

Mendelovo gymnázium, Opava, příspěvková
organizace

Ivona Lhotská

Lipidy

Estery vyšších mastných kyselin

Seminární práce do předmětu: Chemický seminář

Opava 2008

Prohlašuji, že jsem tuto seminární práci vypracovala samostatně na základě uvedených pramenů a literatury.

V Opavě dne 12. června 2008

Podpis:

Obsah

1 Úvod.....	7
2 Výchozí látky	7
2.1 Alkoholy.....	8
2.1.1 Glycerol.....	8
2.1.2 Jednosytné alkoholy	8
2.1.3 Sfingosin.....	8
2.2 Mastné kyseliny.....	8
2.2.1 Nasycené mastné kyseliny.....	9
2.2.2 Nenasycené mastné kyseliny.....	9
3 Druhy lipidů.....	9
3.1 Acylglyceroly.....	9
3.1.1 Tuky.....	9
3.1.2 Oleje.....	10
3.2 Vosky.....	10
4 Reakce.....	11
4.1 Esterifikace.....	11
4.2 Žluknutí (oxidace dvojných vazeb).....	11
4.3 Ztužování tuků (katalytická hydrogenace).....	11
4.4 Vysychání (oxidační polymerace).....	12
4.5 Hydrolýza.....	12
4.5.1 Kyselá	12
4.5.2 Alkalická – zmydelnění.....	12
5 Metabolismus lipidů.....	13
5.1 Trávení (štěpení na mastné kyseliny a glycerol).....	13
5.2 β -oxidace (získání energie).....	13
5.3 Lipoproteiny.....	14
5.3.1 Chylomikrony	14
5.3.2 VLDL.....	14
5.3.3 LDL.....	14
5.3.4 HDL.....	15
5.4 Biosyntéza cholesterolu.....	15
5.5 Syntéza mastných kyselin.....	15
5.6 Syntéza triacylglycerolů (tuků).....	15
5.7 Řízení.....	16
5.8 Rizika.....	16
5.8.1 Ketolátky	16
5.8.2 Cholesterol.....	16
5.8.3 Tuky.....	16
6 Využití.....	17

6.1 Lipidy jako složka potravy.....	17
6.2 Průmyslově.....	18
7 Přílohy.....	19
7.1 Vzorce některých mastných kyselin.....	19
7.2 β-oxidace.....	21
7.3 Syntéza mastných kyselin.....	21
8 Použité zdroje.....	22
8.1 Internetové zdroje:.....	22
8.2 Literatura:.....	22

1 Úvod

Lipidy tvoří různorodá skupina organických látek: kromě esterů vyšších karboxylových (mastných) kyselin a složených lipidů (glykolipidy, fosfolipidy) mezi ně řadíme také podle podobných vlastností isoprenoidy (steroidy, terpeny) a lipofilní vitaminy; přičemž je spojuje hlavně hydrofobní charakter. Tato práce se věnuje převážně esterům a složeným lipidům.

Vzhledem k tomu, že jsou součástí živých organismů, nemůžeme opomíjet jejich důležitost pro život, ať už mluvíme o jejich zásobní a energetické funkci (okolo 50% přijaté energie z potravy člověka zajišťují tuky), ochranné – izolační (tepelné i mechanické), nebo strukturní funkci (buněčné membrány, nervové tkáně), či o úloze nepolárního rozpouštědla (některých vitaminů, hormonů, barviv, léčiv). Mohou být jak živočišného (lidmi získávaný tuk je převážně z tukové izolace zvířat), tak rostlinného původu (zde se jedná zejména o zásobní fond semen).

Technologie přinášející nová zpracování lipidů ale našla další využití kromě potravinářského průmyslu. To, spolu s objevy souvislostí vysoké hladiny tuků (a zejména cholesterolu) v krvi s mnoha civilizačními chorobami, staví lipidy do centra mnoha zkoumání a také čím dál více i zájmu široké veřejnosti.

2 Výchozí látky

Estery vznikají esterifikací vyšších karboxylových (dále jen mastných) kyselin s alkoholem. První dělení je na **jednoduché** a **složené** (fosfo-, glyko-) **lipidy**. Podle obsaženého alkoholu rozlišujeme jednoduché lipidy na: **acylglyceroly** (tuky a oleje) – tvořeny glycerolem, **vosky** –

vyšším jednosytným alkoholem, u složených fosfolipidů se můžeme setkat i se skupinou tvořenou sfingosinem (sfingomyeliny v nervové tkáni).

2.1 Alkoholy

2.1.1 Glycerol

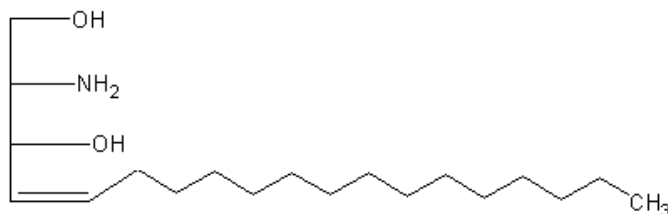
Glycerol je trojsytný alkohol (1,2,3-trihydroxypropan = propan-1,2,3-triol), viskózní, hygroskopická kapalina sladké chuti, slabě jedovatý, v nižších koncentracích prakticky neškodný. Ve zředěném stavu zvlhčuje pokožku a sliznice, naopak koncentrovaný vysušuje. Vzniká kvašením monosacharidů (bakteriemi *Saccharomyces* v přítomnosti siřičitanu sodného), vyrobit jej lze např. z propylenu (radikálová substituce) nebo hydrolyzou glyceridů v kyselém nebo neutrálním prostředí. Dále vzniká např. jako vedlejší produkt při výrobě mýdel (alkalická hydrolyza).

Využívá se v kosmetice (hydratační krémy, mýdla), farmacii a lékařství (léčiva, infuze při otocích mozku, ke snižování nitroočního tlaku, při zácpách ke změkčení stolice ve formě čípků nebo jako součást klystýrů), v potravinářství (jako E422, ke změkčování cukrovinek, žvýkaček, slazení šlehaček ve spreji a k úpravám nápojů a méně kvalitních vín), k výrobě třaskavin (nitroglycerin), plastických hmot (zejména jako změkčovadlo), past, nemrznoucích směsí, též při výrobě bezvodého ethanolu.

2.1.2 Jednosytné alkoholy

Jsou obsaženy ve voscích, zejména tyto 3: **cetylalkohol** (11 C), **cerylalkohol** (22 C) a **myricylalkohol** (30 C).

2.1.3 Sfingosin



2.2 Mastné kyseliny

Vezmeme-li v úvahu množství mastných kyselin a možnost různého stupně esterifikace glycerolu, mohli bychom získat až desetitisíce lipidů. Ve skutečnosti se však v přírodě vyskytuje

jen několik druhů mastných kyselin, zejména právě jako estery. Většina mastných kyselin má sudý počet uhlíků. Podle toho, zda v daném esteru převažují nasycené nebo nenasycené kyseliny, rozlišujeme **tuky** nebo **oleje**.

2.2.1 Nasycené mastné kyseliny

Jsou tvořeny zpravidla nerozvětveným řetězcem 4 až 60 uhlíků. Mezi rostlinné patří např. kys. máselná (butanová (4), v malém množství v kozím mléce), laurová (dodekanová (12), ve skořici, bobkovém listě a kokosovém oleji), palmitová a stearová (hexadekanová (16) a oktadekanová (18), obě hojně v hovězím loji) a arachová (eikosanová (20), v arašidech). Větší podíl nasycených kyselin obsahují **tuky**.

2.2.2 Nenasycené mastné kyseliny

V jejich řetězci nacházíme jednu či více dvojných vazeb, takže všechny se v přírodě vyskytují v cis konfiguraci (ohýbají se v místě s dvojnou vazbou o 120°, molekula tak nabývá v prostoru tvaru písmene L), přestože trans konfigurace je stálejší. Některé z nich jsou esenciální, člověk je musí přijímat z potravy jako prvek, který potřebuje, ale tělo ho neumí samo vyrobit. Větší podíl nenasycených kyselin obsahují **oleje**.

Mezi nenasycené patří např. z monoenuů: kys. olejová (olivový olej), eruková, palmitolejová (mořští živočichové); z polyenuů: kys. linolová, linolenová. Mohou obsahovat také trojné vazby (vzácné alkynové kys.), další substituenty (např. kys. ricinolejová – hydroxyderivát) a mohou být rozvětvené (zejména u bakterií, např. kys. tuberkulostearová) nebo cyklické (nejčastěji se vyskytují cyklopropanové, cyklopropanové a cyklopentenové kruhy, např. kys. laktobacilová, dále jsou cyklické kyseliny např. v chaulmoogrovém oleji ze semen *Hydnocarpus cursii*, využívaném v jihovýchodní Asii k léčbě lepry a tuberkulózy).

3 Druhy lipidů

3.1 Acylglyceroly

3.1.1 Tuky

Estery glycerolu a převážně nasycených mastných kyselin, které jsou za běžných podmínek tuhé, bezbarvé, bez chuti a zápachu.

3.1.2 Oleje

Estery glycerolu a převážně nenasycených mastných kyselin (vyšší obsah nenasycených vazeb zapříčiňuje větší náchylnost ke žluknutí), za běžných podmínek kapalné, ale lze je ztužovat katalytickou hydrogenací. Získané tuky jsou stálější vůči vzdušné oxidaci a účinku mikroorganismů, a ztrácí zápach (některé oleje se tak po ztužení mohou použít ke konzumaci, ačkoli za normálních podmínek by to nebylo kvůli zápachu možné).

Rostlinné oleje se koncentrují v semenech, jejich lisováním za studena se získává kvalitní jedlý olej, lisovaný za tepla je využíván pro technické účely, zejména při výrobě barviv, laků a mýdel. Tuky lze také vyextrahovat pomocí organických rozpouštědel s nízkou teplotou varu (trichlorethylen, benzín).

Některé oleje s vysokým obsahem nenasycených kyselin (tzv. nátěrové, vysychavé, např. bavlníkový, kukuřičný, sójový, lněný, perillový, tungový (čínský dřevní) olej, aj.) po rozetření na větší plochu vlivem vzduchu polymerují a vznikají suché, pevné a trvalé filmy, čehož se využívá k přípravě fermeží a nátěrových hmot.

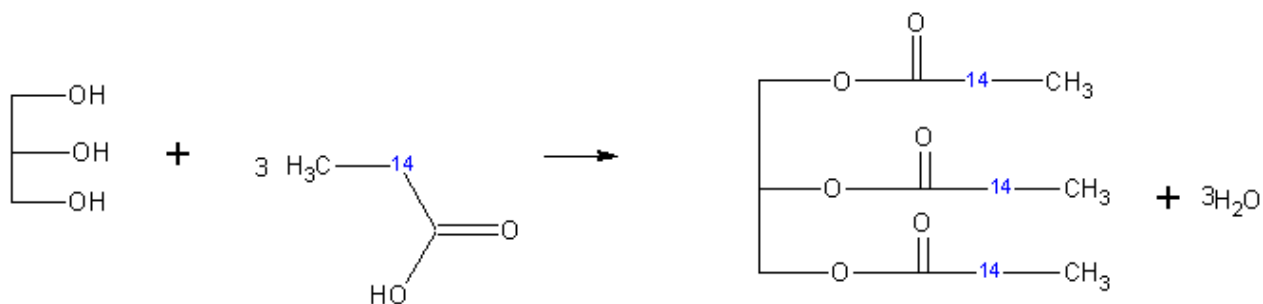
3.2 Vosky

Estery vyšších jednosytných alkoholů (se sudým počtem uhlíků) a mastných kyselin. Dále mohou obsahovat parafíny, alkoholy, ketony, volné karboxylové kyseliny, někdy i estery vyšších mastných kyselin se steroly. Rostlinné většinou chrání tenkým filmem povrch listu (ze známých např. karnaubský vosk z listů palmy karnaubské, Brazílie). Živočišné vosky: včelí vosk, šelak (červec lakový, Thajsko, používá se k leštění dřeva), vosk čínský (puklice voskodárná), vorvaňovina (z lebeční dutiny, zdroj cetylalkoholu).

4 Reakce

4.1 Esterifikace

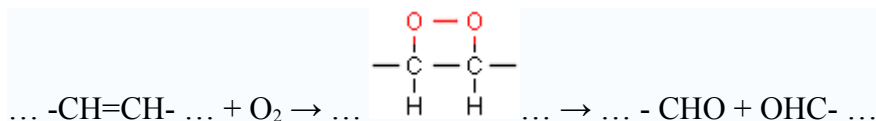
Reakce alkoholu (odštěpuje se vodík, až tři z glycerolu) s kyselinou (odštěpuje se hydroxy skupina) za vzniku esteru (lipidu) a vody.



Př: glycerol + kys. palmitová -> tripalmitid + voda

4.2 Žluknutí (oxidace dvojných vazeb)

Způsobeno účinkem mikroorganismů (*Penicillium glaucum*, *Aspergillus niger*) zejména v teplém a vlhkém prostředí. Oxidují se dvojně vazby (adice O_2 , vzniká peroxid) a štěpí se řetězce karboxylových kyselin, takže vznikají aldehydy, ketony a nižší karboxylové kyseliny, které nepříjemně zapáchají. Dochází i k znehodnocení vitaminů rozpuštěných v tucích. Oxidaci podporuje UV záření a také některé enzymy, potlačena může být tzv. antioxidanty.



4.3 Ztužování tuků (katalytická hydrogenace)

Oleje můžeme ztužovat adicí vodíku na dvojně vazby nenasycených kyselin. Reakce probíhá za zvýšeného tlaku a v přítomnosti práškového niklu jako katalyzátoru.

4.4 Vysychání (oxidační polymerace)

Některé oleje na vzduchu polymerují oxidací na dvojných vazbách a vzniká tak pevný film. Vysychání se dá urychlit přidáním katalyzátorů – sikativ, vysoušedel (např. oxidů manganu, chromu).

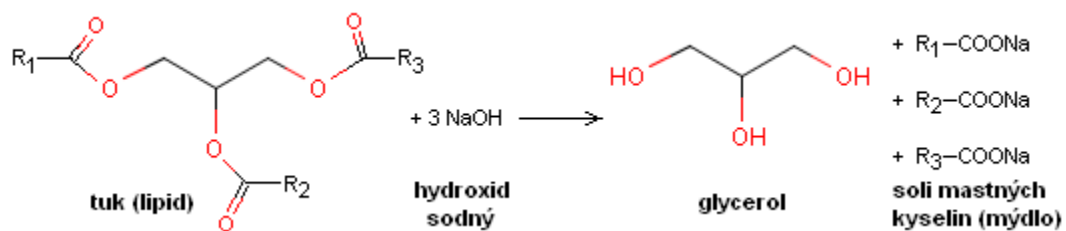
4.5 Hydrolýza

4.5.1 Kyselá

Štěpí se esterová vazba a vzniká zpět glycerol (příp. vyšší alkohol) a vyšší karboxylová kyselina.

4.5.2 Alkalická - zmýdelnění

Vařením tuku s hydroxidem vzniká sůl vyšší karboxylové kyseliny (mýdlo) a glycerol. Pro získání finálního produktu je třeba ještě mýdlo vysolit (pomocí NaCl) z matečného louhu a přidat barviva a parfémy.

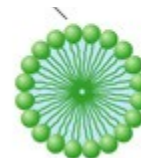


5 Metabolismus lipidů

5.1 Trávení (štěpení na mastné kyseliny a glycerol)

Na rozdíl od sacharidů a bílkovin, které začínáme trávit už v žaludku nebo dokonce ústech, efektivní štěpení lipidů začíná až v tenkém střevě. Lipolýza probíhá v době lačnění, katalyzující hormonsenzitivní enzymy – lipázy – stimulují hormony adrenalin a glukagon.

Nejprve se žlučovými kyselinami ve dvanáctníku (duodenu) **emulgují** na drobné kapénky (kulovité útvary) – směsné **micely** (čímž se zvětší plocha, na kterou mohou šťávy působit). Do centra micely směřují nepolární části, na povrchu zůstávají polární skupiny žlučových kyselin (příp. fosfolipidů nebo cholesterolu, viz obrázek). Na emulgované lipidy dále ve střevě působí pankreatická a střevní lipáza, které je hydrolyzují na monoacylglyceroly, mastné kyseliny, lysofosfolipidy, cholesterol.



Z dutiny tenkého střeva přecházejí do enterocytů (střevních buněk), žlučové kyseliny se vrací enterohepatálním oběhem do jater (jen velmi malá část je vyloučena stolicí). V enterocytech dochází k reesterifikace, vznikají triacylglyceroly (TAG), fosfolipidy (FL), cholesteroly (CH) a cholesterylestery (CHE), které vytváří nové lipoproteinové částice – chylomikrony, na jejichž povrchu jsou bílkoviny – apoproteiny.

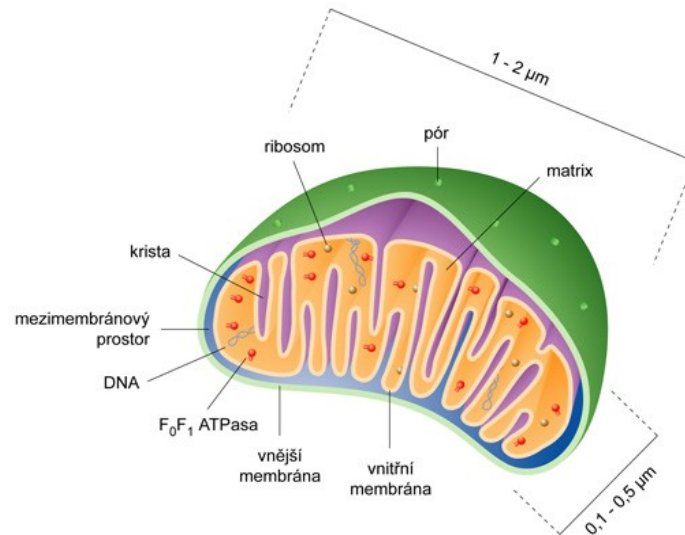
Chylomikrony přecházejí přes lymfu do krve a zajišťují tak transport nepolárních lipidů polárním prostředím (krví) do cílových tkání (např. tuková tkáň, svaly), kde jsou působením lipoproteinové lipázy (LPL) štěpeny triacylglyceroly na mastné kyseliny a glycerol. Uvolněné mastné kyseliny se vážou na albumin (protein krevní plasmy) a jsou transportovány do tkání, kde mohou být zdrojem energie.

5.2 β -oxidace (získání energie)

β -oxidace mastných kyselin probíhá v matrixu mitochondrií. Mastné kyseliny vstupují do buňky pomocí transmembránového proteinu, vyšší mastné kyseliny (nad 16 C) se musí aktivovat vazbou na koenzym A, čímž vzniká acyl-CoA (např. palmitoyl CoA), a prostřednictvím karnitinu se dostanou do matrix mitochondrií. Zde začínají probíhat reakce β -oxidace: dehydrogenace, hydratace, dehydrogenace, thiolýza. (Podrobněji v příloze 7.2 ve schématu.) Vznikají redukované koenzymy, které vstupují do dýchacího řetězce, a acetyl-CoA účastníci se citrátového (Krebsova)

cyklu. Například úplnou oxidací 1 molu kyseliny palmitové vzniká 130 molů ATP vytvořených aerobní fosforylací.

mitochondrie



5.3

Liší se velikostí a poměru tvořících

částice jsou polárnější molekuly fosfolipidů (FL), apoproteinů (Apo) a cholesterolu (CH), uvnitř micely jsou nepolární molekuly triacylglycerolů (TAG) a cholesterylesteru (CHE).

Lipoproteiny

hustotou (podle látek), na povrchu

5.3.1 Chylomikrony

Vznikají ve střevě a zajišťují transport exogenních (dietních, tj. z potravy, ze střeva) lipidů do kapilár tukové a svalové tkáně, kde jsou triacylglyceroly hydrolyticky štěpeny působením enzymu lipoproteinové lipázy, chylomikronový zbytek (remnants) putuje do jater.

5.3.2 VLDL

„Very low density lipoprotein“, tedy lipoproteiny o velmi nízké hustotě. Obsahem, velikostí a hustotou jsou podobné chylomikronům. Vznikají ale v játrech a také jejich funkce je odlišná. Transportují v játrech syntetizované triacylglyceroly do kapilár tukové a svalové tkáně, kde jsou lipoproteinovou lipázou zbaveny triacylglycerolů a putují dále krví jako zmenšené částice LDL obsahující převážně cholesterol.

5.3.3 LDL

„Low density lipoprotein“, tedy lipoprotein o nízké hustotě, tzv. „zlý cholesterol“, protože obsahuje hlavně cholesterol, který transportuje krví do jater a jiných extrahepatálních (periferních) tkání. Jestliže buňky nemají dostatek receptorů LDL, hromadí se tyto LDL částice

v krvi, odkud jsou (hlavně oxidované LDL) vychytávány mikrofégy, které po přeplnění praskají, uvolňují cholesterol a ten se ukládá v cévách (aterosklerosa).

5.3.4 HDL

„High density lipoprotein“, tedy lipoprotein o velké hustotě, tzv. „hodný cholesterol“. Vzniká v játrech a ve střevě. Transportuje cholesterol z extrahepatálních (periferních) tkání do jater. Jejich funkce je dodávat apoproteiny chylomikonům a VLDL, současně vychytávat cholesterol z membrán extrahepatálních buněk a transportovat ho do jater.

5.4 Biosyntéza cholesterolu

Cholesterol je syntetizován z acetyl-CoA (regulační enzym hydroxymethylglutaryl-CoA-reduktasa), z těla je vylučován žlučí jako cholesterol nebo žlučové kyseliny. Je prekursorem všech steroidů v těle – pohl. hormonů, kortikoidů, žlučových kyselin a vitamínu D₃. Je strukturální součástí buněčných membrán, krvi je transportován v lipoproteinech.

5.5 Syntéza mastných kyselin

Je lokalizována v tkáních (játra, ledviny, mozek, plíce, mléčné žlázy, tuková tkáň). Probíhá v cytosolu buňky na multienzymovém komplexu – komplex syntázy mastných kyselin, jehož součástí je „acylcarrier protein“ (ACP protein nesoucí acyl) s prostetickou skupinou obsahující fosfopantethin s SH skupinou. Využívá acetyl-CoA a regulující enzym acetyl-CoA-karboxylázu (kofaktorem je biotin). Syntézu mastných kyselin stimuluje inzulin, zatímco glukagon ji inhibuje.

Karboxylací acetyl-CoA vzniká malonyl-CoA (acetyl-CoA-karboxylasa), který se váže na SH skupinu fosfopantethinu a dalšího acetyl-CoA se váže na druhou SH skupinu cysteinového zbytku (Cys) multienzymového komplexu. (Podrobněji ve schématu v příloze 7.3.)

5.6 Syntéza triacylglycerolů (tuků)

Triacylglyceroly vznikají postupnou acylací glycerol-3-fosfátu aktivovanými mastnými kyselinami (acyl-CoA). Stejně jako syntézu mastných kyselin syntézu tuků stimuluje inzulin a inhibuje glukagon.

5.7 Řízení

Rovnováha mezi syntézou a odbouráváním mastných kyselin je řízena prostřednictvím regulačního enzymu acetyl-CoA karboxylázy, který limituje syntézu mastných kyselin. Během lačnění se zvýší hladina glukagonu, enzym je fosforylován a tím inhibován, mastné kyseliny jsou odbourávány β -oxidací. Po jídle se zvýší hladina glukózy a tím i hladina insulinu, což vede k defosforylaci tohoto enzymu, tím jeho aktivaci a dochází k syntéze mastných kyselin. Acetyl-CoA karboxylasa je alostericky (biologická změna bílkoviny) aktivována citrátem a inhibována palmityl CoA.

Inzulín inhibuje štěpení tuků (lipolýzu) a stimuluje jejich syntézu, na rozdíl od glukagonu, který stimuluje štěpení a inhibuje syntézu.

5.8 Rizika

5.8.1 Ketolátky

Ketolátky vznikají z acetyl-CoA v mitochondriích jaterních buněk při vysokém stupni oxidace mastných kyselin (při hladovění, při diabetes mellitus), jsou využívány jako zdroj energie myokardu (srdeční sval), při dlouhodobém hladovění i v mozku, dlouhodobá zvýšená hladina ketolátek v krvi ale vede k závažným poruchám acidobazické rovnováhy (ketoacidosa). Patří mezi ně kyselina acetoctová, kyselina beta-hydroxymáslená a aceton.

5.8.2 Cholesterol

Zvýšená hladina cholesterolu v krvi (hyperlipidemie neboli hyperlipoproteinie – HLP) je rizikovým faktorem při vzniku aterosklerosy. Cholesterol je také součástí žlučových kamenů.

5.8.3 Tuky

Zejména zvýšený příjem živočišných tuků zapříčiňuje větší riziko srdečních a cévních onemocnění.

6 Využití

6.1 Lipidy jako složka potravy

Pod pojmem tuk se většině lidí vybaví kus prorostlého vepřového nebo kapající olej z hranolků. Přesto se jim nevyhnou ani zapřísáhlí vegetariáni. Nevyhnou, a hlavně by neměli, o významu lipidů pro organismus už byla řeč. Můžeme však rozlišovat více druhů. Přírozeně jsou živočišné tuky obsaženy v mase, vejcích, mléce. Rostlinné pak např. v olivách, luštěninách, semenech a ořeších. Třetí – spíše podskupinu tvoří „tuky“ ve svém druhém, potravinářském významu, tedy máslo, sádlo, oleje, margaríny. Možností je tedy mnoho a lidstvo je se svými poznatky natolik daleko, že bychom měli rozlišovat a správně volit. Protože všeho moc škodí a tukům, vedoucím k obezitě, a cholesterolu jsou dnes nezpochybnitelně připisovány za následek různé nemoci.

Velkou roli při hodnocení tuků hraje obsah **esenciálních mastných kyselin**, někdy označovaných také jako vitamin F. Jedná se o mastné kyseliny, na jejichž příjmu jsme závislí, protože je náš organismus neumí vyrábět, přestože je potřebuje nejen jako zdroj energie, ale také pro řadu dalších funkcí, jako např. zdravý růst dětí, tvorba buněčných membrán, krevní srážlivost, aj. Jedná se zejména o kyseliny polynenasycené, např. kyseliny linolovou a linolenovou. Často se v poslední době mluví o významu ω -3 (odvozených od kys. linolenové) a ω -6 (odvozených od kys. linolové) mastných kyselin. Jejich zdrojem jsou ryby a mořští živočichové, lněná, dýňová a slunečnicová semínka, sojový a řepkový olej, listová zelenina, ořechy, fazole a avokádo. Působí jako prevence a částečně i lék hyperlipidémie, arteriální hypertenze a revmatoidní artritidy. Dále jim je připisováno kladné působení na mozek a myšlení. Proto jsou také (kromě přírodního podílu) přidávány do margarínů.

Obecně jsou za zdravější považovány nenasycené mastné kyseliny obsažené ve větším množství v rostlinných tucích, z živočišných pak v rybách. I zde ale musíme dávat pozor. Čím více dvojných vazeb, tím jsou náchylnější k oxidaci, nejen ke žluknutí, ale také oxidačním procesům v těle, které mají za následek vznik volných radikálů. Příjem tuků by tedy neměl překračovat doporučených 70 – 80 g a 30% energetického příjmu.

6.2 Průmyslově

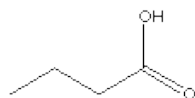
Tuky hrají významnou roli také ve farmaceutickém průmyslu (a potažmo v lékařství) jako krycí a dráždicí prostředky pro kůži, tvoří základ mastí, svým hydrofobním charakterem podporují vstřebávání některých látek. Často také tuky samy o sobě obsahují některé příměsi, jako jsou steroly, lecitiny, vitamíny rozpustné v tucích a jiné látky.

Z lipidů se také vyrábí alkalickou hydrolyzou mýdla. Rozlišujeme dva druhy podle alkalického kationu: ze sodných solí se vyrábí tuhá (jádrová) mýdla, detergenty, z draselných solí mazlavá, polotekutá mýdla. Za zmínku rovněž stojí výroba svíček.

Dalším významným využitím je výroba fermeží a nátěrových hmot díky schopnosti některých lipidů polymerovat za vzniku pevných filmů.

7 Přílohy

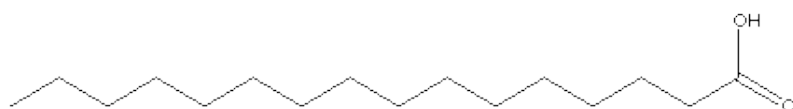
7.1 Vzorce některých mastných kyselin



kys. butanová



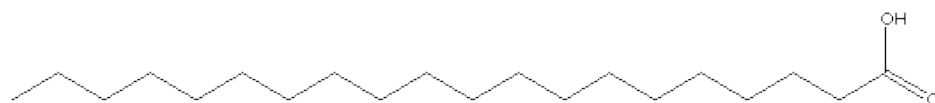
kys. laurová



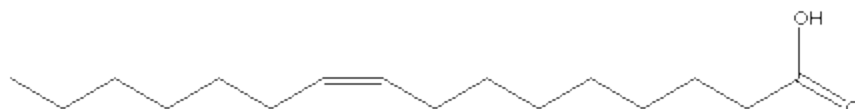
kys. palmitová



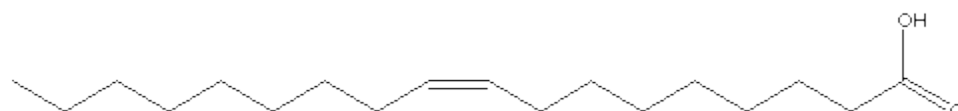
kys. stearová



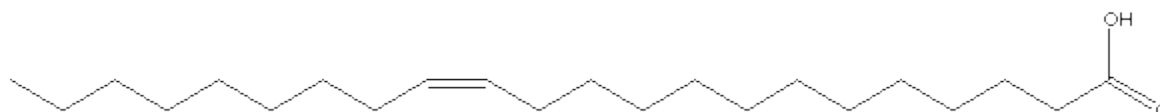
kys. arachová



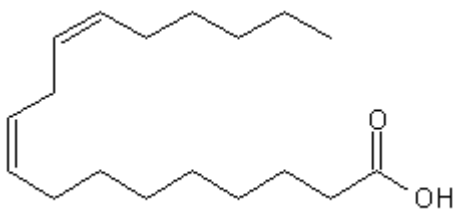
kys. palmitolejová



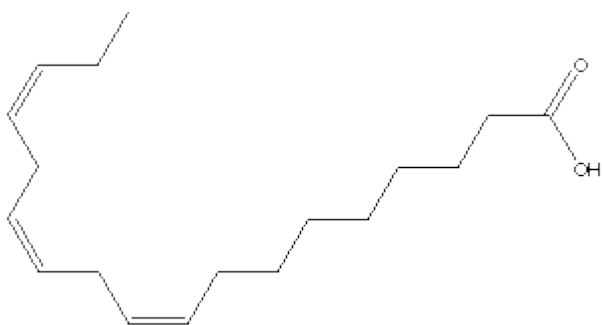
kys. olejová



kys. eruková



kys. linolová



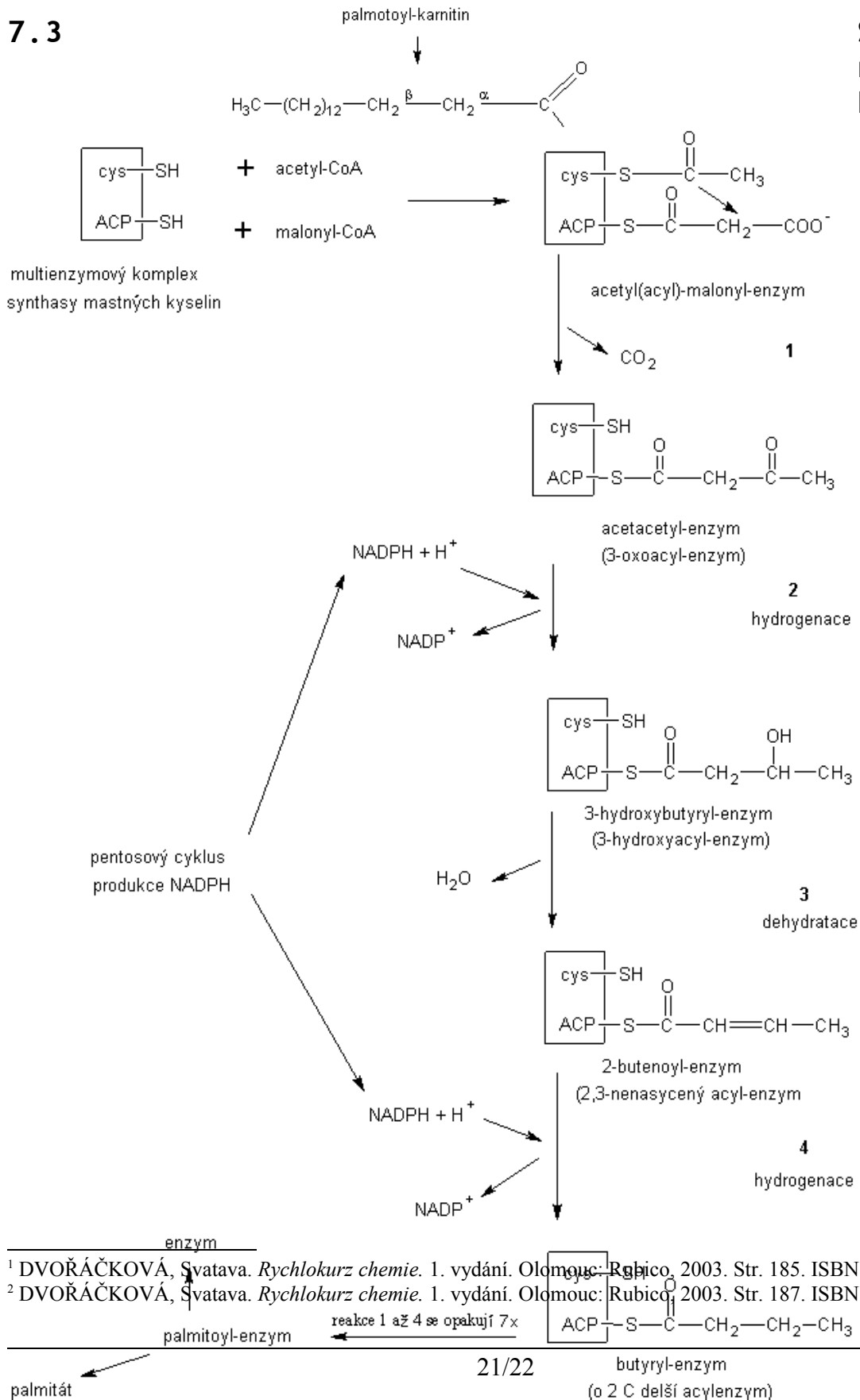
kys. α -linolenová

Wikipedie, http://commons.wikimedia.org/wiki/Fatty_acids?uselang=cs (31. 5. 2008)

7.2 β -oxidace¹

7.3

Syntéza mastných kyselin²



8 Použité zdroje

8.1 Internetové zdroje:

Wikipedie, dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Tuky> (8. 5. 2008)

<http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDluknut%C3%AD> (1. 6. 2008)

Projekt α , dostupné z: <http://projektalfa.ic.cz/> (8. 5. 2008)

Biologie referáty, dostupné z: <http://biologie.php5.cz/mastne-kyseliny.php> (8. 5. 2008)

KODÍČEK, Milan: *Biochemické pojmy, výkladový slovník*. (VŠCHT Praha) Online 1. 6. 2008
http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-002/figures/mitochondrie.01.jpg

Vitainfo.cz, dostupné z: <http://vitainfo.cz/eshop/detail.php?idzb=273> (2. 6. 2008)

<http://www.knivic.unas.cz/omegapodrobne.htm> (2. 6. 2008)

Zdravý kořínek, dostupné z: <http://www.zdravykorinek.cz/tuky-od-a-do-z.html> (2. 6. 2008)

8.2 Literatura:

Doc. RNDr. PACÁK, Josef, CSc. *Stručné základy organické chemie*. Druhé, opravené vydání. Praha: SNTL Nakladatelství technické literatury, 1978.

DVOŘÁČKOVÁ, Svatava. *Rychlokurz chemie*. 1. vydání. Olomouc: Rubico, 2003. 238 s. ISBN: 80-85839-42-3.

Doc. RNDr. ČÁRSKÝ, Josef, CSc. et. al. *Chemie pro III. ročník*. 2. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1990. ISBN: 80-04-24922-1.