

Metodický list: Lipidy

Podle vzdělávacího oboru Chemie, jak je vymezen v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (dále RVP G), by žáci měli charakterizovat lipidy jako jednu ze základních skupin látek v bioorganické chemii. RVP G klade důraz na orientaci se ve funkcích a struktuře, přičemž zde jde zejména o to, zda lipid obsahuje esterovou vazbu či nikoli a v případě triacylglycerolů především přítomnost nasycených nebo nenasycených mastných kyselin. Přítomnost nasycených, respektive nenasycených kyselin ovlivňuje mnohé vlastnosti lipidů. Žák by měl vyvodit, jaký vliv má tato přítomnost na vlastnosti lipidů a jeho roli v organismu. Po žácích se také požaduje základní orientace v metabolismu lipidů.

Didaktické cíle

- Žák zná názvy a vzorce důležitých mastných kyselin a dokáže je rozřadit na nasycené a nenasycené.
- Žák popíše vlastnosti a význam zástupců lipidů a látek lipidické povahy, určí, zda podléhají saponifikaci a zařadí je do správné kategorie (triacylglyceroly, vosky, glykolipidy, fosfolipidy, steroidy, terpeny).
- Žák aplikuje poznatky o reaktivitě lipidů a látek lipidické povahy.
- Žák vyřeší otevřené úlohy s využitím vyšších myšlenkových operací (analýza, syntéza, evaluace) – provede srovnání chemických sloučenin, formuluje zdůvodnění svých odpovědí, převádí informace z grafické podoby do textové a obráceně, porozumí a aplikuje nově představené informace, analyzuje a doplňuje zadaná schémata apod.

Pomůcky

- Pracovní list pro žáky
- Didaktické materiály (předzápis, prezentace)
- Doporučená literatura
 - MCMURRY, John. *Organická chemie*. V Brně: VUTUM, 2007. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-3291-8.
 - TEPLÁ, Milada. *Přírodní látky: Lipidy* [online], studiumbiochemie.cz [cit. 25. 07. 2020]. Dostupné z: http://www.studiumbiochemie.cz/prirodni_latky_lipidy.html

Harmonogram výuky

Odhad časové zátěže:

| Číslo úlohy | Čas [min] |
|-------------|-----------|
| 1 | 6–8 |
| 2 | 4–6 |
| 3 | 4–6 |
| 4 | 5–7 |
| 5 | 6–8 |
| 6 | 12–15 |
| 7 | 5–7 |
| 8 | 8–10 |
| 9 | 14–16 |
| 10 | 8–10 |

Taxonomie úloh

V úloze č. 1 musí žáci analyzovat výrok (II.4) a evaluovat jeho pravdivost (III.6). Pokud dojdou k závěru, že je výrok chybný, pak ho musí přeformulovat do výroku pravdivého, což lze považovat za syntézu nebo vysvětlení (II.4 nebo III.2). Jedná se o kombinovanou úlohu II. a III. úrovně dle Tollingerové.

V úloze č. 2 naleznou žáci vypsané možné výskyty lipidů a jejich úkolem je doplnit, jakou funkci lipid v daném případě má. Jde o deduktivní úlohu (III.4).

Úloha č. 3 je jednodušší, jde v ní hlavně o reprodukci (I.2) a vysvětlování (III.2) poznatků.

V úloze č. 4 je třeba porovnat pojmy ve vypsaných čtveřicích (II.5) a na základě tohoto porovnání rozhodnout, která ze sloučenin do skupiny nepatří (III.2).

Úloha č. 5 vyžaduje od žáků, aby kriticky zhodnotili vše, co se naučili o rostlinných a živočišných tucích a roztřídili tyto poznatky na výhody a nevýhody. Jde především o evaluační úlohu (III.6) s prvky transformace kvůli použití diagramu místo prostého textu (III.1).

Úloha č. 6 se skládá z několika otázek. Obsahuje výchozí text, který je zdrojem některých informací a motivace. Otázka a) vyžaduje roztřídění uvedených kyselin (II.6), dále jednoduchý výpočet (II.9) a vysvětlení vztahu mezi složením a skupenstvím (II.7 a III.2). Otázka b) se ptá na vysvětlení (III.2), ale také požaduje zápis reakce pomocí rovnice – pokud žák zvládne pouze slovní vysvětlení, jde o popis procesu (II.3), pokud by ale zvládl zápis rovnice, jde o transformaci (III.1). Otázka c) je zaměřena na rozbor (II.4) molekuly z otázky b) a popis (II.3) a vysvětlení (III.2) jejího chování. Otázky d) a e) jsou především deduktivní (III.4). V otázce f) je třeba vysvětlit jev (III.2), porovnat opět dvě skupiny látek vzhledem k tomuto jevu (II.5), uvést faktory, které s jevem souvisí (II.2) a následně přijít s praktickým řešením problémové situace skladování zrajícího mýdla (V.2). Poslední otázka se zaměřuje hlavně na reprodukci definice tenzidů a vysvětlení jejich funkce (I.3).

Úloha č. 7 vyžaduje analyzovat uvedené vzorce (II.4) a podle této analýzy provést jejich třídění (II.6). Doplnující otázka se zaměřuje na vysvětlení kritéria, podle kterého bylo třídění provedeno (III.2).

V úloze č. 8 je potřeba provést analýzu (II.4) chemické rovnice (důležitou roli tedy hraje i transformace (III.1)) a tu následně doplnit o chybějící komponenty, což lze pokládat za konkretizaci obecného modelu (II.8). Doplnující otázka je pouze na reprodukci faktu (I.2).

Úloha č. 9 kombinuje vysvětlování termínů na bázi paměťové či deduktivní u otázky b) a e) (I.2 či III.4) s úlohami na transformaci – otázka a) (III.1), transformaci (III.1) doprovázenou s analýzou (II.4) a vyvozováním (III.3) – otázka d). Jednoduchá otázka c) vyžaduje vybavení faktu z praxe (I.2) a otázka f) obsahuje několik jednoduchých výpočtů (II.9), zajímavá je ale hlavně tím, že je potřeba výsledky okomentovat – využít ho ke zhodnocení (III.6) pravděpodobnosti nadnesené situace.

Úloha č. 10 se opět zabývá zejména reprodukcí a vysvětlováním faktů (I.2 a III.2), obsahuje i otázku na transformaci (III.1). Dále obsahuje jednoduchou otázku na hledání informací v tabulce, jedná se o analytický úkol (II.4).

Variabilita úloh

Velmi variabilní úlohy jsou: č. 1, 4, 7 a 8. Pro úlohu č. 1 by bylo možné vymyslet další situace, pro úlohu č. 4 zase jiné čtveřice pojmů. Pro úlohu č. 7 pak jiné příklady lipidů a látek lipidické povahy. Úlohu č. 8 by bylo možné pozměnit pro jiný terpen.

Nevariabilní úlohy jsou: č. 2 (z důvodu vyčerpání středoškolských znalostí), č. 3 (lze vyměnit pouze vyšší mastnou kyselinu), č. 5, 6, 9 a 10. Není-li uvedeno jinak, je důvodem vysoká specifita úlohy.

Autorské řešení

| ÚLOHA Č. 1 | | 10 bodů |
|--|--------|---|
| Posuďte pravdivost následujících vět o lipidech, v případě potřeby chybu opravte. Nepoužívejte tzv. prostý zápor (přidání či naopak odebrání předpony ne- u slovesa), ale sloveso správně nahraďte jiným tam, kde je to třeba. | | |
| TVRZENÍ | ANO/NE | OPRAVA |
| Lipidy jsou přírodní organické molekuly nerozpustné ve vodě, říkáme jim proto hydrofilní. | NE | Lipidy jsou přírodní organické molekuly nerozpustné ve vodě, říkáme jim proto hydrofobní. |
| Jejich význam tkví ve zdroji a zásobárně energie, tvoří ochranná pouzdra orgánů a rozpouštějí se v nich např. hormony. | ANO | |
| Cholesterol je typickým příkladem hydrolyzovatelného lipidu. | NE | Cholesterol a jiné steroidy jsou nehydrolyzovatelné, nemají esterovou vazbu. |
| Vosky jsou složité směsi solí vyšších mastných kyselin s alifatickými alkoholy. | NE | Vosky jsou směsí esterů vyšších mastných kyselin, nikoli solí. |
| Tuky (chemicky triacylglyceroly) jsou za normální teploty tekuté, oleje tuhé. | NE | Tuky jsou naopak za tuhé a oleje tekuté. |
| Esenciální mastné kyseliny si lidský organismus neumí vytvořit, proto je musíme přijímat v potravě. | ANO | |
| Kyseliny linolová, linolenová a arachová jsou polynenasycenými kyselinami. | NE | Kyselina arachová je nasycenou kyselinou. Zbývající dvě ano. Kyselina linolová obsahuje dvě dvojně vazby, kyselina linolenová tři dvojně vazby. |
| Významnou strukturou fosfolipidů je fosfolipidová dvojvrstva, která jsou součástí buněčných membrán. | ANO | |

| | | |
|---|----|---|
| Základní strukturní jednotkou isoprenoidů je 2-methylpropa-1,3-dien. | NE | Jedná se o 2-methylbuta-1,3-dien, tzv. isopren. |
| Cholesterol, nejznámější zástupce živočišných sterolů, má na člověka v jakémkoli množství pouze negativní dopady. | NE | Vysoká hladina cholesterolu sice vede ke kardiovaskulárním onemocnění, ale je také součástí buněčných membrán, představuje výchozí látku pro tvorbu žluče aj. |

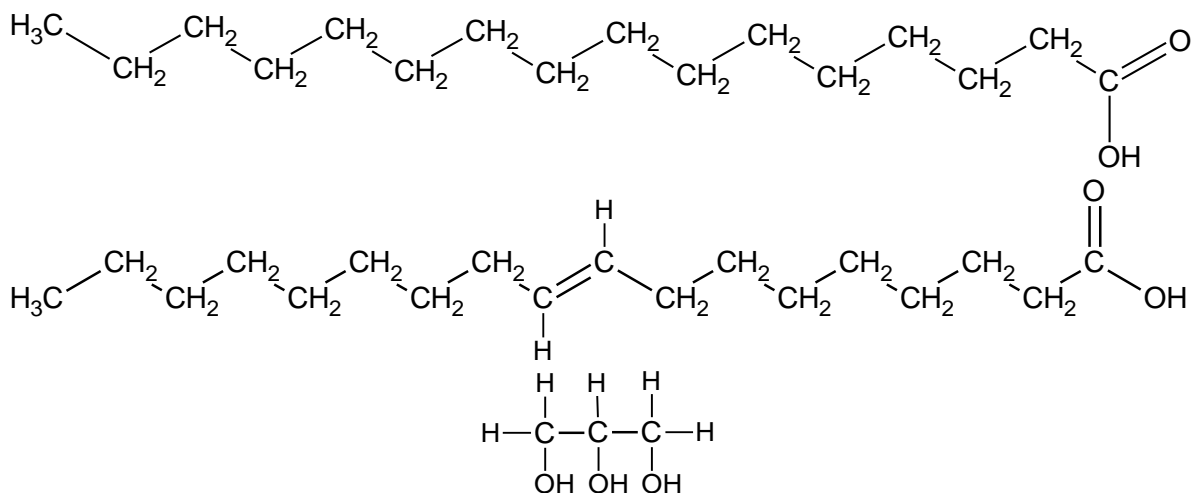
Poznámky k bodování: Za rozhodnutí ano/ne 0,25 bodu, se správným důvodem za 1 bod.

ÚLOHA Č. 2**9 bodů****Doplňte, jakou funkci plní lipidy v následujících případech.**

| | |
|---|---|
| Voskový povrch listů některých rostlin (kutikula) | Ochranná funkce – proti vodě |
| Lipidy v semenech rostlin | Zásoba energie |
| Tukový obal citlivých orgánů, např. ledvin | Ochranná funkce – proti nárazům a tepelná izolace |
| Tuk v hrbu velbloudů či tuk jiných pouštních savců | Zdroj metabolické vody |
| Myelinová pouzdra axonů | Ochranná funkce |
| Lanolin v ovčí srsti | Ochranná funkce – proti vodě |
| Steroidní lipidy jako estrogen, testosteron atd. | Komunikační funkce (hormony) |
| Hnědý tuk vyskytující se ve zvýšené míře u novorozenců a hibernujících zvířat | Zásoba energie – uvolňuje se ve formě tepla |
| Fosfolipidy v cytoplazmatické membráně | Strukturní funkce |

ÚLOHA Č. 3
7 bodů

S pomocí vyobrazených vzorců se pokuste odpovědět na následující otázky:



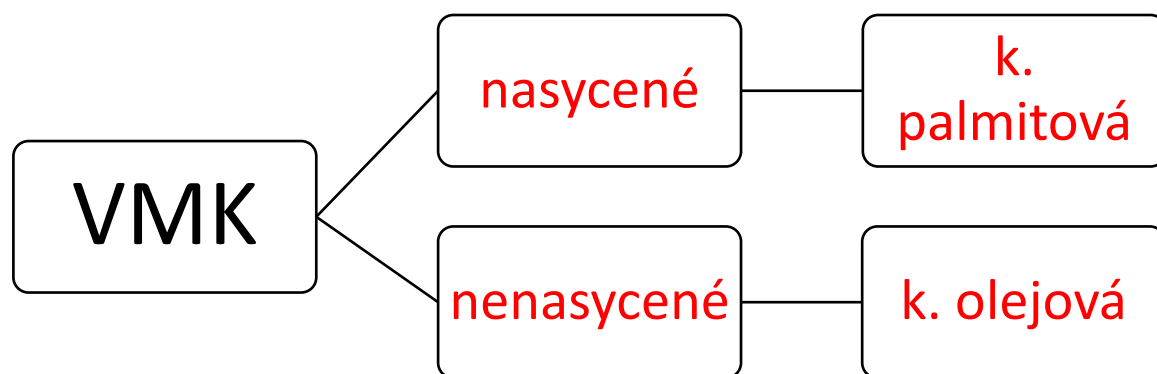
a) Mezi nejdůležitější lipidy patří tzv. triacylglyceroly. Jsou to estery alkoholu, který je vyobrazen na obrázku nejníže. Jak se běžně nazývá a jak se jmenuje systematicky? O kolikasytný alkohol se jedná? **2 body**

Glycerol, systematickým názvem propan-1,2,3-triol, je trojsytný alkohol.

b) Příklady struktur, které mohou být na alkoholu navázány, vidíte na obrázku nad ním. Jak se skupina těchto látek nazývá (zkratka VMK)? Poznáte, jak se od sebe vyobrazené látky liší? Jak uvedený rozdíl souvisí s fyzikálními vlastnostmi těchto látek? Uveďte jejich názvy. **3 body**

Vyšší mastné kyseliny se liší přítomností dvojných vazeb (nasyceností), dvojně vazby snižují teplotu tání látek, na obrázku jsou kyselina palmitová (hexadekanová) a kyselina olejová (oktadec-9-enová).

c) VMK rozdělujeme do dvou skupin podle toho, zda obsahují násobné vazby či nikoli. Jaké skupiny to jsou? Přiřaďte příklad z obrázku. **2 body**



Poznámky k bodování:

a) Za triviální název 0,5 bodu, za systematický název 1 bod, trojsytnost alkoholu za 0,5 bodu.

b) Název skupiny za 0,5 bodu, za odlišnost 0,5 bodu, za uvedení snížení teploty tání 1 bod, za název kyseliny 0,5 bodu (celkem 2 kyseliny).

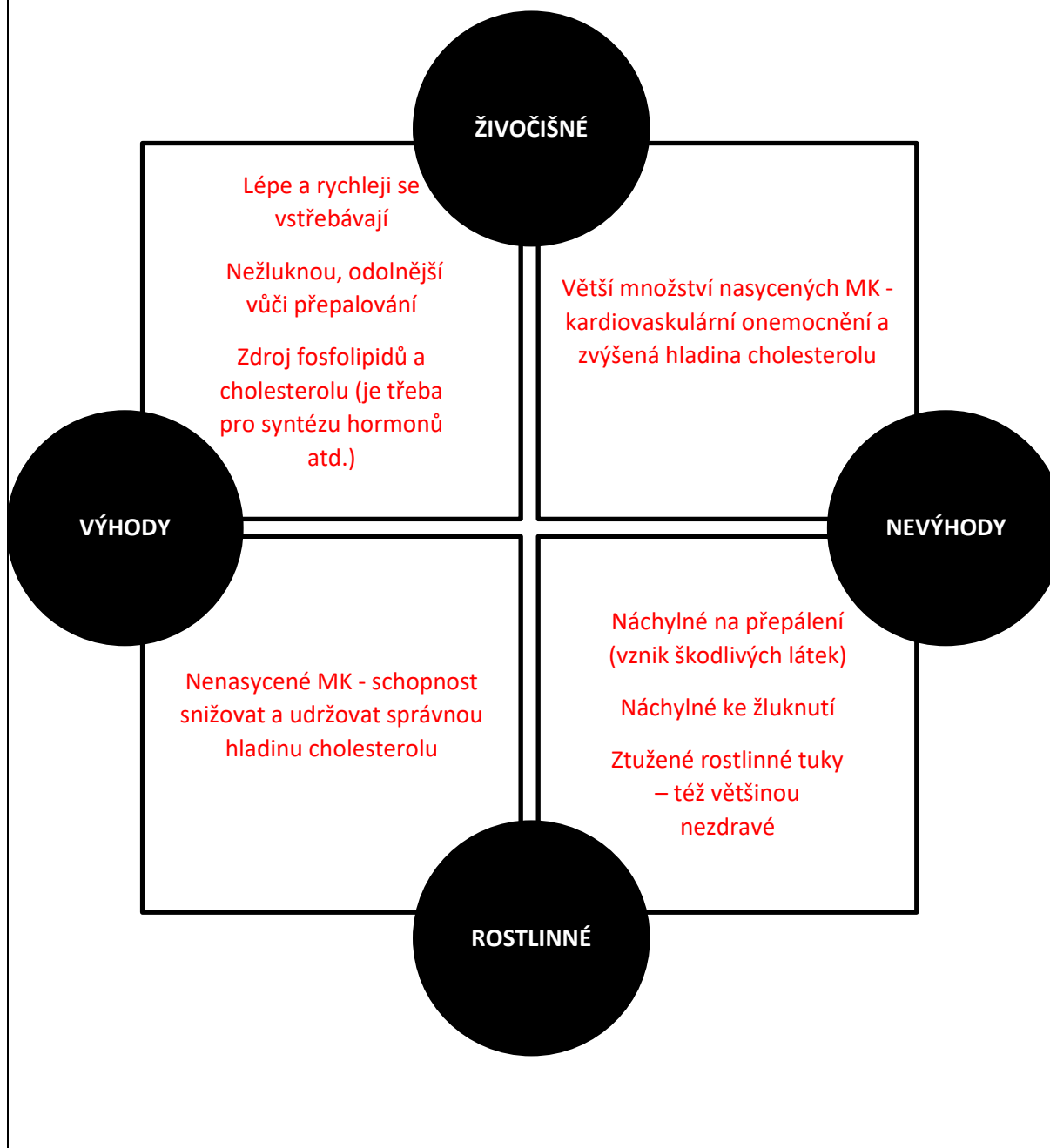
| ÚLOHA Č. 4 | | 7 bodů |
|---|-------------------|--|
| Z následujících čtveřic vyberte JEDEN pojem, který do skupiny nepatří. Svou odpověď zdůvodněte. | | |
| SKUPINA | NEPATŘÍCÍ | DŮVOD |
| Kyselina laurová, myristová, stearová, linolová | Kyselina linolová | Kyselina linolová je nenasycená kyselina. |
| Lanolin, sfingolipid, kys. olejová, včelí vosk | Sfingolipid | Sfingolipid patří do složených lipidů, ostatní jsou jednoduché lipidy. |
| Kyselina linolenová, arachidonová, linolová, olejová | Kyselina olejová | Kyselina olejová obsahuje jednu dvojnou vazbu, zbývající dvě kyseliny obsahují více dvojných vazeb (tzv. polynenasycené kyseliny). |
| Sfingomyeliny, lecithiny, kefaliny, fosfatidylcholin | Sfingomyeliny | Lecithiny (fosfatidylcholin) a kefaliny patří do skupiny fosfoacylglycerolů. Sfingomyeliny jsou další skupinou složených lipidů. |
| Cholesterol, β -karoten, estron, kyselina cholová | β -karoten | β -karoten je odvozen od terpenů, cholesterol, kyselina cholová a estron od steroidů. |
| Rybí maso, vlašské ořechy, slunečnicová semínka, kuřecí maso | Kuřecí maso | Kuřecí maso není zdrojem omega mastných kyselin. |
| Menthol, skvalen, limonen, citral | Skvalen | Skvalen je triterpen, ostatní patří do monoterpenů. |

Poznámky k bodování: Za uvedení nepatřícího pojmu za 0,25 bodu, se správným důvodem za 1 bod.

ÚLOHA Č. 5

4 body

Složení potravy by mělo být různorodé. Rostlinné i živočišné triacylglyceroly by se měly podílet na složení našeho jídelníčku. Proved'te zhodnocení výhod a nevýhod rostlinných a živočišných tuků v našem jídelníčku. Do každého políčka dopište minimálně 2 výhody či nevýhody.



Poznámky k bodování: Za každou správně přiřazenou výhodu/nevýhodu 0,5 bodu.

20 bodů

Legendární italské mýdlo pro holení Cella Extra Extra Purissima se vyrábí od roku 1899 se stále stejnou recepturou, která obsahuje pouze tyto naprosto nezbytné složky:

- Kokosový tuk, ľuj, stearová kyselina, hydroxid sodný, hydroxid draselný, voda, uhličitán draselný a mandlový parfém

Výpis složení kosmetických přípravků podléhá Mezinárodní nomenklatuře kosmetických přísad a je tak po chemické stránce trochu nevyvážený – obsahuje komponenty, které jsou vlastně směsí mnoha dalších látek. Hovězí lůj se např. skládá z triacylglycerolů těchto VMK:

- *Kyselina olejová* 36%
- *Kyselina palmitová* 28%
- *Kyselina stearová* 22%
- *Kyselina myristová* 6%
- *Kyselina linoleová* 3%
- *Kyselina laurová* 2%
- *Kyselina linolenová* 1%
- *A další*

I když je princip samotné saponifikace (chemická reakce, při které vzniká mýdlo) velmi jednoduchý, nově vyrobené mýdlo často není úplně vhodné k okamžitému používání. Mýdlo totiž podobně jako víno či sýry „zraje“ a tím se zvyšuje jeho kvalita. Pokud ale zrání probíhá až moc dlouhou dobu, může nakonec dojít ke žluknutí.

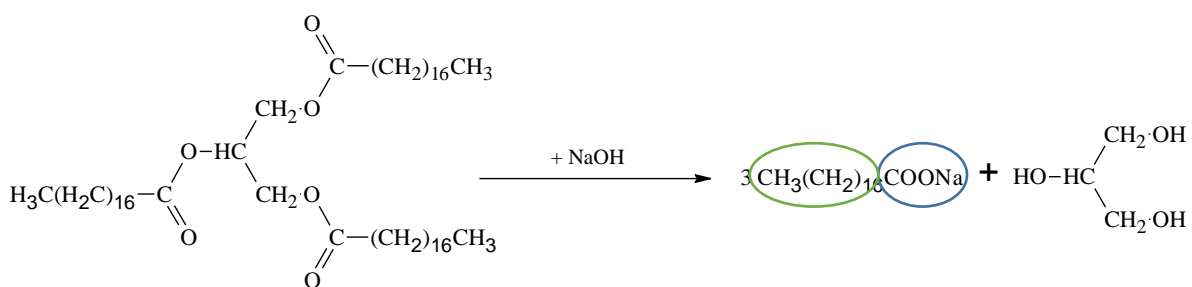
a) Porovnejte celkové zastoupení nasycených a nenasycených VMK v hovězím loji. Jak jejich poměr souvisí se skupenstvím tuku? Jakého skupenství je (za běžných podmínek) hovězí lůj a proč? 6 bodů

Hovězí lůj obsahuje více nasycených mastných kyselin. Poměr nasycených a nenasycených mastných kyselin je přibližně 6:4. Pokud nasycené MK převažují, jedná se o tuk, který je za normální teploty pevného skupenství (na rozdíl od oleje, který je v kapalném skupenství).

b) Vysvětlete princip saponifikace. Napište rovnici saponifikace stearinu.

3 body

Saponifikace neboli zmýdelnění je reakce esteru a zásady (např. NaOH, KOH) za vzniku soli vyšší mastné kyseliny a alkoholu.



| | |
|---|-----------------|
| c) Molekulu výsledného hlavního produktu z otázky b) můžeme rozdělit na polární a nepolární část. Vyznačte je ve vzorci a rozhodněte, jak se jednotlivé části budou chovat vzhledem k: vodě, ethanolu a toluenu. | 2,5 bodu |
| Polární část (modrá) bude přitahována k molekulám vody a ethanolu, naopak k toluenu bude přitahována nepolární část (zelená). | |
| d) Jaké pH by měl mít roztok mýdla a proč? | 1,5 bodu |
| Roztok mýdla by měl mít pH zásadité, protože dojde k jeho hydrolyze (je to sůl). | |
| e) Jakou úlohu v puristickém mýdle na holení plní uhličitan draselný? | 2 body |
| Mýdlo na holení musí pěnit, uhličitan slouží jako změkčovač, protože mýdlo pění lépe v měkké vodě. | |
| f) Co je po chemické stránce žluknutí? Jsou mu náchylnější rostlinné nebo živočišné tuky a proč? Mýdlo Cella Extra Extra Purissima neobsahuje žádné konzervanty, a proto zraje i poté, co si ho koupíte. Kde a jak ho budete skladovat, abyste zabránili žluknutí? | 3,5 bodu |
| Oxidace dvojných vazeb v nenasycených kyselinách – vznikají menší molekuly. Náchylnější jsou rostlinné, obsahují dvojná vazby. Skladovat ho budeme v lednici – nižší teplota a absence slunečního záření (konkrétně jeho UV části) žluknutí zpomalí. | |
| g) Mýdlo patří mezi tenzidy. Jakou vlastnost takto označované látky mají? Vysvětlete, jak to souvisí s jejich použitím. | 1,5 bodu |
| Snižují povrchové napětí rozpouštědla a usnadňují tak rozpouštění nečistot. | |

Bodování:

a) Za výpočet (součet procent) 4 body, porovnání za 0,5 bodu, vysvětlení souvislosti za 1 bod, rozhodnutí o skupenství za 0,5 bodu.

b) Vysvětlení za 1 bod, reakce za 2 body.

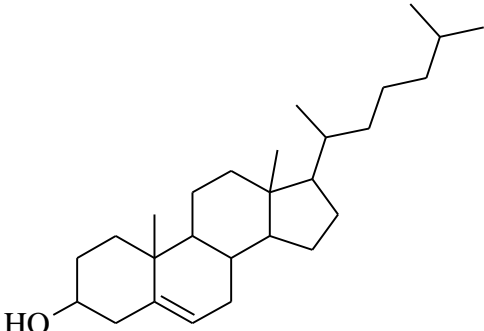
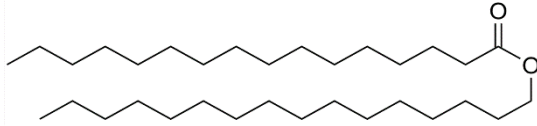
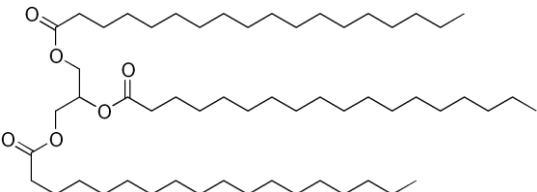
c) Správné rozdělení molekuly za 1 bod, za každé rozhodnutí 0,5 bodu.

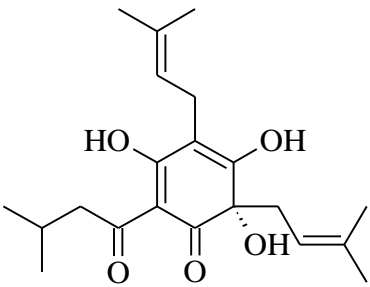
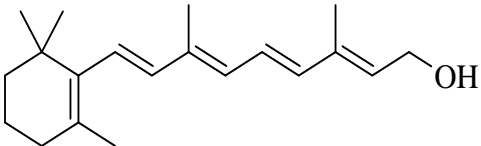
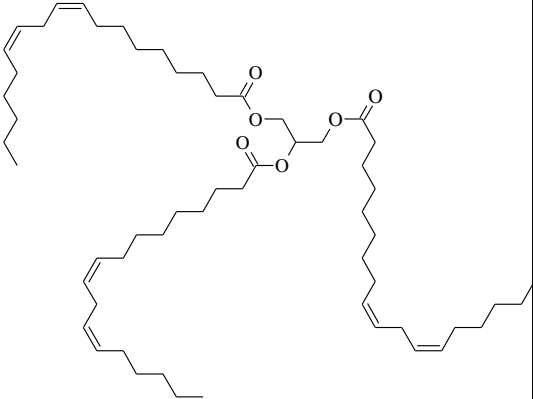
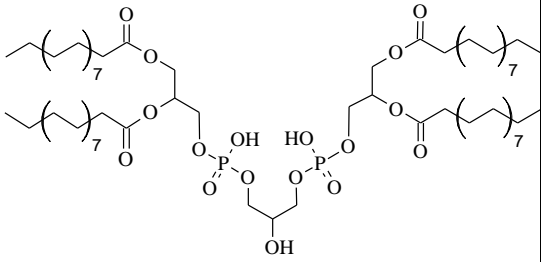
d) Za správné pH 0,5 bodu, za vysvětlení 1 bod.

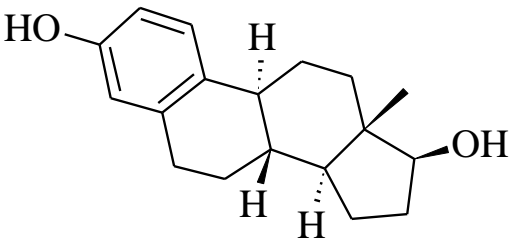
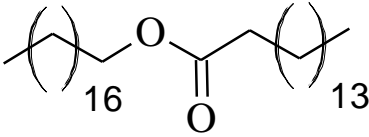
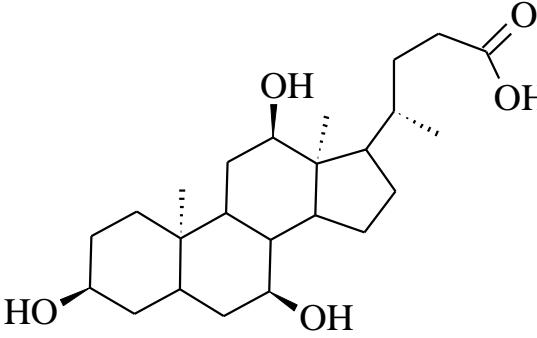
f) Za vysvětlení 1 bod, za rostlinný/živočišný tuk 0,5 bodu, za zdůvodnění 1 bod, za skladování 1 bod (po 0,5 bodech za chlad a za tmu).

ÚLOHA Č. 7
11 bodů

Na obrázcích v tabulce vidíte příklady lipidů. Podle jejich struktury je zařaďte do jednotlivých kategorií.

| VZOREC | ZMÝDELNITELNÝ LIPID (ANO/NE) | SKUPINA (ACYLGLYCEROL, VOSK, GLYKOLIPID, FOSFOLIPID, STEROID, TERPEN) |
|---|---------------------------------|---|
|  Cholesterol | Ne | Steroid |
|  Cetyl-palmiát | Ano | Vosk |
|  Stearin | Ano | Acylglycerol |

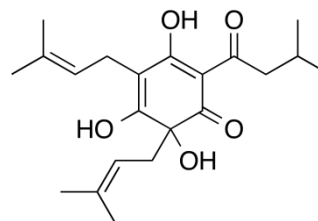
| | | |
|---|------------|---------------------|
|  <p>Humulen</p> | <p>Ne</p> | <p>Terpen</p> |
|  <p>Retinol</p> | <p>Ne</p> | <p>Terpen</p> |
|  <p>Linolein</p> | <p>Ano</p> | <p>Acylglycerol</p> |
|  <p>Kardiolipin</p> | <p>Ano</p> | <p>Fosfolipid</p> |

| | | |
|--|------------|----------------|
|  <p>Estradiol</p> | <p>Ne</p> | <p>Steroid</p> |
|  <p>Lanolin</p> | <p>Ano</p> | <p>Vosk</p> |
|  <p>Kyselina cholová</p> | <p>Ne</p> | <p>Steroid</p> |
| <p>Na základě čeho jste rozhodli, zda patří lipid mezi zmýdelnitelný či nikoli? 1 bod</p> <p>Zmýdelnitelné obsahují esterovu vazbu.</p> | | |

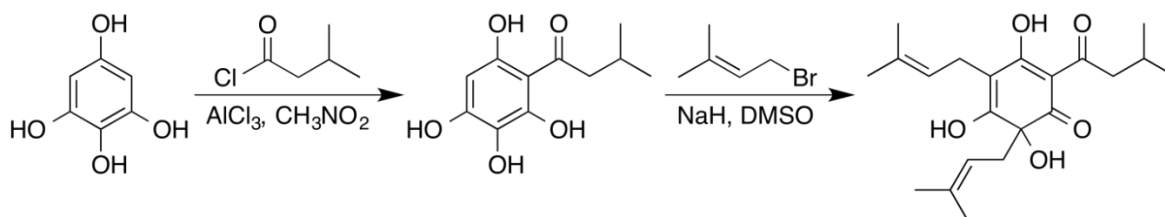
Poznámky k bodování: Za rozhodnutí ano/ne za 0,5 bodu, skupina za 0,5 bodu.

ÚLOHA Č. 8
4,5 bodu

Tento vzorec patří humulenu. Humulen je sekundární metabolit rostlin patřící do skupiny terpenů. Jeho název pochází z latinského jména rostliny, která ho obsahuje - *Humulus lupulus*. Jedná se o rostlinu z čeledi konopovité (*Cannabaceae*), která je důležitou surovinou v potravinářském průmyslu.



a) Na obrázku vidíte schéma laboratorní syntézy humulenu. Doplňte chybějící výchozí látky A a B, katalyzátor C a všechny tři látky pojmenujte. Jak se nazývá reakce, která tvoří první krok této syntézy? **3,5 bodu**



A = benzen-1,2,3,5-tetrol
 B = 3-methylbutanoylchlorid
 C = chlorid hlinitý
 Reakce se nazývá acylace.

b) Která rostlina se skrývá pod názvem *Humulus lupulus* a k čemu se v potravinářství využívá?

1 bod

Chmel – použití při výrobě piva.

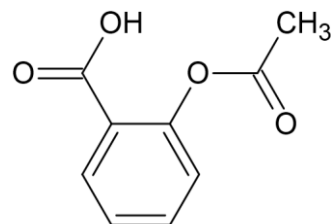
Poznámky k bodování:

a) Za vzorec sloučeniny 0,5 bodu (celkem 3), za název sloučeniny 0,5 bodu (celkem 3), za název reakce 0,5 bodu.

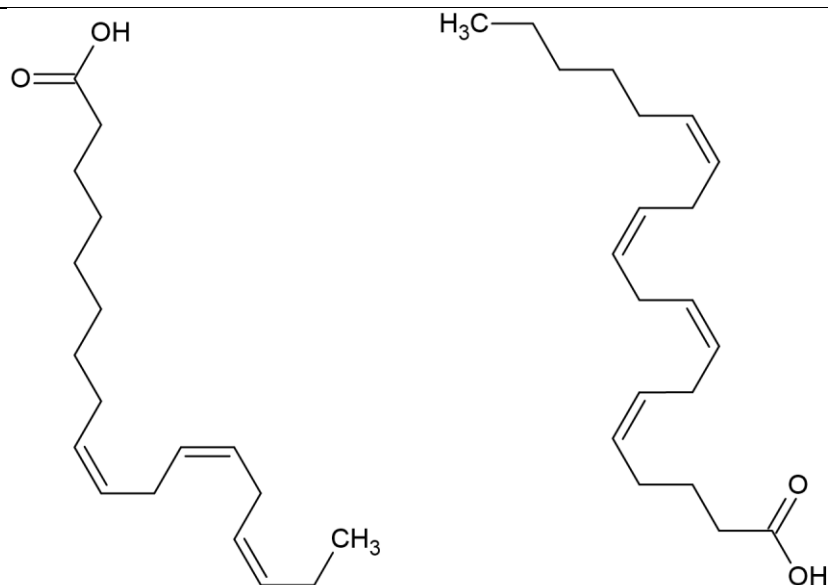
b) Za název rostliny 0,5 bodu, za využití 0,5 bodu.

ÚLOHA Č. 9
20 bodů

Jedny z možných derivátů polynenasycených mastných kyselin (např. kyseliny linolové či arachidonové) jsou prostaglandiny. Jedná se o 20ti-uhlíkaté lipidy s 5-členným cyklem a 2 dlouhými řetězci. Původně byly izolovány z beraní prostaty, odtud pochází jejich název. Ovlivňují řadu tělesných procesů, snižují krevní tlak a sekreci žaludečních šťáv, ovlivňují srážení krve a zánětlivé procesy. Pro tvorbu prostaglandinů je klíčový enzym cyklooxygenasa (COX). Tento enzym může být blokován skupinou léčiv, které se označují jako nesteroidní antiflogistika (NSAID). Patří mezi ně i kyselina acetylsalicylová, jejíž vzorec vidíte vpravo.



a) Nakreslete vzorce kyseliny linolové a arachidonové.

4 body


b) Jaká je funkce enzymu cyklooxygenasy (lze odvodit z názvu).

2 body

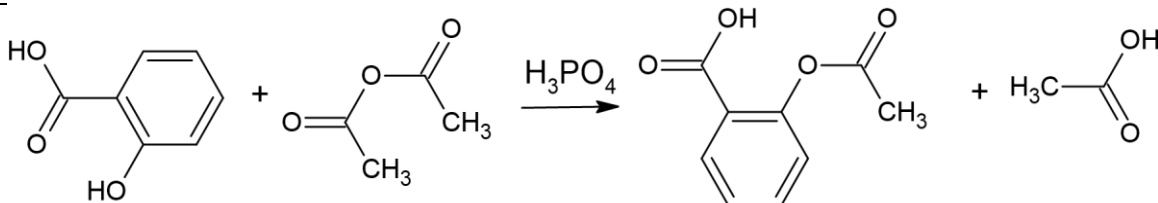
Katalyzuje oxidační reakce a tvorbu cyklů.

c) Jak se komerčně nazývá kyselina acetylsalicylová spadající do NSAID, tzn. léčivo regulující hladinu prostaglandinů? Uveďte alespoň dva názvy.

1 bod

Aspirin, acylpyrin nebo Anopyrin.

d) Navrhněte rovnici přípravy kyseliny acetylsalicylové z kyseliny salicylové a acetanhydridu.

3 body


e) Podtrhněte a vysvětlete pojmy, které vystihují kyselinu acetylsalicylovou:

analgetikum antipyretikum halucinogen karcinogen antiflogistikum antimalarikum
antimykotikum antitrombotikum 6 bodů

Analgetika jsou léky proti bolesti. Antipyretika slouží na snížení horečky. Antiflogistika jsou léky potlačující zánět. Antitrombotikum zabraňuje shlukování krevních destiček, tzn., že snižuje srážení krve.

f) Jako u každého léčiva musíme dbát na správné dávkování. Předávkování by mohlo mít fatální následky. Lze se vůbec předávkovat léčivem z otázky c)? Za smrtelnou se považuje dávka 500 mg/kg pro dospělého člověka. Dostupné přípravky mohou mít množství účinné látky v tabletě 81 mg, 325 mg nebo 500 mg. Kolik jednotlivých tablet by musel spolknout člověk o hmotnosti 70 kg, aby byla otrava smrtelná? Zhodnoťte míru pravděpodobnosti takové otravy. 5 bodů

Ano, kyselinou acetylsalicylovou se lze předávkovat (každá sloučenina může být jedem, záleží jen na její dávce). Toxická dávka pro 70kg člověka je 35 g. V případě 500mg tablet to činí 70 kusů tablet; 325mg tablet odpovídá přibližně 108 kusům tablet a v případě 81mg tablet to činí 432 kusů tablet. Otrava omylem tímto léčivem není pravděpodobná. Smrtelně otrávit by se dalo v případě kontraindikací (nemoc ledvin, alergie,...).

Poznámky k bodování:

d) Za rovnici 2 body, za uvedení katalýzy 0,5 bodu a za pojmenování vedlejšího produktu 0,5 bodu.

e) Výběr správného pojmu za 0,5 bodu (celkem 4), vysvětlení za 1 bod (celkem 4).

f) Za výpočet 1 bod (celkem 4, tj. smrtelná dávka + 3 typy tablet) a za zhodnocení možnosti otravy 1 bod.

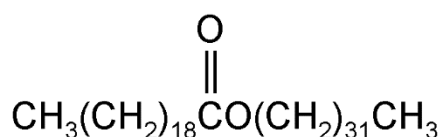
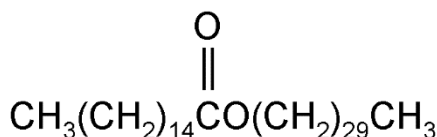
ÚLOHA Č. 10
11,5 bodu

| frakce | % podíl frakce | Počet složek ve frakci | | poznámka |
|--------------------|----------------|------------------------|-----------------|--|
| | | hlavní | vedlejší | |
| uhlovodíky | 14 | 10 (5) | 66 | <ul style="list-style-type: none"> • nasycené uhlovodíky C_{13-39} (cca 66%); • cis-alkeny C_{31-33} • rozvětvené uhlovodíky nemetabolizovatelné běžnými mikroorganismy |
| monoestery | 35 | 10 (7) | 10 | • hlavně kys. palmitová s C_{24-32} alkoholy |
| diestery | 14 | 6 (5) | 24 | • obsahují 15-hydroxypalmitovou kys. vázanou α, ω - 1-dioly s palmitovou nebo nenasyčenou kyselinou |
| triestery | 3 | 5 | 20 | • obsahují 2 hydroxykyseliny nebo hydroxykyselinu s diolem uprostřed |
| hydroxymonoestery | 4 | 6 (1) | 20 | • estery diolu s kyselinou nebo hydroxykyselinou s jednosytným alkoholem (C_{40-50}) |
| hydroxypolyestery | 8 | 5 | 20 | • hydroxypolyestery mají větší molekulovou hmotnost a délku řetězce |
| estery kyselin | 1 | 7 | 20 | • hl. estery kys. 15-hydroxypalmitové s C_{32-44} |
| polyestery kyselin | 2 | 5 | 20 | • dtto, ale řetězec je delší |
| volné kyseliny | 12 | 8 (3) | 10 | • hlavně C_{24} , méně C_{26} a C_{28} |
| volné alkoholy | 1 | 5 | ? | |
| neidentifikované | 6 | 7 | ? | |
| celkem | 100 | 74 | > 210 | |

Včelí vosk je jedním z velmi užitečných produktů včely medonosné. Jde o amorfni, hydrofobní materiál většinou oranžové či žlutavé barvy (bělený je už chemicky upravený). Jde o velmi komplikovanou směs různých chemických látek, jak ukazuje tabulka vlevo.

a) Kterých 5 skupin látek (frakcí) je ve včelím vosku nejzastoupenějších?
2,5 bodu

Nejzastoupenější jsou monoestery, diestery, uhlovodíky, dále volné kyseliny a hydroxypolyestery.

b) Nakreslete vzorce těchto monoesterů karboxylových kyselin. Který z nich se nachází ve včelím vosku?
5 bodů
triakontyl-hexadekanoát, dotriakontyl-oktadekanoát


Ve včelím vosku se nachází triakontyl-hexadekanoát.

c) Stručně vysvětlete, jak včelí vosk vzniká.
1 bod

Včelí vosk je produkován dělnicemi (vzniká přeměnou medu). Tvoří ho v podobě malých šupinek, zpracují ho pomocí kusadel a jednotlivé šupinky slepují k sobě, tím se vytvoří pevný plást.

d) Vysvětlete, co znamená termín „amorfní“. Že je látka amorfní se dá poznat z teploty tání. Vysvětlete jak. 2 body

Amorfní látky nemají v pevném skupenství pevnou strukturu, říkáme jim beztvaré. Amorfní látky nemají teplotu tání, zatímco krystalické látky tají při určité teplotě.

f) Uvedte dva příklady využití včelího vosku v praxi. 2 body

Včelí vosk lze využít v medicíně, farmacii, je součástí kosmetických přípravků. Dále se používá na výrobu leštících směsí.

Poznámky k bodování:

a) Za každou skupinu 0,5 bodu.

b) Za vzorec 2 body (celkem 2 vzorce), za rozhodnutí, který z nich se nachází ve včelím vosku 1 bod.

Zdroje

MCMURRY, John. *Organická chemie*. V Brně: VUTIUM, 2007. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-3291-8.

NIKL, Jiří. *Metody projektování učebních úloh*. Hradec Králové: Gaudeamus, 1997. ISBN 80-7041-230-5.

PŘIDAL, Antonín. Včelí vosk – složení a využití. *Moderní včelař*. Brno: PSNV-CZ, 2007, 5, 20-21. ISSN 1214-5793

RYBÁŘIKOVÁ, Lenka. *Včela medonosná (Apis mellifera) ve výuce přírodopisu na 2. stupni ZŠ*. Hradec Králové, 2019. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí práce Ivo Králíček. 118 s.

TEPLÁ, Milada. *Přírodní látky - Lipidy* [online], studiumbiochemie.cz [cit. 25. 07. 2020]. Dostupné z: http://www.studiumbiochemie.cz/prirodni_latky_lipidy.html

WADE, L. G. *Organic chemistry*. 8th ed. Boston: Pearson, c2013. ISBN 978-0-321-76841-4.