tvořeny jedním nebo více „vzdělávacími obory“.

Nakonec bych ještě jmenovala neméně podstatný pojem „průřezová témata“. Podle RVP představují průřezová témata témata, která jsou v současnosti vnímána jako aktuální. Tato témata mají především ovlivňovat postoje, hodnotový systém a jednání žáků [16]. Příkladem může být téma „Environmentální výchova“ nebo „Mediální výchova“.

Vraťme se nyní k prvnímu jmenovanému pojmu – ke klíčovým kompetencím. Jak jsem výše naznačila, téma klíčové kompetence představuje pro mnoho učitelů jistý problém. Klíčové kompetence lze rozvíjet při výuce mnoha způsoby – např. individuální či skupinovou prací, výukou kooperativní či kompetitivní, metodou řízeného dialogu či diskuse. Ke konkrétním metodám, které učitel s úspěchem může při práci s žáky využívat, patří například častá práce s textem, pravidelné prezentace jednotlivců nebo skupiny žáků, různé hry individuální či skupinové, ale také použití pracovních listů v osvojovací či kontrolní fázi vyučovacího procesu.

Právě pracovním listům a jejich využití při výuce chemie se budu věnovat v této práci. Cílem první části práce je zhodnotit využití pracovních listů při výuce chemie na gymnáziích z pohledu jejich funkce při naplňování klíčových kompetencí a z hlediska jejich vztahu k požadavkům ke společné části maturitní zkoušky z chemie platných od školního roku 2009/2010.

Ve druhé části rigorózní práce vytvořím soubor pracovních listů na téma „Přírodní látky“. Úlohy obsažené v pracovních listech ověřím u žáků maturitního ročníku a následně provedu analýzu vytvořených úloh.



## 2 Význam pracovních listů v současné výuce chemie

Pracovní listy představují jednu z poměrně značně se rozšiřujících metod jak v současné „moderní“ době dosahovat výchovně-vzdělávacích cílů ve vyučovacím procesu. Mohou učitelům pomoci při rozvíjení klíčových kompetencí i při splňování požadavků k maturitní zkoušce. Lze je zadávat žákům různými způsoby. Uvedme si několik možností, které vycházejí z vlastní zkušenosti. Lze je zadat:

- **formou individuální práce přímo ve vyučovacích hodinách, bez** použití kteréhokoliv zdroje informací, tj. pouze s využitím získaných vědomostí a dovedností, s určitým časovým omezením – využívá se při kontrolní fázi vyučovacého procesu, kdy vyplnění bývá ohodnoceno známkou; pro učitele se jedná o poměrně jednoduchý a spolehlivý způsob získání známky;
- **formou individuální práce přímo ve vyučovacích hodinách, s možností** využití zdroje nebo zdrojů informací, s určitým časovým omezením – využívá se při kontrolní, osvojovací a procvičovací fázi vyučovacého procesu, vyplnění bývá ohodnoceno známkou; pro učitele se jedná opět o poměrně jednoduchý a spolehlivý způsob získání známky;
- **formou individuální práce jako domácí úkol**, kdy žáci **nejsou** omezováni ani časově, ani z pohledu informačních zdrojů – využívá se při osvojovací a procvičovací fázi vyučovacého procesu, učitel si může práce ohodnotit, ovšem hodnocení může být neobjektivní, neboť žáci mohou spolupracovat s nějakou další osobou (spolužák, rodič, atd.);
- **formou práce skupinové** – ve dvojicích nebo ve vícečlenných skupinkách, **přímo ve vyučovacích hodinách**, kdy žáci **nemají** dovoleno využívat informační zdroje a jsou časově omezeni – nachází opět využití při osvojovací a procvičovací fázi vyučovacého procesu, žáci spolu komunikují a dělí se o své dosud získané poznatky a dovednosti; je opět vhodné, když si učitel práci skupin, popřípadě jednotlivců ve skupině oznámkuje; zde samozřejmě nelze vyloučit nerovnoměrné rozdělení práce při řešení úkolů;
- **formou práce skupinové** – ve dvojicích nebo ve vícečlenných skupinkách, **přímo ve vyučovacích hodinách**, kdy žáci **mají** možnost využívat informační zdroje a jsou časově omezeni – nachází se zde opět využití při osvojovací a procvičovací fázi vyučovacého procesu, žáci spolu komunikují a dělí se o své dosud získané poznatky a dovednosti; je opět vhodné, když si učitel práci skupin, popřípadě jednotlivců ve skupině oznámkuje, přestože zde není jistota rovnoměrného rozdělení práce ve skupině;
- **formou práce skupinové** – ve dvojicích nebo ve vícečlenných skupinkách, **přímo jako domácí úkol**, kdy žáci **mají** možnost využívat informační zdroje a nejsou časově omezeni – nachází se zde opět využití při osvojovací a procvičovací fázi vyučovacého procesu, žáci spolu komunikují a dělí se o své dosud získané poznatky a dovednosti; je opět vhodné, když si učitel práci skupin, popřípadě jednotlivců ve skupině oznámkuje, přestože zde není jistota rovnoměrného rozdělení práce mezi jednotlivými členy;
- **formou distanční, např. e-learning**, kdy učitel žákům zadá pracovní listy prostřednictvím ICT, žákova práce se systémem může být časově omezena, takže žák nestihne využívat jiné informační zdroje, v dalším případě práce na úkolech nemusí být omezena časově, pak učitel nemůže využití informačních zdrojů ovlivnit; pracovní listy je možné nechat pomoci programem automaticky opravit, nebo učitel opraví úkoly sám a rozhodne o klasifikaci.

O vztahu pracovních listů a klíčových kompetencí budu pojednávat v kapitole 2.1, požadavky ke společné části maturitní zkoušky z chemie a jejich vztahem k pracovním listům se budu zabývat v kapitole 2.2.

## 2.1 Vztah pracovních listů a rozvíjení klíčových kompetencí na gymnáziu

Klíčové kompetence jsou jedním z nejdůležitějších pojmů současného výchovně-vzdělávacího procesu na našich školách. V dalším textu se proto zaměřím převážně na to, které klíčové a následně dílčí kompetence formulované v RVP [16] lze na gymnáziu pomoci pracovních listů u žáka rozvíjet.

- *Kompetence k učení.*

Při využití libovolné formy skupinové práce, individuální práce s možností využití informačních zdrojů a formy distanční se rozvíjejí při řešení pracovních listů následující žákovy kompetence k učení:

žák:

- kriticky přistupuje ke zdrojům informací, informace tvořivě zpracovává a využívá je při svém studiu a praxi [16];
- kriticky hodnotí pokrok při dosahování cílů svého učení a práce, přijímá ocenění, radu i kritiku ze strany druhých, z vlastních úspěchů i chyb čerpá poučení pro další práci [16].

- *Kompetence k řešení problémů.*

Využije-li učitel při řešení pracovních listů zejména formu skupinové práce (libovolný způsob uvedený výše), rozvíjí se u žáka tyto dílčí kompetence:

žák:

- uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti, kromě analytického a kritického myšlení využívá i myšlení tvořivé s použitím představivosti a intuice [16];
- je otevřený k využití různých postupů při řešení problémů, nahlíží problém z různých stran [16];
- zvažuje možné klady a zápory jednotlivých variant řešení, včetně posouzení jejich rizik a důsledků [16].

- *Kompetence komunikativní.*

Zde lze využitím zejména formy skupinové práce a formy distanční při řešení pracovních listů u žáka rozvíjejí následující dílčí kompetence:

žák:

- s ohledem na situaci a účastníky komunikace efektivně využívá dostupné prostředky komunikace, verbální i neverbální, včetně symbolických a grafických vyjádření informací různého typu [16];
- používá s porozuměním odborný jazyk a symbolická a grafická vyjádření informací různého typu [16];
- efektivně využívá moderní informační technologie [16];
- vyjadřuje se v mluvených i psaných projevech jasně, srozumitelně a přiměřeně tomu, komu, co a jak chce sdělit, s jakým záměrem a v jaké situaci komunikuje; je citlivý k míře zkušeností a znalostí a k možným pocitům partnerů v komunikaci [16]

- *Kompetence sociální a personální.*  
V rámci této klíčové kompetence může u žáka učitel rozvíjet zejména s využitím skupinové práce pomocí pracovních listů tuto dílčí kompetenci:  
žák:
  - aktivně spolupracuje při stanovování a dosahování společných cílů [16].
  
- *Kompetence občanská.*  
Využitím skupinové práce (libovolného způsobu uvedeného výše) při řešení pracovních listů lze u žáka rozvíjet tuto dílčí kompetenci:  
žák:
  - respektuje různorodost hodnot, názorů, postojů a schopností ostatních lidí [16].
  
- *Kompetence k podnikavosti.*  
S využitím zejména skupinové práce při řešení pracovních listů může učitel napomáhat k rozvíjení této dílčí kompetence:  
žák:
  - usiluje o dosažení stanovených cílů, průběžně reviduje a kriticky hodnotí dosažené výsledky, koriguje další činnost s ohledem na stanovený cíl; dokončuje zahájené aktivity, motivuje se k dosahování úspěchu [16].

Při využívání pracovních listů ve výuce dochází převážně k rozvíjení kompetence k učení, kompetence k řešení problémů a kompetence komunikativní. Souhrnně lze usoudit, že při zadání pracovních listů jako práce skupinové dochází k rozvíjení podstatně většího počtu kompetencí.

## 2.2 Vztah pracovních listů a požadavků ke společné části maturitní zkoušky z chemie

V březnu 2008 vydal CERMAT důležitý kurikulární dokument týkající se maturity z chemie - katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky z chemie, který bude platný od školního roku 2009/2010 [13]. Tento dokument byl schválen Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT) dne 11.3.2008. Katalog poskytuje všem jeho uživatelům informace o požadavcích kladených na žáky vzdělávacího oboru chemie na všech středních školách s maturitou [13]. Požadavky zařazené do tohoto katalogu vycházejí z platných pedagogických dokumentů [13]. Katalog definuje maturitní požadavky tak, aby si je mohli osvojit žáci bez ohledu na typ navštěvované školy i programového dokumentu, z něhož vychází vzdělávací program dané školy. Při zpracování maturitních požadavků byla zohledněna i možnost, že se výsledky maturitní zkoušky z chemie stanou součástí přijímacích kritérií na vysoké školy [13].

Očekávané znalosti a dovednosti, které u maturitní zkoušky z chemie budou ověřovány, jsou v tomto katalogu rozděleny obecně do tří kategorií [13]:

1. *znalost s porozuměním;*
2. *aplikace poznatků a řešení problémů;*
3. *práce s informacemi.*

Tyto obecné požadavky jsou dále konkretizovány v jednotlivých oborech a tématech středoškolské chemie. Konkrétními požadavky se zabývám v kapitolách **3.1.1a až 3.1.1d**.

Navržené pracovní listy (viz **Přílohy**) by měly rozvíjet u žáků následující obecné znalosti a dovednosti [13]:

1. *znalost s porozuměním;*  
žák dovede:
  - a. používat správnou chemickou terminologii, symboliku a značení;
  - b. identifikovat a správně používat chemické značky, názvy, vzorce a zápisy chemických rovnic;
  - c. vysvětlit chemický jev nebo děj pomocí známých chemických zákonů a teorií a pomocí indukce, dedukce a dalších myšlenkových operací odvozovat z výchozích údajů a podmínek závěry;
2. *aplikace poznatků a řešení problémů;*  
žák dovede:
  - a. používat získané poznatky pro řešení chemických problémů i při řešení konkrétních životních situací;
  - b. posoudit důsledky vlastností látek a průběhu chemických dějů z hlediska běžného života, hospodářské činnosti, ochrany a tvorby životního prostředí a bezpečnosti a ochrany zdraví;
  - c. využít pro řešení chemické úlohy nebo problému poznatky z matematiky, fyziky, biologie a zeměpisu;
3. *práce s informacemi;*  
žák dovede:
  - a. číst s porozuměním chemický text (na úrovni středoškolského učiva) a zpracovat z něho výstižné sdělení;
  - b. vyhledávat a interpretovat informace v odborné chemické a technické literatuře (např. v chemických tabulkách, odborných časopisech, internetu, hromadných sdělovacích prostředcích apod.);
  - c. správně vyhodnotit údaje z tabulek, grafů a schémat.

## 3 Pracovní listy

V této kapitole se budu zabývat podrobnou charakteristikou pracovních listů (kapitola **3.1**), metodikou jejich ověřování (kapitola **3.3**) a analýzou výsledků ověřování (kapitola **3.4**). Součástí bude také anketa, která byla provedena za účelem zjištění názorů žáků, kteří úlohy řešili (kapitola **3.5**), a diskuse nad výsledky ověřování (kapitola **3.6**).

### 3.1 Charakteristika pracovních listů

Pracovní listy zahrnují tématický celek Přírodní látky s důrazem kladeným na výživu z chemického pohledu. Tato část chemie je nejčastěji začleňována do druhého pololetí 3. ročníku čtyřletého, případně 5. ročníku šestiletého a 7. ročníku osmiletého gymnázia.

Vytvořila jsem čtyři pracovní listy k následujícím tématům:

- Potrava (5 stran);
- Lipidy (4 strany);
- Sacharidy (13 stran);
- Bílkoviny (11 stran).

Jsou sestaveny tak, aby žák při jejich řešení nejen využíval poznatky získané v nižších ročnících, ale aby si též osvojil poznatky nové, aby se rozvíjel v oblasti porozumění, aplikace poznatků, orientace v textu, vyvozování závěrů na základě přečteného textu a v neposlední řadě v propojování znalostí a dovedností z různých oborů chemie.

### 3.1.1 Popis jednotlivých pracovních listů

V kapitolách **3.1.1a** až **3.1.1d** formulují cíle jednotlivých pracovních listů a jejich vztah k požadavkům ke společné části maturitní zkoušky z chemie, které budou platné od školního roku 2009/2010 [13]. V kapitole **3.1.2** charakterizují typy úloh zařazených do pracovních listů.

#### 3.1.1a Potrava

V tomto pracovním listu se žák seznámí na obecné úrovni s nejdůležitějšími složkami potravy. Skládá se celkem ze **6** úloh, z nichž 3 jsou rozděleny do dvou částí. Rozsah tohoto pracovního listu je 5 stran.

Cílem je, aby žák dovedl jednotlivé složky potravy vyjmenovat, uvedl příklady základních funkcí lipidů, sacharidů, bílkovin a některých anorganických iontů. Dále si procvičí vyhledávání v PSP a zopakuje si, které charakteristické skupiny se u derivátů uhlovodíků vyskytují. Úlohy svým způsobem také zasahují do vzdělávacího oboru Biologie (dle RVP [16]) z oblasti Člověk a příroda.

Úlohy jsou zaměřeny na:

- ❖ ukázky prvků makrobiogenních, mikrobiogenních, jejich funkce, případně výskyt v těle;
- ❖ pojednání o složkách potravy a základních živinách;
- ❖ ukázky vzorců vybraných vitaminů a projevů nedostatků některých z nich.

Podle Katalogu požadavků ke společné části maturitní zkoušky z chemie platné od školního roku 2009/2010 [13] se **pracovní list Potrava** podílí na splnění těchto konkrétních požadavků:

*Žák dovede:*

- zařadit prvky PSP;
- užívat názvy a značky s-, p- a d-prvků;
- klasifikovat organické sloučeniny (uhlovodíky a deriváty uhlovodíků);
- vysvětlit funkce bílkovin v organizmech;
- objasnit funkce sacharidů v organizmech;
- charakterizovat funkce lipidů v organizmech;
- charakterizovat vitaminy, popsat jejich klasifikaci (vitaminy ve vodě rozpustné, vitaminy ve vodě nerozpustné);
- vysvětlit význam vitaminů pro lidský organismus, avitaminosu a její projevy.

### 3.1.1b Lipidy

Úlohy obsažené pracovním listu Lipidy jsou zaměřeny na chemickou podstatu těchto látek, které jsou nezbytnou složkou potravy. Naleznete zde celkem 4 úlohy, přitom **úloha 3** je rozdělená na 5 částí. Rozsah tohoto pracovního listu je 4 strany.

Cílem tohoto pracovního listu je žáka seznámit s výživovými problémy běžného života – cholesterol, máslo, margarín. Žák si procvičí důležité znalosti a dovednosti získané v nižších ročnících, například rozdíl mezi sumárním a strukturním vzorcem, vzorce karboxylových kyselin a alkoholů (glycerol). V neposlední řadě žák rozvíjí dovednost práce s textem (viz též výše úvod kapitoly 3.1).

Úlohy jsou zaměřeny na:

- ❖ mastné kyseliny, jejich vzorce a nasycenost/nenasycenost;
- ❖ dělení lipidů, chemické vzorce některých lipidů;
- ❖ rozdíly a společné vlastnosti másla a margarínu, jejich význam z výživového hlediska;
- ❖ cholesterol a jeho význam.

Podle Katalogu požadavků ke společné části maturitní zkoušky z chemie platné od školního roku 2009/2010 [13] se **pracovní list Lipidy** podílí na splnění těchto konkrétních požadavků:

*Žák dovede:*

- charakterizovat základní typy lipidů, použít vzorce a názvy lipidů, objasnit jejich klasifikaci a vlastnosti;
- sestavit vzorec triacylglycerolu z daného vzorce glycerolu a mastné kyseliny;
- vysvětlit způsob a podstatu zpracování tuků a olejů;
- charakterizovat funkce lipidů v organizmech;
- popsat isoprenoidy, uvést jejich klasifikaci a význam.

### 3.1.1c Sacharidy

Jedná se o nejrozsáhlejší pracovní list (13 stran). Obsahuje celkem 5 úloh, z nichž každá je členěna na několik částí.

Cílem tohoto pracovního listu je žáka seznámit s oblastí sacharidů nejen na úrovni teoretické chemie, ale také na úrovni praktické. Součástí listu je několik tabulek, které uvádějí obsah některých složek (např. vláknina, vitamin C) u vybraných potravin (např. pečivo, čokoláda, med, ovoce). Z nich má žák vyčíst potřebné údaje a odpovědět na uvedené otázky. Jedna z částí je zaměřená na téma intolerance k laktose.

Úlohy jsou zaměřeny na:

- ❖ výskyt, dělení, význam a funkce sacharidů;
- ❖ vznik sacharidů;
- ❖ monosacharidy – vzorce Fischerovy, Tollensovy, Haworthovy, vlastnosti, zástupci, reakce;
- ❖ disacharidy – zástupci a jejich význam, vzorce, výživový význam;
- ❖ polysacharidy – dělení, významní zástupci a jejich vlastnosti, trávení a metabolismus škrobu, obsah polysacharidů v potravinách.

Podle Katalogu požadavků ke společné části maturitní zkoušky z chemie platné od školního roku 2009/2010 [13] se **pracovní list Sacharidy** podílí na splnění těchto konkrétních požadavků:

*Žák dovede:*

- charakterizovat enzymy jako biokatalyzátory;
- vysvětlit význam vitaminů pro lidský organizmus, avitaminosu a její projevy;
- objasnit funkce sacharidů v organizmech;
- vysvětlit podstatu glykosidické vazby, rozlišit monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy, škrob, glykogen, celulosu;
- charakterizovat a klasifikovat sacharidy, používat jejich názvosloví, objasnit strukturu základních hexos a pentos, vyjádřit acyklickou a cyklickou strukturu základních hexos a pentos pomocí Fischerových, Tollensových a Haworthových vzorců, vysvětlit optickou izomerii sacharidů, popsat a vysvětlit fyzikální a chemické vlastnosti, uvést jejich praktické použití.



### 3.1.1d Bílkoviny

Poslední pracovní list obsahuje kompletně zpracovanou kapitolu Bílkoviny, včetně jejich základních stavebních jednotek – aminokyselin. Skládá se z **8** úloh, každá kromě **úlohy 3, úlohy 5 a úlohy 8** je rozčleněna na dvě nebo více částí. Celý list obsahuje 11 stran.

Cílem pracovního listu je umožnit žákovi získávat nové poznatky a dovednosti o aminokyselinách, peptidech a bílkovinách zábavnější formou a rozšířit žákovy poznatky v oblasti praktického života (aspartam, peptidické hormony, denaturace). Tento list je úzce spjat s oborem Biologie ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda [16].

Úlohy jsou zaměřeny na:

- ❖ aminokyseliny – vzorce, vlastnosti, dělení, význam ve výživě člověka;
- ❖ peptidy – dělení, vznik, biologický význam;
- ❖ bílkoviny – význam, funkce, dělení, struktura, reakce;
- ❖ hemoglobin – struktura, význam, vlastnosti.

Podle Katalogu požadavků ke společné části maturitní zkoušky z chemie platné od školního roku 2009/2010 [13] se **pracovní list Bílkoviny** podílí na splnění těchto konkrétních požadavků:

*Žák dovede:*

- objasnit acidobazické vlastnosti aminokyselin;
- popsat a vysvětlit vznik peptidů z aminokyselin;
- charakterizovat karboxylové kyseliny, jejich funkční deriváty (nitrily, halogenidy, estery, amidy a anhydridy karboxylových kyselin) a substituční deriváty (halogenkyseliny, hydroxykyseliny, aminokyseliny);
- použít vzorce a názvosloví vybraných aminokyselin, charakterizovat esenciální aminokyseliny, vysvětlit tvorbu amfiontů, popsat peptidovou vazbu v peptidech a bílkovinách;
- klasifikovat bílkoviny a jejich strukturu, vysvětlit funkce bílkovin v organizmech;
- charakterizovat hormony a jejich funkce v organismu;
- charakterizovat enzymy jako biokatalyzátory;
- klasifikovat organické sloučeniny (uhlovodíky a deriváty uhlovodíků).

### 3.1.2 Typy úloh

V pracovních listech se vyskytují následující typy úloh [9]:

- úlohy s uzavřenou odpovědí – žák má na výběr různá řešení úlohy a vybere správné:
  - dichotomické – žák vybírá ze dvou možností, z nich právě jedna je správná;
  - přiřazovací – žák přiřazuje objekty z jedné množiny k objektům z množiny druhé. Vyskytuje se zde často možnost přiřazení více objektů z jedné množiny k jednomu objektu z množiny druhé a naopak;
  - uspořádací – žák má za úkol uspořádat za sebe objekty podle stanoveného hlediska;
- úlohy s otevřenou **stručnou** odpovědí – žák odpovídá bez možnosti volby, tvoří sám krátkou odpověď:
  - doplňovací – žák doplňuje větu nebo tvrzení;
  - produkční – žák vytváří odpověď; za speciální případ tohoto typu úlohy lze považovat úlohu početní, ve které žák provádí krátký výpočet.

V pracovních listech se vyskytují především úlohy **komplexního** charakteru, které vznikly kombinací několika různých výše uvedených typů úloh, a jsou proto obtížně zařaditelné.

### 3.2 Zadání a řešení pracovních listů

Zadání a řešení jednotlivých pracovních listů je uvedeno v **příloze** této práce (viz strana **59**). Pro větší přehlednost je u každého pracovního listu nejprve uvedeno zadání a bezprostředně následuje jeho řešení.

Pracovní listy, které jsem zadávala žákům, měly uvedenou podobu jen s tím rozdílem, že v jednotlivých pracovních listech jsou navíc v hranatých závorkách doplněny odkazy na příslušný informační zdroj.

### 3.3 Metodika ověřování a vyhodnocení pracovních listů

V této kapitole popíšu, jakým způsobem proběhlo ověřování úloh. Uvedu, která pravidla byla žákům sdělena, které pomůcky byly žákům povoleny, atd. Dále se zaměřím na způsob opravování jednotlivých úloh a uvedu možné faktory, které ovlivnily celé ověřování.

#### 3.3.1 Metodika ověřování pracovních listů

Ověřování probíhalo od poloviny listopadu 2008 do začátku prosince 2008 na Gymnáziu J. K. Tyla v Hradci Králové. Jednotlivé pracovní listy vyplnilo od 45 do 48 žáků. Jednotlivé počty uvádí následující **Tabulka 1**.

**Tabulka 1: Počty řešitelů**

| <b>Pracovní list</b> | <b>Počet řešitelů</b> |
|----------------------|-----------------------|
| Potrava              | 48                    |
| Lipidy               | 48                    |
| Sacharidy            | 47                    |
| Bílkoviny            | 45                    |

Jednalo se o žáky 4. ročníku čtyřletého gymnázia, kteří si v rámci volitelných předmětů zvolili do maturitního ročníku předmět Seminář a cvičení z chemie. Vyplnění pracovních listů proběhlo u těchto žáků v procvičovací fázi vyučovacího procesu. Velká část z těchto žáků z chemie maturuje, zbylí maturitu z chemie nekonají, ale připravují se na přijímací zkoušky, kde bude předmětem zkoušky právě chemie.

V týdnu od 6.11. do 13.11. 2008 měli žáci za úkol zopakovat si na základní úrovni organickou chemii s důrazem na přírodní látky. Na semináři totiž ještě toto opakování neproběhlo. Poté byly žákům rozdány pracovní listy dle následujícího časového rozvržení.

- Od 13.11.2008 do 20.11.2008 žáci vyplňovali mimo vyučování pracovní listy **Potrava a Lipidy** (tj. celkem 9 stran).
- Od 20.11.2008 do 27.11.2008 žáci vyplňovali mimo vyučování pracovní list **Sacharidy** (tj. celkem 13 stran).
- Od 27.11.2008 do 4.12.2008 žáci vyplňovali mimo vyučování pracovní list **Bílkoviny** (tj. celkem 11 stran).

V případě, že nebyl některý žák přítomen na hodině, došlo samozřejmě k drobnému časovému posunu, takže odevzdal pracovní listy o několik dní později.

Způsob ověřování jsem takto navrhla vzhledem k nedostatečné časové dotaci v seminářích. Bylo by velice časově náročné celé testování provádět ve vyučovacích hodinách.

Žákům byly stanoveny následující **podmínky** a **pravidla** (za jejich dodržování samozřejmě zodpovídal každý žák sám):

- na hlavičku každého pracovního listu měl žák napsat třídu (jednalo se o žáky tříd 4.A až 4.E), čas potřebný k vyplnění příslušného listu, dále nejobtížnější a nejjednodušší úlohu podle subjektivního posouzení; testování proběhlo anonymně;
- žáci mohli používat PSP a kalkulačku;
- při vyplňování pracovních listů měli žáci pracovat samostatně pouze s výše uvedenými pomůckami, žádné jiné zdroje informací nebyly povoleny;
- bylo jim doporučeno, ať se v případě nejasností k jednotlivým úlohám v rámci jednoho pracovního listu vrací, že jim mohou velmi často při řešení pomoci;
- vyplnění pracovních listů nebylo známkováno, pouze za jejich nevyplnění a neodevzdání žákům hrozila neklasifikace z předmětu.

Žáci v případě zájmu mohli požádat o vrácení pracovních listů a použít je jako prostředek při přípravě na maturitu či přijímací zkoušky s tím, že před maturitou bude s nimi provedena oprava a analýza častých chyb. Mnoho žáků tuto nabídku využilo.

### 3.3.2 Metodika opravování a vyhodnocení pracovních listů

Po odevzdání vyřešených pracovních listů jsem úlohy opravila. Vzhledem k tomu, že se nejedná o úlohy bodované, zařadila jsem řešení každé z úloh u každého žáka do jedné ze tří skupin:

- 1) *správné nebo téměř správné řešení* – úloha byla bez chyby, nebo její řešení bylo správné z více než 75%;
- 2) *částečně správné řešení* - řešení úlohy bylo správné z 25 % až 75 %;
- 3) *chybné nebo téměř chybné řešení* – úloha byla kompletně chybně vyřešená, nebo výskyt chyb přesáhl 75 % celkového řešení.

Na základě takto získaných dat jsem u každého ze čtyř pracovních listů sestavila tabulku, která vyjadřuje procentuální zastoupení výše uvedených skupin řešení úloh **1)** až **3)** a určila jsem, které z těchto úloh byly jednoduché a které obtížné, případně které části úloh se takto projeví. Vše je podrobně rozpracováno v kapitole **3.4**.

Při zpracování výsledků jsem také vytvořila u každého pracovního listu tabulku, která vyjadřuje, kolik žáků volilo tu kterou úlohu za nejjednodušší, resp. nejobtížnější. Tak jsem získala u každého pracovního listu subjektivní hodnocení obtížnosti úloh žáky a porovnávala jsem tento výsledek se skutečností.

Kromě toho jsem také spočítala průměrný čas, který žáci uváděli jako potřebný pro vyplnění daného pracovního listu, a tak jsem získala představu a zároveň návrh na limit, který by mohl být žákům stanoven při dalším použití pracovních listů.

V lednu roku 2009 byli žáci ještě dotazováni přímo v hodině prostřednictvím krátké ankety. Podrobný výsledek tohoto průzkumu uvádím v kapitole **3.5.2**.

Nutno podotknout, že ne všechny úlohy a kolonky byly v celém průběhu ověřování vždy řádně vyplněny, ale jelikož se z celkového počtu odevzdaných pracovních listů jedná jen o malý počet, nemohlo to významně ovlivnit výsledky ověřování.

Na základě zadání a vyhodnocení pracovních listů lze pro účely dalšího používání na školách určit obtížnost jednotlivých úloh a čas pro vyplnění jednotlivých listů a upravit zadání některých úloh.

### 3.4 Výsledky ověření úloh, diskuse

V kapitole se zaměřuji na výsledky ověřování úloh v jednotlivých pracovních listech. Výsledky jsem získala postupem uvedeným v kapitole 3.3.2. Součástí této kapitoly je rozbor těchto výsledků, u některých úloh také jejich pravděpodobné zdůvodnění a návrhy pro vylepšení úlohy, které ze získaných výsledků vyplynuly. Za velmi jednoduché jsou považovány úlohy, které vyřešilo více než 85 % žáků správně, za úlohy velmi obtížné jsou považovány úlohy, které vyřešilo správně méně než 15 % žáků [4].

#### 3.4.1 Potrava

Pracovní list vyplnilo 48 žáků maturitního ročníku Gymnázia J. K. Tyla v Hradci Králové. Potřebný čas k vypracování pracovního listu uvedlo 42 žáků. Průměrně potřebovali žáci k vyřešení tohoto pracovního listu 51 minut.

##### 3.4.1a Obecné výsledky

Na otázku, která úloha byla nejjednodušší a která nejobtížnější, odpovědělo 44 žáků, z nich 5 uvádělo jako nejobtížnější nebo nejjednodušší více než jednu úlohu.

Podle studentů byla nejjednodušší **úloha 2** a nejobtížnější **úloha 6**.

**Tabulka 2: Potrava – nejjednodušší a nejobtížnější úloha – pohled žáků**

| Úloha | Počet žáků, kteří označili úlohu za nejjednodušší | Počet žáků, kteří označili úlohu za nejobtížnější |
|-------|---|---|
| 1     | 12  | 0   |
| 2     | 27  | 0   |
| 3     | 3   | 2   |
| 4     | 6   | 5   |
| 5     | 1   | 4   |
| 6     | 2   | 37  |

Souhrnná **Tabulka 3** (na následující straně) skutečných výsledků ukazuje, že subjektivní hodnocení žáků týkající se obtížnosti úloh odpovídalo skutečnosti, neboť nejlépe skutečně odpovídali na **úlohu 2** a nikdo nevyřešil správně **úlohu 6/1**. Navíc se projevilo, že ani **úloha 1** nebyla pro žáky jednoduchá, protože nikdo ji nevyřešil zcela správně. Nejčastější chyba v řešení této úlohy bude rozebrána níže.

V **Tabulce 3** jsou pro přehlednost **červeně** vyznačeny hodnoty vyšší než 85 % a **modře** hodnoty nižší než 15 %.

**Tabulka 3: Potrava – výsledky testování**

| úloha | správné nebo téměř správné řešení / počet | správné nebo téměř správné řešení / % | částečně správné řešení / počet | částečně správné řešení / % | chybné nebo téměř chybné řešení / počet | chybné nebo téměř chybné řešení / % |
|-------|---|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------------|
| 1     | 0   | <b>0,00</b>                           | 47                              | <b>97,92</b>                | 1                                       | <b>2,08</b>                         |
| 2     | 44  | <b>91,67</b>                          | 4                               | <b>8,33</b>                 | 0                                       | <b>0,00</b>                         |
| 3     | 39  | 81,25                                 | 9                               | 18,75                       | 0                                       | <b>0,00</b>                         |
| 4/1   | 38  | 79,17                                 | 9                               | 18,75                       | 1                                       | <b>2,08</b>                         |
| 4/2   | 34  | 70,83                                 | 10                              | 20,83                       | 4                                       | <b>8,33</b>                         |
| 5/1   | 35  | 72,92                                 | 11                              | 22,92                       | 2                                       | <b>4,17</b>                         |
| 5/2   | 16  | 33,33                                 | 32                              | 66,67                       | 0                                       | <b>0,00</b>                         |
| 6/1   | 0   | <b>0,00</b>                           | 26                              | 54,17                       | 22                                      | 45,83                               |
| 6/2   | 31  | 64,58                                 | 14                              | 29,17                       | 3                                       | <b>6,25</b>                         |

### 3.4.1b Rozbor výsledků u jednotlivých úloh

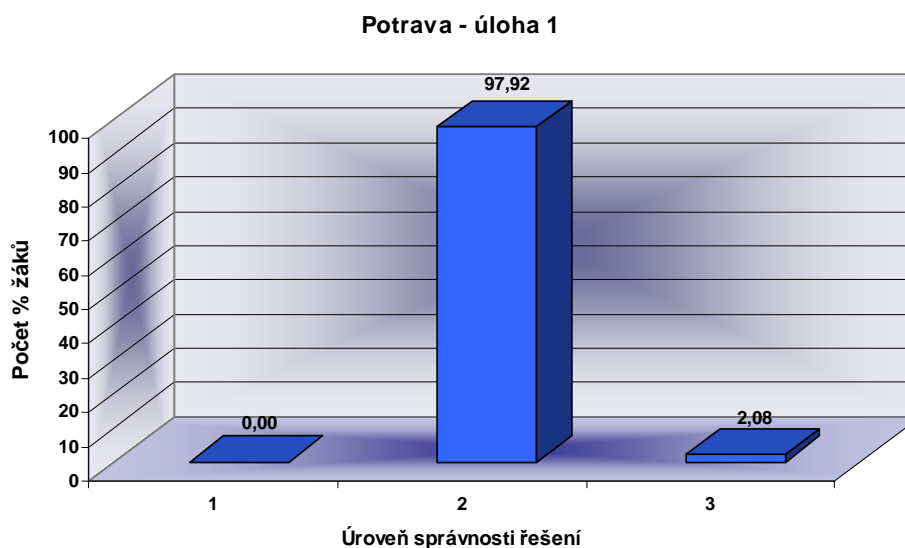
#### úloha 1

**Nejčastější chyby:** Žáci ve většině případů chybovali v doplnění čísla u poslední charakteristiky: „jsou přirozenou součástí těl rostlin a živočichů“. Část žáků uvedla, že se jedná o nápoje, část uvedla, že o potraviny. Nicméně správné řešení (pochutiny) uvedlo jen velice málo žáků.

Z níže uvedeného **Grafu 1** je patrné, že nikdo nevyřešil úlohu zcela nebo téměř správně.

*Pozn.: Na ose x odpovídá 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 1**



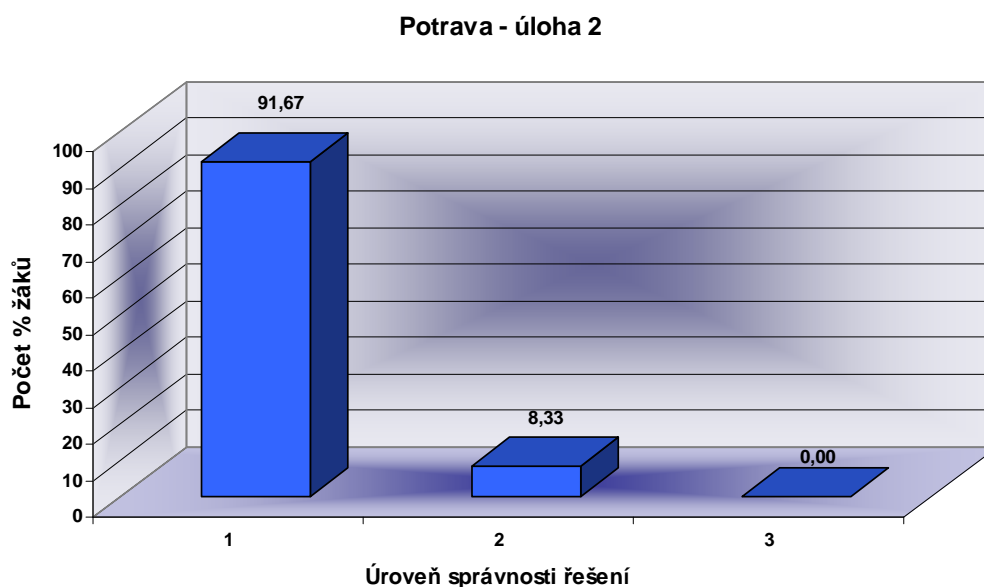
**Návrh na úpravu úlohy:** Navrhuji poslední charakteristiku v zadání vynechat. Často se také objevilo více vyplněných čísel, což by se dalo eliminovat uvedením poznámky: „Ke každé charakteristice přiřadíte právě jednu složku potravy“.

## úloha 2

Tato úloha dopadla jako velmi jednoduchá, protože ji vyřešilo více než 85 % žáků správně. Úloha byla žáky označena za nejjednodušší.

*Pozn.: V Grafu 2 opět odpovídá na ose x 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

### Graf 2

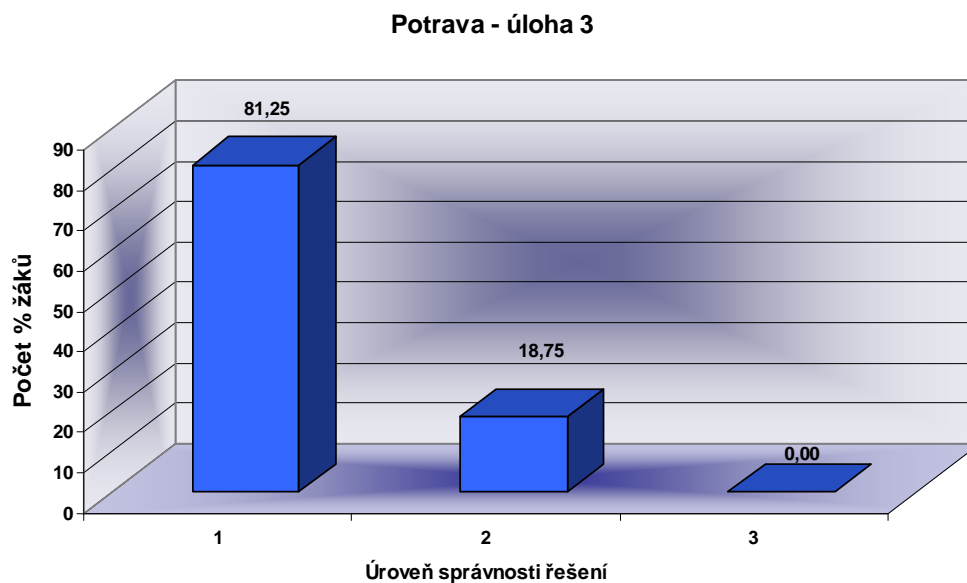


## úloha 3

Ve většině případů ji žáci vyplnili správně nebo téměř správně. **Nejčastější chyby** nastaly při doplňování procent (30 %, 60 %, 65 %).

*Pozn.: V Grafu 3 opět odpovídá na ose x 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

### Graf 3



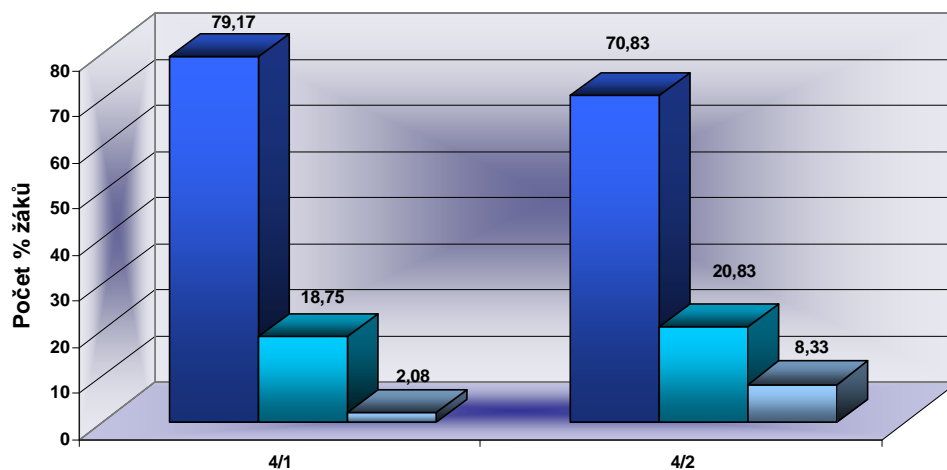
#### úloha 4

Jak se ukázalo, u každé ze dvou částí je úspěšnost více než 70 %, takže pro žáky obtížná nebyla, a to zejména v případě, kdy využili k řešení PSP, která byla povolena.

*Pozn.: V Grafu 4 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

Potrava - úloha 4

Graf 4



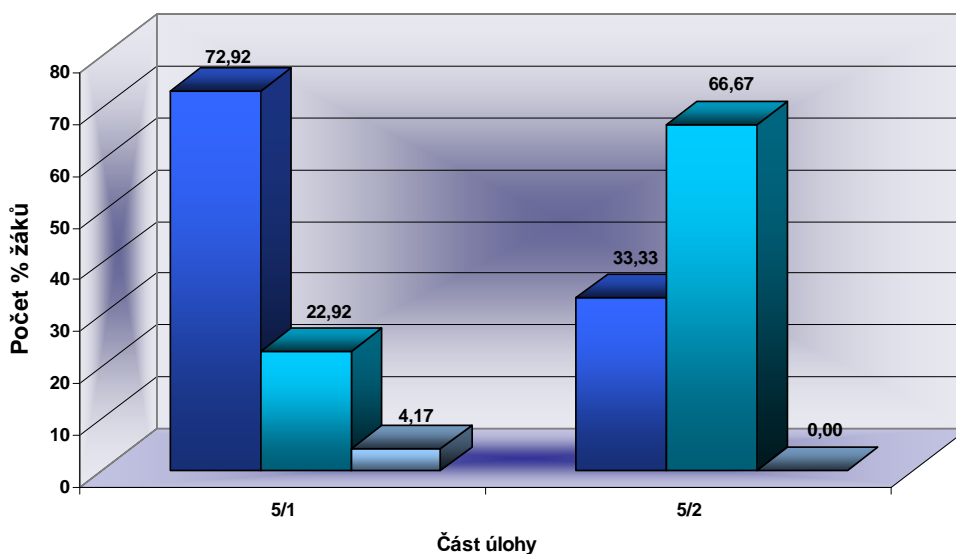
#### úloha 5

**Nejčastější chyby:** V první části úlohy se nechybovalo často. V druhé části úlohy uspěla jen třetina žáků. Velice často žáci chybovali v názvech aniontů. Například  $\text{Cl}^-$  označili za chlorový anion,  $\text{PO}_4^{3-}$  za fosforečný anion, apod. Z toho lze usuzovat na nedostatky v oblasti anorganického názvosloví.

*Pozn.: V Grafu 5 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

Potrava - úloha 5

Graf 5





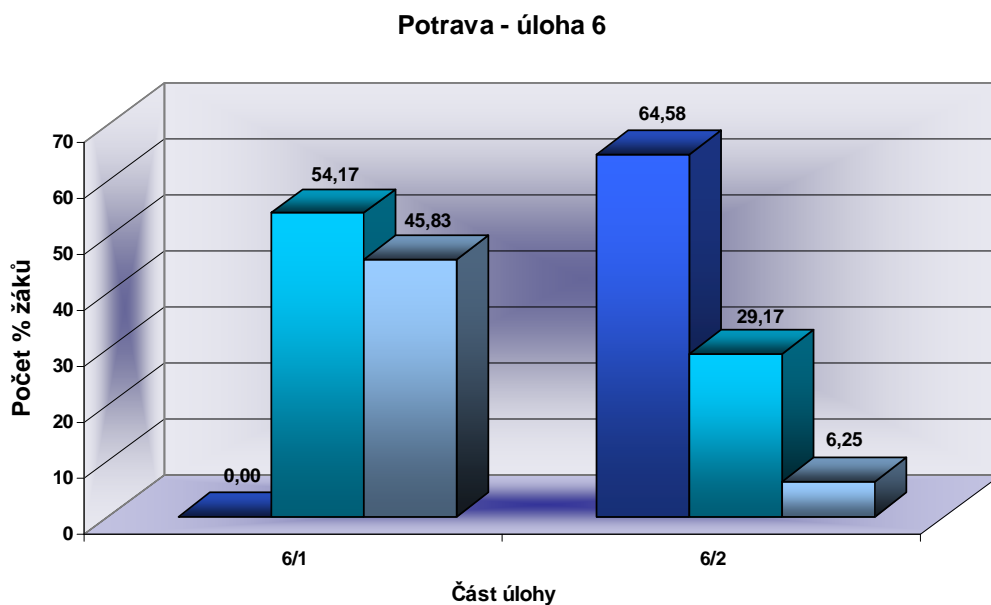
## úloha 6

Úloha 6 se při testování projevila jako nejobtížnější z pracovního listu **Potrava**.

**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** První část této úlohy odhalila nedostatky žáků v oblasti organické chemie, konkrétně v názvech charakteristických skupin derivátů uhlovodíků. Často se žáci ani nepokusili úlohu vyřešit, v lepším případě ji alespoň částečně vyplnili, ale u žádného žáka nebylo řešení správné nebo téměř správné. Problém může být i v tom, že v době vyplňování pracovních listů (listopad 2008) žáci neměli ještě organickou chemii zopakovanou, protože v tématickém plánu je uvedena až v druhém pololetí. Velmi často neoznačili správně aminoskupinu, etherovou skupinu, esterovou a amidovou vazbu. Jak je vidět z následujícího **Grafu 6**, druhá část úlohy dopadla o poznání lépe. Jednalo se o přiřazení projevů nedostatku některých důležitých vitaminů. Tady zřejmě žáci využili i své poznatky z oboru biologie.

*Pozn.: V Grafu 6 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 6**



### 3.4.2 Lipidy

Pracovní list vyplnilo **48** žáků maturitního ročníku Gymnázia J. K. Tyla v Hradci Králové. Potřebný čas k vypracování pracovního listu uvedlo 45 žáků. Průměrně potřebovali žáci k vyřešení tohoto pracovního listu *56 minut*.

#### 3.4.2a Obecné výsledky

Na otázku, která úloha byla nejjednodušší a která nejobtížnější, odpovědělo **45** žáků, z nich 1 označil dvě úlohy za nejobtížnější.

Podle studentů byla nejjednodušší **úloha 1** a nejobtížnější **úloha 3**.

**Tabulka 4: Lipidy – nejjednodušší a nejobtížnější úloha – pohled žáků**

| Úloha | Počet žáků, kteří označili úlohu za nejjednodušší | Počet žáků, kteří označili úlohu za nejobtížnější |
|-------|---|---|
| 1     | <b>27</b>   | 2   |
| 2     | 11  | 2   |
| 3     | 1   | <b>29</b>   |
| 4     | 6   | 14  |

Souhrnná **Tabulka 5** skutečných výsledků ukazuje, že subjektivní hodnocení žáků týkající se obtížnosti úloh jen částečně odpovídalo skutečnosti. Přestože žáci považují za úlohu, která jim dělala nejméně problémy, **úlohu 1**, méně než 30 % žáků ji vyřešilo zcela nebo téměř správně. Nicméně nikdo ji nevyřešil chybně nebo téměř chybně. **Úloha 3** se projevila jako o trochu jednodušší než **úloha 1**, nicméně žáci ji označili za nejobtížnější, což také mohlo být způsobeno rozčleněním této úlohy na několik částí.

V **Tabulce 5** jsou pro přehlednost **červeně** vyznačeny hodnoty vyšší než 85 % a **modře** hodnoty nižší než 15 %.

**Tabulka 5: Lipidy – výsledky testování**

| úloha | správné nebo téměř správné řešení / počet | správné nebo téměř správné řešení / % | částečně správné řešení / počet | částečně správné řešení / % | chybné nebo téměř chybné řešení / počet | chybné nebo téměř chybné řešení / % |
|-------|---|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------------|
| 1     | 14  | 29,17                                 | 34                              | 70,83                       | 0                                       | <b>0,00</b>                         |
| 2     | 38  | 79,17                                 | 10                              | 20,83                       | 0                                       | <b>0,00</b>                         |
| 3/1   | 16  | 33,33                                 | 7                               | <b>14,58</b>                | 25                                      | 52,08                               |
| 3/2   | 32  | 66,67                                 | 6                               | <b>12,50</b>                | 10                                      | 20,83                               |
| 3/3   | 17  | 35,42                                 | 17                              | 35,42                       | 14                                      | 29,17                               |
| 3/4   | 19  | 39,58                                 | 22                              | 45,83                       | 7                                       | <b>14,58</b>                        |
| 3/5   | 15  | 31,25                                 | 29                              | 60,42                       | 4                                       | <b>8,33</b>                         |
| 4     | 14  | 29,17                                 | 31                              | 64,58                       | 3                                       | <b>6,25</b>                         |

### 3.4.2b Rozbor výsledků u jednotlivých úloh

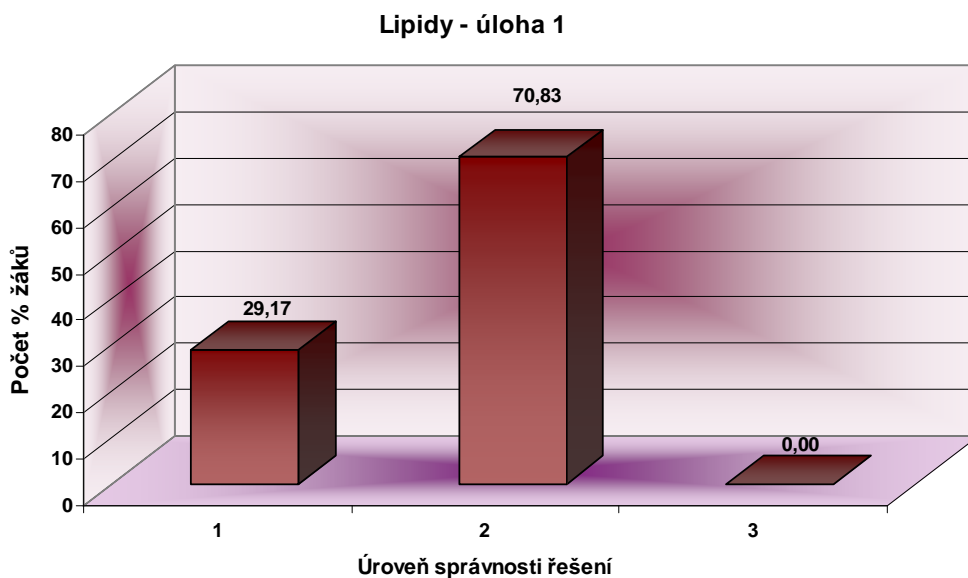
#### úloha 1

Jedná se o úlohu označenou žáky za nejjednodušší z této části, nicméně jejich subjektivní hodnocení ve výsledku nekorrespondovalo se skutečností.

**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** Žáci měli za úkol přiřadit strukturní vzorce mastných kyselin k jejich názvům a sumárním vzorcům, což se jim ve většině případů podařilo. Součástí úlohy ale také bylo charakterizovat každou z mastných kyselin z hlediska nasycenosti, nebo nenasyčenosti a uvést počet a lokanty násobných vazeb. Právě poslední zmiňovaný úkol činil téměř ve všech případech potíže. Žáci zřejmě nevěděli, odkud začít číslovat atomy uhlíků v molekule, nebo si dostatečně nepřčetli zadání, případně jej správně nepochopili.

*Pozn.: V Grafu 7 opět odpovídá na ose x 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

#### Graf 7



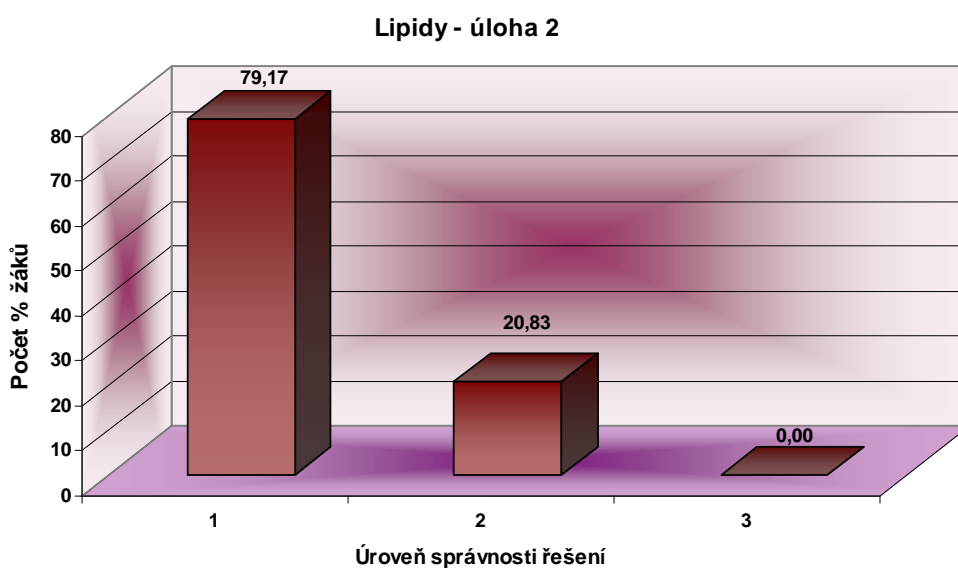
## úloha 2

Tato úloha nečinila žákům velké problémy.

**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** Nikdo z žáků úlohu nevyřešil zcela nebo téměř chybně. Dle mého názoru mohlo k chybám dojít v případě, že se ve 3. ročníku žáci seznámili s jinou klasifikací lipidů, což je mohlo při řešení ovlivnit natolik, že se dopustili chyb při výběru odpovědí.

*Pozn.: V Grafu 8 opět odpovídá na ose x 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 8**



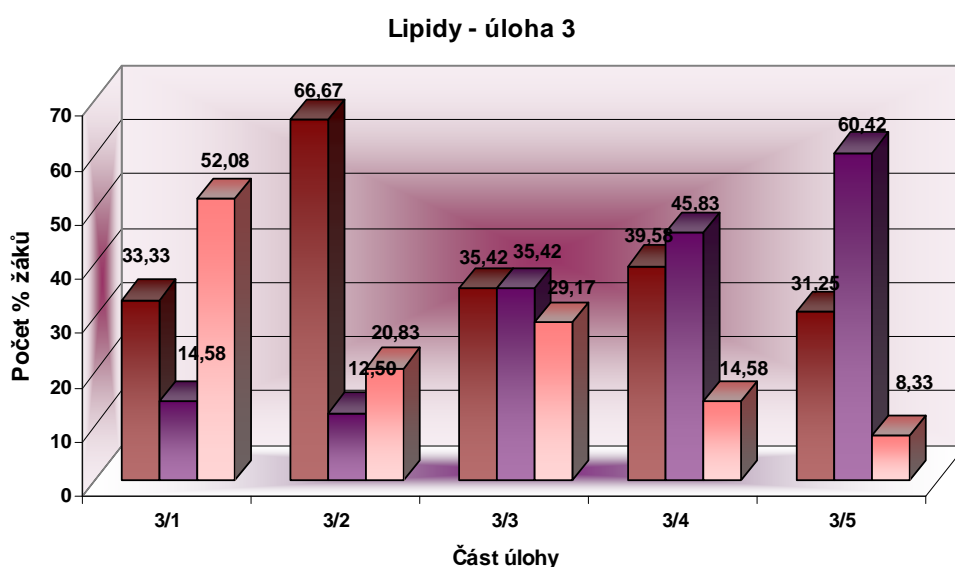
### úloha 3

Žáky byla tato úloha právem označena za nejobtížnější, protože výsledky testování tento pocit potvrdily. Až na jeden případ byla úspěšnost v této úloze mezi 30 a 40 %.

**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** Z Grafu 9 je patrné, že nejhůře odpovídali žáci na část 1, kdy měli napsat vzorec a název kyseliny máselné. Další problém nastal při odvozování skupenství lipidů na základě obsahu nasycených, resp. nenasyčených mastných kyselin - část 3 této úlohy. V části 5 této úlohy potom často dělalo problémy určit, které charakteristiky přísluší máslu a které margarínu, a rozhodnout, zda se jedná o charakteristiky příznivé pro lidský organismus.

*Pozn.: V Grafu 9 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 9**



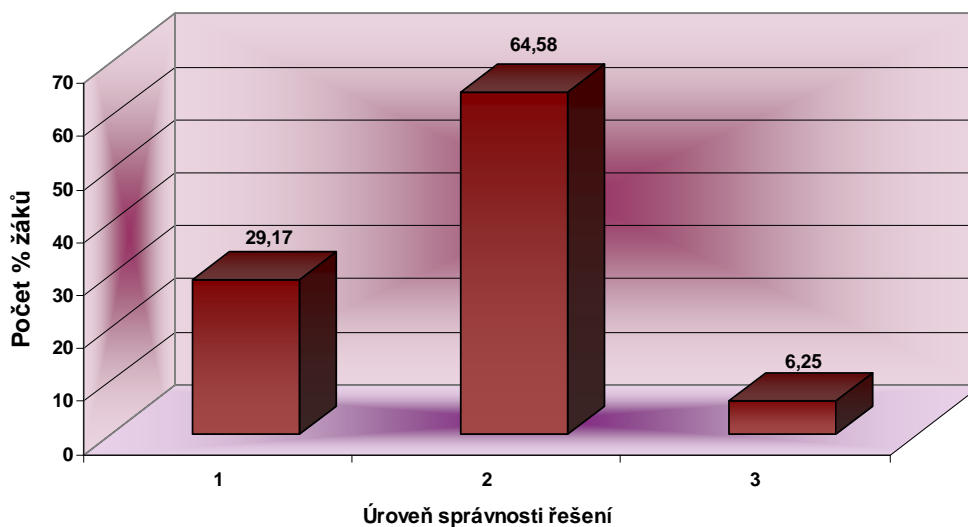
**Návrh na úpravu úlohy:** Pro zlepšení výsledků žáků v této úloze bych zařadila do zadání části 5 poznámku: „Některé charakteristiky lze doplnit do více než jednoho pole“.

## úloha 4

**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** Problémy se vyskytly především v první části, kdy žáci nesprávně odhadli, které pojmy do textu doplnit. Přisuzují to faktu, že byla k vyřešení zapotřebí kromě znalostí také dovednost odvozování z textu, což v danou chvíli zřejmě dělalo žákům problémy.

*Pozn.: V Grafu 10 opět odpovídá na ose x 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 10** Lipidy - úloha 4



### 3.4.3 Sacharidy

Pracovní list vyplnilo **47** žáků maturitního ročníku Gymnázia J. K. Tyla v Hradci Králové. Potřebný čas k vypracování pracovního listu uvedlo 43 žáků. Průměrně potřebovali žáci k vyřešení tohoto pracovního listu *129 minut*.

#### 3.4.3a Obecné výsledky

Na otázku, která úloha byla nejjednodušší a která nejobtížnější, odpovědělo **42** žáků. Podle studentů byla nejjednodušší **úloha 1** a nejobtížnější **úloha 3** a **úloha 2**.

**Tabulka 6: Sacharidy – nejjednodušší a nejobtížnější úloha – pohled žáků**

| Úloha    | Počet žáků, kteří označili úlohu za nejjednodušší | Počet žáků, kteří označili úlohu za nejobtížnější |
|----------|---|---|
| <b>1</b> | <b>26</b>   | 0   |
| <b>2</b> | 3   | 15  |
| <b>3</b> | 9   | <b>16</b>   |
| <b>4</b> | 5   | 9   |
| <b>5</b> | 0   | 2   |

Souhrnná **Tabulka 7** skutečných výsledků ukazuje, že subjektivní hodnocení žáků týkající se obtížnosti úloh odpovídalo jen málo skutečnosti. **Úloha 1** nakonec pro žáky kromě některých částí (4, 7a) byla poměrně snadná, nicméně za úlohu nejjednodušší lze podle výše uvedené tabulky považovat **úlohu 4**, u které 6 částí z 12 splňuje procentuelně kritéria pro úlohu velmi jednoduchou a na 11 částí odpovědělo více než 50 % správně nebo téměř správně.

Zbylé úlohy dopadly přibližně stejně, proto žádnou z úloh nelze považovat za nejobtížnější. U některých úloh se opět vyskytly často opakované chyby, které budou v níže provedené diskusi zdůrazněny.

V **Tabulce 7** na následující straně jsou pro přehlednost **červeně** vyznačeny hodnoty vyšší než 85 % a **modře** hodnoty nižší než 15 %.

**Tabulka 7: Sacharidy – výsledky testování**

| úloha | správné nebo téměř správné řešení / počet | správné nebo téměř správné řešení / % | částečně správné řešení / počet | částečně správné řešení / % | chybné nebo téměř chybné řešení / počet | chybné nebo téměř chybné řešení / % |
|-------|---|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------------|
| 1/1   | 36  | 76,60                                 | 10                              | 21,28                       | 1                                       | 2,13                                |
| 1/2   | 39  | 82,98                                 | 0                               | 0,00                        | 8                                       | 17,02                               |
| 1/3   | 21  | 44,68                                 | 22                              | 46,81                       | 4                                       | 8,51                                |
| 1/4   | 11  | 23,40                                 | 4                               | 8,51                        | 32                                      | 68,09                               |
| 1/5   | 46  | 97,87                                 | 0                               | 0,00                        | 1                                       | 2,13                                |
| 1/6   | 45  | 95,74                                 | 0                               | 0,00                        | 2                                       | 4,26                                |
| 1/7a) | 14  | 29,79                                 | 31                              | 65,96                       | 2                                       | 4,26                                |
| 1/7b) | 30  | 63,83                                 | 12                              | 25,53                       | 5                                       | 10,64                               |
| 1/7c) | 30  | 63,83                                 | 7                               | 14,89                       | 10                                      | 21,28                               |
| 2/1a) | 24  | 51,06                                 | 21                              | 44,68                       | 2                                       | 4,26                                |
| 2/1b) | 27  | 57,45                                 | 0                               | 0,00                        | 20                                      | 42,55                               |
| 2/1c) | 10  | 21,28                                 | 6                               | 12,77                       | 31                                      | 65,96                               |
| 2/1d) | 26  | 55,32                                 | 0                               | 0,00                        | 21                                      | 44,68                               |
| 2/1e) | 35  | 74,47                                 | 10                              | 21,28                       | 2                                       | 4,26                                |
| 2/2a) | 36  | 76,60                                 | 3                               | 6,38                        | 8                                       | 17,02                               |
| 2/2b) | 16  | 34,04                                 | 0                               | 0,00                        | 31                                      | 65,96                               |
| 2/2c) | 38  | 80,85                                 | 0                               | 0,00                        | 9                                       | 19,15                               |
| 2/2d) | 32  | 68,09                                 | 0                               | 0,00                        | 15                                      | 31,91                               |
| 2/2e) | 20  | 42,55                                 | 10                              | 21,28                       | 17                                      | 36,17                               |
| 3/1a) | 23  | 48,94                                 | 18                              | 38,30                       | 6                                       | 12,77                               |
| 3/1b) | 35  | 74,47                                 | 6                               | 12,77                       | 6                                       | 12,77                               |
| 3/2a) | 26  | 55,32                                 | 17                              | 36,17                       | 4                                       | 8,51                                |
| 3/2b) | 22  | 46,81                                 | 19                              | 40,43                       | 6                                       | 12,77                               |
| 3/2c) | 11  | 23,40                                 | 8                               | 17,02                       | 28                                      | 59,57                               |
| 3/2d) | 25  | 53,19                                 | 15                              | 31,91                       | 7                                       | 14,89                               |
| 3/3   | 22  | 46,81                                 | 19                              | 40,43                       | 6                                       | 12,77                               |
| 3/4   | 17  | 36,17                                 | 18                              | 38,30                       | 12                                      | 25,53                               |
| 4/1   | 24  | 51,06                                 | 12                              | 25,53                       | 11                                      | 23,40                               |
| 4/2   | 39  | 82,98                                 | 3                               | 6,38                        | 6                                       | 12,77                               |
| 4/3a) | 29  | 61,70                                 | 1                               | 2,13                        | 17                                      | 36,17                               |
| 4/3b) | 39  | 82,98                                 | 3                               | 6,38                        | 5                                       | 10,64                               |
| 4/3c) | 41  | 87,23                                 | 0                               | 0,00                        | 6                                       | 12,77                               |
| 4/3d) | 40  | 85,11                                 | 0                               | 0,00                        | 7                                       | 14,89                               |
| 4/3e) | 45  | 95,74                                 | 0                               | 0,00                        | 2                                       | 4,26                                |
| 4/3f) | 42  | 89,36                                 | 0                               | 0,00                        | 5                                       | 10,64                               |
| 4/4a) | 39  | 82,98                                 | 1                               | 2,13                        | 7                                       | 14,89                               |
| 4/4b) | 40  | 85,11                                 | 0                               | 0,00                        | 7                                       | 14,89                               |
| 4/4c) | 35  | 74,47                                 | 0                               | 0,00                        | 11                                      | 23,40                               |
| 4/4d) | 31  | 65,96                                 | 5                               | 10,64                       | 11                                      | 23,40                               |
| 4/4e) | 20  | 42,55                                 | 12                              | 25,53                       | 15                                      | 31,91                               |
| 4/4f) | 42  | 89,36                                 | 0                               | 0,00                        | 5                                       | 10,64                               |
| 5/1   | 25  | 53,19                                 | 20                              | 42,55                       | 2                                       | 4,26                                |
| 5/2a) | 31  | 65,96                                 | 1                               | 2,13                        | 15                                      | 31,91                               |
| 5/2b) | 25  | 53,19                                 | 5                               | 10,64                       | 17                                      | 36,17                               |
| 5/2c) | 39  | 82,98                                 | 5                               | 10,64                       | 3                                       | 6,38                                |
| 5/2d) | 30  | 63,83                                 | 4                               | 8,51                        | 13                                      | 27,66                               |
| 5/3a) | 42  | 89,36                                 | 0                               | 0,00                        | 5                                       | 10,64                               |
| 5/3b) | 30  | 63,83                                 | 4                               | 8,51                        | 13                                      | 27,66                               |
| 5/3c) | 39  | 82,98                                 | 0                               | 0,00                        | 8                                       | 17,02                               |
| 5/3d) | 32  | 68,09                                 | 0                               | 0,00                        | 15                                      | 31,91                               |
| 5/3e) | 38  | 80,85                                 | 0                               | 0,00                        | 9                                       | 19,15                               |
| 5/4a) | 23  | 48,94                                 | 5                               | 10,64                       | 19                                      | 40,43                               |
| 5/4b) | 11  | 23,40                                 | 12                              | 25,53                       | 24                                      | 51,06                               |
| 5/4c) | 25  | 53,19                                 | 13                              | 27,66                       | 9                                       | 19,15                               |



### 3.4.3b Rozbor výsledků u jednotlivých úloh

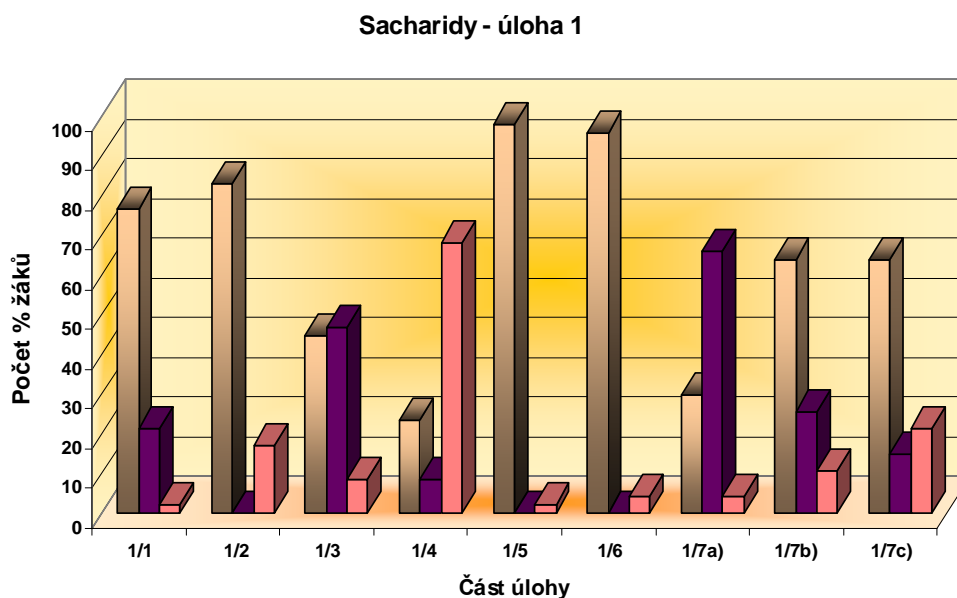
#### úloha 1

Úloha byla žáky považována za nejjednodušší, což neodpovídá skutečným výsledkům. Vyskytují se zde části, které byly pro žáky jednoduché – část 1, 2, 5 a 6, nalezneme tu ale i části, které byly obtížné - 3,4 a část 7a).

**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** Nejvíce chyb žáci udělali zřejmě z nepozornosti nebo vlivem nepochopení zadání. V části 3 nedostatečně žáci vysvětlovali pojem hydrolýza. V části 4 často psali místo „trisacharidy, pentasacharidy a heptasacharidy“ „triosy, pentosy a heptosy“. V části 7a) neuváděli velmi často všechny možnosti.

*Pozn.: V Grafu 11 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 11**



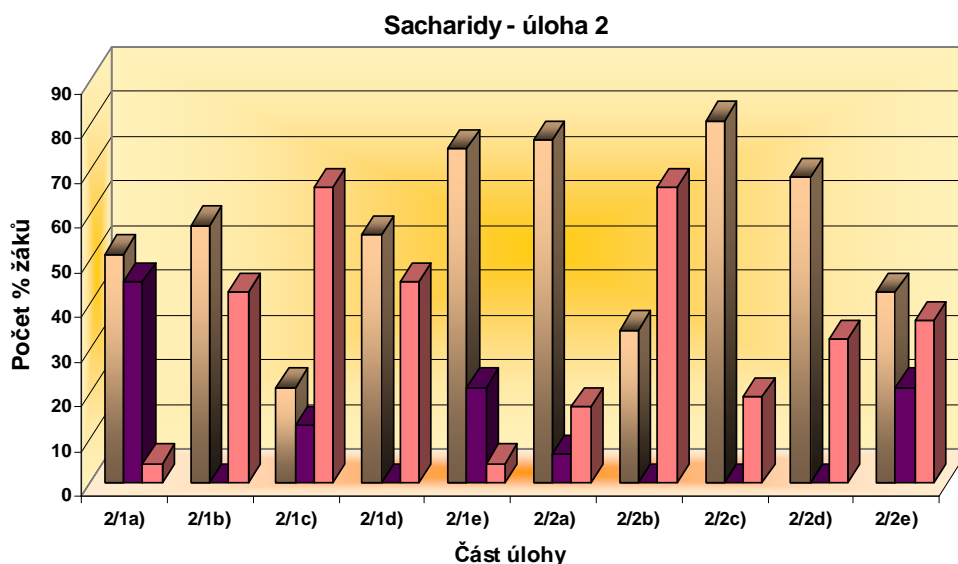
## úloha 2

Úlohu nelze považovat ani za jednoduchou, ani za obtížnou. V několika částech této úlohy se objevuje nulová četnost odpovědí částečně správných, protože se jedná o úlohy s jednoznačnou krátkou odpovědí, kterou může žák napsat buď správně, nebo chybně. Jedná se o část 1b), 1d), 2b), 2c), 2d) (viz **Graf 12** níže).

**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** Nejčastěji žáci chybovali v části 1c), kdy měli napsat **konstituční** vzorce anorganických sloučenin z rovnice fotosyntézy. Podle mého názoru nepochopili zadání, konkrétně jim byl nejasný pojem konstituční vzorec. Vysoký je také sloupec špatných odpovědí pro úlohu 2b) (viz **Graf 12**), ve které měli žáci pouze vyčíst z rovnice, která byla uvedena v pracovním listu o něco výše, sumární vzorec disacharidu složeného ze dvou hexos. Domnívám se, že příčinou tohoto nedostatku je opět nedostatečné porozumění zadání vlivem neznalosti pojmů.

*Pozn.: V Grafu 12 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 12**



**Návrh na úpravu úlohy:** Do zadání části 1c) bych konstituční vzorec jedné z látek doplnila, aby měl žák jasnou představu, jak má vypadat řešení.

### úloha 3

Žáky byla tato úloha označena za nejobtížnější, což potvrzuje ve skutečnosti v **Grafu 13** výška sloupců správné nebo téměř správné odpovědi. V porovnání s grafy jiných úloh v pracovním listu **Sacharidy** jsou tyto sloupce skutečně nejnižší. Pohledem na graf ale zjistíme, že sloupce chybných nebo téměř chybných odpovědí nejsou příliš vysoké, ale že prostřední sloupec řešení částečně správných je vždy poměrně vysoký.

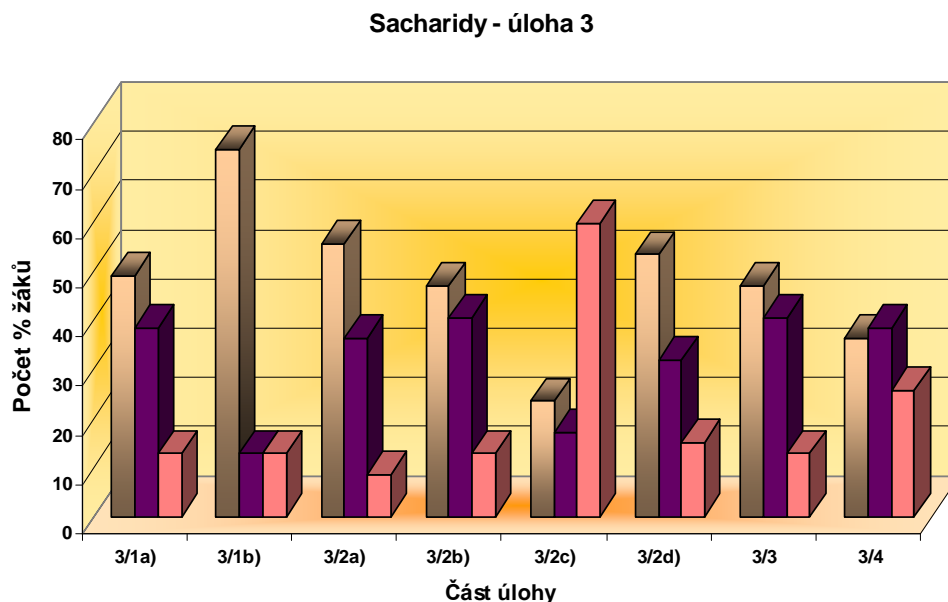
**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** Žáci chybovali poměrně často, ale ve výsledku přesto bylo jejich řešení částečně správné. Nejčastější chyby se týkaly následujících oblastí:

- D-fruktosa obsahuje ketonickou skupinu (1a);
- určování stereogenních center v molekule (2b),4);
- zjistit počty stereoizomerů na základě počtu stereogenních center (2c) – největší problém;
- zapsat produkt reakce monosacharidu s alkoholem (4).

Důvodem těchto chyb může být fakt, že si v rámci semináře z chemie žáci tuto oblast ještě nezopakovali, nebo může být příčinou nedostatečné pochopení a uvědomění si této problematiky, která je pro žáka střední školy viditelně obtížná. Chyby uvedené výše jsou charakteristické pro většinu žáků, proto je potřeba klást důraz na pochopení této látky v nižším ročníku.

*Pozn.: V Grafu 13 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

### Graf 13



## úloha 4

Tato úloha se projevila jako nejjednodušší z tohoto pracovního listu, což snadno zjistíme pohledem na její **Graf 14**.

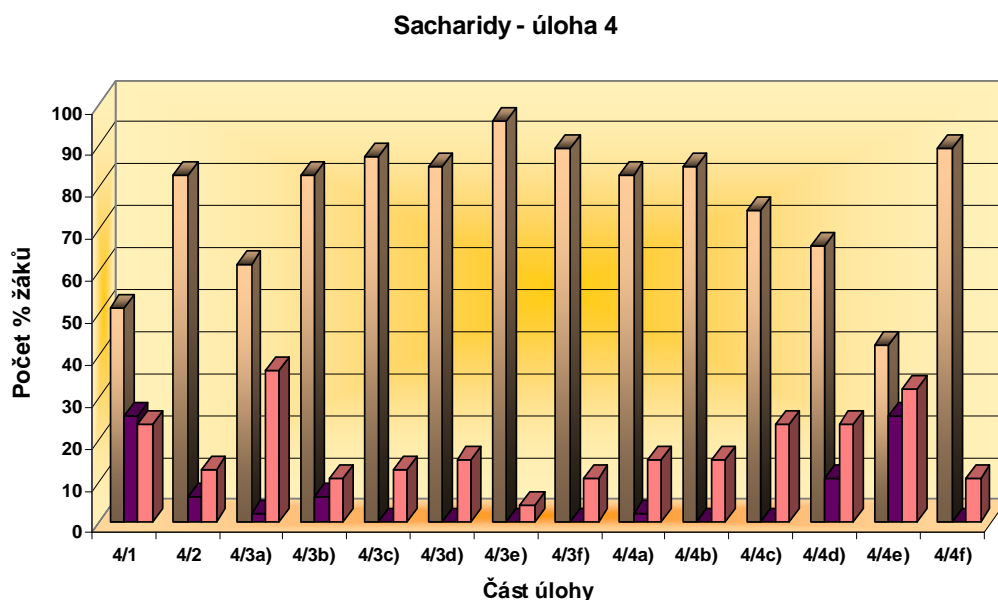
**Nejčastější chyby**, kterých se žáci dopouštěli, byly následující:

- chybné označení poloacetalového hydroxylylu v molekulách disacharidů (1);
- jako výživově výhodnější označili místo čokolády med (3a);
- chybný zápis vzorců kyseliny mléčné a octové (4e).

Podle mého názoru není třeba v této úloze nic podstatného měnit, žákům její vyřešení problému nedělalo. Z těchto poměrně dobrých výsledků lze usoudit na to, že žáci celkem dobře pracují s textem i tabulkou a dokážou na jejich základě formulovat závěry.

*Pozn.: V Grafu 14 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 14**



## úloha 5

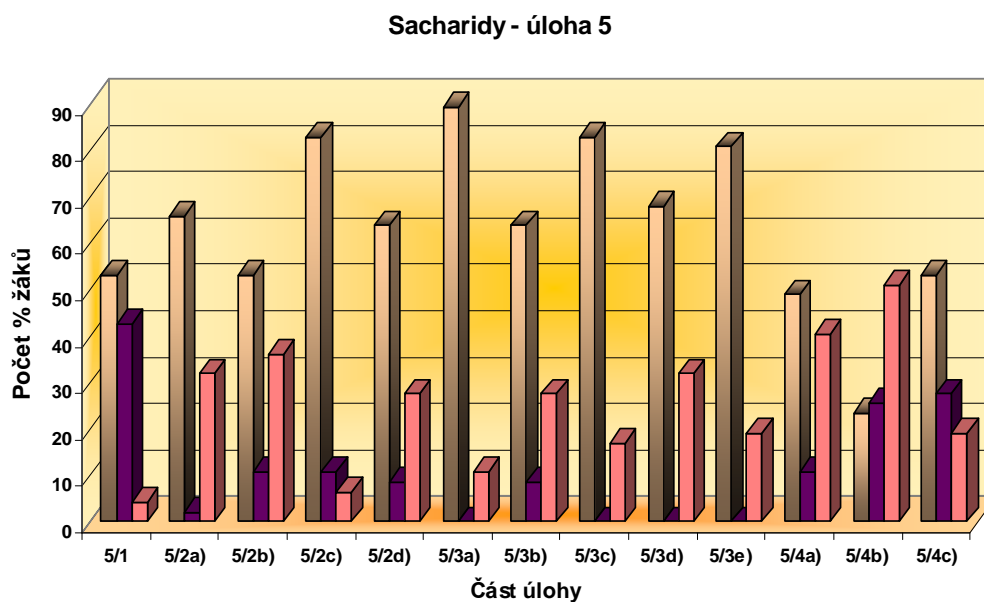
### Nejčastější chyby žáků:

- inulin patří k živočišným polysacharidům (1);
- chybně vyznačené vazby  $\alpha(1\rightarrow4)$ ,  $\alpha(1\rightarrow6)$  v molekule škrobu (2b);
- chybně vyplněné schéma trávení a metabolismu škrobu (2d);
- chybně nakreslený Haworthův vzorec základní jednotky celulosy;
- chybně nakreslená část řetězce celulosy (4b) – nejčastější chyba.

Z toho, že úloha dopadla poměrně dobře, usuzuji u žáků na poměrně dobrou dovednost práce s textem a tabulkou.

*Pozn.: V Grafu 15 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

Graf 15



### 3.4.4 Bílkoviny

Pracovní list vyplnilo **45** žáků maturitního ročníku Gymnázia J. K. Tyla v Hradci Králové. Potřebný čas k vypracování pracovního listu uvedlo 43 žáků. Průměrně potřebovali žáci k vyřešení tohoto pracovního listu *102 minut*.

#### 3.4.4a Obecné výsledky

Na otázku, která úloha byla nejjednodušší a která nejobtížnější, odpovědělo **41** žáků, z nich 4 uváděli jako nejobtížnější nebo nejjednodušší více než jednu úlohu.

Podle žáků byla nejjednodušší **úloha 8** a nejobtížnější **úloha 1** a **úloha 6**.

**Tabulka 8: Bílkoviny – nejjednodušší a nejobtížnější úloha – pohled žáků**

| Úloha    | Počet žáků, kteří označili úlohu za nejjednodušší | Počet žáků, kteří označili úlohu za nejobtížnější |
|----------|---|---|
| <b>1</b> | 4   | <b>13</b>   |
| <b>2</b> | 1   | 1   |
| <b>3</b> | 10  | 0   |
| <b>4</b> | 6   | 1   |
| <b>5</b> | 10  | 3   |
| <b>6</b> | 0   | <b>13</b>   |
| <b>7</b> | 1   | 12  |
| <b>8</b> | <b>11</b>   | 0   |

Souhrnná **Tabulka 9** skutečných výsledků ukazuje, že subjektivní hodnocení žáků týkající se obtížnosti úloh jen částečně odpovídalo skutečnosti. Za skutečně jednoduché úlohy lze považovat **úlohu 3**, **úlohu 4** a u **úloh 1**, **2** a **7** některé jejich části. Za obtížné lze považovat část **úlohy 1** (4) , **úlohu 5** a část **úlohy 7** (3), kdy prakticky nikdo neodpověděl správně.

V **Tabulce 9** na následující straně jsou pro přehlednost **červeně** vyznačeny hodnoty vyšší než 85 % a **modře** hodnoty nižší než 15 %.

Tabulka 9: Bílkoviny – výsledky testování

| úloha | správné<br>nebo téměř<br>správné<br>řešení /<br>počet | správné<br>nebo téměř<br>správné<br>řešení / % | částečně<br>správné<br>řešení /<br>počet | částečně<br>správné<br>řešení / % | chybné<br>nebo téměř<br>chybné<br>řešení /<br>počet | chybné<br>nebo téměř<br>chybné<br>řešení / % |
|-------|---|--|--|-----------------------------------|---|--|
| 1/1   | 38  | 84,44  | 6  | 13,33                             | 1   | 2,22   |
| 1/2   | 24  | 53,33  | 16                                       | 35,56                             | 4   | 8,89   |
| 1/3   | 34  | 75,56  | 9  | 20,00                             | 2   | 4,44   |
| 1/4   | 2   | 4,44   | 33                                       | 73,33                             | 10  | 22,22  |
| 1/5   | 39  | 86,67  | 6  | 13,33                             | 0   | 0,00   |
| 1/6   | 27  | 60,00  | 11                                       | 24,44                             | 7   | 15,56  |
| 1/6a) | 35  | 77,78  | 0  | 0,00                              | 10  | 22,22  |
| 1/6b) | 28  | 62,22  | 1  | 2,22                              | 16  | 35,56  |
| 1/6c) | 27  | 60,00  | 4  | 8,89                              | 14  | 31,11  |
| 1/6d) | 17  | 37,78  | 13                                       | 28,89                             | 15  | 33,33  |
| 1/6e) | 12  | 26,67  | 9  | 20,00                             | 24  | 53,33  |
| 1/6f) | 33  | 73,33  | 5  | 11,11                             | 7   | 15,56  |
| 1/7   | 38  | 84,44  | 5  | 11,11                             | 2   | 4,44   |
| 2/1   | 42  | 93,33  | 2  | 4,44                              | 1   | 2,22   |
| 2/2   | 11  | 24,44  | 21                                       | 46,67                             | 13  | 28,89  |
| 2/3   | 36  | 80,00  | 8  | 17,78                             | 1   | 2,22   |
| 3     | 42  | 93,33  | 3  | 6,67                              | 0   | 0,00   |
| 4/1   | 36  | 80,00  | 0  | 0,00                              | 9   | 20,00  |
| 4/2   | 43  | 95,56  | 0  | 0,00                              | 2   | 4,44   |
| 5     | 6   | 13,33  | 37                                       | 82,22                             | 2   | 4,44   |
| 6/1   | 36  | 80,00  | 5  | 11,11                             | 4   | 8,89   |
| 6/2   | 18  | 40,00  | 18                                       | 40,00                             | 9   | 20,00  |
| 7/1   | 44  | 97,78  | 0  | 0,00                              | 1   | 2,22   |
| 7/2   | 35  | 77,78  | 0  | 0,00                              | 10  | 22,22  |
| 7/3   | 0   | 0,00   | 35                                       | 77,78                             | 10  | 22,22  |
| 7/4   | 41  | 91,11  | 1  | 2,22                              | 3   | 6,67   |
| 7/5   | 0   | 0  | 0  | 0,00                              | 45  | 100  |
| 7/6   | 35  | 77,78  | 9  | 20,00                             | 1   | 2,22   |
| 7/7a) | 7   | 15,56  | 31                                       | 68,89                             | 7   | 15,56  |
| 7/7b) | 28  | 62,22  | 1  | 2,22                              | 16  | 35,56  |
| 7/7c) | 32  | 71,11  | 0  | 0,00                              | 13  | 28,89  |
| 7/7d) | 26  | 57,78  | 0  | 0,00                              | 19  | 42,22  |
| 8     | 35  | 77,78  | 10                                       | 22,22                             | 0   | 0,00   |

### 3.4.4b Rozbor výsledků u jednotlivých úloh

#### úloha 1

Žáci byla tato úloha označena za nejobtížnější možná právě proto, že obsahuje komplexní úlohy náročné na čas. Ve výsledku se ale jako nejobtížnější neprojevila.

Podle výšky sloupců v **Grafu 16** vidíme, že úloha obsahuje části velmi jednoduché (5) a část velmi obtížnou (4).

**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** Žáci chybovali nejčastěji v následujících oblastech:

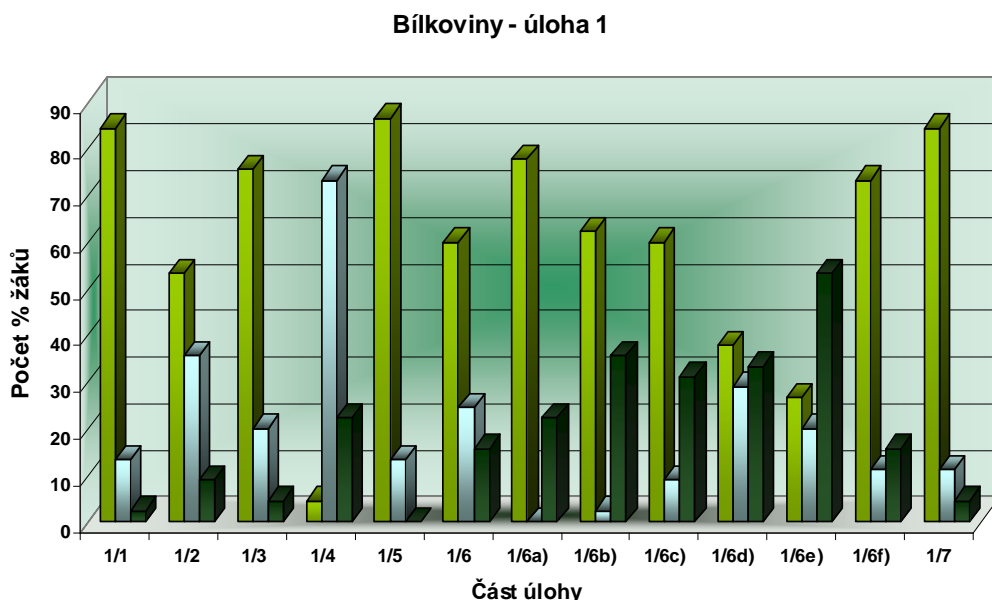
- zápis vzorce aminokyseliny v kyselém, resp. zásaditém prostředí (3);
- názvy charakteristických skupin, které aminokyseliny obsahují (4) – nejčastější chyby;
- zápis rovnice vzniku aspartamu (6d);
- uvedení příkladů potravinářských výrobků s fenylalaninem (6e).

Souhrnně lze říci, že žádné další podstatné a často se opakující chyby zde nenalezneme.

Opět se zde podobně jako v pracovním listu **Potrava (úloha 6)** setkáváme s nedostatečnými znalostmi z oblasti charakteristických skupin derivátů uhlovodíků. Žákům dělá problémy v molekule charakteristické skupiny najít a přiřadit k nim správný název. Dle mého názoru je proto důležité se této oblasti při vyučování náležitě věnovat.

*Pozn.: V Grafu 16 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 16**





## úloha 2

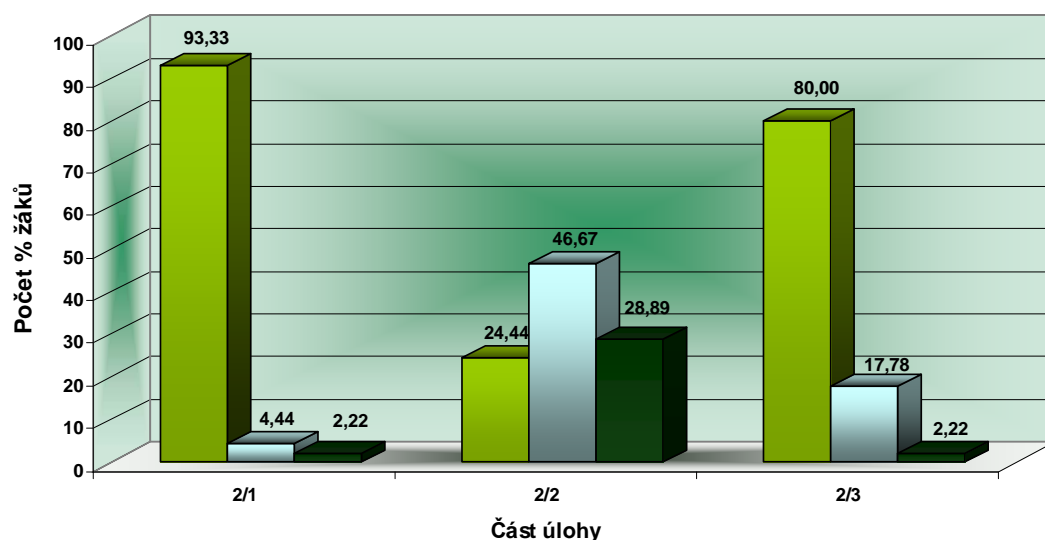
Kromě prostřední části se jedná o jednoduché úlohy, část 1 je navíc velmi jednoduchá.

**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** Nejčastěji se vyskytovala chyba v pojmenování aminokyselin, ze kterých se skládá glutathion. Příčinou může být fakt, že tento tripeptid obsahuje kyselinu glutamovou, která se váže na cystein amidovou vazbou přes karboxylovou skupinu v postranním řetězci. S tím se žáci setkali zřejmě poprvé.

*Pozn.: V Grafu 17 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

Graf 17

Bílkoviny - úloha 2



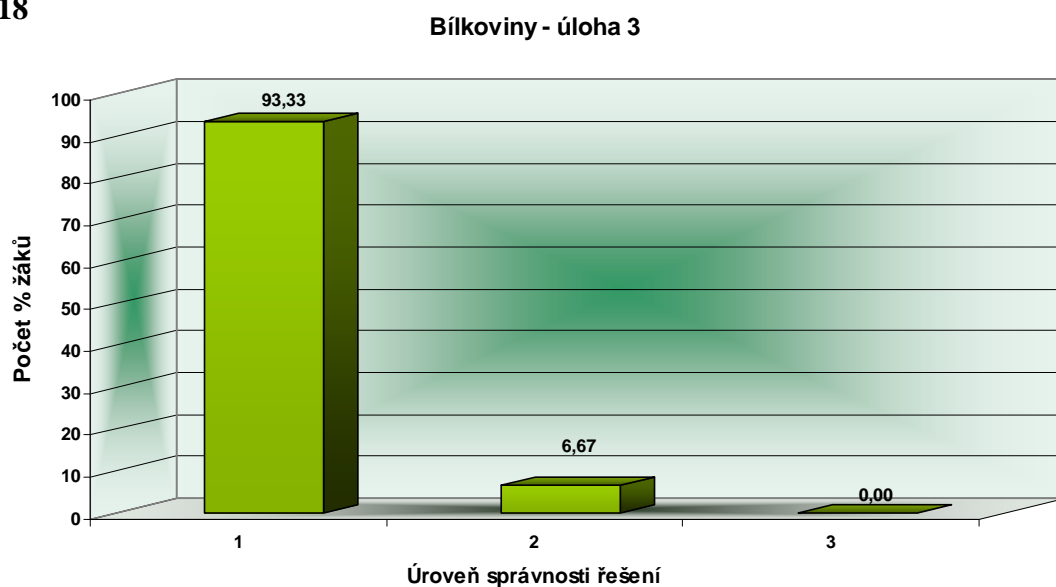
**Návrh na úpravu úlohy:** Navrhuji do zadání prostřední části úlohy zmínit fakt, že glutamová kyselina se váže na cystein karboxylovou skupinou v postranním řetězci, případně ještě ve vzorci oddělit jednotlivé aminokyseliny.

### úloha 3

Téměř čtvrtina žáků tuto úlohu označila za nejjednodušší. To se také potvrdilo v celkovém vyhodnocení. Většina žáků ji vyřešila správně nebo téměř správně. Je velmi jednoduchá.

*Pozn.: V Grafu 18 opět odpovídá na ose x 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 18**

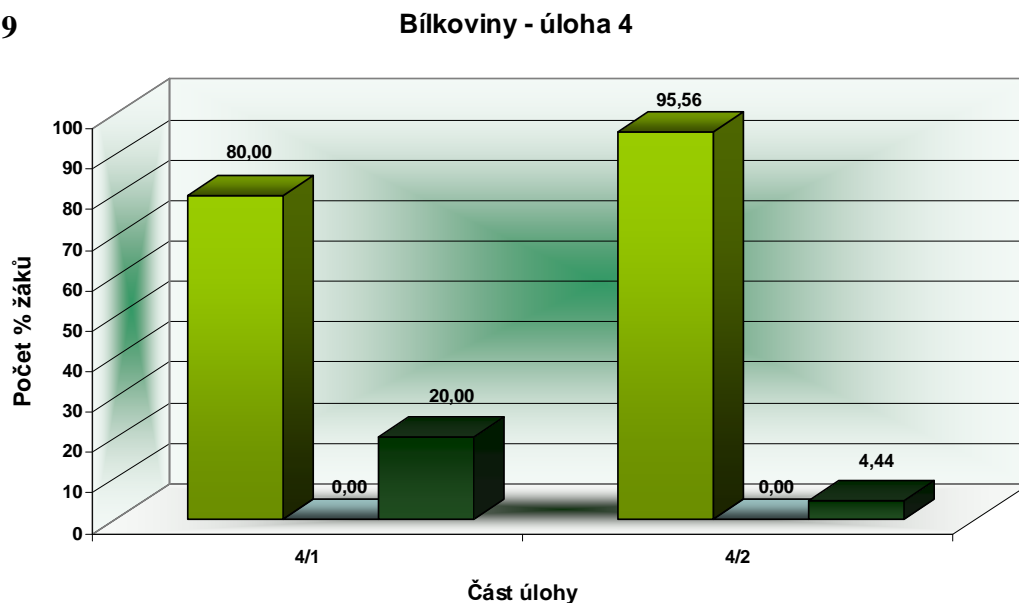


### úloha 4

První pohled na **Graf 19** této úlohy nám poskytne informaci o tom, že obě části úlohy byly pro žáky jednoduché, druhá část dokonce velmi jednoduchá.

*Pozn.: V Grafu 19 opět odpovídá na ose x vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 19**



## úloha 5

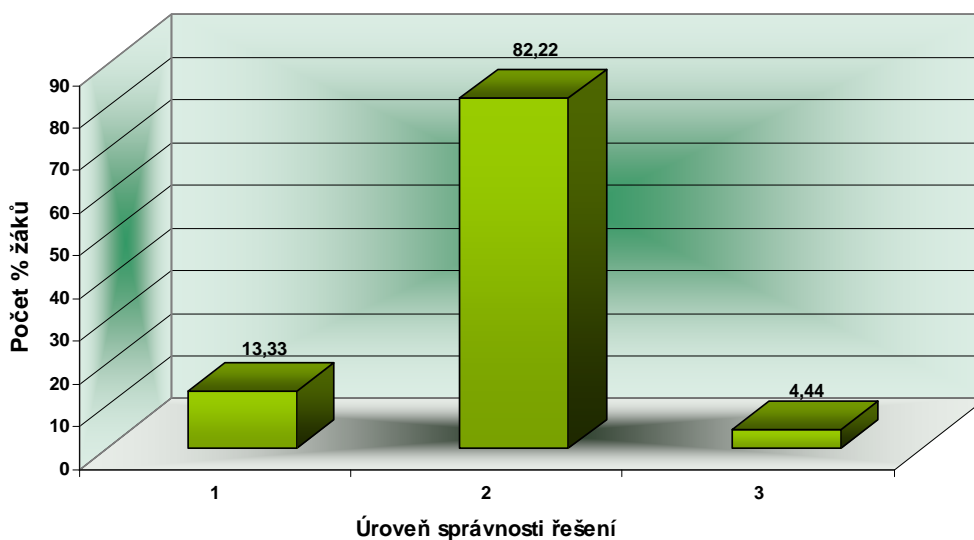
Úloha se projevila jako velmi obtížná, neboť méně než 15 % žáků odpovídalo správně nebo téměř správně.

**Nejčastější chyby a pravděpodobné zdůvodnění:** Téměř všichni udělali chybu v přiřazení struktury terciární a kvartérní. Obrázky, které tyto struktury představovaly, žáci prohodili. Proto bylo u většiny žáků řešení pouze částečně správné.

*Pozn.: V Grafu 20 opět odpovídá na ose x 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 20**

**Bílkoviny- úloha 5**



**Návrh na úpravu úlohy:** Navrhuji úlohu upravit tak, že obrázek kvartérní struktury nebude vůbec v nabídce uveden, pouze o této struktuře bude v textu zmíněno.

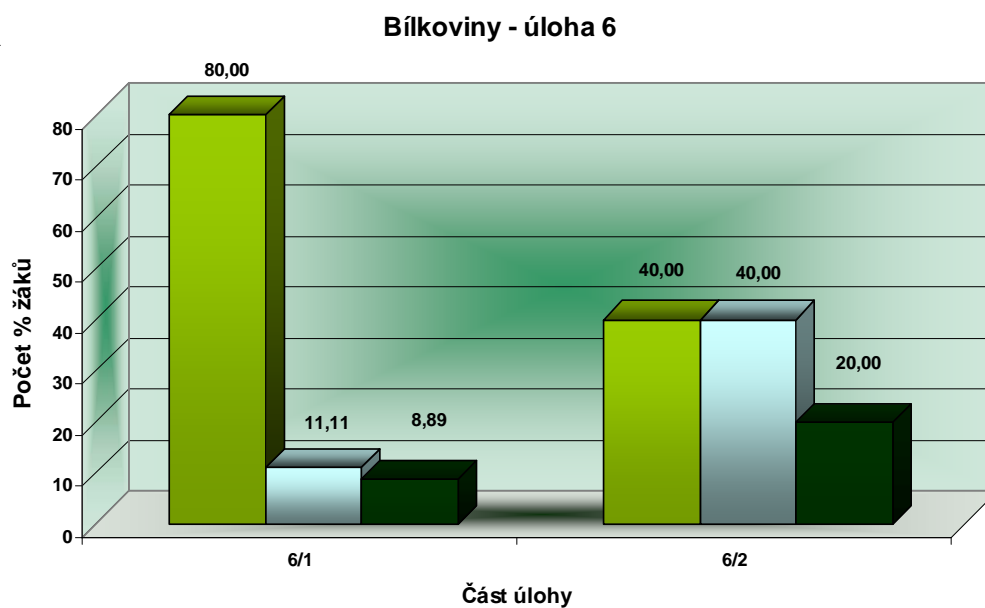
## úloha 6

Žáci tuto úlohu považovali za jednu z nejobtížnějších, ale při ověřování se toto neprojevilo. Podle mého názoru ji žáci označili za nejobtížnější z toho důvodu, že druhá část obsahuje poměrně náročné instrukce na pochopení. Proto tato část znamenala pro více než polovinu žáků komplikace, nicméně 2/5 z nich ji vyřešili správně nebo téměř správně.

Úlohu bych ponechala nezměněnou, protože rozvíjí do jisté míry kompetenci k řešení problémů vzhledem k zadání náročnějšímu na pochopení.

*Pozn.: V Grafu 21 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 21**



## úloha 7

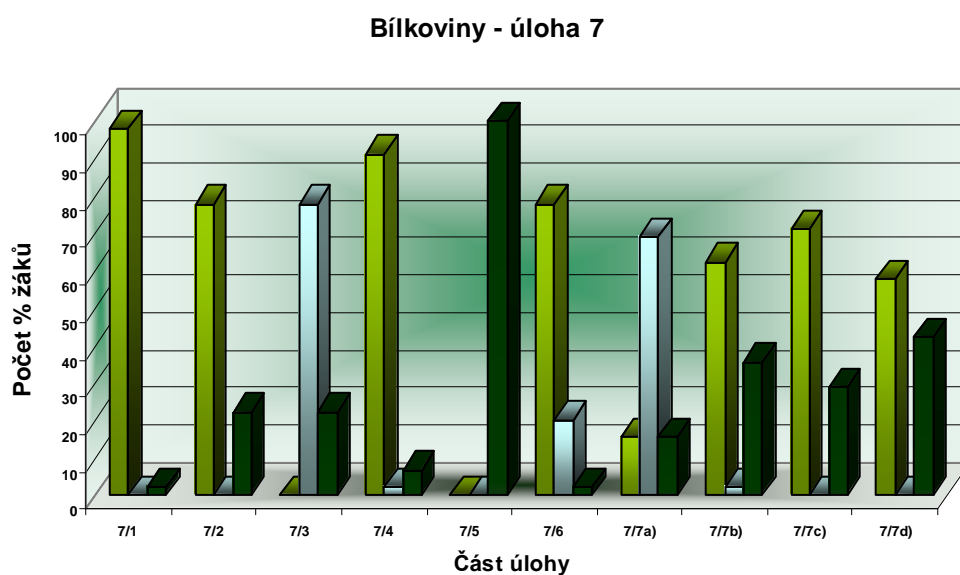
Z výšky sloupců v **Grafu 22** je zřejmé, že některé části byly jednoduché (1, 4, 6), některé obtížné (3, 5, 7a).

**Nejčastější chyby:** Nejčastěji žáci chybovali v těchto oblastech:

- u iontu železa se často vyskytly odpovědi, že Fe má kladný náboj, ovšem bez velikosti náboje (3);
- chybně uváděli, že iont kovu se redukuje nebo oxiduje při navázání kyslíku, přitom se jeho oxidační číslo nemění (5);
- zapomněli uvést ve struktuře hemu aminoskupinu (7a).

*Pozn.: V Grafu 22 odpovídá vždy 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 22**



**Návrh na úpravu úlohy:** Navrhuji upřesnit zadání části 3 tak, aby mělo následující znění: „Uveďte znaménko a velikost náboje této nebílkovinné složky“. Část 5 této úlohy byla pro žáky velmi obtížná, proto ji navrhuji vynechat.

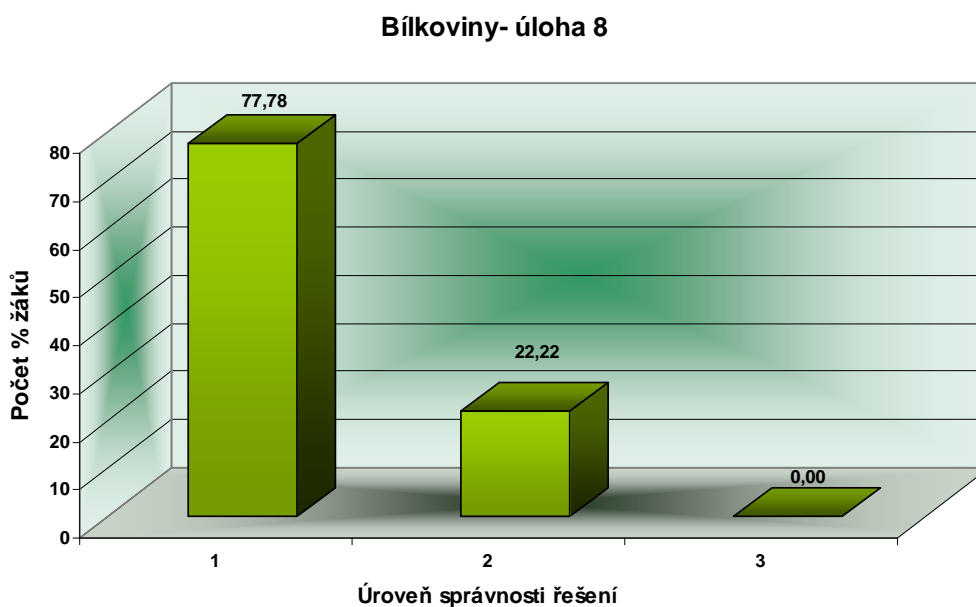
## úloha 8

Podle subjektivního hodnocení žáků je to nejjednodušší úloha, podle skutečných výsledků tomu tak není, i když z výšky sloupce v **Grafu 23** této úlohy je zřejmé, že patří k jednoduchým.

**Nejčastější chyby:** Téměř čtvrtina žáků se dopustila chyb při přiřazování funkce bílkoviny. Často se také objevilo u jedné bílkoviny více skupin podle funkce.

*Pozn.: V Grafu 23 opět odpovídá na ose x 1. sloupec správnému nebo téměř správnému řešení, 2. sloupec částečně správnému a 3. sloupec chybnému nebo téměř chybnému řešení.*

**Graf 23**



**Návrh na úpravu úlohy:** Navrhuji do zadání zdůraznit, že každá bílkovina patří do právě jedné skupiny bílkovin podle funkce.

## 3.5 Anketa pro zúčastněné žáky

Za účelem zpětné vazby k vytvořeným pracovním listům byla všem zúčastněným žákům zadána krátká anketa. Její zadání a analýzu výsledků uvádím v této kapitole.

### 3.5.1 Zadání ankety

Anketa se sestává ze tří otázek.

1. První otázka se zaměřuje na to, zda žák skutečně vyplňoval list sám bez informačních zdrojů tak, jak bylo požadováno, nebo zda porušil tento požadavek a použil některý nepovolený zdroj informací.
2. Ve druhé otázce žák vyjadřuje **svůj názor** na to, do jaké míry mu pomohlo vyplnění pracovních listů při přípravě na maturitní zkoušku z chemie, případně při přípravě na přijímací zkoušky.
3. Ve třetí otázce žáci uváděli svůj názor na množství nových poznatků, které během vyplňování pracovních listů získali.

Konkrétní podoba jednotlivých otázek ankety je uvedena níže.

1. Které informační zdroje jste při vypracování pracovních listů používali?
  - a) Pracoval/a jsem výhradně samostatně.
  - b) Používal/a jsem následující zdroje (zakroužkujte všechny použité):
    - i. sešit;
    - ii. literatura; napište konkrétně:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_;
    - iii. internet;
    - iv. radil/a jsem se se spolužákem/spolužáky;
    - v. radil/a jsem se s rodiči;
    - vi. jiný zdroj; uveďte:  
\_\_\_\_\_.
2. Pomohlo vám vypracování pracovních listů při přípravě k maturitě, resp. k přijímacím zkouškám z chemie?
  - a) rozhodně ano;
  - b) spíše ano;
  - c) nedovedu posoudit;
  - d) spíše ne;
  - e) rozhodně ne.
3. Při vyplňování pracovních listů jsem:
  - a) si pouze zopakoval/a část učiva předchozích ročníků;
  - b) si zopakoval/a část učiva předchozích ročníků a dozvěděl/a jsem se několik nových informací;
  - c) si zopakoval/a část učiva předchozích ročníků a dozvěděl/a jsem se mnoho nových informací;
  - d) se pouze dozvěděl/a nové informace;
  - e) ani jedna z předchozích variant neodpovídá mému pocitu.

Anketa byla zadána **všem 48** zúčastněným žákům přímo ve vyučovací hodině dne 8.1.2009 a 9.1.2009 (semináře probíhají ve dvou dnech). Žáci během cca 5 minut zakroužkovali příslušné odpovědi. V první otázce volili mezi dvěma možnostmi, v případě volby druhé z nich vybírali ještě použité zdroje, případně vyplňovali použitou literaturu. Ve druhé a třetí otázce volili vždy právě jednu z pěti možností a) až e).

### 3.5.2 Výsledky ankety

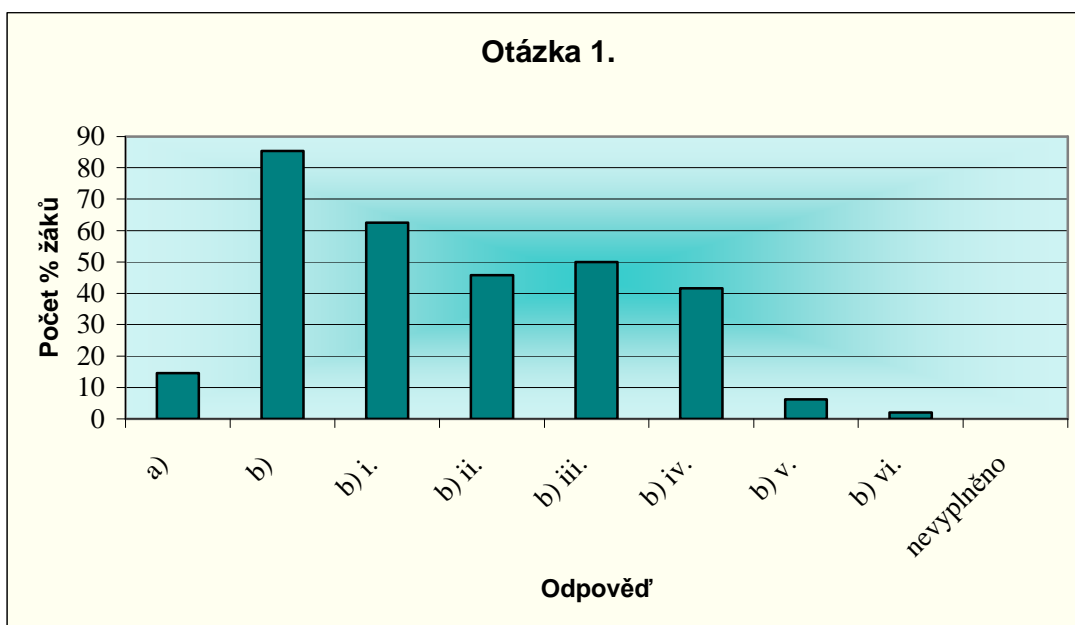
V této kapitole provedu analýzu výsledků jednotlivých otázek.

- U **první** otázky žáci odpověděli ve více než 85%, že při vypracování pracovních listů využívali některé informační zdroje - b) a neřešili samostatně. Jako informační zdroje uváděli nejčastěji sešit ze 3. ročníku - b) i., dále pak internet - b) iii. a na třetím místě učebnice - b) ii. Většina žáků používala více než jeden informační zdroj. Jediný žák zvolil odpověď, že použil jiný zdroj informací - b) vi. – radil se s kamarádem, který studuje medicínu. Z výsledků vyplývá, že žáci nedodrželi pokyn, který říkal, aby pracovní listy vyplňovali sami. Výsledky přehledně shrnuje následující **Tabulka 10** a **Graf 24**.

**Tabulka 10: Otázka 1. - výsledky**

| Odpověď        | Počet žáků | Počet žáků / % |
|----------------|------------|----------------|
| a)             | 7          | 14,58          |
| <b>b)</b>      | <b>41</b>  | <b>85,42</b>   |
| <b>b) i.</b>   | <b>30</b>  | <b>62,50</b>   |
| <b>b) ii.</b>  | <b>22</b>  | <b>45,83</b>   |
| <b>b) iii.</b> | <b>24</b>  | <b>50</b>      |
| b) iv.         | 20         | 41,67          |
| b) v.          | 3          | 6,25           |
| b) vi.         | 1          | 2,08           |
| nevyplněno     | 0          | 0              |

**Graf 24: Otázka 1.**





Žáci, kteří používali při řešení literaturu, uváděli nejčastěji učebnici Odmaturuj z chemie [1], dále pak Přehled středoškolské chemie [31] a Chemii II pro gymnázia [12]. Čtyři žáci uvedli více než jednu knihu. Použité učebnice včetně počtu žáků uvádí následující **Tabulka 11**.

**Tabulka 11: Použitá literatura - výsledky**

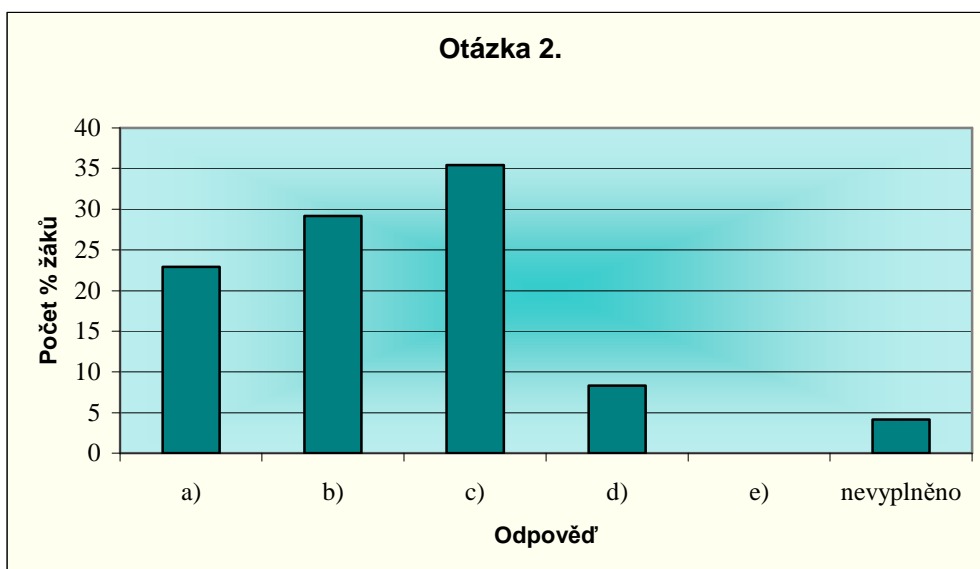
| Použitá literatura   | Počet žáků | Počet % žáků z celkového počtu | Počet % žáků z těch, kteří odpověděli b) ii. |
|--|------------|--------------------------------|--|
| <b>Odmaturuj z chemie</b>  | <b>11</b>  | <b>22,92</b>                   | <b>50</b>                                    |
| Přehled středoškolské chemie                                     | 6          | 12,50                          | 27,27  |
| Velký lékařský slovník   | 1          | 2,08                           | 4,55   |
| Chemie I pro gymnázia  | 1          | 2,08                           | 4,55   |
| Chemie II pro gymnázia   | 6          | 12,50                          | 27,27  |
| <b>z toho: Chemie I + Chemie II</b>                              | <b>1</b>   | <b>2,08</b>                    | <b>4,55</b>                                  |
| <b>z toho: Odmaturuj z chemie + Přehled středoškolské chemie</b> | <b>3</b>   | <b>6,25</b>                    | <b>13,64</b>                                 |

- U **druhé** otázky žáci nejvíce volili odpověď c). Nedovedli posoudit, zda jim vyplnění pracovních listů pomohlo při přípravě na maturitní zkoušku, případně na přijímací zkoušky. Zřejmě by to dokázali až po maturitě, resp. po přijímacích zkouškách. Druhá nejčastější odpověď byla b) – spíše ano, třetí nejčastější odpověď byla a) – rozhodně ano. Nikdo neodpověděl, že mu vyplnění rozhodně nepomohlo v přípravě (e). **Tabulka 12** a **Graf 25** uvádějí přehledně jednotlivé volené odpovědi.

**Tabulka 12: Otázka 2. - výsledky**

| Odpověď    | Počet žáků | Počet žáků / % |
|------------|------------|----------------|
| <b>a)</b>  | <b>11</b>  | <b>22,92</b>   |
| <b>b)</b>  | <b>14</b>  | <b>29,17</b>   |
| <b>c)</b>  | <b>17</b>  | <b>35,42</b>   |
| d)         | 4          | 8,33           |
| e)         | 0          | 0              |
| nevyplněno | 2          | 4,17           |

**Graf 25: Otázka 2.**

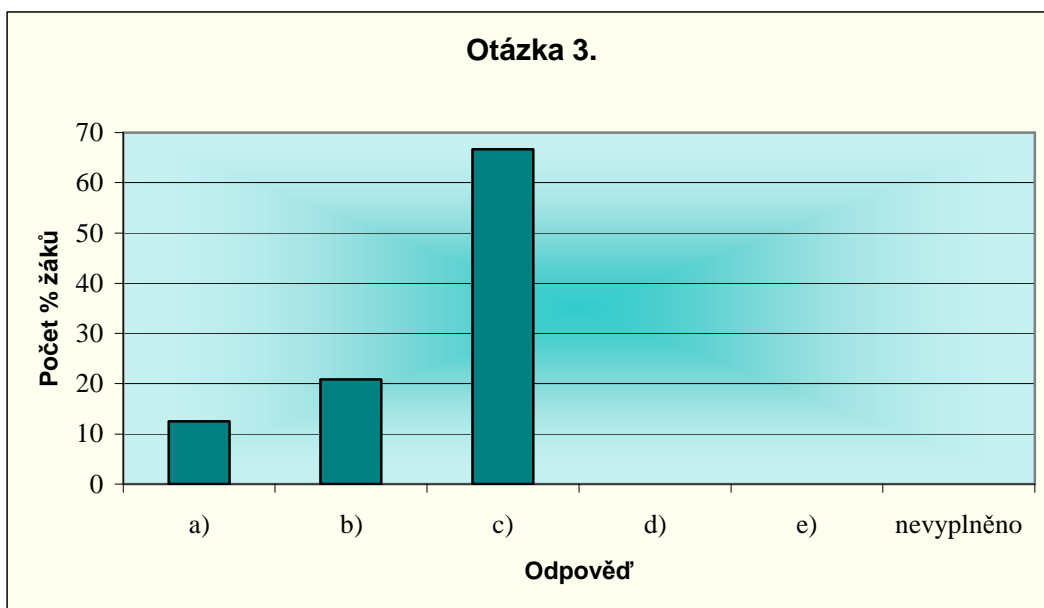


- U **třetí** otázky více než polovina zúčastněných žáků odpověděla možnost c) – při vyplňování pracovních listů jsem si zopakoval/a část učiva předchozích ročníků a dozvěděl/a jsem se mnoho nových informací. Následují pak odpovědi b) a a). Z této skutečnosti vyplývá, že jeden z cílů vytyčený před tvorbou pracovních listů (viz kapitola 3.1) byl splněn. Níže uvedená **Tabulka 13** a **Graf 26** uvádějí přehled odpovědí na tuto otázku.

**Tabulka 13: Otázka 3.**

| Odpověď    | Počet žáků | Počet žáků / % |
|------------|------------|----------------|
| a)         | 6          | 12,50          |
| b)         | 10         | 20,83          |
| c)         | 32         | 66,67          |
| d)         | 0          | 0              |
| e)         | 0          | 0              |
| nevyplněno | 0          | 0              |

**Graf 26: Otázka 3.**



### 3.6 Diskuse výsledků ověřování

Na základě provedené analýzy jednotlivých úloh v pracovních listech na téma Přírodní látky jsem dospěla k níže uvedeným závěrům ohledně poznatkové a dovednostní úrovně žáků maturitního ročníku.

Přesto, že žáci používali nepovolené informační zdroje, jak vyplynulo z provedené ankety, při vyplňování pracovních listů jim dělalo problémy:

- identifikovat a pojmenovat charakteristické skupiny ve vzorci složitějších sloučenin;
- názvosloví iontů;
- číslování atomů uhlíku v karboxylových kyselinách;
- názvosloví karboxylových kyselin;
- odvození skupenství lipidů;
- doplnit údaje týkající se chemického složení a významu cholesterolu;
- aplikovat pojmy: konstituční vzorec, lokant, stereogenní centrum;
- vypočítat počet stereoizomerů;
- zapsat chemické reakce vzniku dipeptidu, glykosidu;
- uvést příklady potravin obsahujících fenylalanin;
- určit za použití tabulky vzorců, ze kterých aminokyselin se skládá daný peptid (glutathion);
- přiřadit k pojům terciární a kvartérní struktura bílkovin jejich obrázek;
- občasné nepochopení zadání vlivem nepozornosti.

Žáci projevili poměrně dobré znalosti a dovednosti při:

- řešení prakticky všech úloh, u kterých nepotřebovali výše uvedené znalosti a dovednosti;
- práci s textem – orientace v textu, vyvozování závěrů.

Zjištěné informace poukazují na to, že úroveň poznatků a dovedností v oblasti přírodních látek u žáků, kteří se účastnili ověřování, byla na poměrně dobré úrovni.

Při zamyšlení se nad výsledky je potřeba připomenout, že žáci se v době ověřování na seminářích ještě organickou chemií nezabývali, proto neměli přírodní látky v „čerstvé“ paměti. Je možné předpokládat, že v případě ověřování úloh těsně před maturitou by výsledky byly příznivější.

Z výsledků ověření vyplývá, že vytvořené pracovní listy lze po drobných výše navržených úpravách (kapitola 3.4) použít v osvojovací a procvičovací fázi vyučovacího procesu ve 3. ročníku čtyřletého gymnázia, resp. v odpovídajícím ročníku víceletých gymnázií, kdy se žáci s přírodními látkami setkají poprvé. V tomto případě doporučuji vyplňování pracovních listů v rámci vyučovacích hodin s možností využití informačních zdrojů, přičemž velmi vhodnou metodou je dle mého názoru a zkušenosti skupinová práce, která rozvíjí mnohem více dílčích kompetencí než práce individuální.

## 4 Závěr

V současné době, kdy dochází k přechodu tradiční podoby výuky k podobě výuky moderní, se neustále učitelé setkávají s problémem, jak výuku oživit, jak žáky motivovat k získávání dalších poznatků a dovedností a také jak žáky efektivním způsobem hodnotit. V předkládané práci jsem se zabývala jedním prostředkem současné výuky, který pomáhá naplňovat cíle vyučovacího procesu a rozvíjet klíčové kompetence – pracovními listy.

V první části práce jsem popsala, jakým způsobem lze v chemii pracovní listy při hodinách zadávat, jak souvisí tento prostředek s klíčovými kompetencemi na gymnáziu a s novými požadavky k maturitní zkoušce z chemie, které začínají platit od školního roku 2009/2010.

Ve druhé části práce jsem uvedla vlastní navržené pracovní listy týkající se oblasti přírodních látek, které se na gymnáziích probírají obvykle v předposledním ročníku. Pracovní listy jsem tematicky propojila s výživou člověka, proto jsem navrhla nazvat tuto sadu pracovních listů „Člověk a výživa“.

Pracovní listy jsem zadala celkem 48 žákům maturitního ročníku Gymnázia J. K. Tyla v Hradci Králové, kteří si zvolili předmět Seminář a cvičení z chemie. Následně jsem pracovní listy opravila a provedla analýzu získaných výsledků, a to pomocí tabulek a grafů.

Všem zúčastněným žákům jsem následně zadala k vyplnění krátkou anketu, která se zaměřuje na to, zda žáci dodrželi pokyny pro vyplňování a jaký pro žáky mělo vyplnění pracovních listů význam.

Souhrnně lze říci, že žákům nejvíce dělalo problémy názvosloví anorganických i organických sloučenin a iontů, aplikace pojmů týkajících se stereoizomerie a zápis chemických reakcí přírodních látek. Často také žáci chybovali na základě nepochopení zadání z nepozornosti.

Výsledky ověřování prokázaly, že ostatní úlohy žákům nedělaly větší problémy a že se žáci poměrně dobře orientují v textu a dovedou z něho vyvodit závěry.

Anketa prokázala, že úlohy zadané v pracovních listech žáci neřešili samostatně, ale využívali alespoň jeden zdroj informací. Podle mě toto zjištění není ale negativní, neboť využívání informačních zdrojů včetně internetu přispívá k rozvoji klíčových kompetencí. Dále jsem zjistila, že většina zúčastněných žáků si při vyplňování nejen zopakovala poznatky a dovednosti získané v nižších ročnících, ale také získala mnoho nových informací.

Závěrem je nutno dodat, že při činnosti na této práci jsem si vyzkoušela, jak je náročné vytvořit pracovní listy, a to nejen z pohledu časového, ale také obsahového. Při samotném ověřování žádné velké problémy nenastaly. Podle mých pocitů žáci řešili pracovní listy s nadšením a velmi přivítali tuto formu k zopakování látky 3. ročníku, celé ověřování pro ně mělo poměrně silný motivační charakter.

## 5 Shrnutí

### Pracovní listy – přírodní látky

Mgr. Alena Jedličková

*Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra učitelství a didaktiky chemie, Albertov 6, 128 43 Praha 2, Česká republika*

*Gymnázium J.K.Tyla, Tylovo nábřeží 682, 500 02 Hradec Králové*

Předkládaná rigorózní práce se zabývá problematikou pracovních listů a jejich využitím v současné výuce chemie na gymnáziích v České republice. Součástí je nejen zhodnocení významu pracovních listů jako didaktické pomůcky ve výuce chemie, ale také jejich vytvoření, ověření a analýza výsledků ověření. Součástí práce je také anketa.

## Summary

### Worksheets – The Natural Substances

Teaching

Mgr. Alena Jedličková

*Charles University in Prague – Faculty of Science, Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Albertov 6, 128 43 Prague 2, The Czech Republic*

*J. K. Tyl's Grammar School, Tylovo nábřeží 682, 500 02 Hradec Králové*

Presented doctoral thesis deals with problems associated with worksheets and their use in contemporary education of Chemistry on the secondary grammar schools in the Czech Republic.

It consists of these worksheets assessment as technical teaching aid as well as their creation focused on the topic of natural substances such as sacharide, protein, lipid. This work is also concentrated on verification of the tasks and verification results analysis.

These students were finally given brief questionnaire whose results are presented in this work, too.

## 6 Seznam použité literatury a internetových odkazů

### Literatura:

1. BENEŠOVÁ, M.; SATRAPOVÁ, H. *Odmaturuj z chemie*. Brno, Didaktis, 2002. ISBN 80-86285-56-1.
2. BLAŽEK, J.; FLEMR, V.; KOLÁŘ, K. a kol. *Přehled chemického názvosloví*. Praha, SPN, 2004. ISBN 80-7235-260-1.
3. ČÁRSKÝ, J a kol. *Chemie pro III. ročník gymnázií*. Praha, SPN, 1986.
4. ČIPERA, J. *Rozpravy o didaktice chemie II*. Praha, Karolinum, 2001. ISBN 80-246-0309-8.
5. ČTRNÁCTOVÁ, H.; HALBYCH, J. *Didaktika a technika chemických pokusů*. Praha, Karolinum, 1997. ISBN 382-113-96.
6. DUNDR, M.; KLÍMOVÁ, H. *Znáte organickou chemii?* Praha, Prospektrum, 1997. ISBN 80-7175-002-6.
7. DUNDR, M.; KLÍMOVÁ, H. *Znáte přírodní látky a biochemii?* Praha, Prospektrum, 1998. ISBN 80-7175-003-4.
8. FLEMR, V.; DUŠEK, B. *Chemie I pro gymnázia – obecná a anorganická*. Praha, SPN, 2001. ISBN 80-7235-147-8.
9. HAVLÍKOVÁ, L. *Učební úlohy v chemii v kontextu běžného života. Diplomová práce*. Praha, PŘF UK v Praze, KUDCH, 2007.
10. HEJDA, S. *Správná výživa teoreticky a prakticky*. Praha, SPN, 1969.
11. JELÍNEK, J.; TICHÁČEK, V. *Biologie pro střední školy gymnazijního typu*. Olomouc, FIN Publishing, 1996. ISBN 80-86002-01-2.
12. KOLÁŘ, K. a kol. *Chemie II pro gymnázia – organická a biochemie*. Praha, SPN, 2005. ISBN 80-7235-283-0.
13. KOLEKTIV AUTORŮ. *Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky platný od školního roku 2009/2010, Chemie*. Praha, Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání, 2008.
14. KOLEKTIV AUTORŮ. *Klíčové kompetence na gymnáziu*. Praha, Výzkumný ústav pedagogický, 2008. ISBN 978-80-87000-20-5.
15. KOLEKTIV AUTORŮ. *Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů na gymnáziích*. Praha, Výzkumný ústav pedagogický, 2007. ISBN 978-80-87000-13-7.
16. KOLEKTIV AUTORŮ. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha, Výzkumný ústav pedagogický, 2007. ISBN 978-80-87000-11-3.
17. KOLEKTIV PRACOVNÍKŮ KATEDRY BIOCHEMIE. *Biochemie – základní kurz*. Praha, Karolinum, 1998.
18. KOTLÍK, B.; RŮŽIČKOVÁ, K. *Chemie II v kostce pro SŠ, organická chemie a biochemie*. Havlíčkův Brod, Fragment, 1997. ISBN 80-7200-057-8.
19. MAREČEK, A.; HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia, 1. Díl*. Brno, vydáno vlastním nákladem, 1995. ISBN 80-900066-6-3.
20. MAREČEK, A.; HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia, 2. Díl*. Brno, vydáno vlastním nákladem, 1996. ISBN 80-902200-4-5.
21. MAREČEK, A.; HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia, 3. Díl*. Olomouc, 2000. ISBN 80-7182-057-1.
22. Mc. MURRY, J. *Organická chemie*. Brno, VUTIUM, 2007. ISBN 978-80-214-3291-8

23. ODSTRČIL, J.; ODSTRČILOVÁ, M. *Chemie potravin*. Brno, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2006. ISBN 80-7013-435-6.
24. PACÁK, J. a kol. *Chemie pro II. ročník gymnázií*. Praha, SPN, 1985. ISBN 80-04-24921-3.
25. PACÁK, J. *Jak porozumět organické chemii*. Praha, Karolinum, 2007. ISBN 978-80-246-1354-3.
26. PACÁK, J. *Reakce organických sloučenin*. Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1240-2.
27. PACHMANN, E. a kol. *Speciální didaktika chemie*. Praha, SPN, 1986.
28. PEČOVÁ, D. *Organická chemie*. Olomouc, 2002. ISBN 80-7182-142-X.
29. ŠRÁMEK, V.; KOSINA, L. *Chemie obecná a anorganická*. Olomouc, FIN, 1996. ISBN 80-7182-003-2.
30. TRNKA, T. a kol. *Organická chemie pro posluchače nechemických oborů*. Praha, Karolinum, 2003. ISBN 80-246-0561-9.
31. VACÍK, J. a kol. *Přehled středoškolské chemie*. Praha, SPN, 1999. ISBN 80-7235-108-7.
32. VALÍŠOVÁ, A.; KASÍKOVÁ, H. a kol. *Pedagogika pro učitele*. Praha, Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1734-0.
33. VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. Tábor, OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-3-7.
34. VELÍŠEK, J. *Chemie potravin II*. Tábor, OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-4-5.
35. VELÍŠEK, J. *Chemie potravin III*. Tábor, OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-5-3.
36. VODRÁŽKA, Z. *Biochemie I*. Praha, Academia, 1992. ISBN 80-200-0439-4.
37. VODRÁŽKA, Z. *Biochemie II*. Praha, Academia, 1992. ISBN 80-200-0441-6.
38. VODRÁŽKA, Z. *Biochemie III*. Praha, Academia, 1993. ISBN 80-200-0471-8.

## Internetové odkazy:

39. AUTOR NEUVEDEN. *Bílkoviny*. [online 6.6.2008] dostupné z URL: <<http://www.stepup-fitness.cz/download/vyziva/bilkoviny.rtf>>
40. AUTOR NEUVEDEN (uvedena Pavla K.). *Biogenní prvky*. [online 18.3.2008] dostupné z URL: <<http://www.pisne.cz/studium/makroprvky.doc>>
41. AUTOR NEUVEDEN. *L – threonin*. [online 5.6.2008] dostupné z URL: <<http://level.ffservis.cz/threonin.htm>>
42. AUTOR NEUVEDEN. *Vznik peptidů – peptidická vazba*. [online 8.6.2008] dostupné z URL: <[http://protiproud.wz.cz/\\_chemie/peptidy.htm](http://protiproud.wz.cz/_chemie/peptidy.htm)>
43. KOLEKTIV. *Alergie na mléko a intolerance laktózy*. [online 27.4.2008] dostupné z URL: <<http://www.potravinova-alergie.info/clanek/alergie-mleko-intolerance-laktoza.php>>
44. KOLEKTIV. *Intolerance laktózy není žádná alergie a žádná nemoc!* [online 26.4.2008] dostupné z URL: <<http://www.bezlepkovadieta.cz/?url=pridruzene-alergie&clanek=3606>>
45. KOLEKTIV. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha:VÚP 2007, ISBN 978-80-87000-11-3. [online 18.12.2008] dostupné z URL: <[http://www.rvp.cz/soubor/RVP\\_G.pdf](http://www.rvp.cz/soubor/RVP_G.pdf)>
46. KOLEKTIV. *Tuky, cholesterol a sůl*. [online 20.3.2008] dostupné z URL: <[http://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xchg/zc/xsl/3141\\_2512.html](http://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xchg/zc/xsl/3141_2512.html)>
47. MF DNES. *Máslo versus margarín*. [online 19.3.2008] dostupné z URL: <[http://ekonomika.idnes.cz/maslo-versus-margarin-06j-test.asp?c=A060915\\_582250\\_test\\_maf](http://ekonomika.idnes.cz/maslo-versus-margarin-06j-test.asp?c=A060915_582250_test_maf)>
48. MF DNES. *Tuky: které jsou dobré a které špatné?* [online 19.3.2008] dostupné z URL: <[http://ekonomika.idnes.cz/tuky-ktere-jsou-dobre-a-ktere-spatne-d7e-test.asp?c=A060915\\_582252\\_test\\_maf](http://ekonomika.idnes.cz/tuky-ktere-jsou-dobre-a-ktere-spatne-d7e-test.asp?c=A060915_582252_test_maf)>
49. MUSELÍK, M. *Případ cholesterol*. [online 20.3.2008] dostupné z URL: <<http://www.abcvyziivy.cz/clanky/cholesterol.htm>>
50. MUSELÍK, M. *Sacharidy*. [online 25.4.2008] dostupné z URL: <<http://www.abcvyziivy.cz/clanky/sacharidy.htm>>
51. MUSELÍK, M. *Tuky 2*. [online 20.3.2008] dostupné z URL: <<http://www.abcvyziivy.cz/clanky/tuky2.htm>>
52. NOVINKY.CZ. *Strava bohatá na tryptofan zlepšuje náladu a bojuje s depresí*. [online 5.6.2008] dostupné z URL: <<http://www.novinky.cz/clanek/139363-strava-bohata-na-tryptofan-zlepsuje-naladu-a-bojuje-s-depresi.html>>
53. PERLÍN, C. *Minerální látky a stopové prvky*. [online 18.3.2008] dostupné z URL: <<http://www.ordinace.cz/clanek/mineralni-latky-a-stopove-prvky>>
54. WIKIPEDIA. *Fenylalanin*. [online 5.6.2008] dostupné z URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Fenylalanin>>
55. WIKIPEDIA. *Lysin*. [online 5.6.2008] dostupné z URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Lysin>>
56. WIKIPEDIA. *Threonin*. [online 5.6.2008] dostupné z URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Threonin>>
57. WIKIPEDIA. *Valin*. [online 5.6.2008] dostupné z URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Valin>>



## Obrázky:

58. BONBONY. [online 26.4.2008]  
dostupné z URL: <[http://www.caj-kava.eu/data/mod\\_eshop/2136/mo/main/large-2136.jpg](http://www.caj-kava.eu/data/mod_eshop/2136/mo/main/large-2136.jpg)>
59. BRAMBORY. [online 24.4.2008]  
dostupné z URL: <<http://sweb.cz/tofu007/brambory.jpg>>
60. CUKR. [online 25.4.2008]  
dostupné z URL: <[http://napojemarket.cz/images/cukr\\_krupice.jpg](http://napojemarket.cz/images/cukr_krupice.jpg)>
61. ČOKOLÁDA. [online 25.4.2008]  
dostupné z URL: <[http://i.idnes.cz/07/113/cl/VES1f5377\\_48ONA21eV.jpg](http://i.idnes.cz/07/113/cl/VES1f5377_48ONA21eV.jpg)>
62. DNA. [online 20.4.2008]  
dostupné z URL: <[www.theory-of-evolution.net/chap8/dna-1.GIF](http://www.theory-of-evolution.net/chap8/dna-1.GIF)>
63. EMENTÁL. [online 6.6.2008]  
dostupné z URL: <[missulka-h.blog.cz/](http://missulka-h.blog.cz/)>
64. HEMOGLOBIN. [online 8.6.2008]  
dostupné z URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Hemoglobin>>
65. HROZNOVÝ CUKR. [online 24.4.2008]  
dostupné z URL: <<http://www.moje-lekarna.cz/scripts/pharmdata/obrazek.php?pdk=4005292403634>>
66. CHLĚB. [online 18.3.2008]  
dostupné z URL: <<http://www.vilem.cz/chleb.htm>>
67. JABLKO. [online 24.4.2008]  
dostupné z URL: <<http://st.blog.cz/s/smutnyslunisko.blog.cz/obrazky/2973815.gif>>
68. KOŘENÍ. [online 18.3.2008]  
dostupné z URL: <[www.naikton.cz](http://www.naikton.cz)>
69. LÍZÁTKO. [online 25.4.2008]  
dostupné z URL: <<http://lorrain.bloguje.cz/li.jpg>>
70. LUŠTĚNINY. [online 6.6.2008]  
dostupné z URL: <[www.ordinace.cz](http://www.ordinace.cz)>
71. MED. [online 25.4.2008]  
dostupné z URL: <<http://www.dekoracie.sk/med-velky.jpg>>
72. MLÉKO. [online 7.6.2008]  
dostupné z URL: <<http://www.bezkonzervantu.cz/napoje/mleko-018.jpg>>
73. MYOGLOBIN. [online 8.6.2008]  
dostupné z URL: <[http://courses.cm.utexas.edu/jrobertus/ch339k/overheads-1/ch7\\_myoglobin.jpg](http://courses.cm.utexas.edu/jrobertus/ch339k/overheads-1/ch7_myoglobin.jpg)>
74. NÁPOJ. [online 18.3.2008]  
dostupné z URL: <[www.extremecafe.cz](http://www.extremecafe.cz)>
75. OVOCE. [online 24.4.2008]  
dostupné z URL: <<http://www.i-creative.cz/wp-content/uploads/2008/03/mix-ovoce-2.gif>>
76. PAPÍR. [online 25.4.2008]  
dostupné z URL:  
<[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2f/Paper\\_450x450.jpg/250px-Paper\\_450x450.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2f/Paper_450x450.jpg/250px-Paper_450x450.jpg)>
77. PIVO. [online 24.4.2008]  
dostupné z URL: <[http://www.pivovary.info/prehled/platan/l\\_pivo.jpg](http://www.pivovary.info/prehled/platan/l_pivo.jpg)>
78. POMERANČ. [online 19.3.2008]  
dostupné z URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pomeran%C4%8D>>

79. RNA. [online 26.4.2008]  
dostupné z URL: <<http://www.accessexcellence.org/RC/VL/GG/images/rna.gif>>
80. RÝŽE. [online 20.4.2008]  
dostupné z URL: <<http://www.boo.cz/vege%20web/img/rice.jpg>>
81. SÓJOVÁ OMÁČKA. [online 19.9.2008]  
dostupné z URL: <<http://www.gigapult.cz/images/akce/sojova%20omacka.jpg>>
82. STROM. [online 20.4.2008]  
dostupné z URL: <<http://img1.grafika.cz/grafika/images2/strom.jpg>>
83. STRUKTURA BÍLKOVIN. [online 12.6.2008]  
dostupné z URL:  
<[http://files.itslearning.com/data/315/C780/theorie/2.04%20Eiwitten,%20de%20werkerhuizen%20van%20het%20leven/4.7%20secundaire%20structuur%20\(Custom\).jpg](http://files.itslearning.com/data/315/C780/theorie/2.04%20Eiwitten,%20de%20werkerhuizen%20van%20het%20leven/4.7%20secundaire%20structuur%20(Custom).jpg)>
84. STRUKTURA BÍLKOVIN. [online 12.6.2008]  
dostupné z URL: <<http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/bilkovin/b2.html>>
85. TĚHOTNÁ ŽENA. [online 8.6.2008]  
dostupné z URL: <[www.bleskove.centrum.cz](http://www.bleskove.centrum.cz)>
86. UZENÉ MASO. [online 19.3.2008]  
dostupné z URL: <[www.casopismaso.cz](http://www.casopismaso.cz)>
87. VEJCE. [online 8.6.2008]  
dostupné z URL: <[http://www.sportuj.com/storage/200711081804\\_bilkoviny.jpg](http://www.sportuj.com/storage/200711081804_bilkoviny.jpg)>
88. VITAMIN B<sub>2</sub>. [online 23.3.2008]  
dostupné z URL: <[www.gjar-po.sk](http://www.gjar-po.sk)>

# Přílohy

## 1 Potrava

### 1.1 Zadání

#### úloha 1

**Potrava** je soubor chemických látek, které člověk v průběhu života přijímá k udržení základních fyziologických funkcí. Základními složkami potravy jsou *potraviny* (1), *pochutiny* (2) a *nápoje* (3). Rozhodněte, které z následujících charakteristik [23] přísluší jednotlivým složkám potravy, a запиšte příslušné číslo (1, 2, nebo 3).

významný zdroj stavebních látek : .....  
nemají výživovou hodnotu: .....  
nejdůležitější zdroj energie: .....  
zlepšují vlastnosti a chuť pokrmů: .....  
významný zdroj vody: .....  
zajišťují biochemické funkce organismu: .....  
jsou přirozenou součástí těl rostlin a živočichů: .....

#### úloha 2

Ke každému obrázku 1. až 5. přiřaďte složku potravy A. až C.  
(obrázky: [66], [78], [68], [74], [81])

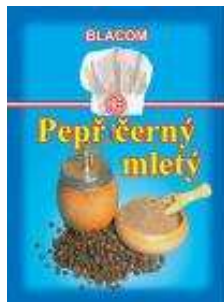
1.



2.



3.



4.



5.



- A. potravina
- B. pochutina
- C. nápoj

**řešení:** 1. \_\_\_\_  
2. \_\_\_\_  
3. \_\_\_\_  
4. \_\_\_\_  
5. \_\_\_\_

### úloha 3

#### Základní živiny

Doplňte do textu následující pojmy a slovní spojení:

|                      |                          |                    |                  |                  |              |
|----------------------|--------------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------|
| <i>zdroj energie</i> | <i>buněčné membrány</i>  | <i>tuky</i>        | <i>regulační</i> | <i>bílkoviny</i> | <i>30 %</i>  |
| <i>obezita</i>       | <i>40 ml</i>             | <i>sacharidy</i>   | <i>60 %</i>      | <i>17 kJ</i>     | <i>voda</i>  |
| <i>orgány</i>        | <i>nukleové kyseliny</i> | <i>katalytická</i> | <i>65 %</i>      | <i>vitaminy</i>  | <i>denně</i> |

Lidský organismus přijímá ve formě potravy látky nezbytné pro život. K těmto látkám patří \_\_\_\_\_, které jsou nejbohatší na energii – 1 gram obsahuje energii 38 kJ. Příjem těchto látek by neměl přesahovat \_\_\_\_\_ z celkového denního energetického příjmu. Tyto látky jsou důležité zejména pro stavbu \_\_\_\_\_ a vstřebávání \_\_\_\_\_. A, D, E, K. Přílišná konzumace této složky potravy je hlavní příčinou \_\_\_\_\_.

Další složkou potravy jsou \_\_\_\_\_, které se často v literatuře nesprávně nazývají uhlovodany, popř. uhlohydráty či karbohydráty. V 1 gramu těchto látek je přibližně \_\_\_\_\_ využitelné energie. Tyto látky jsou nejvhodnějším zdrojem energie. Mají tvořit přibližně \_\_\_\_\_ z celkového denního energetického příjmu. Jejich nejdůležitější význam pro organismus je \_\_\_\_\_, dále pak přenos energie mezi \_\_\_\_\_ (játra – mozek). Jsou také složkou \_\_\_\_\_ - DNA a RNA.

Třetí důležitou složkou potravy jsou \_\_\_\_\_, které neslouží primárně jako zdroj energie, ale jsou důležité pro syntézu látek s funkcí \_\_\_\_\_(enzymy) a funkcí \_\_\_\_\_(hormony).

\_\_\_\_\_ je další nezbytnou složkou potravy. Člověk jí obsahuje asi \_\_\_\_\_ tělesné hmotnosti, proto je důležité ji pravidelně přijímat. Každý z nás by měl \_\_\_\_\_ přijmout asi \_\_\_\_\_ této látky na každý kilogram hmotnosti.

### úloha 4

1. Doplňte do textu **Složení lidského těla** pojmy: **mikrobiogenní (stopové), makrobiogenní.**

2. Do „slepé“ periodické soustavy prvků doplňte do příslušných polí značky **biogenních prvků.**

**Legenda:**

**makrobiogenní prvky – tmavě šedá pole**

**mikrobiogenní prvky – světle šedá pole**

**Prvky:**

*cín, železo, hořčík, sodík, draslík, kobalt, molybden, chrom, uhlík, vodík, síra, křemík, brom, fosfor, vápník, kyslík, dusík, vanad, selen, jod, měď, zinek, chlor, fluor, mangan.*

#### **Složení lidského těla**

Lidské tělo obsahuje chemické prvky nejčastěji vázané ve sloučeninách. Tyto prvky lze rozdělit do dvou skupin [40]:

➤ \_\_\_\_\_: jsou obsaženy z **více** než 0,005% celkové hmotnosti těla; jedná se o tyto prvky:

\_\_\_\_\_;

➤ \_\_\_\_\_: jsou obsaženy z **méně** než 0,005% celkové hmotnosti těla; jedná se o tyto prvky:

\_\_\_\_\_.

Lanthanoidy

Aktinoidy

### úloha 5

#### Minerální látky a stopové prvky

Důležitou složkou naší potravy jsou minerální látky (minerály) a stopové prvky. Lidský organismus tyto látky nedokáže syntetizovat a bez jejich příjmu by nemohl správně fungovat. Proto je musí přijímat v potravě, nejčastěji v podobě látek anorganických. Minerální látky a stopové prvky se rozdělují podle denní potřeby [53]:

1. \_\_\_\_\_ - denní potřeba je nad 100 mg; mikroelementy
2. \_\_\_\_\_ - denní potřeba je pod 100 mg; stopové prvky
3. \_\_\_\_\_ - denní potřeba je řádově  $\mu\text{g}$ . makroelementy

1. Doplňte do výše uvedeného textu pojmy z pravého sloupce.

2. Následující ionty nejprve pojmenujte. Potom ke každému z nich přiřadte nejvýznamnější související pojem z níže uvedené nabídky. U některých iontů můžete použít více pojmů.

| <i>ion</i>         | <i>název iontu</i> | <i>pojmy</i> |
|--------------------|--------------------|--------------|
| $\text{Fe}^{2+}$   | _____              | _____        |
| $\text{Ca}^{2+}$   | _____              | _____        |
| $\text{Mg}^{2+}$   | _____              | _____        |
| $\text{Na}^+$      | _____              | _____        |
| $\text{K}^+$       | _____              | _____        |
| $\text{Cl}^-$      | _____              | _____        |
| $\text{F}^-$       | _____              | _____        |
| $\text{I}^-$       | _____              | _____        |
| $\text{PO}_4^{3-}$ | _____              | _____        |

#### nabídka pojmů:

hemoglobin

činnost štítné žlázy

ATP - adenosin trifosfát

kosti

přenos nervového vzruchu

zuby

NADH – nikotinamidadenin dinukleotid

zubní pasta

žaludeční šťávy

## úloha 6

### Vitaminy

Vitaminy jsou organické sloučeniny potřebné ve stopových množstvích. Lidský organismus je nedovede syntetizovat, a musí je proto přijímat v potravě.

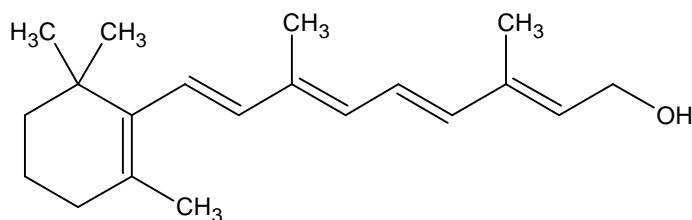
Vitaminy se nejčastěji dělí do dvou skupin:

- *rozpustné v tucích* – A, D, E, K;
- *rozpustné ve vodě* – B<sub>1</sub> (thiamin), B<sub>2</sub> (riboflavin), B<sub>6</sub> (pyridoxin), B<sub>12</sub> (kobalamin), C, kyselina nikotinová, nikotinamid (niacin, vitamin PP), kyselina listová, biotin.

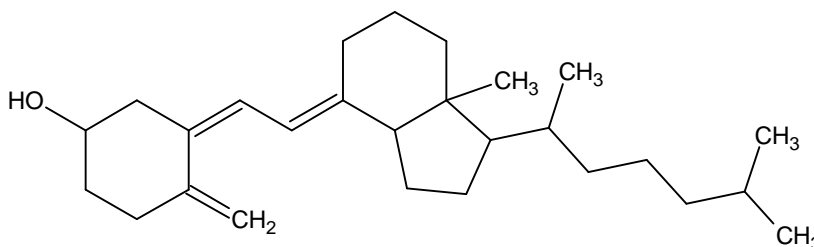
1.

U níže uvedených vzorců vitaminů napište, které charakteristické skupiny obsahují.

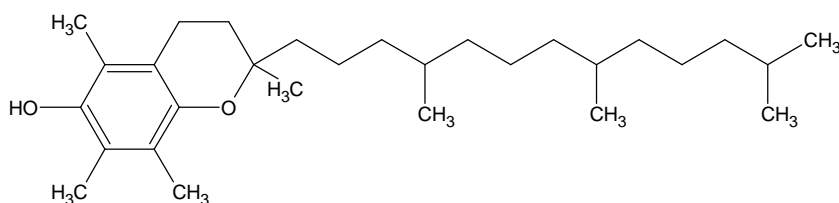
1. vitamin A: \_\_\_\_\_



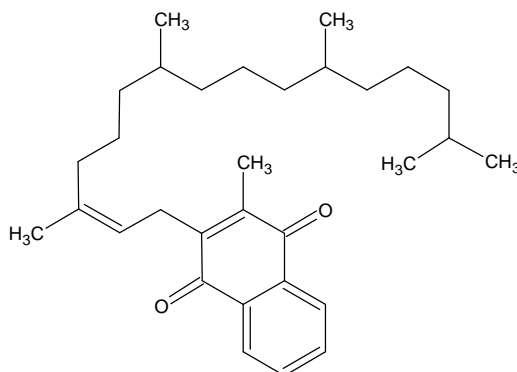
2. vitamin D: \_\_\_\_\_



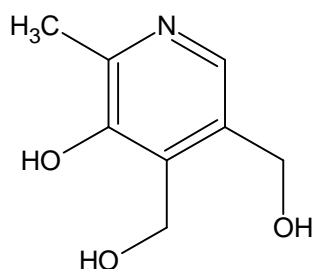
3. vitamin E: \_\_\_\_\_



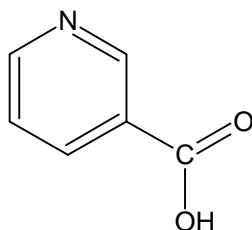
4. vitamin K: \_\_\_\_\_



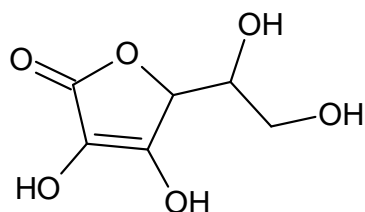
5. vitamin B<sub>6</sub>: \_\_\_\_\_



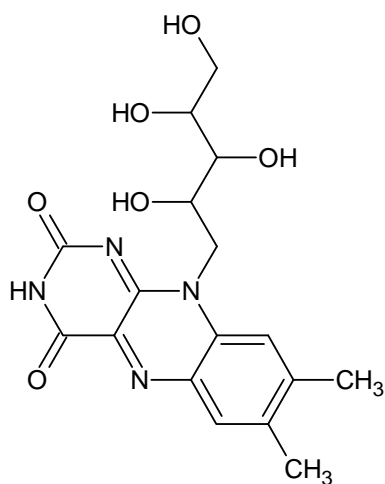
6. kyselina nikotinová: \_\_\_\_\_



7. vitamin C: \_\_\_\_\_



8. vitamin B<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_



2.

**K vitaminům uvedeným v levém sloupci přiřaďte projevy jejich nedostatku uvedené v pravém sloupci.**

- a) vitamin C
- b) vitamin B<sub>2</sub>
- c) vitamin A
- d) vitamin D
- e) vitamin K

- 1. měknutí kostí
- 2. šeroslepost
- 3. rozpraskané rty
- 4. snížená srážlivost krve
- 5. krvácení z dásní

[11]

řešení: a) \_\_\_\_ b) \_\_\_\_ c) \_\_\_\_ d) \_\_\_\_ e) \_\_\_\_

## 1.2 Řešení

### úloha 1

významný zdroj stavebních látek : 1  
nemají výživovou hodnotu: 2  
důležitý zdroj energie: 1  
zlepšují vlastnosti a chuť pokrmů: 2  
významný zdroj vody: 3  
zajišťují biochemické funkce organismu: 1  
jsou přirozenou součástí těl rostlin a živočichů: 2

### úloha 2

1. A
2. A
3. B
4. C
5. B

### úloha 3

Lidský organismus přijímá ve formě potravy látky nezbytné pro život. K těmto látkám patří tuky, které jsou nejbohatší na energii – 1 gram obsahuje energii 38 kJ. Příjem těchto látek by neměl přesahovat 30 % z celkového denního energetického příjmu. Tyto látky jsou důležité zejména pro stavbu buněčných membrán a vstřebávání vitaminů A, D, E, K. Přílišná konzumace této složky potravy je hlavní příčinou obezity.

Další složkou potravy jsou sacharidy, které se často v literatuře nesprávně nazývají uhlovodany, popř. uhlohydráty či karbohydráty. V 1 gramu těchto látek je přibližně 17 kJ využitelné energie. Tyto látky jsou nejvhodnějším zdrojem energie. Mají tvořit přibližně 60 % z celkového denního energetického příjmu. Jejich nejdůležitější význam pro organismus je zdroj energie, dále pak přenos energie mezi orgány (játra – mozek). Jsou také složkou nukleových kyselin - DNA a RNA.

Třetí důležitou složkou potravy jsou bílkoviny, které neslouží primárně jako zdroj energie, ale jsou důležité pro syntézu látek s funkcí katalytickou (enzymy) a funkcí regulační (hormony).

Voda je další nezbytnou složkou potravy. Člověk jí obsahuje asi 65 % hmotnosti, proto je důležité ji pravidelně přijímat. Každý z nás by měl denně přijmout asi 40 ml životodárné látky na každý kilogram hmotnosti.

### úloha 4

#### Složení lidského těla

Lidské tělo obsahuje chemické prvky nejčastěji vázané ve sloučeninách. Tyto prvky lze rozdělit do dvou skupin:

- makrobiogenní: jsou obsaženy z více než 0,005% celkové hmotnosti těla; jedná se o tyto prvky:  
uhlík, vodík, kyslík, dusík, síra, fosfor, vápník, hořčík, sodík, draslík, chlor;
- mikrobiogenní: jsou obsaženy z méně než 0,005% celkové hmotnosti těla; jedná se o tyto prvky:  
železo, zinek, měď, selen, chrom, kobalt, mangan, molybden, jod, cín, křemík, vanad, brom, fluor.



|             |    |  |   |    |    |    |    |  |    |    |  |  |    |   |    |    |    |  |  |  |   |  |
|-------------|----|--|---|----|----|----|----|--|----|----|--|--|----|---|----|----|----|--|--|--|---|--|
| H           |    |  |   |    |    |    |    |  |    |    |  |  |    |   |    |    |    |  |  |  |   |  |
|             |    |  |   |    |    |    |    |  |    |    |  |  | C  | N | O  | F  |    |  |  |  |   |  |
| Na          | Mg |  |   |    |    |    |    |  |    |    |  |  | Si | P | S  | Cl |    |  |  |  |   |  |
| K           | Ca |  | V | Cr | Mn | Fe | Co |  | Cu | Zn |  |  |    |   | Se | Br |    |  |  |  |   |  |
|             |    |  |   | Mo |    |    |    |  |    |    |  |  |    |   |    |    | Sn |  |  |  | I |  |
|             |    |  |   |    |    |    |    |  |    |    |  |  |    |   |    |    |    |  |  |  |   |  |
|             |    |  |   |    |    |    |    |  |    |    |  |  |    |   |    |    |    |  |  |  |   |  |
|             |    |  |   |    |    |    |    |  |    |    |  |  |    |   |    |    |    |  |  |  |   |  |
| Lanthanoidy |    |  |   |    |    |    |    |  |    |    |  |  |    |   |    |    |    |  |  |  |   |  |
| Aktinoidy   |    |  |   |    |    |    |    |  |    |    |  |  |    |   |    |    |    |  |  |  |   |  |

### úloha 5

- makroelementy - denní potřeba je nad 100 mg; mikroelementy
- mikroelementy - denní potřeba je pod 100 mg; stopové prvky
- stopové prvky - denní potřeba je řádově µg. makroelementy

| <u>iont</u>                   | <u>název iontu</u>          | <u>pojmy</u>                    |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Fe <sup>2+</sup>              | <u>kation železnatý</u>     | <u>hemoglobin</u>               |
| Ca <sup>2+</sup>              | <u>kation vápenatý</u>      | <u>kosti, zuby</u>              |
| Mg <sup>2+</sup>              | <u>kation hořečnatý</u>     | <u>zuby, kosti</u>              |
| Na <sup>+</sup>               | <u>kation sodný</u>         | <u>přenos nervového vzruchu</u> |
| K <sup>+</sup>                | <u>kation draselný</u>      | <u>přenos nervového vzruchu</u> |
| Cl <sup>-</sup>               | <u>anion chloridový</u>     | <u>žaludeční šťávy</u>          |
| F <sup>-</sup>                | <u>anion fluoridový</u>     | <u>zuby, zubní pasta</u>        |
| I <sup>-</sup>                | <u>anion jodidový</u>       | <u>činnost štítné žlázy</u>     |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | <u>anion fosforečnanový</u> | <u>ATP, NADH</u>                |

### úloha 6

- hydroxylová skupina
  - hydroxylová skupina
  - hydroxylová skupina, etherová skupina
  - ketoskupina (karbonylová)
  - hydroxylová skupina, aminoskupina
  - aminoskupina, karboxylová skupina
  - hydroxylová skupina, esterová vazba
  - hydroxylová skupina, aminoskupina, amidová skupina
- a) 5                  b) 3                  c) 2                  d) 1                  e) 4

## 2 Lipidy

### 2.1 Zadání

#### úloha 1

#### Mastné kyseliny

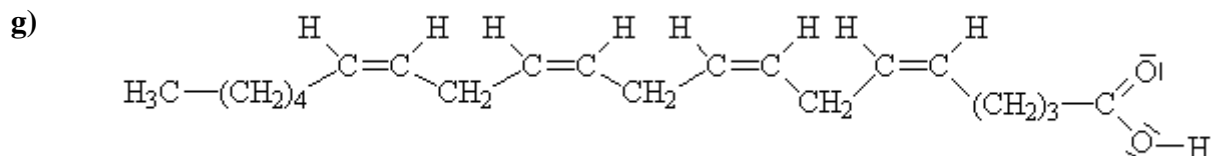
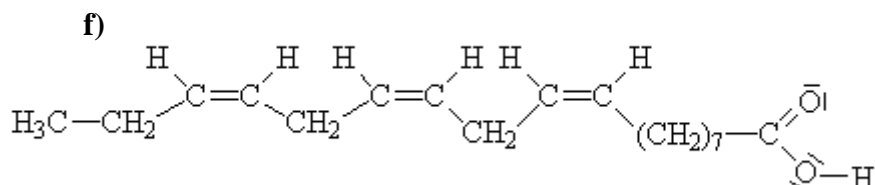
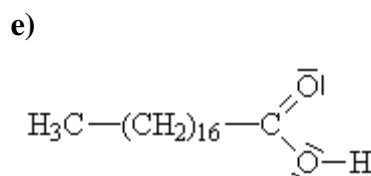
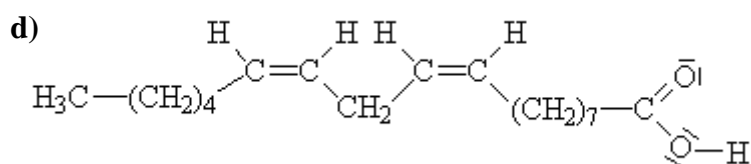
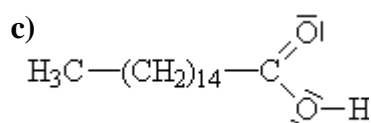
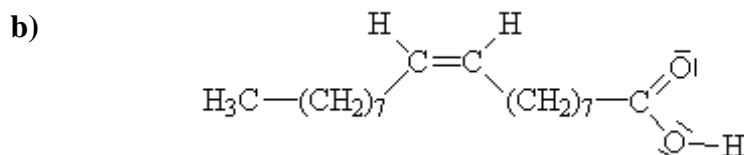
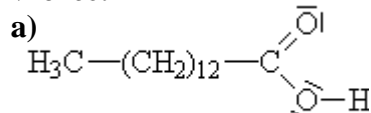
Do skupiny lipidů patří tuky a oleje – chemicky triacylglyceroly. Jsou to estery mastných kyselin (karboxylové kyseliny) a glycerolu (propan-1,2,3-triol). Mastné kyseliny obsažené v tucích a olejích mohou být nasycené nebo nenasycené, mají většinou nerozvětvený uhlíkatý řetězec a sudý počet atomů uhlíku. Většinou obsahují 12 a více atomů uhlíku.

**K triviálním názvům mastných kyselin a k jejich sumárním vzorcům přiřad'te vzorce a) až g) a rozhodněte, zda se jedná o nasycenou či nenasycenou mastnou kyselinu. U nenasycených uveďte počet a lokanty dvojných vazeb.**

Tabulka: Přehled mastných kyselin [17]

| název mastné kyseliny | sumární vzorec     | vzorec a) až g) | nasycená/nenasycená (počet a lokanty dvojných vazeb) |
|-----------------------|--------------------|-----------------|--|
| linolenová kyselina   | $C_{17}H_{29}COOH$ |                 |  |
| palmitová kyselina    | $C_{15}H_{31}COOH$ |                 |  |
| olejová kyselina      | $C_{17}H_{33}COOH$ |                 |  |
| arachidonová kyselina | $C_{19}H_{31}COOH$ |                 |  |
| linolová kyselina     | $C_{17}H_{31}COOH$ |                 |  |
| stearová kyselina     | $C_{17}H_{35}COOH$ |                 |  |
| myristová kyselina    | $C_{13}H_{27}COOH$ |                 |  |

vzorce:



## úloha 2

K níže uvedeným pojmům a vzorcům doplňte čísla odpovídající jejich umístění v textu.

Lipidy jsou přírodní látky, které dělíme do dvou základních skupin: **1** a **2**. Do první skupiny patří lipidy, které obsahují esterovou vazbu, tedy tuky, oleje a **3**. Do druhé skupiny patří lipidy, které esterovou vazbu neobsahují, např. **4** a jiné **5**. Tuky a oleje jsou estery mastných kyselin (např. kyselina palmitová – **6**) a glycerolu (**7**). Chemicky se jedná o **8**. Vosky jsou směsí esterů vyšších mastných kyselin s počtem atomů uhlíku nejčastěji 16-36 (např. kyselina stearová - **9**) a vyšších jednosytných alkoholů s počtem atomů uhlíku nejčastěji 24-36. Příkladem vyššího jednosytného alkoholu je cetylalkohol - **10**.

Vzorce a pojmy:

vosky

hydrolyzovatelné

nehydrolyzovatelné

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

cholesterol

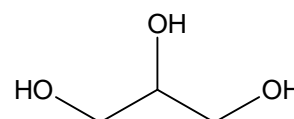
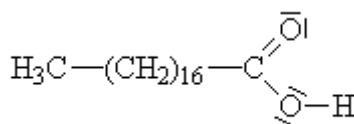
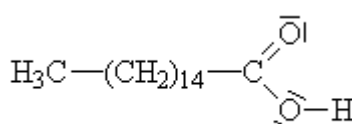
triacylglyceroly

steroidy

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

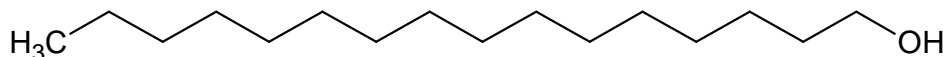
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

## úloha 3

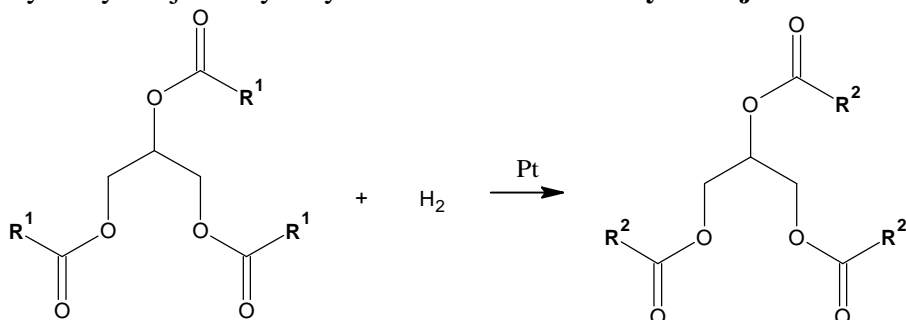
Přečtěte si následující text a vyřešte úkoly uvedené níže.

### Máslo nebo margarín?

Máslo obsahuje 82–84 % mléčného tuku, 1,5–2 % netukových látek (bílkoviny, laktosu a minerální látky) a 14–16 % vody. Margarín obsahuje 70 % až 75 % tuku rostlinného. Výrazným rozdílem, kterým se mléčný tuk liší od ostatních živočišných i rostlinných tuků, je přítomnost velkého množství nízkomolekulárních mastných kyselin ( $\text{C}_4$ – $\text{C}_{10}$ ). Mléčný tuk obsahuje 60–70 % nasycených mastných kyselin. Z nenasycených je nejdůležitější kyselina olejová a kyseliny polynenasycené s 18 atomy uhlíku a dvěma nebo více dvojnými vazbami (jejich obsah v mléčném tuku je do 4 %). Máslo obsahuje přibližně 0,25 g cholesterolu ve 100 g. Oproti tomu v margarínu cholesterol nenajdeme. Cholesterol je složkou buněčných membrán a je prekurzorem růstových a pohlavních hormonů. Jeho denní doporučená spotřeba se pohybuje kolem 300 mg [47], [48].

Rostlinné oleje (např. slunečnicový, lněný nebo makový) obsahují velké množství kyselin nenasycených. Nenasycené a zejména polynenasycené mastné kyseliny mají z nutričního hlediska značný význam, neboť jsou prekurzory řady významných metabolitů důležitých fyziologických pochodů. Nenasycené mastné kyseliny také snižují riziko vzniku srdečních a cévních chorob, nasycené toto riziko zvyšují.

Margaríny se vyrábějí katalytickým **ztužováním rostlinných olejů**:



Obsahují vysoké procento nasycených mastných kyselin. Kromě „sycení“ dvojných vazeb dochází také ke vzniku tzv. *trans* nenasycených mastných kyselin, které ke vzniku kardiovaskulárních chorob přispívají, přestože jsou nenasycené. Do margarínů se přidávají barviva a konzervační látky.

1. Uveďte triviální a systematický název a vzorec nejnižší mastné kyseliny obsažené v mléčném tuku.

2. Nenasycená kyselina s 18 atomy uhlíku a dvěma dvojnými vazbami a kyselina se stejným počtem atomů uhlíku a třemi dvojnými vazbami patří k tzv. **esenciálním** vyšším mastným kyselinám, které si tělo nedovede syntetizovat. Člověk je musí přijímat v potravě. O které polynenasycené vyšší mastné kyseliny se jedná? Uveďte jejich triviální názvy (využijte **úlohu 1**).

3. Doplňte větu.

*Teplota tání triacylglycerolů \_\_\_\_\_ (roste / klesá) s rostoucím obsahem nenasycených vyšších mastných kyselin. Triacylglyceroly s převahou kyselin nasycených mají \_\_\_\_\_ skupenství, oproti tomu triacylglyceroly s převahem kyselin nenasycených jsou skupenství \_\_\_\_\_.*

4. **Ztužování olejů.**

Jak se nazývá reakce, při níž dochází k adici vodíku, jako například při ztužování olejů?

Popište, v čem se liší acyly s postranním zbytkem **R<sup>1</sup>** a **R<sup>2</sup>** (viz úvodní text).

5. Na základě přečteného textu doplňte do tabulky níže uvedené charakteristiky **1. až 10.**:

- |  |   |
|--|---|
| 1. zvýšené riziko vzniku srdečních chorob          | 5. bez cholesterolu                                 |
| 2. obsahují barviva a konzervační látky            | 6. obsah <i>trans</i> nenasycených mastných kyselin |
| 3. snížené riziko vzniku kardiovaskulárních chorob | 7. obsah cholesterolu při optimální konzumaci       |
| 4. obsah nenasycených mastných kyselin             | 8. vysoký obsah nasycených mastných kyselin         |
|  | 9. obsah cholesterolu při vysoké konzumaci          |

| vlastnosti příznivé pro naše zdraví |          | vlastnosti nepříznivé pro naše zdraví |          |
|-------------------------------------|----------|---------------------------------------|----------|
| máslo                               | margarín | máslo                                 | margarín |
|                                     |          |                                       |          |

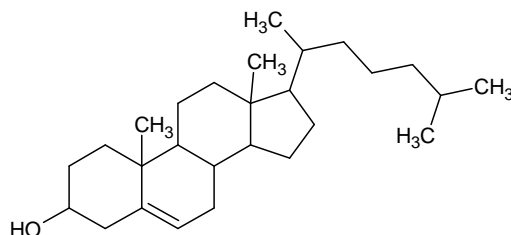
#### úloha 4

##### Doplňte text.

##### Cholesterol – dobrý sluha, ale špatný pán [49], [51]

Do skupiny lipidů patří též isoprenoidy, jejichž základem je isopren neboli 2-methylbuta-1,3-dien - vzorec:  . Ty se dále dělí na terpenoidy a steroidy. Ke skupině

\_\_\_\_\_ (terpenoidů/steroidů) patří cholesterol, který se vyskytuje v tucích \_\_\_\_\_ (živočišného/rostlinného) původu. Tato látka je pro lidský organismus nezbytná, ale není esenciální (vysvětlete, co to znamená: \_\_\_\_\_). Vzorec této látky:



Cholesterol obsahuje \_\_\_\_\_ funkční skupinu a jedná se o látku \_\_\_\_\_ (nasycenou/nenasycenou). Je nutný např. pro tvorbu kortikoidních a pohlavních hormonů (např. \_\_\_\_\_) a vitamínu D a pro stavbu buněčných membrán. Nebezpečí cholesterolu spočívá v tom, že se usazuje ve stěnách cév (odvoďte důsledek usazování: \_\_\_\_\_).

Cholesterol se váže v těle na lipoproteiny (skládají se ze dvou složek: 1. \_\_\_\_\_; 2. \_\_\_\_\_) a je následně transportován. Nejvýznamnějšími lipoproteiny jsou LDL (low density lipoprotein) – jeho hustota je \_\_\_\_\_ (nízká/vysoká) a HDL (high density lipoprotein) – jeho hustota je \_\_\_\_\_ (nízká/vysoká). První jmenovaný přenáší cholesterol do tkání a cév, kde se pak může cholesterol usazovat, druhý jmenovaný přenáší cholesterol z tkání do jater, kde následně dochází ke zpracování cholesterolu. Koncentrace cholesterolu navázaného na LDL a HDL v krvi (dohromady) by se měla optimálně pohybovat v rozmezí 3,8 až 5,2 mmol/l. Při optimální hodnotě součtu cholesterolu navázaného na HDL a LDL by se hladina cholesterolu vázaného na HDL v poměru k cholesterolu vázaného na LDL měla udržovat co možná \_\_\_\_\_ (nejnižší/nejvyšší). Kritická je už hodnota součtu nad 6,2 mmol/l. Denní příjem cholesterolu by neměl přesahovat množství 300 mg. Množství cholesterolu v některých potravinách uvádí následující tabulka. Napište vedle tabulky alespoň tři výživová doporučení pro udržení optimální hladiny cholesterolu. Které potraviny byste doporučili omezit a u kterých potravin byste doporučili zvýšit příjem?

**Tabulka : Obsah cholesterolu v některých potravinách [46]**

(v mg na 100g jedlého podílu)

|                  |         |
|------------------|---------|
| mléko plnotučné  | 14      |
| ledviny          | 600-700 |
| sýr tavený       | 90      |
| jikry            | 500     |
| hovězí libové    | 80      |
| vejce(žloutky)   | 450     |
| kuře (bílé maso) | 75      |
| játra            | 300     |
| sýr (eidam)      | 70      |
| máslo            | 230     |
| vepřové maso     | 110     |
| mléko            | 2       |

##### Výživová doporučení:

---

---

---

---

---

## 2.2 Řešení

### úloha 1

| název mastné kyseliny | sumární vzorec     | strukturní vzorec a) až g) | nasyčená/nenasycená (počet a lokanty dvojných vazeb) |
|-----------------------|--------------------|----------------------------|--|
| linolenová kyselina   | $C_{17}H_{29}COOH$ | f)                         | nenasyčená (3; 9,12,15)                              |
| palmitová kyselina    | $C_{15}H_{31}COOH$ | c)                         | nasyčená   |
| olejová kyselina      | $C_{17}H_{33}COOH$ | b)                         | nenasyčená (1; 9)                                    |
| arachidonová kyselina | $C_{19}H_{31}COOH$ | g)                         | nenasyčená (4; 5,8,11,14)                            |
| linolová kyselina     | $C_{17}H_{31}COOH$ | d)                         | nenasyčená (2; 9,12)                                 |
| stearová kyselina     | $C_{17}H_{35}COOH$ | e)                         | nasyčená   |
| myristová kyselina    | $C_{13}H_{27}COOH$ | a)                         | nasyčená   |

### úloha 2

vosky

hydrolyzovatelné

nehydrolyzovatelné

3

1

2

cholesterol

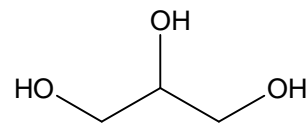
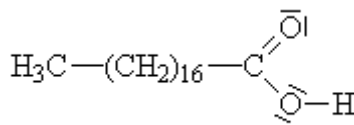
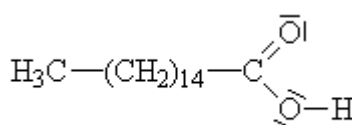
triacylglyceroly

steroidy

4

8

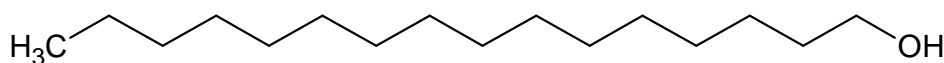
5



6

9

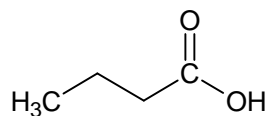
7



10

### úloha 3

1. másečná kyselina = butanová kyselina,



2. 1. linolová kyselina, 2. linolenová kyselina

3. Doplňte větu.

Teplota tání tuků klesá s rostoucím obsahem nenasycených vyšších mastných kyselin.

Tuky s převahou kyselin nasyčených mají pevné skupenství, oproti tomu tuky s převahou kyselin nenasycených jsou skupenství kapalného.

#### 4. Ztužování olejů.

Jak se nazývá reakce, při níž dochází k adici vodíku, jako například při ztužování olejů?  
hydrogenace, adice, redukce

Popište, v čem se liší acyly s postranním zbytkem  $R^1$  a  $R^2$ .

acyl s  $R^1$  je zbytek od nenasycené mastné kyseliny, acyl s  $R^2$  je zbytek od kyseliny nasycené

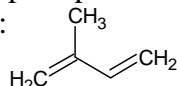
5.

| vlastnosti příznivé pro naše zdraví |                                     | vlastnosti nepříznivé pro naše zdraví |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| máslo                               | margarín                            | máslo                                 | margarín                            |
| <u>7.</u>                           | <u>3.</u><br><u>4.</u><br><u>5.</u> | <u>1.</u><br><u>8.</u><br><u>9.</u>   | <u>2.</u><br><u>6.</u><br><u>8.</u> |

#### úloha 4

##### Cholesterol – dobrý sluha, ale špatný pán [49], [51]

Do skupiny lipidů patří též isoprenoidy, jejichž základem je isopren neboli 2-methylbuta-1,3-dien - vzorec:



Ty se dále dělí na terpenoidy a steroidy. Ke skupině steroidů patří cholesterol, který se vyskytuje v tucích živočišného původu. Tato látka je pro lidský organismus nezbytná, ale není esenciální (vysvětlete, co to znamená: lidské tělo je dovede syntetizovat). ...

Cholesterol obsahuje hydroxylovou funkční skupinu a jedná se o látku nenasycenou. Je nutný např. pro tvorbu kortikoidních a pohlavních hormonů (např. testosteron, progesteron, estradiol) a vitamínu D a pro stavbu buněčných membrán. Nebezpečí cholesterolu spočívá v tom, že se usazuje ve stěnách cév (odvoďte důsledek usazování: zužování cév, špatná průchodnost krve, může vést k infarktu myokardu). Cholesterol se váže v těle na lipoproteiny (skládají se ze dvou složek: 1. lipid ;2. protein = bílkovina) a je následně transportován. Nejvýznamnějšími lipoproteiny jsou LDL (low density lipoprotein) – jeho hustota je nízká a HDL (high density lipoprotein) – jeho hustota je vysoká. První jmenovaný přenáší cholesterol do tkání a cév, kde se pak může cholesterol usazovat, druhý jmenovaný přenáší cholesterol z tkání do jater, kde následně dochází ke zpracování cholesterolu. Koncentrace cholesterolu navázaného na LDL a HDL v krvi (dohromady) by se měla optimálně pohybovat v rozmezí 3,8 až 5,2 mmol/l. Při optimální hodnotě součtu cholesterolu navázaného na HDL a LDL by se hladina cholesterolu vázaného na HDL v poměru k cholesterolu vázaného na LDL měla udržovat co možná nejvyšší. Kritická je už hodnota součtu nad 6,2 mmol/l. Denní příjem cholesterolu by neměl přesahovat množství 300 mg. Množství cholesterolu v některých potravinách uvádí následující tabulka. Napište vedle tabulky alespoň tři výživová doporučení pro udržení optimální hladiny cholesterolu. Které potraviny byste doporučili omezit a u kterých potravin byste doporučili zvýšit příjem?

##### Výživová doporučení:

1. omezit konzumaci vnitřností a tučných mas
2. omezit konzumaci vajec a vaječných výrobků
3. konzumovat ve větší míře tuky rostlinné
4. konzumovat více „bílé maso“, atd.

## 3 Sacharidy

### 3.1 Zadání

#### úloha 1

##### Výskyt a význam sacharidů

Sacharidy (jinak též nepřesně označované jako karbohydráty, uhlohydráty, uhlovodany, glycidy) jsou organické sloučeniny prvků s **protonovým číslem 1, 6 a 8**.

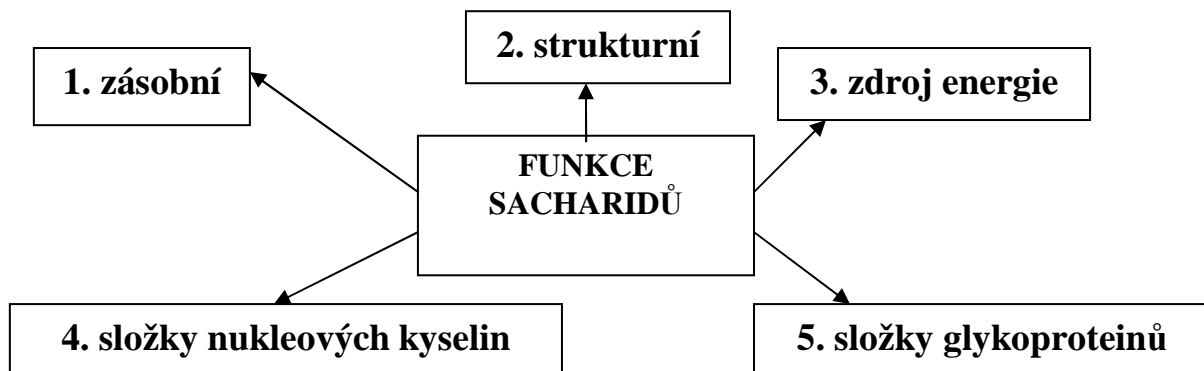
Tvoří největší podíl organické hmoty na Zemi. Ve stravě mají tvořit přibližně 60 % z celkové energetické hodnoty, neboť jsou nejvhodnějším zdrojem energie.

V přírodě se vyskytují následující skupiny sacharidů:

1. \_\_\_\_\_ - monosacharidy - obsahují pouze jednu tzv. monosacharidovou jednotku, v organismu už se nemohou dále **hydrolyticky** štěpit na jednodušší sloučeniny – např. *glukosa, ribosa, fruktosa, manosa, galaktosa*;
2. \_\_\_\_\_ - obsahují 2 a více monosacharidových jednotek, v organismu se mohou hydrolýzou štěpit na jednodušší sloučeniny; dále se dělí na:
  - \_\_\_\_\_ - obsahují 2 až 10 monosacharidových jednotek – např. **disacharidy** – *sacharosa, laktosa, maltosa*;
  - \_\_\_\_\_ - obsahují 11 a více monosacharidových jednotek, např. *škrob, glykogen, celulosa, inulin, dextriny*.

Monosacharidy a oligosacharidy mají sladkou chuť, proto jim říkáme \_\_\_\_\_.

Sacharidy zastávají v živých organismech celou řadu rozmanitých funkcí (nejdůležitější viz následující schéma) [11].



##### Úkoly:

1. Doplňte do textu **Výskyt a význam sacharidů** následující pojmy:

*cukry polysacharidy jednoduché složené oligosacharidy*

2. Které tři prvky sacharidy obsahují? \_\_\_\_\_

3. Vysvětlete pojem **hydrolýza**. \_\_\_\_\_

4. Doplňte: počet monosacharidových jednotek

3

5

7

název skupiny sacharidů

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

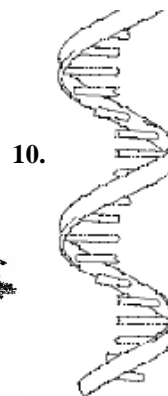
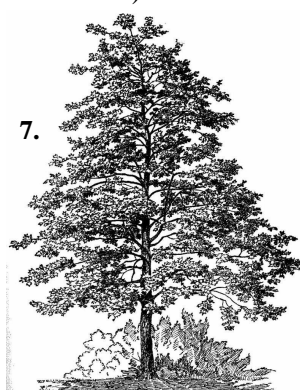
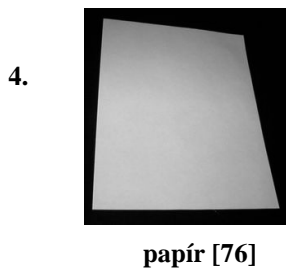
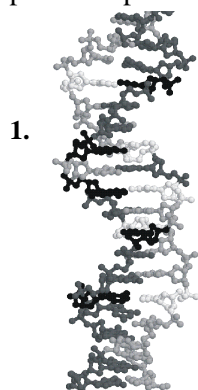
5. Které dvě **nukleové kyseliny** znáte? \_\_\_\_\_

6. Glykoproteiny jsou látky složené ze sacharidu a proteinu a vyskytují se na povrchu buněk nebo buněčných organel. Jaký je český ekvivalent slova **proteiny**? \_\_\_\_\_

*Nápověda: Jedná se o další významnou složku potravy, která se vyskytuje například v mase.*



7. a) Na základě logických souvislostí k sobě přiřaďte obrázky a názvy sacharidů. Napište pod obrázek příslušná písmena (**Pozor!** U některých obrázků je více možností!).



deoxyribonukleová kyselina [62]

dřevo [82]

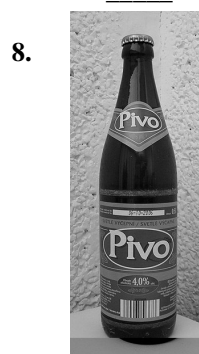
ribonukleová kyselina [79]



brambory [59]



rýže [80]



[77]



[72]



[67]



[71]



[60]



[65]

sacharidy:

- i) glukosa      ii) ribosa      iii) celuloza      iv) škrob      v) laktosa  
vi) fruktosa      vii) maltosa      viii) sacharosa      ix) 2-deoxyribosa      x) galaktosa

b) Sacharidy uvedené v úkolu 7. a) zařaďte do příslušných skupin (monosacharidy, disacharidy, polysacharidy). Využijte úvodní text.

- i) \_\_\_\_\_ ii) \_\_\_\_\_ iii) \_\_\_\_\_ iv) \_\_\_\_\_ v) \_\_\_\_\_  
vi) \_\_\_\_\_ vii) \_\_\_\_\_ viii) \_\_\_\_\_ ix) \_\_\_\_\_ x) \_\_\_\_\_

c) Určete hlavní **funkci** vybraných sacharidů v živých organismech. Doplňte do tabulky čísla 1 až 5 (viz úvodní text).

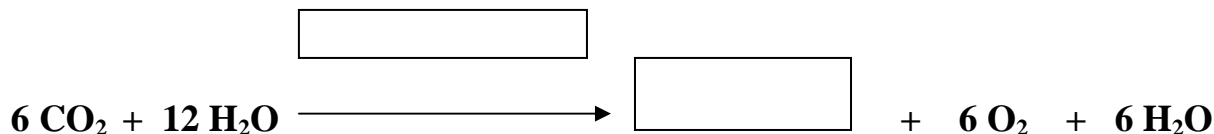
| sacharid – název | funkce        |
|------------------|---------------|
| ribosa           |               |
| glukosa          |               |
| škrob            | (u rostlin)   |
| 2-deoxyribosa    |               |
| celuloza         |               |
| glykogen         | (u živočichů) |

## úloha 2

### Vznik sacharidů

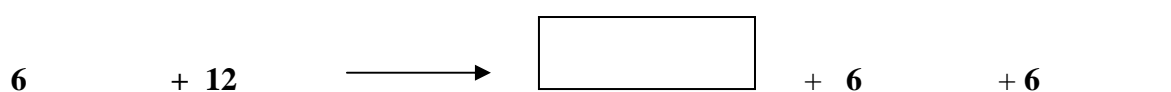
1. Monosacharidy (např. glukosa) vznikají v přírodě (v zelených rostlinách) reakcí, která se nazývá \_\_\_\_\_.

a) Doplněte rovnici této reakce včetně nutných podmínek pro reakci.



b) Souhrnný vzorec monosacharidu obsahujícího 6 atomů uhlíku, tj. hexosy (např. glukosy, fruktosy, galaktosy) je: \_\_\_\_\_.

c) Napište konstituční vzorce **anorganických** molekul uvedených v této reakci.



d) Při této reakci vzniká molekula **kyslíku z molekul vody** a **atomy kyslíku** ve vznikajících molekulách **vody** pocházejí **z oxidu uhličitého**. V rovnici v úkolu 1. a) propojte lomenou čarou příslušné dvojice sloučenin.

e) Trávení polysacharidů v lidském organismu je hydrolytická reakce, při které vznikají monosacharidy. Hydrolyza probíhá za přítomnosti **enzymů**, které patří mezi tzv. **biokatalyzátory**.

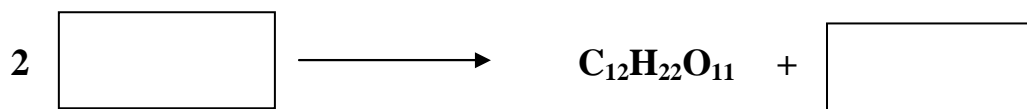
- Vysvětlete pojem katalyzátor. \_\_\_\_\_

- Uveďte příklad **enzymu**, který štěpí v ústech polysacharidy z potravy na jednodušší látky. \_\_\_\_\_

## 2.

Oligosacharidy a polysacharidy vznikají reakcí, která se nazývá **kondenzace monosacharidů** – u polysacharidů **polykondenzace**.

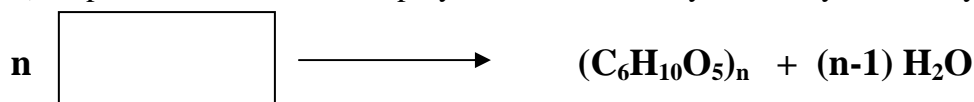
a) Doplněte rovnici vzniku disacharidu (sacharosy, laktosy, maltosy,...) ze dvou molekul monosacharidů - hexos.



b) Souhrnný vzorec disacharidu složeného ze dvou hexos (např. sacharosy, maltosy, laktosy) je \_\_\_\_\_.

c) Vedlejším produktem reakce a) je \_\_\_\_\_.

d) Doplněte do rovnice vzniku polysacharidu souhrnný vzorec výchozí látky (monosacharid).



e) **Doplňte.**

Při **polykondenzaci** reaguje velký počet molekul jedné látky za odštěpení látky s nízkou molekulovou hmotností, kterou je nejčastěji \_\_\_\_\_. Zásadní rozdíl **polymerace** a **polykondenzace** spočívá v tom, že \_\_\_\_\_.

### úloha 3

#### Monosacharidy

Nejjednodušší sacharidy přijímáme například v potravinách uvedených na obrázcích ([75], [71], [72]).



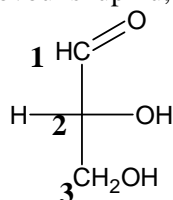
Jsou pro lidský organismus nejlépe stravitelné a představují nejrychlejší zdroj energie.

#### 1. a)

Monosacharidy obsahují nejčastěji 3 až 7 atomů uhlíku. Pro znázornění struktury můžeme použít Fischerovu projekci. Nejjednodušší monosacharid je glycerinaldehyd. Obsahuje 3 atomy uhlíku, nazývá se proto **triosa**, dále obsahuje aldehydovou skupinu, proto je to **aldosa**. Spojením obou názvů dostaneme název **aldotriosa**.

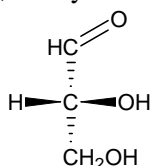
Fischerova projekce glycerinaldehydu:

**D-glycerinaldehyd**



Vazby svislé směřují pod rovinu papíru, vazby vodorovné před ní. Uprostřed je atom uhlíku, který se nezapisuje.

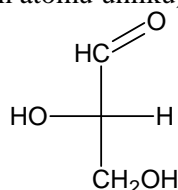
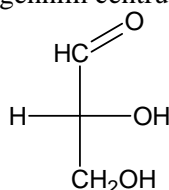
Prostorové znázornění:



Atom uhlíku číslo 2 je **chirální** (stereogenní centrum) – obsahuje 4 různé substituenty. Označujeme ho hvězdičkou. Existují 2 enantiomery, značíme je D- a L-. **V přírodě a tedy i v naší potravě se vyskytují převážně D-monosacharidy.**

**D-glycerinaldehyd** má hydroxylovou skupinu na stereogenním centru (chirálním atomu uhlíku) při výše uvedeném znázornění orientovanou **vpravo**.

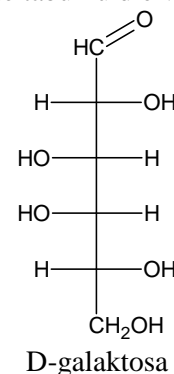
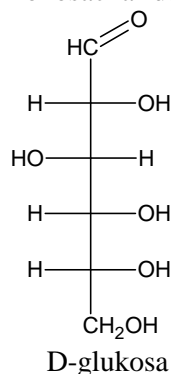
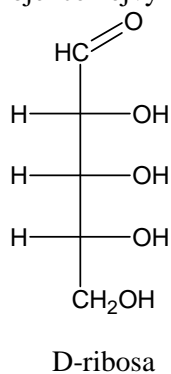
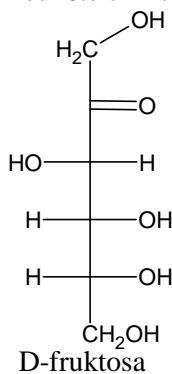
**L-glycerinaldehyd** je zrcadlovým obrazem D-glycerinaldehydu a ve Fischerově vzorci má hydroxylovou skupinu na stereogenním centru (chirálním atomu uhlíku) při výše uvedeném znázornění orientovanou **vlevo**.



**D-glycerinaldehyd**

**L-glycerinaldehyd**

Prohlédněte si Fischerovy projekce nejvýznamnějších monosacharidů a doplňte tabulku dle vzoru.

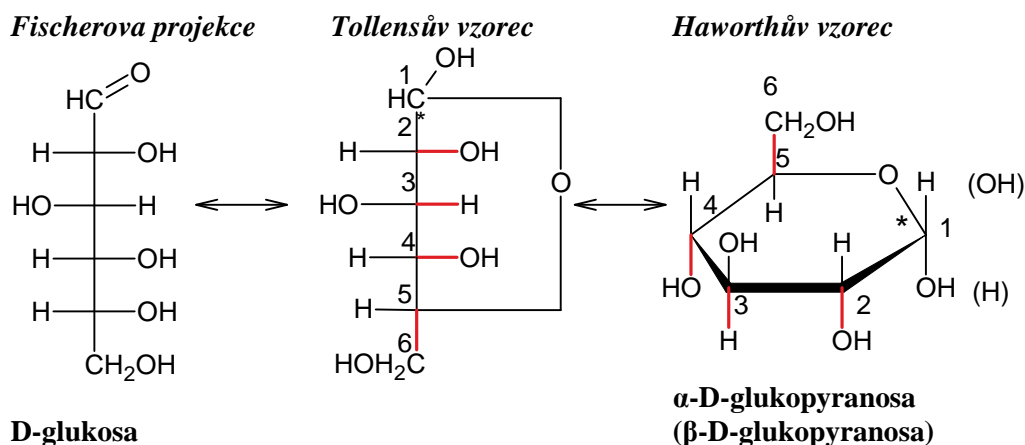


| monosacharid    | počet atomů uhlíku | obecný název dle počtu atomů uhlíku | charakteristické skupiny / počet   | obecný název dle charakteristické skupiny | název vzniklý spojením obecných názvů | počet chirálních atomů uhlíku (stereogenních center) |
|-----------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|--|
| D-glyceraldehyd | 3                  | triosa                              | aldehydická / 1<br>hydroxylová / 2 | aldosa                                    | aldotriosa                            | 1  |
| D-fruktosa      |                    |                                     |                                    |   |                                       |  |
| D-ribosa        |                    |                                     |                                    |   |                                       |  |
| D-glukosa       |                    |                                     |                                    |   |                                       |  |
| D-galaktosa     |                    |                                     |                                    |   |                                       |  |

b) Vytvořte k monosacharidům uvedeným v a) jejich L-formy podle vzoru:



2. Odvod'te, jak se z Fischerovy projekce D-glukosy vytvoří vzorec Tollensův a následně Haworthův. Při řešení vycházejte z níže uvedených vzorců.

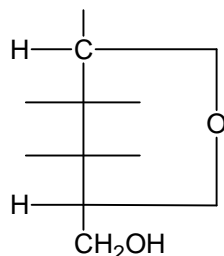


a) Doplňte do textu pojmy: **poloacetal**, **aldehydické**, **α**, **hydroxylové**, **acetal**, **chirální**, **β**  
 Cyklická forma aldohexosy vzniká reakcí skupiny \_\_\_\_\_ na atomu uhlíku číslo 1 a skupiny \_\_\_\_\_ nejčastěji na atomu uhlíku číslo 5. Reakcí alkoholu s aldehydem vzniká nejprve \_\_\_\_\_, poté \_\_\_\_\_, proto se cyklická forma aldohexosy nazývá **poloacetal**. Tato forma obsahuje další \_\_\_\_\_ atom uhlíku, který je vyznačen hvězdičkou. Tomuto uhlíku se říká **anomerní**, příslušné cyklické formy se nazývají \_\_\_\_\_ (-OH skupina je na anomerním atomu C u D-monosacharidu dole) a \_\_\_\_\_ (-OH skupina je na anomerním atomu C u D-monosacharidu nahoře) anomery.

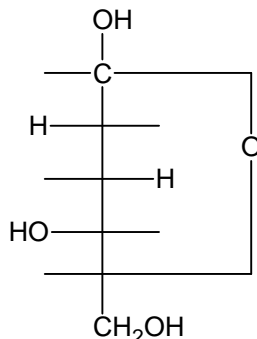
b) Doplňte do Tollensových a Haworthových vzorců monosacharidů skupiny –OH a atomy –H. Při řešení využijte příklad z části 2. této úlohy.

**Tollensovy vzorce:**

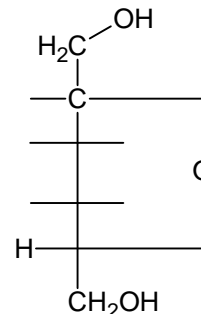
D-ribosa



D-galaktosa

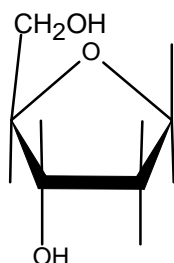


D-fruktosa

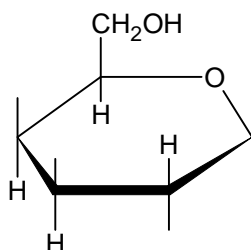


**Haworthovy vzorce:**

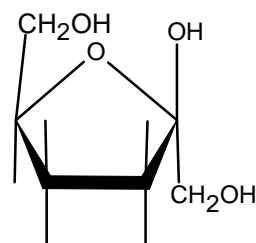
β-D-ribofuranosa



α-D-galaktopyranosa



β-D-fruktofuranosa



c) V Tollensových vzorcích uvedených v části 2.b) této úlohy vyznačte hvězdičkou všechny chirální atomy uhlíku (stereogenní centra). Vypočítejte, kolik prostorových izomerů tvoří aldohexosa a ketohexosa v necyklické a kolik v cyklické formě, víte-li, že počet všech prostorových izomerů je dán vzorcem  $2^n$ , kde  $n$  je počet stereogenních center.

aldohexosa (např. glukosa):

ketohexosa (např. fruktosa):

| počet stereoizomerů<br>necyklické formy | počet stereoizomerů<br>cyklické formy |
|---|---------------------------------------|
|   |                                       |
|   |                                       |

d) Látky obsahující chirální atomy uhlíku (stereogenní centra) se vyznačují **optickou aktivitou**. Co tento pojem znamená? **Optická aktivita** = \_\_\_\_\_

D-glukosa je monosacharid **pravotočivý**, D-fruktosa je monosacharid **levotočivý**.

Rozhodněte, kdy se jedná o úhel kladný a kdy záporný.

D-glukosa: \_\_\_\_\_

D-fruktosa: \_\_\_\_\_

3. Přiřaďte k monosacharidům v levém sloupci jejich charakteristiky z pravé části.

Spojte čarou související pojmy.

D-ribosa

D-galaktosa

D-fruktosa

D-glukosa

ovocný cukr

ketosa

hroznový  
cukr

nukleové  
kyseliny

hladina v krvi  
řízená inzulínem

lépe  
stravitelný pro  
diabetiky

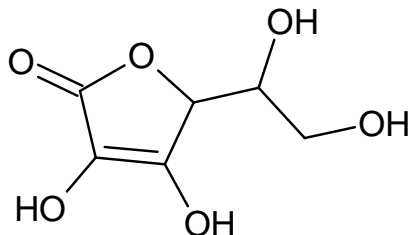
součást laktosy

infúze

#### 4. Doplňte.

Monosacharidy podléhají rozmanitým reakcím, které probíhají jak v organismech, tak i v průmyslu. Reakcí se účastní především hydroxylová skupina umístěna na anomerním atomu uhlíku, která se nazývá **poloacetalový hydroxyl**.

**Oxidací** aldehydů vznikají \_\_\_\_\_, skupina  $-CHO$  se mění na skupinu \_\_\_\_\_. U monosacharidů se produkty této oxidace nazývají **aldonové kyseliny** (též cukerné). Jednou z nejdůležitějších cukerných kyselin je kyselina L-askorbová (viz vzorec níže), obsažená v zelenině (hlavně paprika) a ovoci (např. černý rybíz, jahody, citrusy). Při nedostatečném příjmu této látky vzniká nemoc **kurděje**. Triviální název této látky je \_\_\_\_\_. Jeho doporučená denní dávka je 80 mg. Vyznačte v molekule kyseliny L-askorbové chirální atomy uhlíku.

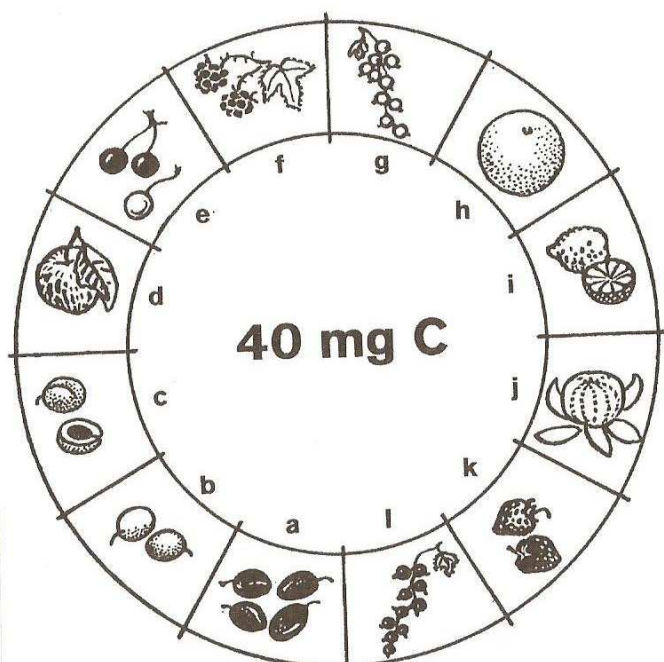


kyselina L- askorbová

Prohlédněte si tabulku a obrázek uvedený níže. Poté vypište tři druhy ovoce, které obsahuje nejvíce kyseliny L-askorbové a tři druhy ovoce s nízkým obsahem této látky.

**Tabulka: Množství ovoce, které nám poskytne 40 mg vitamínu C [10]**

| Druh ovoce        | Hmotnost (g) | Druh ovoce    | Hmotnost (g) |
|-------------------|--------------|---------------|--------------|
| grapefruity (h)   | 100          | třešně (e)    | 500          |
| černý rybíz (l)   | 36           | meruňky (c)   | 571          |
| jahody (k)        | 66           | švestky (a)   | 1000         |
| pomeranče (j)     | 77           | ryngle (b)    | 800          |
| červený rybíz (g) | 111          | ostružiny (f) | 190          |
| citróny (i)       | 100          | jablka (d)    | 571          |



**Nejvyšší obsah kyseliny L-askorbové:**

---

---

---

**Nízký obsah kyseliny L-askorbové:**

---

---

---

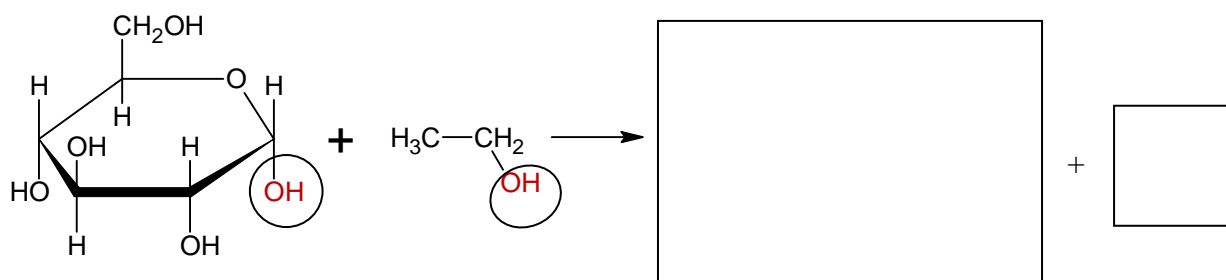
[10]

**Redukcí** aldehydů vznikají \_\_\_\_\_, skupina  $-CHO$  se mění na skupinu \_\_\_\_\_. U monosacharidů se vznikající sloučeniny nazývají **alditoly**. Do této skupiny látek patří D-glucitol, který vzniká např. redukcí D-glukosy. Jeho dřívější název je **sorbitol**. Užívá se jako \_\_\_\_\_ při výrobě pečiva, žvýkaček a cukrovinek. Je vhodný pro diabetiky.

Poloacetalový hydroxyl monosacharidu reaguje s organickou (např. \_\_\_\_\_) nebo anorganickou kyselinou (např. \_\_\_\_\_). Při reakci **alkoholu s kyselinou** vzniká \_\_\_\_\_ a voda. Stejně je tomu i v případě monosacharidů.

Další významnou reakcí je reakce poloacetalového hydroxylu monosacharidu s alkoholem (např. \_\_\_\_\_), při které vznikají **glykosidy**. Vazba spojující monosacharid se zbytkem alkoholu se nazývá **glykosidická**. Necukerný zbytek alkoholu se nazývá **aglykon**.

**Doplňte** vzorce produktů následující reakce a vyznačte glykosidickou vazbu a aglykon.



### úloha 3

#### Disacharidy

Disacharidy jsou složeny ze dvou monosacharidových jednotek a nacházejí například v těchto potravinách (obrázky [72], [69], [58], [61], [60]).

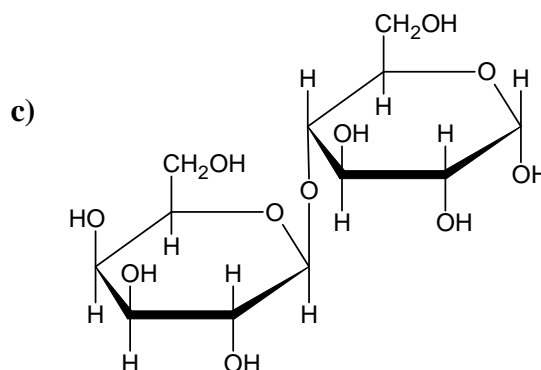
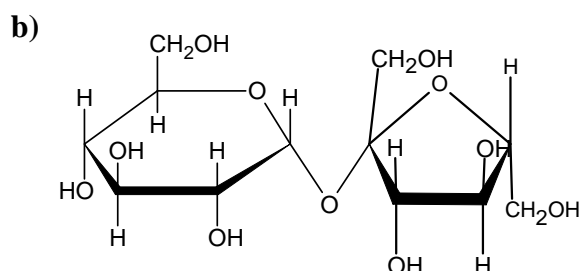
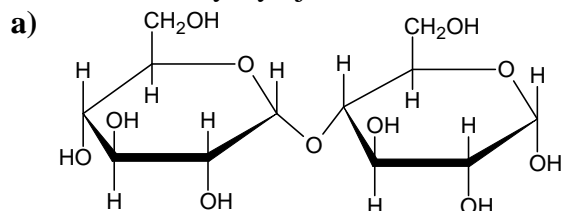


V nejhojnějším množství přijímáme v potravě disacharid **sacharosu**, kterou běžně sladíme nápoje a pokrmy. Říká se jí cukr **řepný** nebo **třtinový**.

**Maltosa** je cukr **sladový**, vyskytuje se ve sladu při výrobě \_\_\_\_\_.

**Laktosa** se nazývá cukr **mléčný**, neboť je součástí \_\_\_\_\_.

**1.** Ve vzorcích disacharidů vyznačte **glykosidickou vazbu** a **poloacetalový hydroxyl**, pokud se v molekule vyskytuje.



2. Na základě informací uvedených v tabulce doplňte odpovídající vzorec disacharidů a) až c) uvedené v úkolu 1. této úlohy.

| název disacharidu | poloacetalový hydroxyl | složky  | glykosidická vazba      | odpovídající vzorec a), b), nebo c) |
|-------------------|------------------------|---|-------------------------|-------------------------------------|
| sacharosa         | ne                     | $\alpha$ -D-glukopyranosa<br>$\beta$ -D-fruktofuranosa  | $\alpha(1\rightarrow2)$ |                                     |
| maltosa           | ano                    | $\alpha$ -D-glukopyranosa<br>$\alpha$ -D-glukopyranosa  | $\alpha(1\rightarrow4)$ |                                     |
| laktosa           | ano                    | $\beta$ -D-galaktopyranosa<br>$\alpha$ -D-glukopyranosa | $\beta(1\rightarrow4)$  |                                     |

3.

### Bílý jed?

Z pohledu nauky o výživě není sacharosa (cukr, kterým v domácnostech sladíme) zvlášť cenná potravina, protože poskytuje lidskému tělu pouze tzv. „prázdné kalorie“, tj. nedodává našemu tělu minerály ani vitamíny, ale pouze energii. Při zahřívání sacharosy nad teplotu 180°C dochází ke žloutnutí a následnému zhnědnutí látky. Vzniká \_\_\_\_\_, který se používá k přibarvování potravinářských výrobků a pokrmů.

Hovoří se také o neblahém vlivu sacharosy na trávicí soustavu člověka. Při trávení řepného cukru musí žaludek vylučovat větší množství HCl (název: \_\_\_\_\_), a děje-li se tak často, může docházet ke vzniku žaludečních vředů [50].

V následující tabulce jsou uvedeny výsledky chemického rozboru cukru (sacharosy), medu a mléčné čokolády. Tabulku si prohlédněte a odpovězte na níže uvedené otázky.

Tabulka: Chemický rozbor cukru, medu a čokolády [10]

| Název složky                | Druh potraviny (100 g) |           |                 |
|-----------------------------|------------------------|-----------|-----------------|
|                             | cukr (sacharosa)       | včelí med | mléčná čokoláda |
| kalorie (kcal)              | 383                    | 301       | 534             |
| bílkoviny (g)               | ---                    | 0,2       | 7,9             |
| tuky (g)                    | ---                    | ---       | 32,1            |
| sacharidy (g)               | 99,5                   | 77,9      | 57,3            |
| ionty Ca <sup>2+</sup> (mg) | ---                    | 5         | 207             |
| vázaný fosfor (mg)          | ---                    | 20        | 227             |
| vázané železo (mg)          | ---                    | 0,7       | 0,5             |
| <b>vitaminy:</b>            |                        |           |                 |
| A (m. j)                    | ---                    | ---       | 450             |
| B <sub>1</sub> (mg)         | ---                    | ---       | 0,1             |
| B <sub>2</sub> (mg)         | ---                    | 0,5       | 0,38            |
| PP – niacin (mg)            | ---                    | 0,2       | 0,5             |
| C (mg)                      | ---                    | 2         | ---             |

- a) Která z těchto tří potravin je pro nás výživově nejvýhodnější? \_\_\_\_\_
- b) Které důležité vitamíny obsahuje med? \_\_\_\_\_
- c) Která z těchto tří potravin je nejbohatší na bílkoviny? \_\_\_\_\_
- d) Seřaďte potraviny vzestupně podle obsahu sacharidů. \_\_\_\_\_
- e) Která z těchto tří potravin obsahuje největší množství vázaného železa? \_\_\_\_\_
- f) Která z těchto tří potravin bude nejvhodnějším zdrojem minerálů pro stavbu kostí? \_\_\_\_\_



#### 4.

**Přečtěte si text a odpovězte na otázky uvedené níže.**

#### Intolerance laktosy

U části populace se objevuje tzv. intolerance k laktose (nesnášenlivost laktosy), která patří mezi metabolické poruchy. Laktosa je mléčný cukr, disacharid, který je obsažen v mléce všech savců. Disacharid laktosa se střevní sliznicí vstřebávat nemůže. Proto je třeba nejprve tento disacharid rozštěpit na monosacharidy, aby mohlo dojít ke vstřebání do krve. K tomuto rozštěpení slouží enzym **laktasa**, který je u zdravého člověka vylučován buňkami střevní stěny. U lidí s intolerancí laktosy tento enzym chybí. Pokud k rozštěpení nedojde, zůstává laktosa ve střevě přebytečná a dostane se do hlubších záhybů střeva, kde se vyskytují bakterie, které laktosu rozkládají na **kyselinu mléčnou**, **kyselinu octovou**, **oxid uhličitý**, **methan** a **vodík**. To vše může mít za následek nadýmání a průjemy [43], [44].

#### **Úkoly:**

a) Z jakých monosacharidových jednotek je laktosa složena? \_\_\_\_\_

b) Jak se nazývá vazba, kterou jsou monosacharidové jednotky v laktose spojeny?  
\_\_\_\_\_

c) Na které dvě látky se laktosa vlivem **enzymu** laktasy rozštěpí? \_\_\_\_\_

d) Enzymy jsou **biokatalyzátory**. Jaký je tedy úkol laktasy? Jak přítomnost laktasy ovlivní z kinetického hlediska reakci probíhající při rozkladu laktosy? \_\_\_\_\_

e) Do rámečků napište vzorce látek vznikajících při bakteriálním rozkladu přebytečné laktosy ve střevě. Pod rámečky uveďte příslušné názvy.

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

f) Kterých potravin se musí člověk s intolerancí laktosy vyvarovat?  
\_\_\_\_\_

#### **úloha 4**

#### Polysacharidy

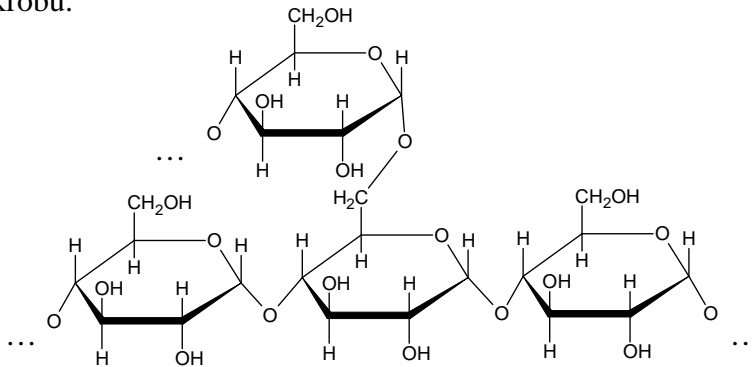
1. K nejvýznamnějším polysacharidům patří **škrob**, **glykogen**, **celulosa**, **inulin**. Rozdělte tyto látky podle původu na živočišné a rostlinné.

živočišné polysacharidy: \_\_\_\_\_

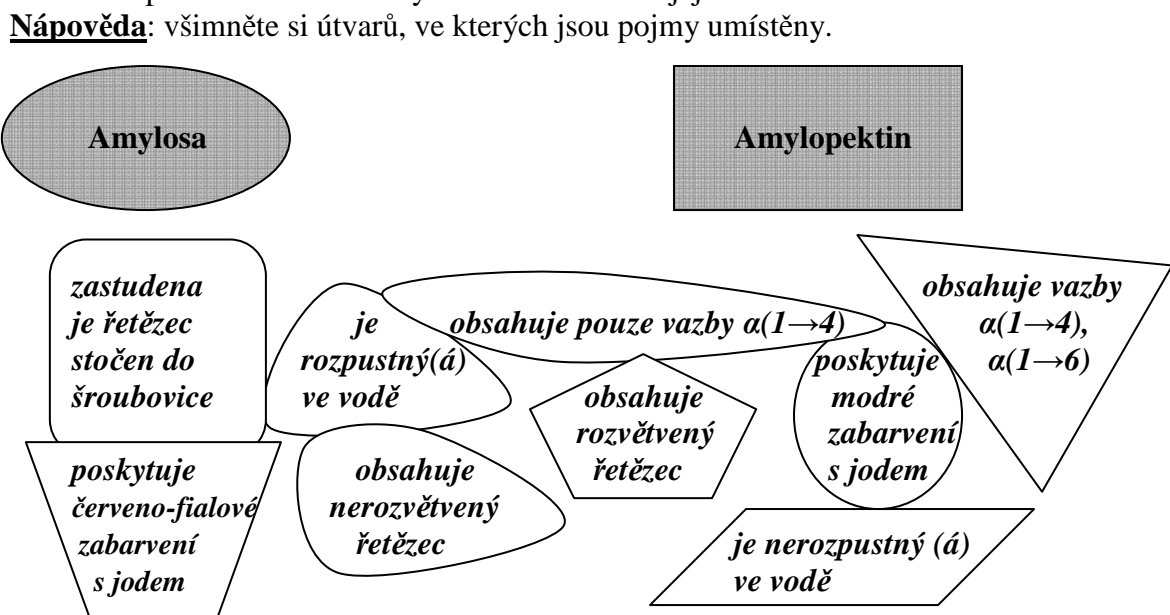
rostlinné polysacharidy: \_\_\_\_\_

2. a) Základní jednotkou **škrobu** je  $\alpha$ -D-glukopyranosa. Ve škrobu je jich několik tisíc. Napište její vzorec.

b) Ve škrobu se vyskytují vazby  $\alpha(1\rightarrow4)$  a  $\alpha(1\rightarrow6)$ , které propojují monosacharidové jednotky. Najděte a zvýrazněte uvedené vazby v následujícím vzorci reprezentujícím část struktury škrobu.



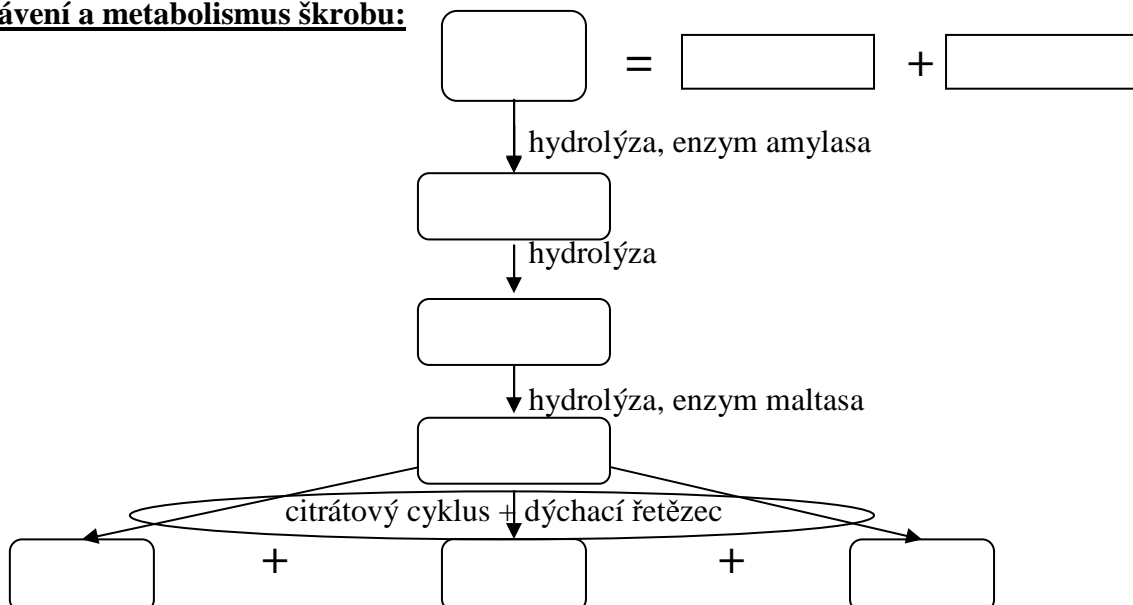
c) Přiřaďte šipkami k níže uvedeným složkám škrobu jejich vlastnosti.



d) Doplňte do schématu pojmy:

*maltosa*                      *amylosa*                      *D-glukosa*                      *dextriny*                      *CO<sub>2</sub>*  
*H<sub>2</sub>O*                              *amylopektin*

**Trávení a metabolismus škrobu:**



### 3. Bílé, nebo tmavé pečivo?

Prohlédněte si tabulku chemického složení některých druhů pečiva a odpovězte na níže uvedené otázky.

Tabulka: Chemické složení housek a dvou speciálních druhů chleba [10]

| Název složky              | Druh potraviny (100 g) |            |              |
|---------------------------|------------------------|------------|--------------|
|                           | housky                 | chléb Vita | chléb Graham |
| kalorie (kcal)            | 302                    | 254        | 268          |
| bílkoviny (g)             | 8,3                    | 5,9        | 11,6         |
| tuky (g)                  | 2,9                    | 1,4        | 1,6          |
| sacharidy (g)             | 59,9                   | 53,8       | 51,7         |
| ion Ca <sup>2+</sup> (mg) | 23                     | 21         | 30           |
| vázaný fosfor (mg)        | 111                    | 160        | 272          |
| vázané železo (mg)        | 0,6                    | 1,1        | 2,4          |
| <b>vitaminy:</b>          |                        |            |              |
| A (m. j)                  | ---                    | ---        | --           |
| B <sub>1</sub> (mg)       | 0,13                   | 0,24       | 0,4          |
| B <sub>2</sub> (mg)       | 0,05                   | 0,08       | 0,1          |
| PP – niacin (mg)          | 1,6                    | 0,7        | 3,4          |
| C (mg)                    | ---                    | ---        | ---          |

- a) Které pečivo je energeticky nejbohatší? \_\_\_\_\_  
b) Kolik energie v kJ obsahuje 1 houska o hmotnosti 50 g? Počítejte, že 1 kcal = 4,18 kJ.

- c) Která z uvedených potravin je nejbohatší na ion prvku s **protonovým číslem 20**? \_\_\_\_\_  
d) O kterém druhu pečiva lze říci, že je **výživově** nejhodnotnější? \_\_\_\_\_  
e) Porovnejte bílé a tmavé pečivo z hlediska obsahu minerálních látek a vitamínů. \_\_\_\_\_

### 4. Vláknina

Celulosa je strukturální polysacharid složený z  $\beta$ -D-glukopyranosy. Jedná se o nerozvětvený řetězec. Jednotlivé monosacharidy jsou spojeny glykosidickou vazbou  $\beta(1\rightarrow4)$ .

- a) Nakreslete Haworthův vzorec základní jednotky celulosy.



- b) Nakreslete část řetězce celulosy složenou ze **dvou** monosacharidových jednotek spojených výše uvedenou vazbou.



c) Celulosu dovedou rozložit a dále ji strávit na základní jednotku (tj. \_\_\_\_\_) například **býložravci**, kteří mají v zažívacím systému bakterie produkující enzym **celulasu**. Lidský organismus **vlákninu** rozložit nedovede, přesto je nezbytnou součástí potravy. Vlákna má vliv na vstřebávání a látkovou přeměnu cukrů. Svým objemem jednak urychluje trávení, dále omezuje styk střevní sliznice s toxickými látkami, vznikajícími při trávení. Hrubá vlákna proto působí jako prevence proti vzniku zhoubných i nezhojných nádorů tlustého střeva a zácpy [50]. *Obsah vlákniny (celulosa) v některých potravinách uvádí následující tabulka.*

**Tabulka: Obsah celulosy v některých potravinách [10]**

| potravina (100 g)  | celulosa (g) | potravina (100 g)      | celulosa (g) |
|--------------------|--------------|------------------------|--------------|
| sušená zelenina    | 14,4         | kapusta                | 1,3          |
| sušené houby       | 6,8          | loupaný hrách          | 1,3          |
| sušené hrušky      | 6            | pór                    | 1,2          |
| sušené fíky        | 5,8          | jahody                 | 1,2          |
| mák                | 5,6          | kedlubny               | 1,1          |
| sójová krupice     | 5,5          | celozrnný žitný chléb  | 1,1          |
| hrách              | 5,4          | květák                 | 1            |
| rybíz              | 4,3          | mrkev                  | 1            |
| sušená jablka      | 3,9          | meruňky                | 1            |
| maliny             | 3,9          | jablka                 | 0,9          |
| ostružiny          | 3,8          | hlávkové zelí          | 0,8          |
| mletý kokos        | 2,5          | špenát                 | 0,7          |
| sušené švestky     | 2,5          | brambory               | 0,6          |
| burské oříšky      | 2,4          | hlávkový salát         | 0,6          |
| sójová mouka       | 2,3          | kroupy                 | 0,5          |
| zelený hrášek      | 2,2          | třešně                 | 0,5          |
| vlašské ořechy     | 2,1          | švestky                | 0,4          |
| angrešt            | 2            | rýže                   | 0,4          |
| borůvky            | 1,9          | chléb výrazkový        | 0,3          |
| chléb Graham       | 1,8          | mouka                  | 0,2          |
| petrželová nať     | 1,8          | pečivo                 | 0,2          |
| nakládaná zelenina | 1,6          | oplatky                | 0,1          |
| fazolové lusky     | 1,5          | piškoty                | 0,1          |
| červená řepa       | 1,5          | maso a masné výrobky   | 0            |
| hrušky             | 1,5          | mléko a mléčné výrobky | 0            |
| zelená paprika     | 1,4          | tuky, vejce            | 0            |

Z níže uvedených potravin zakroužkujte ty, které jsou vhodné pro výživu člověka z hlediska příjmu vlákniny.

|                   |                     |                        |                |                    |
|-------------------|---------------------|------------------------|----------------|--------------------|
| <i>zelenina</i>   | <i>bílá mouka</i>   | <i>ovoce</i>           | <i>máslo</i>   | <i>fazole</i>      |
| <i>tavený sýr</i> | <i>ořechy</i>       | <i>rohlík tukový</i>   | <i>sušenky</i> | <i>mléko</i>       |
| <i>mák</i>        | <i>sušené houby</i> | <i>chléb celozrnný</i> | <i>vejce</i>   | <i>bílý jogurt</i> |

Vyberte z výše uvedené tabulky **3 druhy ovoce a 3 druhy zeleniny** s nízkým a vysokým obsahem celulosy.

| potravina       | nízký obsah vlákniny | vysoký obsah vlákniny |
|-----------------|----------------------|-----------------------|
| <b>ovoce</b>    |                      |                       |
| <b>zelenina</b> |                      |                       |

## 3.2 Řešení

### úloha 1

#### 1. ...

1. jednoduché - monosacharidy - obsahují pouze jednu tzv. monosacharidovou jednotku, v organismu už se nemohou dále nemohou **hydrolyticky** štěpit na jednodušší sloučeniny – např. *glukosa, ribosa, fruktosa, manosa, galaktosa*;

2. složené - obsahují 2 a více monosacharidových jednotek, v organismu se mohou hydrolyzou štěpit na jednodušší sloučeniny; dále se dělí na:

- oligosacharidy - obsahují 2 až 10 monosacharidových jednotek – např. **disacharidy** – *sacharosa, laktosa, maltosa*;

- polysacharidy - obsahují 11 a více monosacharidových jednotek, např. *škrob, glykogen, celuloza, inulin, dextriny*.

Monosacharidy a oligosacharidy mají sladkou chuť, proto jim říkáme cukry.

2. vodík, uhlík, kyslík

3. reakce s vodou, při které dochází ke štěpení molekuly

4. počet monosacharidových jednotek                      název skupiny sacharidů

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 3 | <u>trisacharidy</u>   |
| 5 | <u>pentasacharidy</u> |
| 7 | <u>heptasacharidy</u> |

5. deoxyribonukleová kyselina (DNA), ribonukleová kyselina (RNA)

6. bílkoviny

7. a)

|                   |                    |                          |
|-------------------|--------------------|--------------------------|
| 1. <u>ix)</u>     | 5. <u>iv)</u>      | 9. <u>i), vi), viii)</u> |
| 2. <u>iv)</u>     | 6. <u>i), vi)</u>  | 10. <u>ii)</u>           |
| 3. <u>i), vi)</u> | 7. <u>iii)</u>     | 11. <u>i), v), x)</u>    |
| 4. <u>iii)</u>    | 8. <u>i), vii)</u> | 12. <u>i)</u>            |

b) i) mono-      ii) mono-      iii) poly-      iv) poly-      v) di-  
vi) mono-      vii) di-      viii) di-      ix) mono-      x) mono-

(Pozn. Za – následuje slovo **sacharidy**)

c)

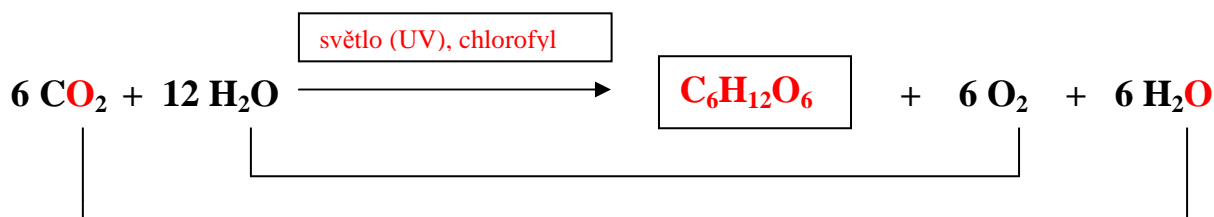
| sacharid – název | funkce          |
|------------------|-----------------|
| ribosa           | 4               |
| glukosa          | 3               |
| škrob            | 1 (u rostlin)   |
| 2-deoxyribosa    | 4               |
| celuloza         | 2               |
| glykogen         | 1 (u živočichů) |

### úloha 2

#### 1.

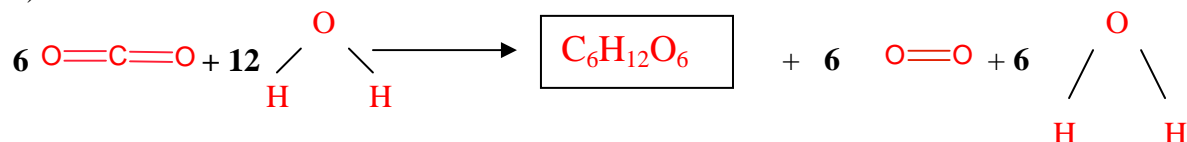
Monosacharidy (např. *glukosa*) vznikají v přírodě reakcí, která se nazývá fotosyntéza.

a)



b)  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

c)



d) viz výše

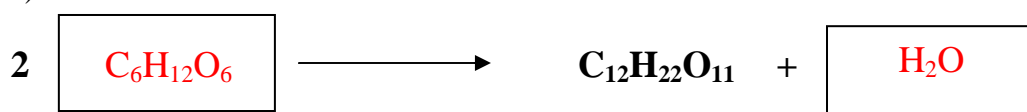
e) Vysvětlíte pojem katalyzátor. Látka, která do reakce vstupuje, mění její rychlost, ale reakcí se nespotebovává. Katalyzátor ovlivňuje hodnotu aktivační energie reakce  $E_A$ .

- Uveďte příklad enzymu, který štěpí v ústech polysacharidy z potravy na jednodušší látky: amylasy, ptyalin.

2.

*Oligosacharidy a polysacharidy vznikají reakcí, která se nazývá **kondenzace monosacharidů** – u polysacharidů **polykondenzace**.*

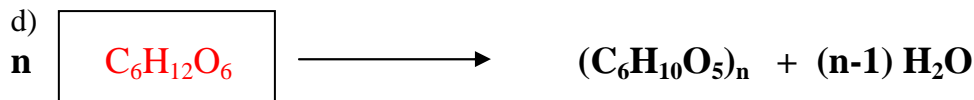
a)



b)  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ .

c) voda.

d)



e) Doplňte.

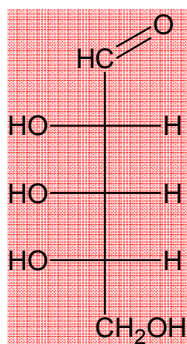
Při **polykondenzaci** reaguje velký počet molekul jedné látky za odštěpení látky s nízkou molekulovou hmotností, kterou je nejčastěji voda. Zásadní rozdíl **polymerace** a **polykondenzace** spočívá v tom, že u polymerace nevzniká vedlejší produkt.

### úloha 3

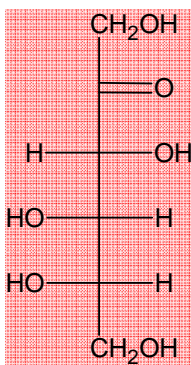
1. a)

| monosacharid    | počet atomů uhlíku | obecný název dle počtu atomů uhlíku | charakteristické skupiny / počet   | obecný název dle charakteristické skupiny | název vzniklý spojením obecných názvů | počet chirálních atomů uhlíku (stereogenních center) |
|-----------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|--|
| D-glyceraldehyd | 3                  | triosa                              | aldehydická / 1<br>hydroxylová / 2 | aldosa                                    | aldotriosa                            | 1  |
| D-fruktosa      | 6                  | hexosa                              | ketonická / 1<br>hydroxylová / 5   | ketosa                                    | ketohexosa                            | 3  |
| D-ribosa        | 5                  | pentosa                             | aldehydická / 1<br>hydroxylová / 4 | aldosa                                    | aldopentosa                           | 3  |
| D-glukosa       | 6                  | hexosa                              | aldehydická / 1<br>hydroxylová / 5 | aldosa                                    | aldohexosa                            | 4  |
| D-galaktosa     | 6                  | hexosa                              | aldehydická / 1<br>hydroxylová / 5 | aldosa                                    | aldohexosa                            | 4  |

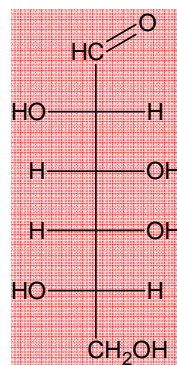
1. b)



L-ribosa



L-fruktosa

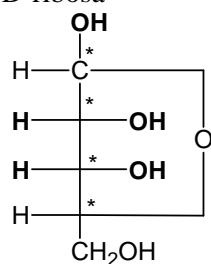


L-galaktosa

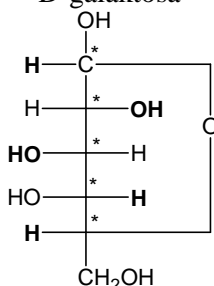
2. a) Cyklická forma monosacharidu aldohexosy vzniká reakcí skupiny **aldehydicke** na atomu uhlíku číslo 1 a skupiny **hydroxylové** na atomu uhlíku číslo 5. Reakcí alkoholu s aldehydem vzniká nejprve **poloacetal**, poté **acetal**, proto se cyklická forma aldohexosy nazývá **poloacetal**. Tato forma obsahuje další **chirální** atom uhlíku, který je vyznačen hvězdičkou. Tomuto uhlíku se říká **anomerní**, příslušné cyklické formy se nazývají **α** (-OH skupina je na anomerním atomu C u D-monosacharidu dole) a **β** (-OH skupina je na anomerním atomu uhlíku u D-monosacharidu nahoře) **anomery**.

b)

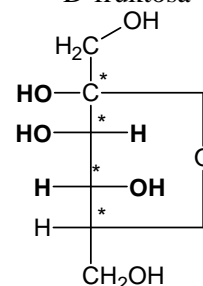
D-ribosa



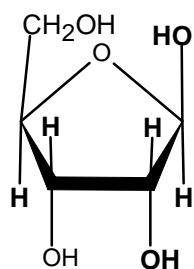
D-galaktosa



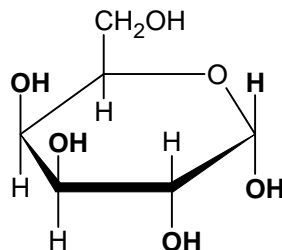
D-fruktosa



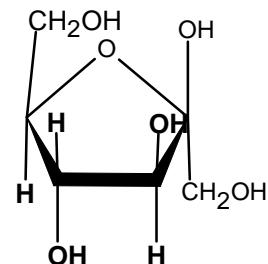
β-D-ribofuranosa



α-D-galaktopyranosa



β-D-fruktofuranosa



c)

aldohexosa (např. glukosa):

ketohehexosa (např. fruktosa):

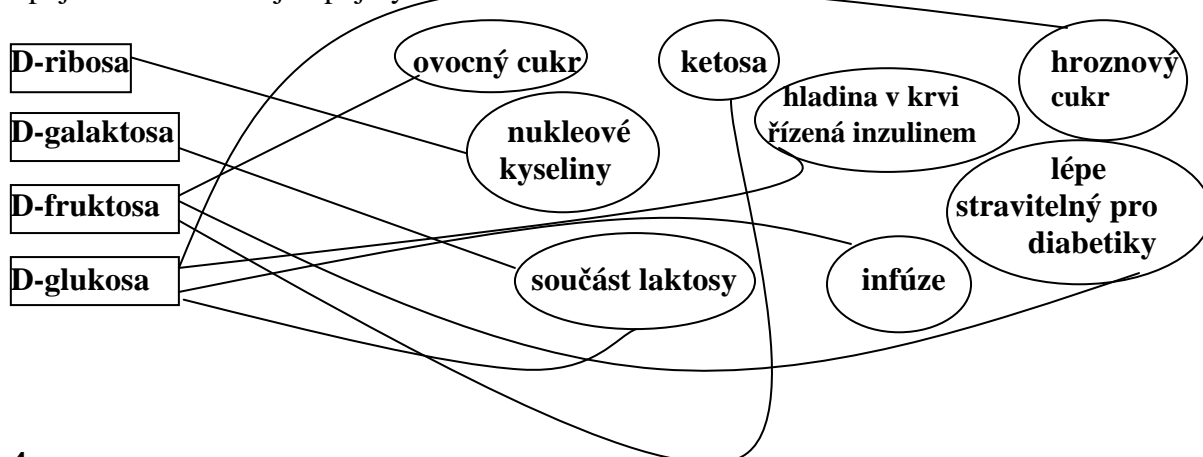
| počet stereoizomerů<br>necyklické formy | počet stereoizomerů<br>cyklické formy |
|---|---------------------------------------|
| 16                                      | 32                                    |
| 8                                       | 16                                    |

d) **Optická aktivita** = schopnost látky v roztoku stáčet rovinu polarizovaného světla o určitý **úhel doprava, nebo doleva**.

D-glukosa: **úhel kladný**

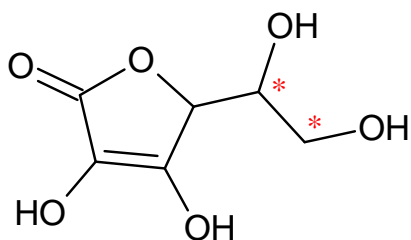
D-fruktosa: **úhel záporný**

3. Přiřaďte k monosacharidům v levém sloupci jejich charakteristiky z pravé části. Spojte čarou související pojmy.



4.

**Oxidací** aldehydů vznikají **karboxylové kyseliny**, skupina  $-CHO$  se mění na skupinu  $-COOH$ . U monosacharidů se produkty této oxidace nazývají **aldonové kyseliny** (též cukerné). Jednou z nejdůležitějších cukerných kyselin je kyselina L-askorbová (viz vzorec níže), obsažená v zelenině (hlavně paprika) a ovoci (např. černý rybíz, jahody, citrusy). Při nedostatečném příjmu této látky vzniká nemoc **kurděje**. Triviální název této látky je **vitamin C**. Jeho doporučená denní dávka je 80 mg. Vyznačte v molekule kyseliny L-askorbové chirální atomy uhlíku.



Nejvyšší obsah kyseliny L-askorbové: **černý rybíz, jahody, pomeranče**

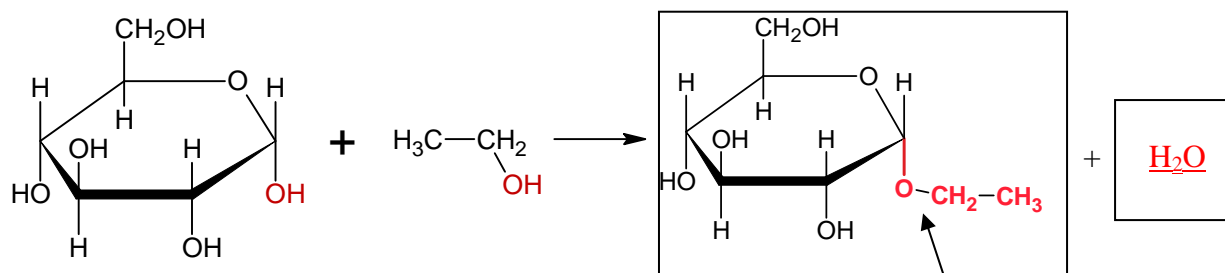
Nízký obsah kyseliny L-askorbové: **švestky, ryngle, meruňky**

**Redukcí** aldehydů vznikají **alkoholy**, skupina  $-CHO$  se mění na skupinu  $-OH$ . U monosacharidů se vznikající sloučeniny nazývají **alditoly**. Do této skupiny látek patří D-glucitol, který vzniká např. redukcí D-glukosy. Jeho dřívější název je **sorbitol**. Užívá se jako **(umělé) sladidlo** při výrobě pečiva, žvýkaček a cukrovinek. Je vhodný pro diabetiky.

Poloacetalový hydroxyl monosacharidu reaguje s organickou (např. **mravenčí, octovou, ...**) nebo anorganickou kyselinou (např. **sírovou, dusičnou, ...**). Při reakci **alkoholu s kyselinou** vzniká **ester** a voda. Stejně je tomu i v případě monosacharidů.

Další významnou reakcí je reakce poloacetalového hydroxylu monosacharidu s alkoholem (např. **methanolem, ethanolem, ...**), při které vznikají **glykosidy**. Vazba spojující monosacharid se zbytkem alkoholu se nazývá **glykosidická**. Necukerný zbytek alkoholu se nazývá **aglykon**.

**Doplňte** vzorce produktů následující reakce a vyznačte glykosidickou vazbu a aglykon.



**aglykon = ethyl, glykosidická vazba**



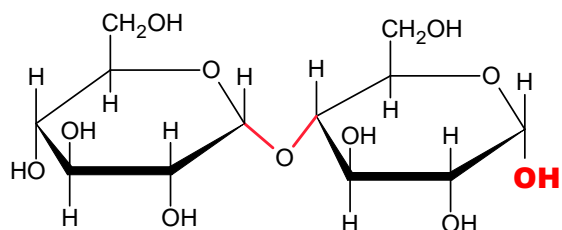
### úloha 3

#### Disacharidy

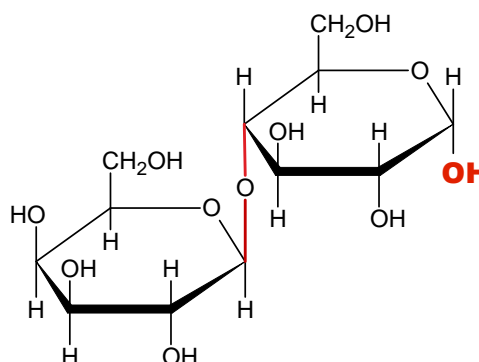
Maltosa je cukr **sladový**, vyskytuje se ve sladu při výrobě **piva**.

Laktosa se nazývá cukr **mléčný**, neboť je součástí **mléka savců**.

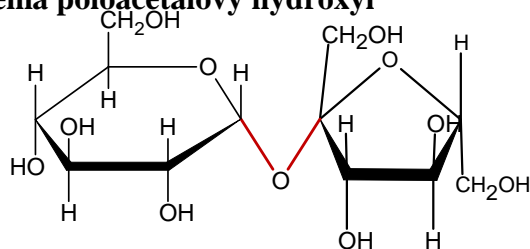
1. a)



c)



b) nemá poloacetalový hydroxyl



2.

| název disacharidu | poloacetalový hydroxyl | složky  | glykosidická vazba      | odpovídající vzorec a), b), nebo c) |
|-------------------|------------------------|---|-------------------------|-------------------------------------|
| sacharosa         | ne                     | $\alpha$ -D-glukopyranosa<br>$\beta$ -D-fruktofuranosa  | $\alpha(1\rightarrow2)$ | b)                                  |
| maltosa           | ano                    | $\alpha$ -D-glukopyranosa<br>$\alpha$ -D-glukopyranosa  | $\alpha(1\rightarrow4)$ | a)                                  |
| laktosa           | ano                    | $\beta$ -D-galaktopyranosa<br>$\alpha$ -D-glukopyranosa | $\beta(1\rightarrow4)$  | c)                                  |

3. ....**karamel**

Hovoří se také o neblahém vlivu sacharosy na trávicí soustavu člověka. Při trávení řepného cukru musí žaludek vylučovat větší množství HCl (název: **kyselina chlorovodíková**), a děje-li se tak často, může docházet ke vzniku žaludečních vředů.

a) **mléčná čokoláda**

b) **B<sub>2</sub>, PP, C**

c) **mléčná čokoláda**

d) **mléčná čokoláda, včelí med, cukr**

e) **včelí med**

f) **mléčná čokoláda**

4.

Otázky a úkoly:

a) **D-glukosa, D-galaktosa**

b) **glykosidická**

c) **D-glukosa, D-galaktosa**

d) **urychlí štěpení laktosy, sníží hodnotu E<sub>A</sub>**

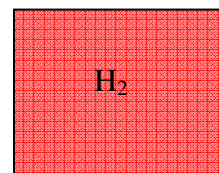
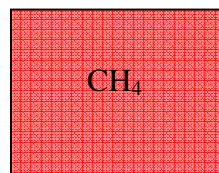
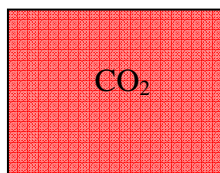
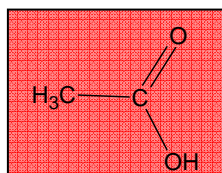
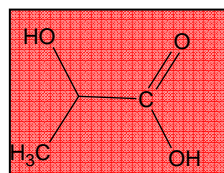
e) kyselina mléčná

kyselina octová

oxid uhličitý

methan

vodík



f) **mléku a všem výrobkům z mléka**

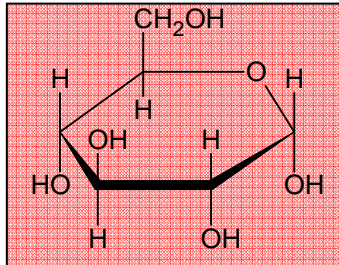
**úloha 4**  
**Polysacharidy**

1.

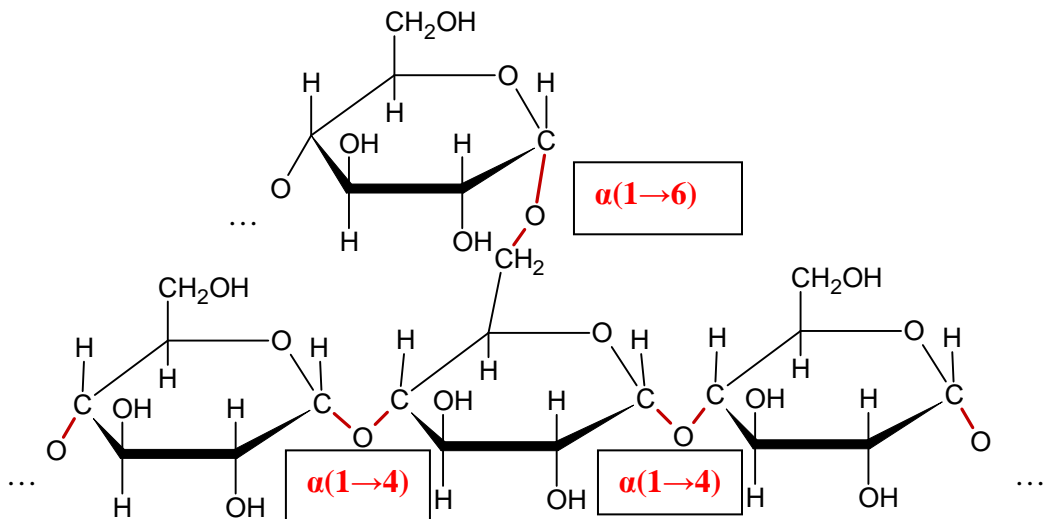
*živočišné polysacharidy:* **glykogen**

*rostlinné polysacharidy:* **škrob, celuloza, inulin**

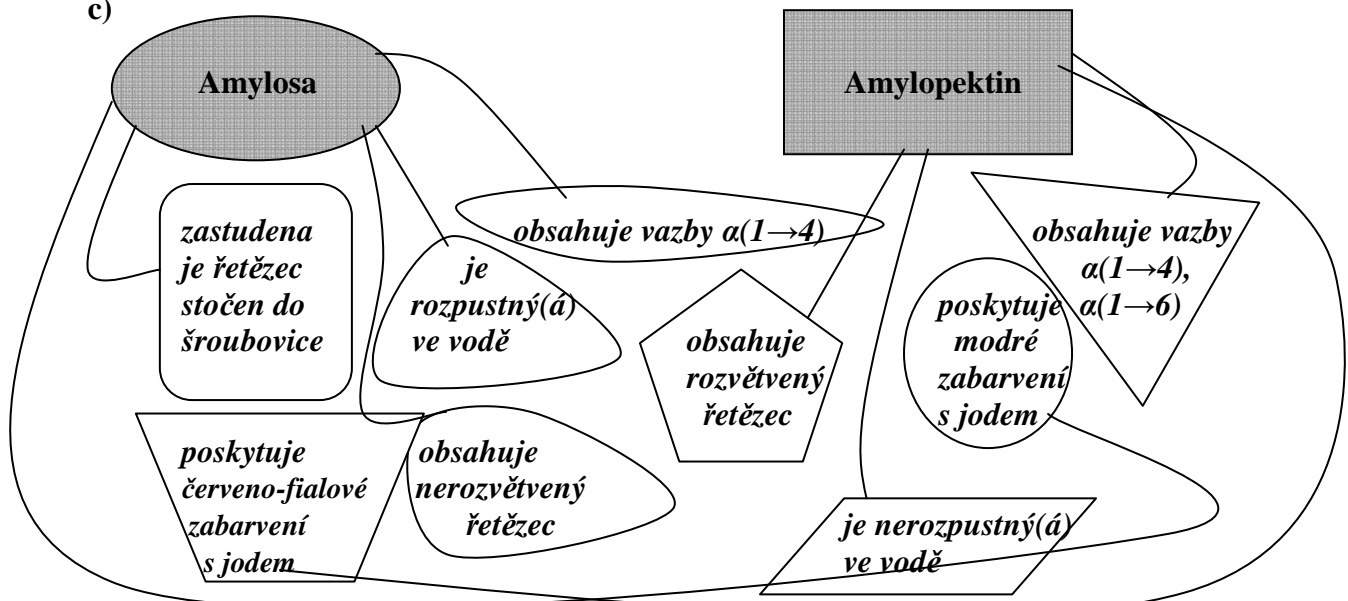
2. a)



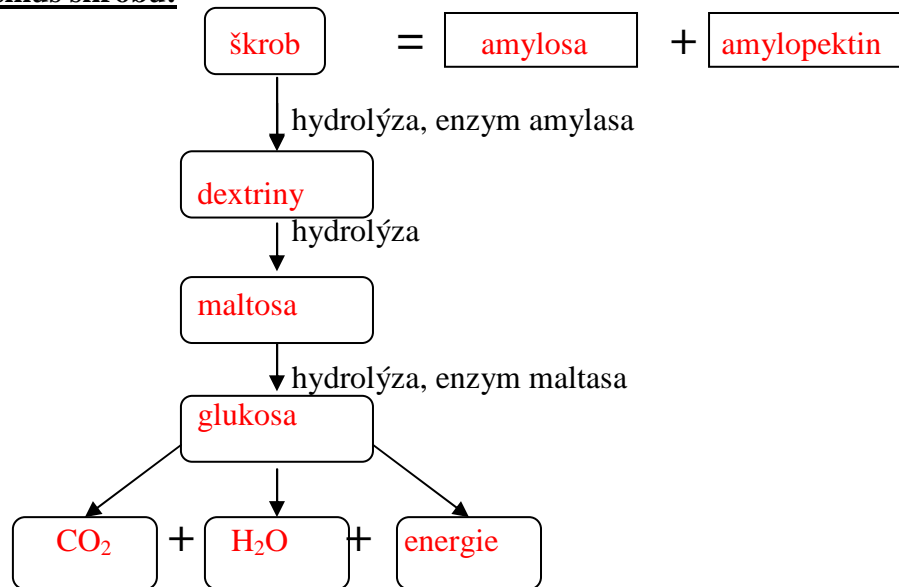
b)



c)



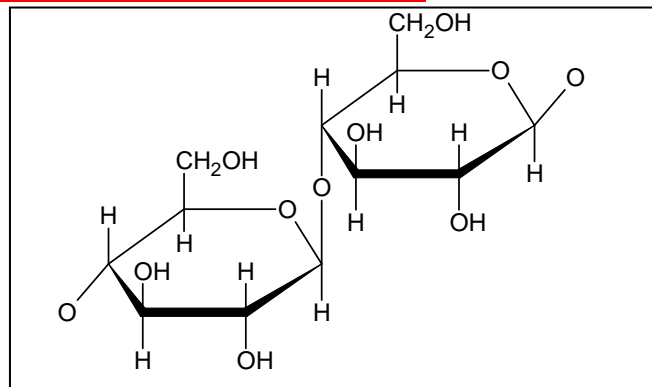
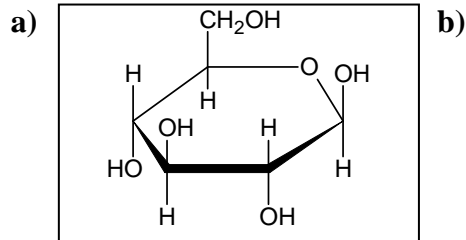
d) Doplňte do schématu pojmy:  
Trávení a metabolismus škrobu:



**3. Bílé, nebo tmavé pečivo?**

- a) Housky
- b) 151 kcal .....4,18kJ . 151 = 631,18 kJ
- c) Vápník – chléb Graham
- d) tmavé pečivo – v tabulce chléb Graham
- e) Tmavé pečivo obsahuje mnohem více minerálních látek i vitamínů.

**4.**



c) D-glukosu

|                   |                     |                        |                |               |
|-------------------|---------------------|------------------------|----------------|---------------|
| <u>zelenina</u>   | <u>bílá mouka</u>   | <u>ovoce</u>           | <u>máslo</u>   | <u>fazole</u> |
| <u>tavený sýr</u> | <u>orechy</u>       | <u>rohlík tukový</u>   | <u>sušenky</u> | <u>mléko</u>  |
| <u>mák</u>        | <u>sušené houby</u> | <u>chléb celozrnný</u> | <u>vejce</u>   | <u>maso</u>   |

| potravina       | nízký obsah vlákniny                    | vysoký obsah vlákniny                     |
|-----------------|---|---|
| <u>ovoce</u>    | <u>švestky, třešně, jablka,...</u>      | <u>fíky, rybíz, maliny,...</u>            |
| <u>zelenina</u> | <u>hlávkový salát, špenát, zelí,...</u> | <u>petržel, paprika, červená řepa,...</u> |

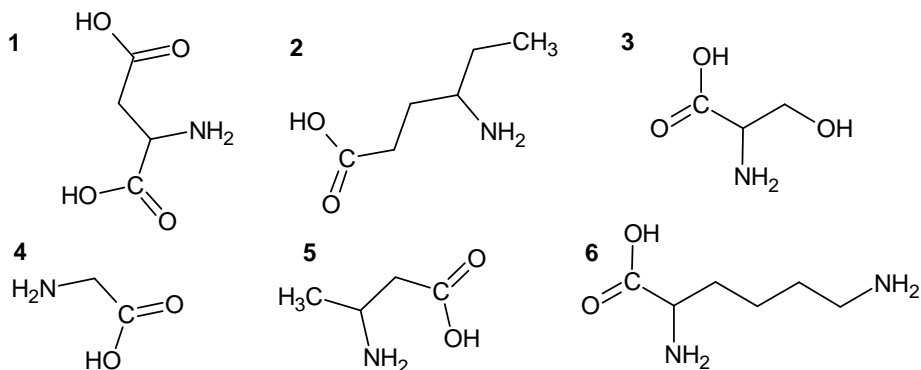
## 4 Bílkoviny

### 4.1 Zadání

#### úloha 1

#### Aminokyseliny – základní stavební složky bílkovin

1. Z následujících příkladů vzorců aminokyselin odvodte, které dvě charakteristické skupiny **každá** aminokyselina obsahuje.



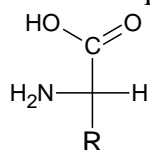
charakteristické skupiny: \_\_\_\_\_

#### 2. Doplňte text.

V bílkovinách (proteinech) se běžně vyskytuje **20** aminokyselin. Tyto aminokyseliny se označují jako **proteinogenní**.

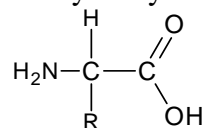
Z chemického hlediska jsou to \_\_\_\_\_ (substituční / funkční) deriváty karboxylových kyselin. Přesnější název těchto aminokyselin tvořících proteiny je  $\alpha$ -L-aminokyseliny, neboť charakteristická skupina obsahující dusík, která se nazývá \_\_\_\_\_, je vázána na atom uhlíku v poloze  $\alpha$ , tzn. na atom uhlíku číslo \_\_\_\_\_.

V části 1. této úlohy takovým aminokyselinám odpovídají vzorce číslo \_\_\_\_\_. Proteinogenní aminokyseliny jsou látky \_\_\_\_\_, což znamená, že stácejí rovinu polarizovaného světla o určitý úhel. Obsahují tedy atom uhlíku, který váže čtyři různé substituenty. Nazývá se \_\_\_\_\_ uhlík, nebo správněji **stereogenní** centrum. Příklad projekčního vzorce (Fischerova projekce) proteinogenní aminokyseliny:



**R** je **postranní řetězec**. Je-li skupina  $-\text{COOH}$  umístěna nahoře a skupina  $-\text{NH}_2$  orientována vlevo, označujeme aminokyseliny jako L-aminokyseliny. Jedinou aminokyselinou, která neobsahuje stereogenní centrum, je **glycin**. Jeho **R** je tvořen pouze jedním atomem, kterým je atom prvku \_\_\_\_\_.

3. Obecný vzorec proteinogenní aminokyseliny se také zapisuje následovně:



Nalevo se píše tzv. \_\_\_\_\_ (N-konec / C-konec), napravo \_\_\_\_\_ (N-konec / C-konec).

V silně \_\_\_\_\_ (kyselém / zásaditém) prostředí o **pH=2** aminokyselina přijímá  $\text{H}^+$  a podle Brønstedovy teorie se chová jako \_\_\_\_\_ (zásada / kyselina). Kation vodíku se naváže na **atom s protonovým číslem 7**, který obsahuje volný valenční

elektronový pár. Aminokyselina bude ve formě \_\_\_\_\_ (aniontu / kationtu). Napište obecný vzorec protonizované aminokyseliny:

Naopak v prostředí o **pH=13**, tj. v silně \_\_\_\_\_ (kyselém / zásaditém) prostředí, aminokyselina  $H^+$  odevzdá. Podle Brønstedovy teorie se chová jako \_\_\_\_\_ (zásada / kyselina). Vodíkový proton se odštěpí z **hydroxyly** skupiny  $-COOH$ , proto bude aminokyselina přítomna ve formě \_\_\_\_\_ (aniontu / kationtu). Napište obecný vzorec vzniklého aniontu:

Při určitém pH se většina molekul aminokyseliny vyskytuje ve formě tzv. **amfiontu** (obojetného iontu, vnitřní soli). Toto pH se nazývá **izoelektrický bod** a značí se **pI**. Navenek se chová molekula elektroneutrálně, nepohybuje se v elektrickém poli. K výměně  $H^+$  dochází v tomto případě v rámci jedné molekuly mezi charakteristickými skupinami. Napište obecný vzorec amfiontu aminokyseliny:

**4.** Prohlédněte si **Tabulku proteinogenních aminokyselin** uvedenou na následující straně a rozhodněte, které z možností **a)** až **k)** odpovídají charakteru postranního řetězce **R** u příslušného typu aminokyselin. Uveďte **vždy všechny** možnosti.

**1. hydrofobní:** \_\_\_\_\_

**2. polární:** \_\_\_\_\_

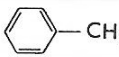
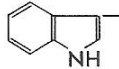
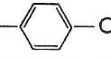
**3. bazické:** \_\_\_\_\_

**4. kyselé:** \_\_\_\_\_

*Možnosti:*

- |                        |                                     |
|------------------------|-------------------------------------|
| a) hydroxylová skupina | g) R = benzyl                       |
| b) amidová skupina     | h) sulfidová skupina                |
| c) thiolová skupina    | i) R = heterocyklus                 |
| d) aminová skupina     | j) guanidinová skupina (u argininu) |
| e) karboxylová skupina | k) R = H                            |
| f) R = alkyl           |                                     |

Tabulka proteinogenních aminokyselin [31]

| Název               | Zkratka | R—   | Typ        |
|---------------------|---------|--|------------|
| alanin              | Ala     | CH <sub>3</sub> —  | hydrofobní |
| leucin              | Leu     | $\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$                                    |            |
| isoleucin           | Ile     | $\begin{array}{l} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$                                    |            |
| valin               | Val     | $\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$  |            |
| prolin              | Pro     | $\begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{NH} \end{array}$ |            |
| fenylalanin         | Phe     |  —CH <sub>2</sub> —                             |            |
| tryptofan           | Trp     |  —CH <sub>2</sub> —                             |            |
| methionin           | Met     | CH <sub>3</sub> —S—CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —  |            |
| glycin              | Gly     | H—   | polární    |
| serin               | Ser     | HO—CH <sub>2</sub> —   |            |
| threonin            | Thr     | $\begin{array}{l} \text{CH}_3-\text{CH}- \\   \\ \text{OH} \end{array}$  |            |
| tyrosin             | Tyr     | HO—  —CH <sub>2</sub> —                         |            |
| asparagin           | Asn     | $\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2- \\    \\ \text{O} \end{array}$  |            |
| glutamin            | Gln     | $\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\    \\ \text{O} \end{array}$                            |            |
| cystein             | Cys     | HS—CH <sub>2</sub> —   | bazický    |
| lysin               | Lys     | H <sub>2</sub> N—CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —  |            |
| arginin             | Arg     | $\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\    \\ \text{NH} \end{array}$     |            |
| histidin            | His     | $\begin{array}{l} \text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2- \\   \quad   \\ \text{N} \quad \text{NH} \\   \\ \text{CH} \end{array}$        |            |
| kyselina asparagová | Asp     | HOOC—CH <sub>2</sub> —   | kyselé     |
| kyselina glutamová  | Glu     | HOOC—CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub> —  |            |

### 5. Doplňte.

Proteinogenní aminokyseliny se z hlediska nauky o výživě dělí na **esenciální**, které organismus nedovede syntetizovat a musí je přijímat v potravě, a **neesenciální**, které organismus syntetizovat dovede. Esenciální aminokyseliny jsou v potravě \_\_\_\_\_ (postradatelné / nepostradatelné), neesenciální jsou v potravě \_\_\_\_\_ (postradatelné / nepostradatelné).

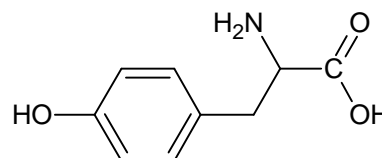
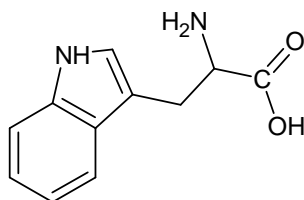
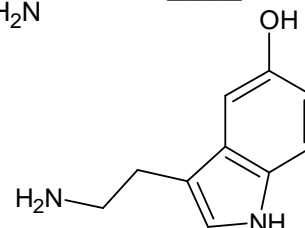
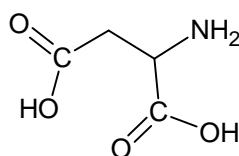
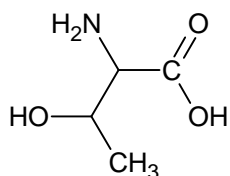
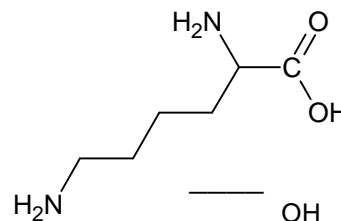
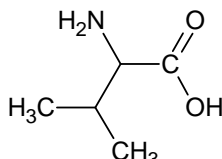
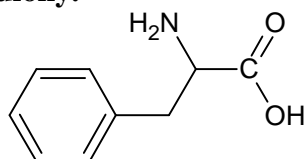
Esenciální aminokyseliny mají následující zkratky: **Val, Leu, Ile, Phe, Trp, His, Arg, Lys, Thr, Met** [39].

Přiřaďte k těmto zkratkám názvy z **Tabulky proteinogenních aminokyselin**:

\_\_\_\_\_.

Zbýlých \_\_\_\_\_ (doplňte počet) aminokyselin je neesenciálních. Uveďte **tři** příklady neesenciálních aminokyselin: \_\_\_\_\_.

6. Vyřešte úkoly a) až f). K níže uvedeným vzorcům napište čísla (1) až (8) odpovídající názvům sloučenin v textu. Využijte Tabulku proteinogenních aminokyselin z části 4. této úlohy.



### Zdroje vybraných esenciálních aminokyselin

**Lysin (1)** je pro člověka jednou z esenciálních aminokyselin. Dospělý člověk denně potřebuje přijmout asi 14 mg a dítě asi 44 mg lysinu na kilogram tělesné váhy. Zvláště vysoká množství lysinu obsahují ryby, vepřové a hovězí maso, sojové boby, pšeničné otruby, čočka, fazole a arašídy [55].

Ve 100 g těchto potravin je obsaženo následující množství lysinu [55]:

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| <i>sýr parmezán</i>     | 3,170 g |
| <i>tuňák</i>            | 2,210 g |
| <i>krevety</i>          | 2,020 g |
| <i>vepřová svíčková</i> | 2,120 g |
| <i>hovězí svíčková</i>  | 2,020 g |
| <i>sojové boby</i>      | 1,900 g |
| <i>čočka</i>            | 1,890 g |
| <i>kuře</i>             | 1,790 g |
| <i>arašídy</i>          | 1,100 g |

- a) Vypočítejte, kolik lysinu denně potřebuje vaše tělo. \_\_\_\_\_.
- b) Jaká hmotnost kuřecího masa pokryje vaši denní potřebu lysinu? \_\_\_\_\_.
- c) U kterých výše uvedených potravin postačí zkonsumovat 50 g pro pokrytí denní dávky lysinu? \_\_\_\_\_.

Ve stravě je nejvíce **fenylalaninu (2)** obsaženo v **čokoládě**. Také se vyskytuje v kvasnicích, sýrech, semenech, ořechách, mase, rybách, mléce, vejcích. Tvoří také součást umělého sladidla **Nutrasweet (Aspartam)** hojně používaného např. do light nápojů, potravin, sladidel, desertů, čokolád, ovocných konzerv, farmaceutických výrobků. V těle se fenylalanin přeměňuje na **tyrosin (3)**. Porucha této přeměny se nazývá **fenylketonurie**. Nemocný člověk nemá v buňkách **enzym**, který přeměňuje fenylalanin na tyrosin. Důsledkem je defektní pigmentace

a narušený mentální vývoj. Jedná se o dědičnou chorobu. Nemocný musí maximálně snižovat příjem fenylalaninu v potravě a přijímat více tyrosinu [54].

**d)** Základem **Aspartamu** jsou dvě aminokyseliny - **kyselina asparagová (4)** a fenylalanin (v tomto pořadí!). Jedná se o **dipeptid**, který vzniká reakcí skupiny –COOH kyseliny asparagové a –NH<sub>2</sub> skupiny fenylalaninu [12]. Přitom se odštěpí voda. Aminokyseliny jsou spojeny vazbou, která se nazývá **peptidová** (peptidická), nebo též **amidová**. Zapište rovnici vzniku tohoto dipeptidu (využijte vzorce uvedené v **tabulce proteinogenních aminokyselin**). **Vyznačte peptidovou vazbu.**

**e)** Uveďte **3** konkrétní příklady potravin, na jejichž obalech jste někdy viděli nápis: „*Nevhodné pro osoby nemocné fenylketonurií*“ nebo „*Obsahuje zdroj fenylalaninu*“.

1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_

**f)** Enzymy patří mezi **biokatalyzátory**. Vysvětlete tento pojem.

**Threonin (5)** je obsažen v rostlinných i živočišných bílkovinách - vyskytuje se v masu, vejcích, mléčných výrobcích i luštěninách. Je důležitou složkou kolagenu a posiluje imunitu. Jeho nedostatek způsobuje ukládání tuku v játrech [41], [56].

**Tryptofan (6)** je aminokyselina, která se mění v těle na **serotonin (7)** - látku, která působí na centrální nervový systém a podílí se zejména na vzniku nálad. Může příznivě ovlivnit náladu a duševní pohodu. Zdrojem tryptofanu je např. chřest, slunečnicová semínka, sýr cottage, ananas, tofu, špenát a banány [52].

Zdrojem **valinu (8)** jsou kozí sýr, rybí maso, čočka, drůbež. Valin ovlivňuje činnost nervových přenašečů v mozku a společně s leucinem a isoleucinem podporuje tělesný růst [57].

## 7. Vyškrtávačka

V každém řádku najděte jednu aminokyselinu čtenou buď zleva doprava, nebo zprava doleva, písmenka vyškrtněte. Zbude 14 písmen, která čtena po řádcích tvoří tajenku. V té najdete název bílkovin, které slouží v organismu jako protilátky.

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | I | I | N | I | G | R | A |
| N | M | I | L | U | O | R | P |
| T | Y | R | O | S | N | I | N |
| A | L | O | A | N | I | G | N |
| L | N | I | C | O | Y | L | G |
| C | B | Y | S | T | E | I | N |
| N | I | C | U | E | U | L | L |
| N | I | L | I | N | A | Y | V |

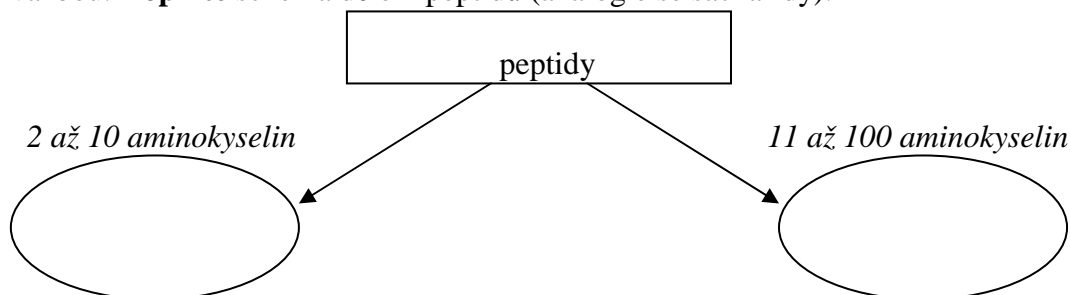
**Tajenka:** \_\_\_\_\_



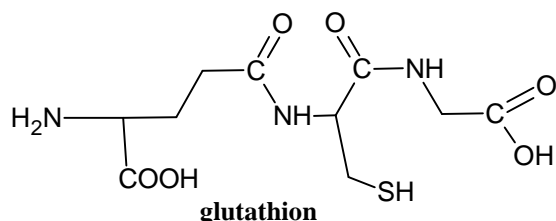
## úloha 2

### Peptidy

1. Peptidy jsou látky obsahující 2 až 100 aminokyselin [12], které jsou spojeny \_\_\_\_\_ vazbou. **Doplňte** schéma dělení peptidů (analogie se sacharidy).




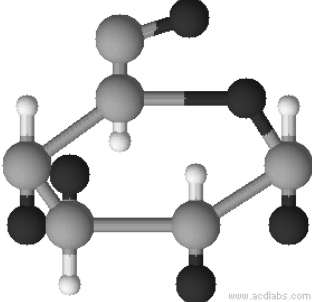
2. **Glutathion** (viz vzorec níže) je **tripeptid**, skládá se tedy ze \_\_\_\_\_ (počet) aminokyselin. Je obsažen v každé buňce, pomáhá z buněk odstraňovat těžké kovy a reguluje pH prostředí [1]. Napište **názvy** a **mezinárodní značky** těchto aminokyselin v pořadí, v jakém jsou vázány ve vzorci (od N-konce po C-konec). Vyznačte peptidové vazby.



| pořadí | název aminokyseliny | mezinárodní značka aminokyseliny |
|--------|---------------------|----------------------------------|
| 1.     |                     |                                  |
| 2.     |                     |                                  |
| 3.     |                     |                                  |

### 3. Peptidické hormony ([85], [42])

K peptidům patří i některé hormony. Přiřaďte k hormonům **A)** až **D)** jejich funkci **1.** až **4.** a ke dvěma z nich i související obrázek i) a ii).

- |                                      |   |   |
|--------------------------------------|---|---|
| A) oxytocin                          | 1. ovlivňuje činnost nadledvinek  | i)   |
| B) antidiuretin (ADH)                | 2. způsobuje stahy hladkého svalstva, důležitý při porodu                       |   |
| C) adrenokortikotropní hormon (ACTH) | 3. reguluje obsah glukosy v krvi  | ii)  |
| D) inzulin                           | 4. zvyšuje krevní tlak, podporuje zpětnou resorpci H <sub>2</sub> O v ledvinách |   |

| hormon | funkce 1. až 4. | obrázek i) a ii) |
|--------|-----------------|------------------|
| A)     |                 |                  |
| B)     |                 |                  |
| C)     |                 |                  |
| D)     |                 |                  |

### úloha 3

**Bílkoviny** jsou organické látky obsahující více než \_\_\_\_\_ (doplňte počet) aminokyselin [12]. Dospělí by měli denně přijmout asi **1 g bílkovin na 1 kg** tělesné hmotnosti, děti a dospívající **3 g až 4 g na 1 kg** hmotnosti. Bílkoviny jsou obsaženy zejména v následujících potravinách:



(obrázky: [70], [87], [72], [63], [86])

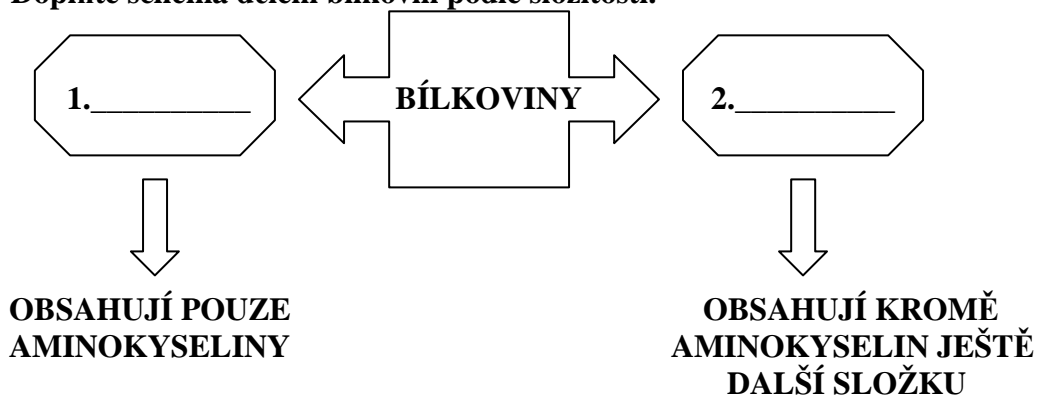
Doplňte do textu níže uvedené pojmy (resp. jejich čísla).

- |                 |                   |               |              |
|-----------------|-------------------|---------------|--------------|
| 1. hormony      | 2. neplnohodnotné | 3. protilátky | 4. luštěniny |
| 5. plnohodnotné | 6. maso           | 7. enzymy     | 8. kolagen   |

**Živočišné** bílkoviny obsahují všechny esenciální aminokyseliny, proto jsou \_\_\_\_\_. Oproti tomu **rostlinným** bílkovinám některé esenciální aminokyseliny chybí, proto jsou \_\_\_\_\_. Zdrojem rostlinných bílkovin jsou např. \_\_\_\_\_, zdrojem bílkovin živočišných je např. \_\_\_\_\_. Bílkoviny jsou důležité pro růst, vývoj a obnovu tkání v lidském těle. Bílkovinný původ mají v našem těle některé \_\_\_\_ (např. růstový), \_\_\_\_ (např. imunoglobuliny), \_\_\_\_ (např. pepsin) a stavební látky (např. \_\_\_\_\_).

### úloha 4

1. Doplňte schéma dělení bílkovin podle složitosti.



2. K níže uvedeným druhům bílkovin z 2. skupiny (viz část 1. této úlohy) přiřadte šipkou složku, kterou kromě aminokyselin obsahují.

- |                |               |  |               |
|----------------|---------------|--|---------------|
| metaloproteiny | glykoproteiny | lipoproteiny                                   | fosfoproteiny |
| sacharid       | lipid         | zbytek kyseliny H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | ion kovu      |

## úloha 5

Přiřaďte k jednotlivým strukturám a až e obrázek 1. až 5.

### Struktura bílkovin

**Primární struktura (a)** bílkovin je dána pořadím jednotlivých aminokyselin.

**Sekundární struktura** představuje periodické motivy v prostorovém uspořádání (konformaci) bílkoviny. Jedná se o  **$\alpha$ -helix (b)**, což je pravotočivá šroubovice, a  **$\beta$ -strukturu (c)**, které se též říká struktura skládaného listu.

**Terciární struktura (d)** se vztahuje k prostorovému uspořádání bílkoviny. Popisuje, jak je celá molekula bílkoviny stočena do trojrozměrného útvaru [22], tj. jedná se o kombinace sekundárních struktur.

**Kvartérní struktura (e)** se vztahuje k prostorovému uspořádání podjednotek bílkoviny a jejich vzájemnému spojení. Tato struktura představuje kompletní **funkční** bílkovinu jako celek.

(a) - \_\_\_\_

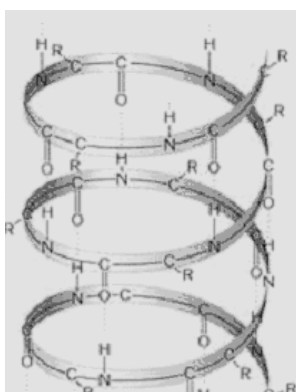
(d) - \_\_\_\_

(b) - \_\_\_\_

(e) - \_\_\_\_

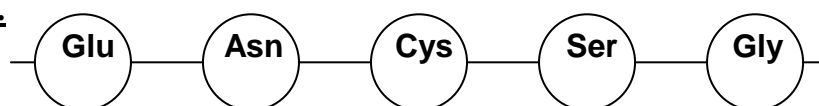
(c) - \_\_\_\_

1.

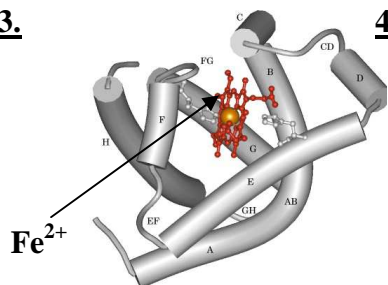


[83]

2.

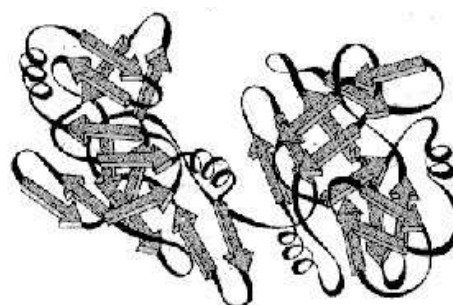


3.



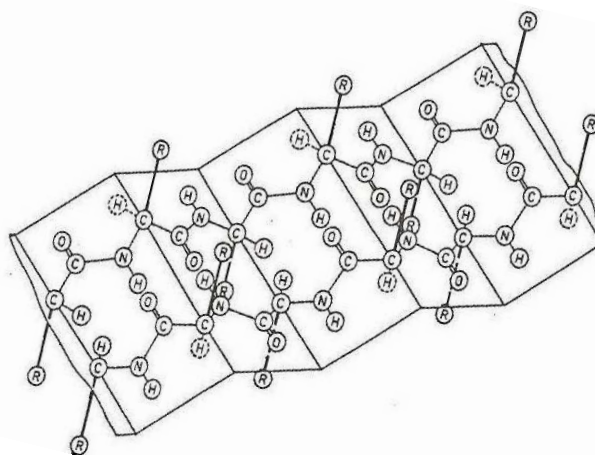
[73]

4.



[84]

5.



[83]

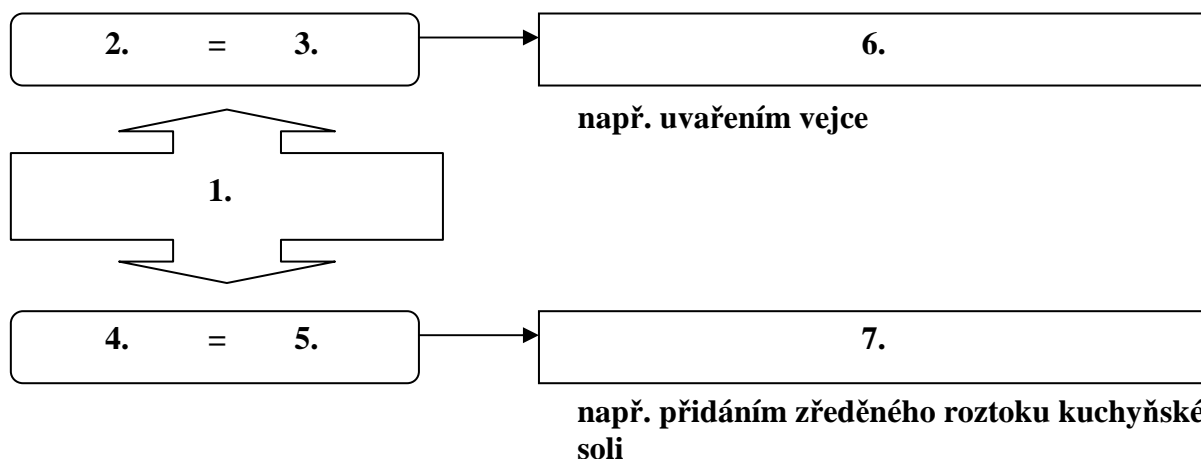
## úloha 6

### Reakce bílkovin

1. Doplňte do schématu následující pojmy a slovní spojení:

vratná      denaturace      reverzibilní      nevratná      ireverzibilní

nenávratná ztráta funkce bílkoviny      funkci bílkoviny lze obnovit



2. Doplňte do tabulky písmeno odpovídající jednotlivým částicím, názvům a vzorcům v textu. U některých existuje více možností!

|                                | písmeno |  | písmeno |   | písmeno |
|--------------------------------|---------|--|---------|---|---------|
| NaOH                           |         | NaCl   |         | proteasa  |         |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |         | Cr <sup>3+</sup>   |         | Cd <sup>2+</sup>  |         |
| tyrosin                        |         | $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{H}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}$ |         | $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}$ |         |
| Pb <sup>2+</sup>               |         | HNO <sub>3</sub>   |         | aminokyseliny   |         |
| tryptofan                      |         | Cu <sup>2+</sup>   |         | CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O                                    |         |

Vratná denaturace bílkovin nastává po přidání solí lehkých kovů (a), pozvolným odstraněním činidla se bílkovinně funkce vrátí. Nevratnou denaturaci způsobují soli těžkých kovů – například kationtu prvku **I.B (11.)** skupiny v oxidačním čísle II (b), kationtu prvku **VI.B (6.)** skupiny v oxidačním čísle III (c), kationtu prvku skupiny **IV.A (14.)** v oxidačním čísle II (d) nebo kationtu toxického přechodného kovu **II.B (12.)** skupiny v oxidačním čísle II (e). Nevratnou denaturaci dále způsobuje zvýšení teploty, přítomnost anorganické kyseliny (f), zásady (g), organické látky – například acetaldehydu (h), acetonu (i).

Bílkoviny podléhají také hydrolyze – štěpení vlivem enzymu (j), při kterém vznikají základní složky bílkovin (k).

Významné reakce bílkovin jsou reakce biuretová a xanthoproteinová. Biuretová slouží k důkazu peptidové vazby. K bílkovině se přidá stejný objem 10% roztoku NaOH a po kapkách se přidává 5% roztok modré skalice (l) až do vzniku modrofialového zbarvení. Při xanthoproteinové reakci se smísí bílkovina asi s polovičním objemem koncentrované kyseliny prvku **V.A (15.)** skupiny (m) a zahřívá se na vodní lázni k bodu varu. Vzniká žluté zbarvení, které je důkazem přítomnosti aminokyselin s aromatickým postranním řetězcem (n).

## úloha 7

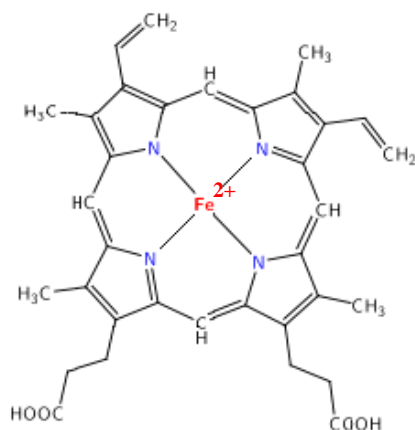
### Hemoglobin

**Přečtěte si text a odpovězte na otázky uvedené níže.**

Hemoglobin je bílkovina, jejíž funkce je v lidském organismu nenahraditelná. Jedná se o metaloprotein. Není-li ve stravě dostatečný přísun iontu kovu obsaženého v hemoglobinu, dochází ke vzniku chudokrevnosti.

Na hemoglobin se váže reverzibilně dvouatomová molekula prvku nezbytně nutného pro život člověka, která je poté transportována krví. Pokud se naváže na hemoglobin **oxid uhelnatý**, který vzniká například nedokonalým spalováním organických látek (vyskytuje se např. ve výfukových plynech), dochází k otravě, protože tato látka se váže na hemoglobin mnohem (asi 300x) pevněji než zmíněný biogenní prvek. Důsledkem je nedostatečný přísun molekul prvku s protonovým číslem 8 do tkání. Hemoglobin je složen ze 4 tzv. podjednotek, každá z nich je tvořena **globinem** a **hemem** [64].

Na obrázku vidíte strukturu **hemu**.

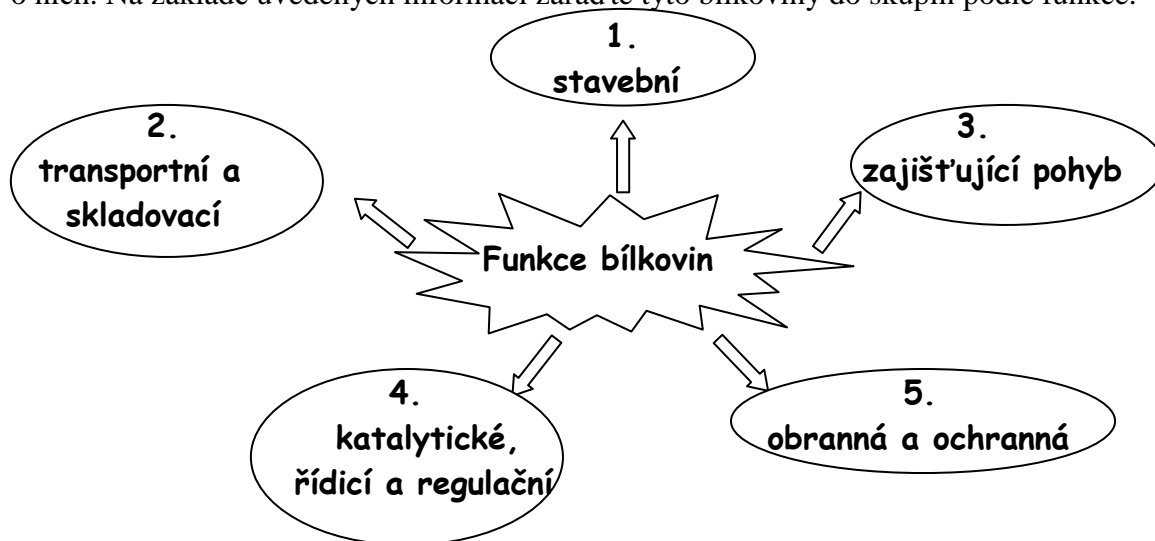


### Úkoly:

1. Jakou barvu má hem? \_\_\_\_\_
2. Kterou nebílkovinnou složku hemoglobin obsahuje? \_\_\_\_\_
3. Jaký náboj má ion, který hemoglobin obsahuje? \_\_\_\_\_
4. Který prvek se v plicích váže na molekulu hemoglobinu? \_\_\_\_\_
5. Jaký děj proběhne, když se tento prvek naváže na ion kovu v hemoglobinu? Oxidace, redukce kovu, nebo se oxidační číslo kovu nemění? \_\_\_\_\_.
6. Napište vzorec oxidu uhelnatého a rovnici vzniku této látky při nedokonalém spalování uhlíku. Vzorec: \_\_\_\_\_. Rovnice: \_\_\_\_\_.
7. Prohlédněte si strukturu hemu.
  - a) Které charakteristické skupiny obsahuje? \_\_\_\_\_.
  - b) Hem obsahuje čtyři pyrrolová jádra. Tetrapyrrolový nesubstituovaný kruh se nazývá **porfin**, substituovaný **porfyrin**. Napište vzorec heterocyklické sloučeniny s názvem **pyrrol**.
  - c) Jak se nazývají dvojné vazby, které se pravidelně střídají s jednoduchou, podobně jako v hemu? Kumulované, izolované, nebo konjugované? \_\_\_\_\_.
  - d) Jak se nazývají sloučeniny, které obsahují kov jako centrální atom, na kterém jsou navázány koordinačně kovalentní vazbou atomy nebo skupiny atomů (= ligandy), podobně jako v hemu? \_\_\_\_\_.

### úloha 8

**Funkce bílkovin** jsou velmi rozmanité. Schéma uvádí příklad, jak lze rozdělit bílkoviny do pěti skupin podle funkce [12]. V tabulce jsou uvedeny názvy některých bílkovin a informace o nich. Na základě uvedených informací zařaďte tyto bílkoviny do skupin podle funkce.



| Bílkovina       | Funkce, výskyt  | Skupina bílkovin podle funkce |
|-----------------|---|-------------------------------|
| ELASTIN         | složka elastických vaziv  |                               |
| MYOSIN          | svalová bílkovina   |                               |
| IMUNOGLOBULINY  | protilátky - imunitní systém  |                               |
| KOLAGEN         | stavební látka chrupavek  |                               |
| ALBUMIN         | váže a transportuje nízkomolekulární látky a ionty – v krevním séru |                               |
| TROPOMYOSIN     | svalová bílkovina   |                               |
| FIBRINOGEN      | krevní bílkovina – ochrana organismu proti krvácení                 |                               |
| KERATIN         | složka vlasů a nehtů  |                               |
| FIBROIN         | složka přírodního hedvábí   |                               |
| HEMOGLOBIN      | transport kyslíku v krvi  |                               |
| ENZYMY, HORMONY | ovlivňují rychlost biochemických dějů a regulují metabolismus       |                               |
| MYOGLOBIN       | transport kyslíku   |                               |
| AKTIN           | svalová bílkovina   |                               |
| TROPONIN        | svalová bílkovina   |                               |

## 4.2 Řešení

### úloha 1

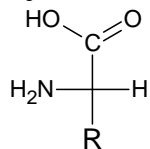
#### Aminokyseliny – základní stavební složky bílkovin

##### 1. charakteristické skupiny: karboxylová (-COOH), aminoskupina (-NH<sub>2</sub>)

##### 2. Doplňte text:

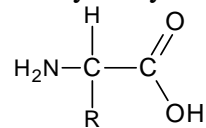
V bílkovinách (proteinech) se běžně vyskytuje celkem **20** aminokyselin. Tyto aminokyseliny se označují jako **proteinogenní**.

Z chemického hlediska jsou to **substituční** deriváty karboxylových kyselin. Přesnější název těchto aminokyselin tvořících proteiny je  $\alpha$ -L-aminokyseliny, neboť charakteristická skupina obsahující dusík, která se nazývá **aminoskupina**, je vázána na atom uhlíku v poloze  $\alpha$ , tzn. na atom uhlíku číslo 2. V **části 1**. této úlohy takovým aminokyselinám odpovídají vzorce číslo 1, 3, 4, 6. Proteinogenní aminokyseliny jsou látky **opticky aktivní**, což znamená, že stáčí rovinnu polarizovaného světla o určitý úhel. Obsahují tedy atom uhlíku, který váže čtyři různé substituenty. Nazývá se **chirální** uhlík, nebo správněji **stereogenní** centrum. Příklad projekčního vzorce (Fischerova projekce) proteinogenní aminokyseliny:



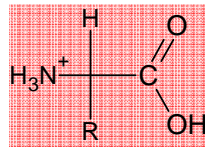
**R** je **postranní řetězec**. Je-li skupina -COOH umístěna nahoře a skupina -NH<sub>2</sub> orientována vlevo, označujeme aminokyseliny jako L-aminokyseliny. Jedinou aminokyselinou, která neobsahuje stereogenní centrum, je **glycin**. Jeho **R** je tvořen pouze jedním atomem, kterým je atom prvku **vodíku**.

##### 3. Obecný vzorec proteinogenní aminokyseliny se také zapisuje následovně:

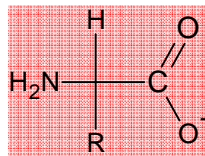


Nalevo se píše tzv. **N-konec**, napravo **C-konec**.

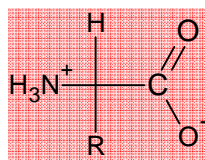
V silně **kyselém** prostředí o **pH=2** aminokyselina přijímá H<sup>+</sup> a podle Brønstedovy teorie se chová jako **zásada**. Kation vodíku se naváže na **atom s protonovým číslem 7**, který obsahuje volný valenční elektronový pár. Aminokyselina bude ve formě **kationtu**. Napište obecný vzorec protonizované aminokyseliny:



Naopak v prostředí o **pH=13**, tj. v silně **zásaditém** prostředí, aminokyselina H<sup>+</sup> odevzdá. Podle Brønstedovy teorie se chová jako **kyselina**. Vodíkový proton se odštěpí z **hydroxylu** skupiny -COOH, proto bude aminokyselina přítomna ve formě **aniontu**. Napište obecný vzorec vzniklého aniontu:



...Napište obecný vzorec amfiontu aminokyseliny:



4.

1. hydrofobní: f), g), h), i)

2. polární: a), b), c), k)

3. bazické: d), i), j)

4. kyselé: e)

### 5. Doplňte.

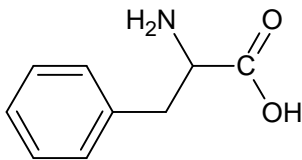
Proteinogenní aminokyseliny se z hlediska nauky o výživě dělí na **esenciální**, které organismus nedovede syntetizovat a musí je přijímat v potravě, a **neesenciální**, které organismus syntetizovat dovede. Esenciální aminokyseliny jsou v potravě nepostradatelné, neesenciální jsou v potravě postradatelné.

Esenciální aminokyseliny mají následující zkratky: **Val, Leu, Ile, Phe, Trp, His, Arg, Lys, Thr, Met**. Přiřaďte k těmto zkratkám názvy z **Tabulky proteinogenních aminokyselin**:

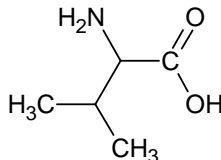
valin, leucin, isoleucin, fenylalanin, tryptofan, histidin, arginin, lysin, threonin, methionin

Zbýlých 10 (doplňte počet) aminokyselin je neesenciálních. Uveďte tři příklady neesenciálních aminokyselin: alanin, prolin, glycin, serin, asparagin, glutamin, cystein, kyselina asparagová, kyselina glutamová.

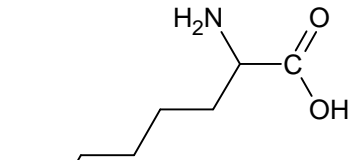
6.



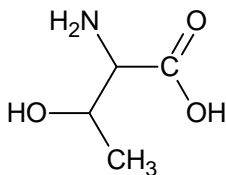
2



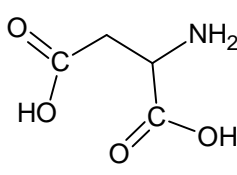
8



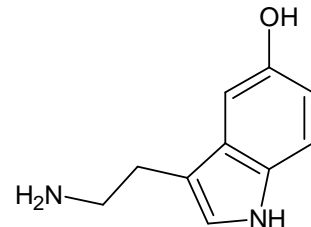
1



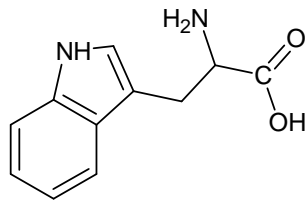
5



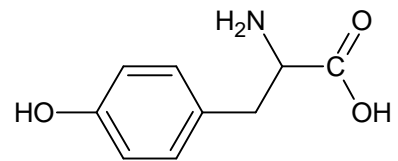
4



7



6



3

a) Vypočítejte, kolik lysinu denně potřebuje vaše tělo. Hmotnost (v kg) . 14 mg = x mg denně

b) Jaká hmotnost kuřecího masa pokryje vaši denní potřebu lysinu? **přímá úměra:**

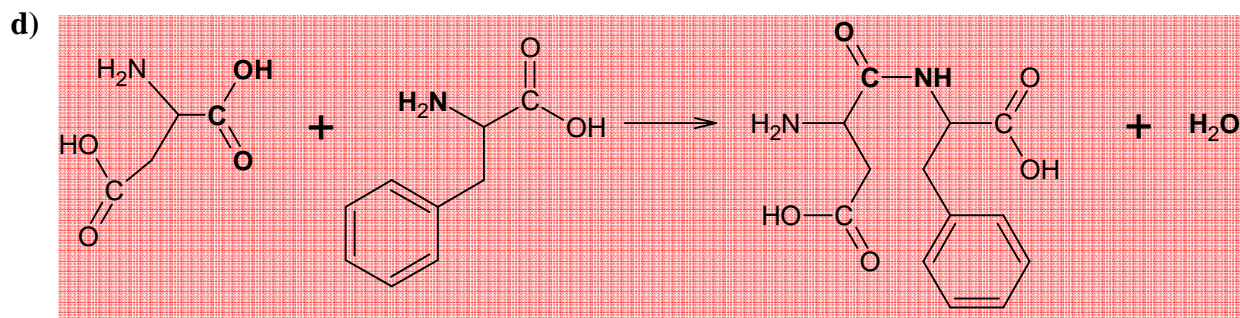
1790 mg .....ve 100 g masa

x mg .....v y g masa

y = : \_\_\_\_\_ g kuřecího masa

c) U kterých výše uvedených potravin postačí zkonzumovat 50 g pro pokrytí vaší denní dávky lysinu? U každé potraviny se porovná poloviční hodnota obsahu ve 100 g s výsledkem x.

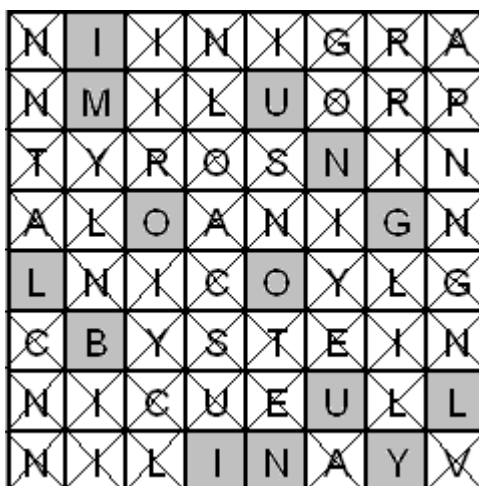




- e)
1. např. Coca-Cola light
  2. např. žvýkačky
  3. např. některé jogurty light

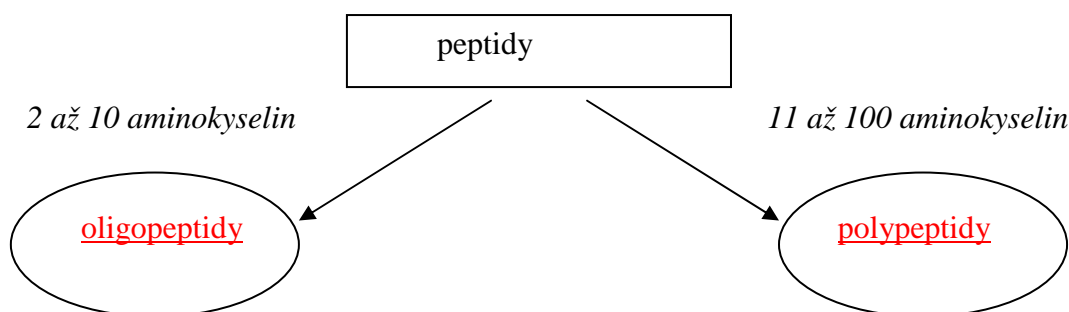
f) Enzymy patří mezi **biokatalyzátory**. Vysvětlete tento pojem.  
Látky, které katalyzují chemické reakce probíhající v organismu.

7.  
**Tajenka: IMUNOGLOBULINY**

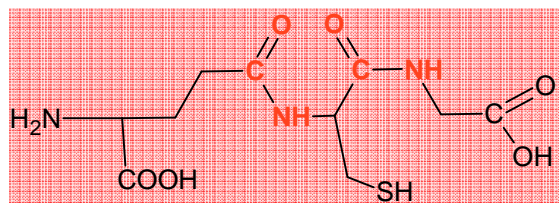


**úloha 2**  
Peptidy

1. Peptidy jsou látky obsahující **2 až 100** aminokyselin, které jsou spojeny peptidovou (peptidickou, amidovou) vazbou. Doplňte schéma dělení peptidů (analogie se sacharidy).



2. **Glutathion** je **tripeptid**, skládá se tedy ze **3** (počet) aminokyselin. Je obsažen v každé buňce, pomáhá z buněk odstraňovat těžké kovy a reguluje pH prostředí. Aminokyseliny jsou spojeny vazbou -CO-NH-. Napište **názvy** a **mezinárodní značky** těchto aminokyselin v pořadí, v jakém jsou vázány ve vzorci (od N-konce po C-konec).



| pořadí | název aminokyseliny | mezinárodní značka aminokyseliny |
|--------|---------------------|----------------------------------|
| 1.     | kyselina glutamová  | Glu                              |
| 2.     | cystein             | Cys                              |
| 3.     | glycin              | Gly                              |

### 3. Peptidické hormony

| hormon | funkce 1. až 4. | obrázek i) a ii) |
|--------|-----------------|------------------|
| A)     | 2.              | i)               |
| B)     | 4.              | -                |
| C)     | 1.              | -                |
| D)     | 3.              | ii)              |

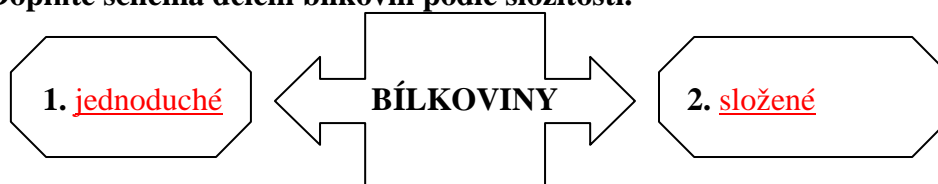
### úloha 3

**Bílkoviny** jsou organické látky obsahující více než **100** aminokyselin.

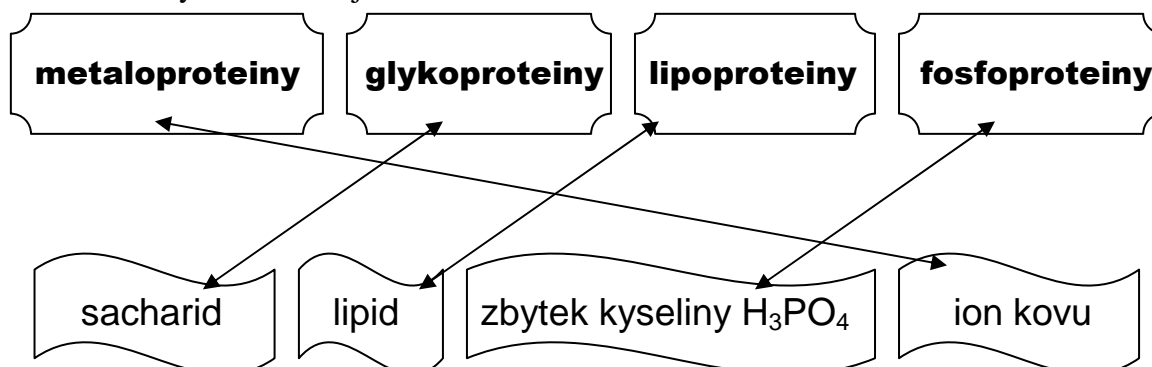
**Živočišné** bílkoviny obsahují všechny esenciální aminokyseliny, proto jsou **5**. Oproti tomu **rostlinným** bílkovinám některé esenciální aminokyseliny chybí, proto jsou **2**. Zdrojem rostlinných bílkovin jsou např. **4.**, zdrojem bílkovin živočišných je např. **6**. Bílkoviny jsou důležité pro růst, vývoj a obnovu tkání v lidském těle. Bílkovinný původ mají v našem těle některé **1.** (např. růstový), **3.** (např. imunoglobuliny), **7.** (např. pepsin) a stavební látky (např. **8.**).

### úloha 4

4. Doplňte schéma dělení bílkovin podle složitosti.



5. K níže uvedeným druhům bílkovin z 2. skupiny přiřaďte šipkou složku, kterou kromě aminokyselin obsahují.



úloha 5

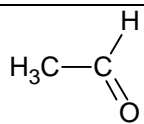
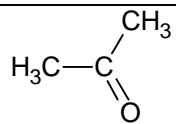
- (a) – 2. (d) – 4.  
 (b) – 1. (e) – 3.  
 (c) – 5.

úloha 6

Reakce bílkovin

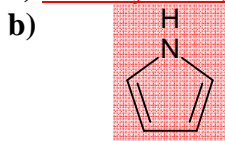
6. Doplňte do schématu následující pojmy a slovní spojení:

|                   |                         |                   |                              |                   |
|-------------------|-------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| vratná            | denaturace              | reverzibilní      | nevratná                     | ireverzibilní     |
| <u>4. nebo 5.</u> | <u>1.</u>               | <u>4. nebo 5.</u> | <u>2. nebo 3.</u>            | <u>2. nebo 3.</u> |
| nenávratná        | ztráta funkce bílkoviny |                   | funkci bílkoviny lze obnovit |                   |
|                   | <u>6.</u>               |                   | <u>7.</u>                    |                   |

|                                | písmeno  |   | písmeno  |  | písmeno |
|--------------------------------|----------|---|----------|--|---------|
| NaOH                           | (g)      | NaCl  | (a)      | proteasa   | (j)     |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | (f)      | Cr <sup>3+</sup>  | (c)      | Cd <sup>2+</sup>   | (e)     |
| tyrosin                        | (n), (k) |  | (h)      |  | (i)     |
| Pb <sup>2+</sup>               | (d)      | HNO <sub>3</sub>  | (f), (m) | aminokyseliny  | (k)     |
| tryptofan                      | (n), (k) | Cu <sup>2+</sup>  | (b)      | CuSO <sub>4</sub> · 5 H <sub>2</sub> O   | (l)     |

úloha 7

- červenou
- hem
- 2+
- kyslík
- oxidační číslo kovu se nemění
- Vzorec: CO. Rovnice: 2 C + O<sub>2</sub> → 2 CO
- a) karboxylovou, aminoskupinu



- konjugované
- koordináční, komplexní sloučeniny, komplexy

## úloha 8

| <b>Bílkovina</b>       | <b>Funkce, výskyt</b>   | <b>Skupina bílkovin podle funkce</b> |
|------------------------|---|--------------------------------------|
| <b>ELASTIN</b>         | složka elastických vaziv  | 1                                    |
| <b>MYOSIN</b>          | svalová bílkovina   | 3                                    |
| <b>IMUNOGLOBULINY</b>  | protilátky - imunitní systém  | 5                                    |
| <b>KOLAGEN</b>         | stavební látka chrupavek  | 1                                    |
| <b>ALBUMIN</b>         | váže a transportuje nízkomolekulární látky a ionty – v krevním séru | 2                                    |
| <b>TROPOMYOSIN</b>     | svalová bílkovina   | 3                                    |
| <b>FIBRINOGEN</b>      | krevní bílkovina – ochrana organismu proti krvácení                 | 5                                    |
| <b>KERATIN</b>         | složka vlasů a nehtů  | 1                                    |
| <b>FIBROIN</b>         | složka přírodního hedvábí   | 1                                    |
| <b>HEMOGLOBIN</b>      | transport kyslíku v krvi  | 2                                    |
| <b>ENZYMY, HORMONY</b> | ovlivňují rychlost biochemických dějů a regulují metabolismus       | 4                                    |
| <b>MYOGLOBIN</b>       | transport kyslíku   | 2                                    |
| <b>AKTIN</b>           | svalová bílkovina   | 3                                    |
| <b>TROPONIN</b>        | svalová bílkovina   | 3                                    |