

Rostlinné tuky z potravinářského a chemického hlediska

Renáta Prachařová

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Renáta PRACHAŘOVÁ**
Osobní číslo: **T09208**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Rostlinné tuky z potravinářského a chemického hlediska**

Zásady pro vypracování:

1. Chemická struktura rostlinných tuků
2. Využití rostlinných tuků v potravinářství
3. Využití rostlinných tuků v chemickém průmyslu
4. Výživová hodnota rostlinných tuků

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. Karlson,P.,Základy biochemie, Academia, Praha 1981
2. Davídek,J.,Janiček,G.,Pokorný,J.,Chemie potravin, SNTL, Praha 1983
3. Velišek,J.,Chemie potravin 1., OSSIS, Tábor 1999

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Eva Procházková
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

6. ledna 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

21. května 2012

Ve Zlíně dne 15. února 2012



doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Přijmení a jméno: PRACHARŮVÁ RENÁTA

Obor: TECHNOLOGIE A
ŘÍZENÍ V
GASTRONOMII

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 15. 5. 2012

Prohlašuji

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací

(1) Vysoká škola nevyjádřila své stanovisko k diplomové, bakalářské a rigorózní práci, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlédnutí veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3;

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, uložil-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo;

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá charakteristikou rostlinných olejů a tuků. V práci je uvedeno chemické složení lipidů, olejniny používané pro výrobu olejů a jejich zpracování. V další části se práce zabývá využitím rostlinných tuků v potravinářství a v chemickém průmyslu. Je také popsán význam tuků ve výživě člověka a změny, které u tuků probíhají v průběhu skladování a zpracování.

Klíčová slova: mastné kyseliny, rostlinné tuky a oleje, olejniny, detergenty, tenzidy

ABSTRACT

The Bachelor thesis deals with the characteristics of vegetable oils and fats. There are details about chemical composition of lipids used for the production of oilseeds and their processing. The other part of the work is focused on the use of vegetable fats in food and chemical industries. It also describes the importance of fats in a human nutrition and changes, of fat during storage and processing.

Keywords: fatty acids, vegetable oils and fats, oil plants, detergents, surfacants

Chtěla bych touto cestou poděkovat vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Evě Procházkové za odborné rady, informace a vedení při zpracování bakalářské práce na téma Rostlinné tuky z potravinářského a chemického hlediska.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
1 CHEMICKÁ STRUKTURA ROSTLINNÝCH TUKŮ	10
1.1 MASTNÉ KYSELINY	10
1.1.1 Nasycené mastné kyseliny	10
1.1.2 Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou	11
1.1.3 Nenasycené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami	12
1.2 HOMOLIPIDY	13
1.3 HETEROLIPIDY	16
1.4 KOMPLEXNÍ LIPIDY	16
2 VYUŽITÍ ROSTLINNÝCH TUKŮ V POTRAVINÁŘSTVÍ	17
2.1 PŘEHLED HLAVNÍCH OLEJNIN	17
2.1.1 Slunečnice roční (<i>Helianthus annuus</i>)	17
2.1.2 Řepka olejná (<i>Brassica napus</i>).....	17
2.1.3 Podzemnice olejná (<i>Arachis hypogaea</i>).....	18
2.1.4 Olivovník evropský (<i>Olea europea</i>)	18
2.1.5 Bavlník (<i>Gossypium hirsutum</i>)	18
2.1.6 Kokosová palma (<i>Cocos nucifera</i>).....	19
2.1.7 Palma olejná (<i>Elaeis guineensis</i>)	19
2.1.8 Kakaovník pravý (<i>Theobroma cacao</i>)	19
2.2 VÝROBA SUROVÝCH OLEJŮ	20
3 VÝROBA MARGARÍNŮ	25
3.1 TECHNOLOGIE VÝROBY EMULGOVANÝCH TUKŮ	26
3.2 POKRMOVÉ TUKY	26
4 VYUŽITÍ ROSTLINNÝCH TUKŮ V CHEMICKÉM PRŮMYSLU	28
4.1 VÝROBA MÝDEL A DETERGENTŮ	29
4.1.1 Výroba mýdel.....	29
4.1.2 Výroba detergentů.....	30
5 TUKY Z HLEDISKA VÝŽIVY	32
5.1 ESENCIÁLNÍ MASTNÉ KYSELINY	32
5.1.1 Mastné kyseliny ω -3 a ω -6.....	33
5.1.2 Fosfolipidy	34
5.2 ZMĚNY TUKŮ.....	34
5.2.1 Oxidace tuků	34
5.2.2 Žluknutí tuků.....	36
5.2.3 Změny tuků při smažení.....	37
5.2.4 Účinky oxidovaných lipidů na zdraví	38
ZÁVĚR	39
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	40
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	43
SEZNAM OBRÁZKŮ	44
SEZNAM TABULEK	45
SEZNAM PŘÍLOH	46

ÚVOD

Z rostlinných a živočišných surovin se tuky a oleje vyráběly už ve starověku a byly používány k různým účelům. Za významného zakladatele tukové chemie se považuje francouzský chemik E. Chevreul (1786 – 1889), který objevil, že tuky a oleje jsou sloučeniny mastných kyselin a glycerolu a také izoloval nejvýznačnější mastné kyseliny.

Tuky a oleje řadíme do skupiny lipidů. Z chemického hlediska to jsou estery glycerolu a mastných kyselin. Složení a obsah mastných kyselin obsažených v tucích má vliv na konzistenci, tuky pak rozdělujeme na tuhé a tekuté.

Tuky, jedna ze tří hlavních živin, patří mezi nezbytné složky lidské výživy. V lidském organismu plní tuky řadu funkcí, jsou vydatným zdrojem energie, kterou organismus spotřebovává nebo ukládá v tukových tkáních, a kterou použije v případě nedostatku. Podílí se na výstavbě buněčných membrán, slouží jako tepelná a mechanická ochrana. Tuky jsou zdrojem vitamínů rozpustných v tucích, antioxidantů, fosfolipidů a dalších látek. Důležitou složkou tuků a olejů jsou tzv. esenciální mastné kyseliny, které přijímáme ve stravě a lidský organismus si je sám nedovede vytvořit.

Hlavní surovinou rostlinné výroby tuků a olejů jsou olejniny, které ve své podstatě zabezpečují obyvatelstvo jedlými oleji a tuky. Rostlinné tuky tvoří značnou část lidského jídelníčku, svým příznivým vlivem na lidské zdraví převažují tuky živočišné.

Nadměrný příjem tuků ve stravě, jejich nevhodné kulinární zpracování, nevhodný poměr mezi jednotlivými mastnými kyselinami zvláště se jedná o nasycené a *trans* nenasycené mastné kyseliny vede k řadě onemocnění, jako jsou obezita, diabetes mellitus nebo srdečně cévní onemocnění.

Rostlinné oleje a tuky jsou také cennou surovinou pro průmyslovou výrobu.

1 CHEMICKÁ STRUKTURA ROSTLINNÝCH TUKŮ

Lipidy patří k významným složkám potravin a ve výživě člověka tvoří jednu z hlavních živin nezbytnou pro zdraví a vývoj organismu [1]. Lipidy tvoří strukturně a funkčně nesourodou skupinu přirozených látek rostlinného a živočišného původu. V současné době jsou nejčastěji definovány jako sloučeniny, které obsahují ve své molekule vázanou (zejména estericky) mastnou kyselinu o nejméně 4 atomech uhlíku. Jejich společným rysem je hydrofobní charakter a jsou převážně nerozpustné ve vodě, naproti tomu rozpustné v organických rozpouštědlech jako je benzen, éter, chloroform nebo ve směsi chloroformu s metanolem [2, 3, 4].

Podle chemického složení dělíme lipidy na:

- mastné kyseliny a jejich mýdla,
- homolipidy,
- heterolipidy,
- komplexní lipidy [5].

1.1 Mastné kyseliny

Nejdůležitější složkou lipidů jsou mastné kyseliny, jedná se o karboxylové kyseliny s alifatickým uhlovodíkovým řetězcem. Mastné kyseliny vázané v přírodních lipidech se od sebe navzájem liší délkou a charakterem uhlovodíkového řetězce, stupněm nasycenosti a také přítomností dalších substituentů [1, 6, 7].

Mastné kyseliny se dělí na:

- nasycené mastné kyseliny,
- nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenové),
- nenasycené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami (dienové, trienové, polyenové),
- mastné kyseliny s trojnými vazbami a různými substituenty (rozvětvené, cyklické, s kyslíkatými, sírnými nebo dusíkatými funkčními skupinami) [1,5].

1.1.1 Nasycené mastné kyseliny

Nasycené mastné kyseliny (dále jen MK) přítomné v lipidech mají obvykle sudý počet atomů uhlíku v molekule a rovný, nerozvětvený uhlovodíkový řetězec [6].

V potravinách bývají složkou lipidů nejčastěji kyseliny palmitová a stearová [5]. Jsou součástí téměř všech tuků a olejů. Kyselina laurová a myristová jsou ve značném množství obsaženy v palmojádrovém a kokosovém tuku a jsou jejich typickými mastnými kyselinami [8]. Pro mléčné tuky jsou typické nasycené MK s kratším řetězcem, např. kyselina máselná a skupina kyselin s 6 - 10 uhlíky v molekule. Tuhy palmových semen mají vysoký obsah kyseliny laurové, kterou doprovází kyselina myristová a další kyseliny s 6 - 10 uhlíky. Tuk z oplodí palmy olejně (tzv. palmový olej) má zcela jiné složení než tuk ze semen (tzv. palmojádrový olej). Na trhu jsou i jeho frakce (palmolein a palmstearin), které se často přidávají do potravinářských výrobků. Kyselina arachová a vyšší kyseliny jako kyselina behenová, lignocerová aj. jsou přítomny zpravidla ve stopách a jen v některých olejích v relativně vyšším množství [1]. Nasycené MK jsou chemicky velmi stálé a mění se teprve při dlouhodobém záhřevu nebo za vysokých teplot. Za běžných podmínek zpracování a skladování potravin se téměř nemění [6].

Tab. 1. Hlavní nasycené MK [1].

mastná kyselina	počet atomů uhlíku	triviální název
butanová	4	máselná
hexanová	6	kapronová
oktanová	8	kaprylová
dekanová	10	kaprinová
dodekanová	12	laurová
tetradekanová	14	myristová
hexadekanová	16	palmitová
oktadekanová	18	stearová
eikosanová	20	arachová

1.1.2 Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou

Nenasycené MK s jednou dvojnou vazbou se označují jako monoenoové kyseliny. Navzájem se liší nejen počtem atomů uhlíků, ale také polohou dvojně vazby a její konfigurací nejčastější prostorová konfigurace bývá u přirozených sloučenin *cis* [1,5]. Z nenasycených MK je nejdůležitější kyselina olejová, která se vyskytuje ve větším nebo menším množství ve všech tucích i olejích. Kyselina olejová má charakteristickou dvojnou vazbu, která ji

činí značně reaktivní. Tuto dvojnou vazbu lze odstranit hydrogenací, což má velký význam při ztužování olejů [8]. V olejích získaných ze semen rostlin brukvovitých (hořčičných a řepkových) je zastoupena ve větším množství kyselina eruková [6, 8].

Monoenové MK s *trans* konfigurací se ve větším množství vyskytují pouze ve ztužených olejích a tucích [7]. Z *trans* kyselin jsou nejvýznamnější kyselina elaidová a vakcenová [6]. Nenasycené MK mají značně nižší bod tání než odpovídající kyseliny nasycené (např. kyselina olejová tvoří dvě krystalické modifikace tající při teplotě 13 a 16 °C), takže *cis* kyseliny jsou většinou za teploty místnosti kapalné. *Trans* kyseliny tají při teplotách přibližně o 20 až 25 °C vyšších než odpovídající *cis* kyseliny [6].

Tab. 2. Hlavní monoenové MK [1].

mastná kyselina	počet atomů uhlíku	isomer	triviální název
decenová	10	cis	obtusilová
tetradecenová	14	cis	myristolejová
hexadecenová	16	cis	palmitolejová
hexadecenová	16	trans	palmitelaidová
oktadecenová	18	cis	olejová
oktadecenová	18	trans	elaidová
oktadecenová	18	trans	vakcenová
dokosenová	22	cis	eruková

1.1.3 Nenasycené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami

Nenasycené MK s dvěma a více dvojnými vazbami označujeme jako polyenové [7]. V přírodě se vyskytují nejvíce mastné kyseliny s *cis* dvojnými vazbami. Mezi nejvýznamnější patří esenciální MK linolová, linolenová a arachidonová. Mastné kyseliny s *trans* dvojnými vazbami se vyskytují jen v některých potravinách. Nejčastěji vznikají jako vedlejší produkt hydrogenace nenasycených MK v průběhu ztužování rostlinných olejů při výrobě margarínu [5].

Mezi dienovou MK je kyselina linolová s 18 atomy uhlíku, která patří do řady n-6 mastných kyselin. Mezi trienové MK vyskytující se nejčastěji v potravinách rostlinného charakteru patří kyseliny α -linolenová patřící do řady n-3 a γ -linolenová patřící do řady n-6 MK. Poměrně vzácně se vyskytují kyseliny tetraenové, z nichž je nejznámější kyselina arachi-

donová patřící do řady kyselin n-6. Kyselinou s pěti dvojnými vazbami (pentaenové MK) je kyselina klupanodonová, která patří do řady n-3. Mezi pentaenovou MK patří i kyselina EPA, jedná se o kyselinu eikosapentaenovou. Mezi hexaenové MK patří kyselina označená triviálním názvem DHA (dokosahexaenová) MK [5].

Tab. 3. Obsah nasycených, monoenových a polyenových MK ve vybraných tucích a olejích (% veškerých MK) [1].

druh tuku	kyseliny		
	nasycené	monoenové	polyenové
kokosový tuk	88-94	5-9	1-2
palmojadrový tuk	75-86	12-20	2-4
palmový tuk	44-56	36-42	9-13
kakaové máslo	58-65	33-66	2-4
olivový olej	8-26	54-87	4-22
bavlníkový olej	24-33	15-23	46-59
podzemnicový olej	14-28	40-68	15-45
sójový olej	14-20	18-26	55-68
slunečnicový olej	9-17	13-41	42-74
sezamový olej	13-18	36-44	42-48
světlicový olej	7-13	8-23	68-84
řepkový olej	5-10	52-76	22-40
lněný olej	10-12	18-22	66-72

1.2 Homolipidy

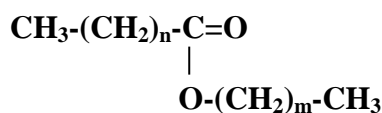
Homolipidy jsou látky, které obsahují jen MK vázané na alkoholy a dělí se výhradně podle struktury vázaného alkoholu. Ve většině přírodních lipidů je tímto alkoholem glycerol, řidčeji se vyskytují ethery glycerolu nebo hemiacetaly vyšších alifatických aldehydů, glykoly, ale také vyšší jednosytné alifatické alkoholy, alifatické a alicyklické terpenoidní sloučeniny jako jsou např. xanthofyly nebo různé steroidní sloučeniny [1].

Mezi homolipidy se řadí:

- estery jednosytných alkoholů,
- estery glykolů,
- estery glycerolu,
- estery vícesytných alkoholů [5].

Estery jednosytných alkoholů

Estery MK s jednosytnými alkoholy se označují triviálním názvem vosky. Hlavní význam vosků spočívá v tom, že tvoří hydrofobní vrstvu na povrchu organismů. U živočichů jsou to například pokožka a vlasy, u rostlin tvoří povrch listů, plodů a dalších jejich nadzemních částí. Mezi nejdůležitější v přírodě se vyskytující vosky patří estery mastných kyselin s různými alifatickými alkoholy (dříve nazývané ceridy) a estery mastných kyselin s různými alicyklickými alkoholy označované jako steridy, obecná struktura na obrázku 1 [5].



Obr. 1. Obecná struktura alifatických vosků [5].

Estery glycerolu

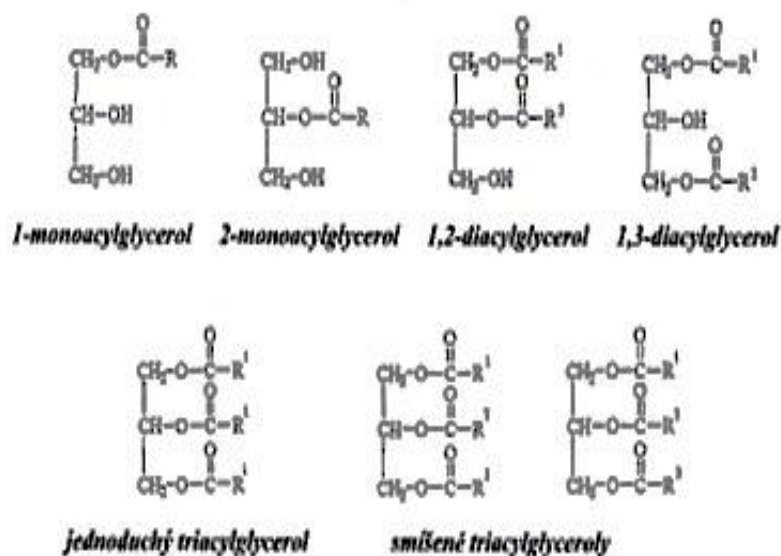
Estery glycerolu představují potravinářsky nejvýznamnější lipidy. Jedná se o estery trojsytného alkoholu glycerolu s mastnými kyselinami [1, 5].

Estery glycerolu se rozdělují:

- podle skupenství - tuky a oleje,
- podle původu - rostlinné tuky (kakaové máslo, palmový tuk), rostlinné oleje (olivový, řepkový, slunečnicový, sójový, kukuřičný, lněný), živočišné tuky (lůj, máslo, sádlo), živočišné oleje (rybí tuk) [1, 5].

Na glycerol může být vázána jedna, dvě nebo tři MK. Podle počtu vázaných zbytků MK rozeznáváme: [5, 6]

- monoacylglyceroly - na molekulu glycerolu je vázána jedna mastná kyselina a to v poloze 1 nebo 2,
- diacylglyceroly - na molekulu glycerolu jsou vázány dvě mastné kyseliny a to převážně v polohách 1,2- nebo 1,3-,
- triacylglyceroly- na molekulu glycerolu jsou navázány tři mastné kyseliny. Pokud jsou na glycerolu navázány tři stejné mastné kyseliny, jedná se o jednoduché triacylglyceroly např. triacylglycerol s třemi acyly pocházejícími z palmitové kyseliny je 1,2,3-tripalmitoylglycerol. Pokud jsou na glycerolu navázány dvě nebo tři různé mastné kyseliny jedná se o smíšené triacylglyceroly. Potom vznikají např. triacylglyceroly typu 1-palmitoyl-2-stearoyl-3-oleoylglycerol (viz. obr. 2) [1, 5, 6].



Obr. 2. Estery glycerolu a MK [5].

Estery vícesytných alkoholů

Do této skupiny patří průmyslově vyrobené látky. Estery jedné nebo dvou molekul MK se sacharózou nebo sorbitolem, které se používají jako tukové emulgátory a považují se za potravinářská aditiva. Estery sacharózy s 5 - 8 molekulami MK se používají jako tukové náhrady, jejichž výhodou je to, že mají fyzikální vlastnosti tuků a budí podobný senzorický

dojem při konzumaci, ale jsou v lidském organismu nevyužitelné a nedodávají tělu energii [1, 5].

1.3 Heterolipidy

Heterolipidy jsou sloučeniny, jež obsahují mimo MK a alkoholů ještě další složku, která jim dává částečně polární charakter, takovou složkou je např. kyselina fosforečná. Mezi nejvýznamnější řadíme fosfolipidy, které obsahují esterově vázanou kyselinu fosforečnou [5, 7].

Hlavními zástupci fosfolipidů jsou deriváty fosfatidylu, jehož základem je 1,2-diacylglycerol, v němž je na třetím uhlíku glycerolového zbytku vázána kyselina fosforečná. Na kyselině fosforečné může být vázán další zbytek, nejčastěji aminoalkohol cholin [1, 5].

1.4 Komplexní lipidy

Komplexní lipidy jsou makromolekulární látky, jejichž lipidová složka je na nelipidový podíl vázána vodíkovými můstky, hydrofobními interakcemi a jinými fyzikálními vazbami. Nelipidovým podílem bývá nejčastěji protein nebo polysacharid. Lipidická složka je tvořena nepolárními lipidy, jako jsou triacylglyceroly nebo estery cholesterolu, cholesterol a polární lipidy jako jsou fosfolipidy, které umožňují vazbu mezi lipidy a proteiny [1, 5].

Nejvýznamnějšími komplexními lipidy jsou lipoproteiny. Lipoproteiny jsou složeny z bílkovin a lipidů, přičemž lipidy nejčastěji tvoří jádro makromolekuly a hydratované proteiny jeho obal. Z toho důvodu se lipoproteiny rozpouštějí nebo alespoň dispergují ve vodě a slouží k transportu lipidů [1, 7].

2 VYUŽITÍ ROSTLINNÝCH TUKŮ V POTRAVINÁŘSTVÍ

Olejniný jsou rostliny, které ve svých plodech, semenech nebo jiných orgánech vytvářejí a uchovávají oleje a tuky jako zásobní látky, a to v množství umožňujícím jejich rentabilní zpracování [12].

Botanicky přísluší k různým čeledím a jsou zastoupeny druhy vytrvalými i jednoletými ve formách ozimých i jarních. Olejniný jsou nejrozšířenějšími plodinami, které se pěstují v oblasti tropů, subtropů a mírného pásma [13]. K vytrvalým druhům patří olivovník evropský (*Olea europea*), velmi významná olejnina v oblasti Středozemního moře je palma olejná (*Elaeis guineensis*), kokosovník ořechoplodý neboli obecný (*Cocos nucifera*) a skočec (*Ricinus communis*). V podmínkách mírného pásma jsou zdroji tuků a olejů jednoleté neboli přezimující druhy. Z čeledi brukvovitých jsou to řepka olejka pravá (*Brassica napus*). Z čeledi hvězdicovitých je nejvýznamnějším druhem slunečnice roční (*Helianthus annuus*) a mák setý (*Papaver somniferum*), patřící do čeledi makovitých. Z celosvětového měřítko nejvýznamnější místo jako olejniný zaujímají některé bobovité rostliny, jako jsou sója (*Glycine soja*) a podzemnice olejná (*Arachis hypogaea*) [10].

2.1 Přehled hlavních olejin

2.1.1 Slunečnice roční (*Helianthus annuus*)

Slunečnice roční je jednou z nejdůležitějších surovin tukového průmyslu. Slunečnicový olej se lisuje ze semen a jeho obsah je v tenkoslupkém semeni až 48 %, v jádru až 63 %. Vzhledem ke složení mastných kyselin náleží slunečnicový olej z výživového aspektu mezi nejdůležitější oleje s vysokým obsahem esenciálních mastných kyselin. Je výborné potravinářské jakosti, zvláště vhodný k výrobě ztužených pokrmových tuků, stolních olejů, ke konzervaci ryb, pro výrobu mýdel, laků a fermeží. Má však využití i v dalších odvětvích průmyslu a v lékařství [7, 9, 12, 13, 14].

2.1.2 Řepka olejná (*Brassica napus*)

Řepka olejná (se sníženým obsahem kyseliny erukové) je v našich podmínkách nejdůležitější olejinou. Semena obsahují 40 - 48 % oleje. Dnes se vyrábí řepkový olej ze speciálně šlechtěných odrůd, které obsahují 55 - 60 % kyseliny olejové, 20 - 25 % kyseliny linolové a 10 - 12 % kyseliny linolenové. Obsah kyseliny erukové dosahuje max. 2 % [7, 9, 15].

2.1.3 Podzemnice olejná (*Arachis hypogaea*)

Podzemnicový olej se získává lisováním za studena z jader plodů obsahujících 40 - 50 % oleje. Obsahuje 50 – 70 % kyseliny olejové, 13 - 25 % linolové a z nasycených MK kyselinu arachovou. Pro technické účely se lisuje za tepla nebo se využívá extrakce [7, 12, 22].

2.1.4 Olivovník evropský (*Olea europea*)

Zdrojem oleje je plod, jehož dužina obsahuje 40 - 60 % oleje. Na kvalitní oleje se zpracovávají dokonale zralé plody. Po sklizni se nechávají ve slabé vrstvě asi 10 dní zavadnout; lisují se celé plody spolu se semeny. První lisování se provádí při nižším tlaku a teplotě 20 – 25 °C, čímž se získává nejkvalitnější, tzv. panenský olej, který je téměř bezbarvý, příjemné chuti, pro niž je ceněn. Ze zbytků plodů po vylisování se vyrábí extrakcí ještě technický olej, používaný např. ke zpracování na mýdlo [9, 12].

2.1.5 Bavlník (*Gossypium hirsutum*)

Bavlník se pěstuje jako olejnina i jako textilní surovina. Zdrojem oleje je bavlníkové semeno, zbavené ochlupení (lintru) a tvrdé slupky, které obsahuje 30 - 50 % oleje. Rafinovaný olej je kvalitní, dieteticky hodnotný, obsahuje 45 % kyseliny linolové a asi 20 % kyseliny palmitové [9].

Tab. 4. Složení hlavních MK olejů se středním a vysokým obsahem kyseliny linolové (% veškerých MK) [1].

mastná kyselina	podzemnicový olej	sezamový olej	slunečnicový olej	světlicový olej	bavlníkový olej
laurová	0,0-0,1	0	0,0-0,1	0	0,0-0,2
myristová	0,0-0,1	0,0-0,1	0,0-0,2	0,0-0,2	0,6-1,0
palmitová	8,3-14,0	7,9-10,2	5,0-8,0	5,3-8,0	21,4-26,4
palmitolejová	0,0-0,2	0,1-0,2	pod 0,5	0,0-0,2	0,1-1,2
stearová	1,9-4,4	4,8-6,1	2,5-7,0	1,9-2,9	2,1-3,3
olejová	36,4-67,1	35,9-42,3	13,0-40,0	8,4-21,3	14,7-21,7
linolová	14,0-43,0	41,5-47,9	40,0-74,0	67,8-83,2	46,7-58,2
linolenová	0,0-0,1	0,3-0,4	0,7-1,3	0,0-0,1	0,0-0,4
arachová	1,1-1,7	0,3-0,6	0,3-0,6	0,2-0,4	0,2-0,5
eikosenová	0,7-1,7	0,0-0,3	0,2-0,4	0,1-0,3	0,0-0,1
dokosenová	0,0-0,3	0	0,0-0,1	0,0-1,8	0,0-0,3

2.1.6 Kokosová palma (*Cocos nucifera*)

Kokosová palma je jednou z nejvýznamnějších užitkových rostlin. Kokosový tuk patří mezi pevné rostlinné tuky. Získává se z dužiny kokosu, která je po usušení známa pod názvem kopra, a to lisováním a extrakcí výlisků. Používá se hlavně na výrobu mýdla, margarínu a náhražek kakaového másla [12, 22].

2.1.7 Palma olejná (*Elaeis guineensis*)

Palma olejná se pěstuje pro dva druhy tuků získávaných z plodů. První z nich se lisuje z mezokarpu, kde je obsažen v množství 40 - 57 %, a nazývá se palmový tuk. Má světle oranžovou barvu, jemnou nasládlou chuť a příjemnou vůni. Používá se k přípravě pokrmů, jedlých tuků, ale ve značném rozsahu také k výrobě mýdel, svíček i přímo ke svícení. Z endospermu semen se lisuje palmojádrový tuk (49 - 51 %) důležitý pro zpracování na ztužené pokrmové tuky a využívaný rovněž na výrobu mýdel. Jeho nevýhodou je náchylnost ke žluknutí, a proto i obtížná skladovatelnost [12].

2.1.8 Kakaovník pravý (*Theobroma cacao*)

Jádro plodu kakaovníku obsahuje 50 – 60 % tuku. K získání kakaového tuku se kakaové boby rozdrťí a lisují, vylisovaný tuk, tzv. kakaové máslo, je za běžné teploty tuhý, nažloutlý s jemnou specifickou vůní. Obsahuje 25 % kyseliny palmitové, 35 % kyseliny stearové a 38 % kyseliny olejové. Používá se při výrobě čokoládových cukrovinek, ale také ve farmacii a kosmetice [11, 12].

Tab. 5. Složení MK tuků ze semen palm (% veškerých MK) [1].

Mastná kyselina	Kokosový tuk	Palmojádrový tuk	Palmový olej	Palmstearin	Palmolein
kapronová	0,0-0,6	0,0-0,8	0,0-0,2	0,1-0,4	0,1-0,5
kaprylová	4,6-9,4	2,1-4,7	0,7-1,3	1,1-1,8	0,9-1,4
kaprinová	5,5-7,8	2,6-4,5	40,1-46,3	48,4-73,8	38,2-42,9
laurová	45,1-50,3	43,6-53,2	0,0-0,3	0,1-0,2	0,1-0,3
myristová	16,8-20,6	15,3-17,2	4,0-6,5	3,9-5,6	3,7-4,8
palmitová	7,7-10,2	7,1-10,0	36,7-40,9	15,6-36,0	39,8-43,9
stearová	2,3-3,5	1,3-3,0	9,4-12,1	3,2-9,8	0,4-13,4
olejová	5,4-8,1	11,9-19,3	0,1-0,4	0,1-0,6	0,1-0,6
linolová	1,0-2,1	1,4-3,3	0,1-0,7	0,3-0,6	0,2-0,6
linolenová	0,0-0,2	0,0-0,7	0,0-0,2	-	-
arachová	0,0-0,2	0,0-0,3	0,0-0,1	-	-

2.2 Výroba surových olejů

Z technologického hlediska je velmi důležitá vyzrálost semene. Semena sklizená v plné zralosti mají optimální složení tuku nejen z hlediska technologického a ekonomického, ale i biologického. Tuk je v tomto období nejstabilnější, obsahuje více tokoferolů, má optimální skladbu mastných kyselin a nízkou enzymatickou aktivitu [9, 20].

Surové rostlinné oleje získáváme z olejnatých surovin (většinou semen) lisováním a extrakcí. Lisování předchází řada přípravných prací: příjem olejin, kontrola a skladování, čištění, tj. praní a sušení (popřípadě odslupkování u slunečnice nebo delintrace - odchloupkování u bavlníku), mletí (u tvrdších a hrubších materiálů mu předchází drcení), při němž se materiál rozmělní, naruší se jeho struktura, a tím se usnadní získání oleje a nahřívání, popř. napaření- klimatizace rozemletého materiálu [16].

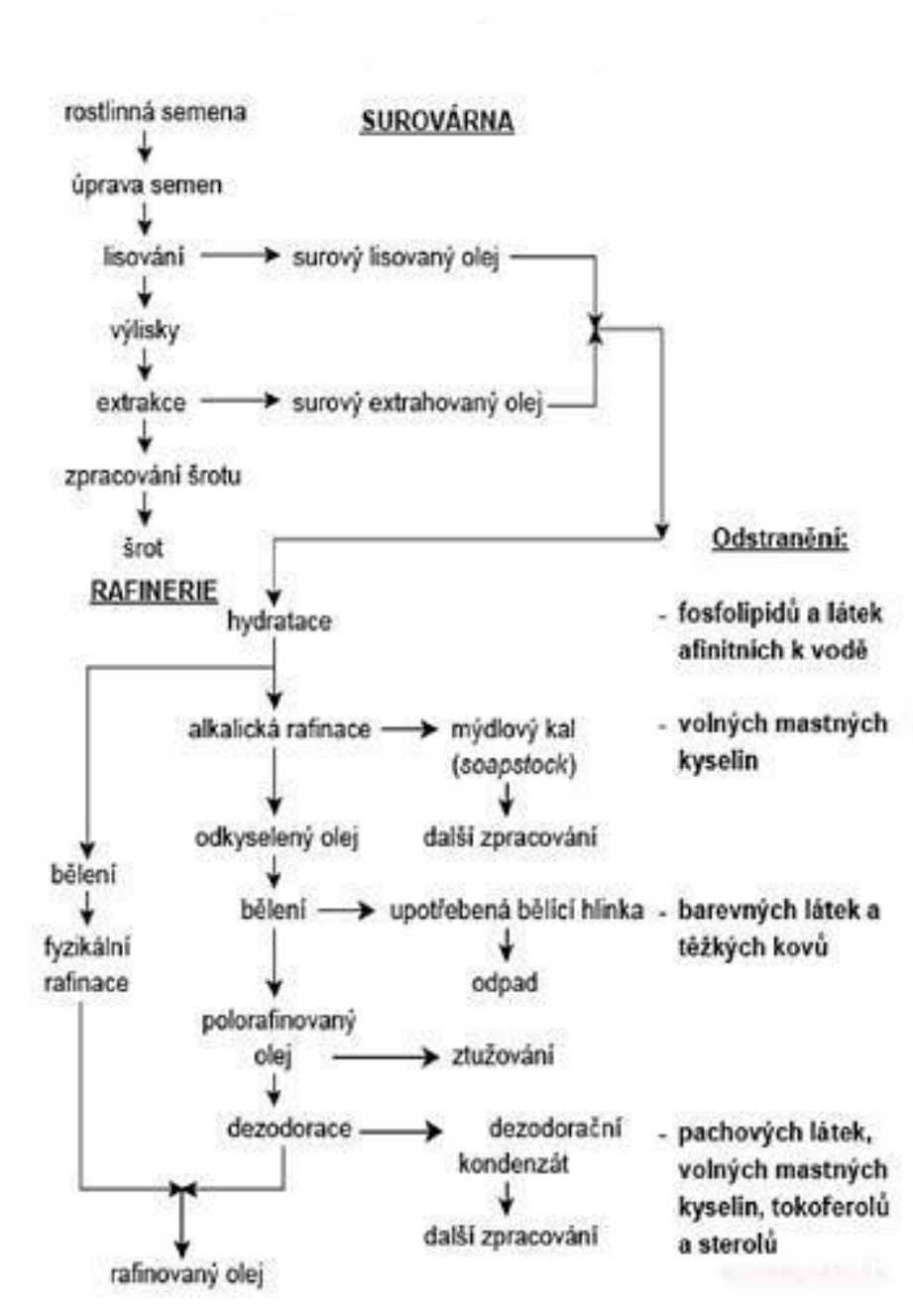
Suroviny se čistí buď před skladováním (což je výhodnější k udržení lepší jakosti suroviny) nebo až po skladování před dalším zpracováním [8].

Olejnatá semena mají silnější pokožku, zvanou osemení, která je chrání před vysycháním a před samovolným uvolňováním oleje. Semena se skládají z buněk, jejichž buněčná blána uzavírá mikropapírky oleje obsažené v buňce. Pro rozrušení buněčných stěn a dokonalejšího získání oleje se olejniny drtí a melou. Drtí se pouze semena, která mají větší průměr než 10 mm a jsou tvrdá, např. palmová jádra nebo kopra [8, 9].

Klimatizace (kondicionování) olejin má za účel připravit rozmělněnou surovinu pro další zpracování úpravou teploty a vlhkosti. Prohříváním drtě dochází k narušování buněk, snižuje se viskozita oleje, čímž se usnadňuje jeho lisování, dochází ke koagulaci bílkovin a slizových látek, k inaktivaci lipolytických enzymů a mikroorganismů a snižuje se obsah vody [9, 17].

Další operací při získávání olejů je lisování.

Lisováním se rozumí vytlačování oleje z olejnatého materiálu mechanickým tlakem a používá se obvykle u surovin s obsahem tuku nad 30 %. Získávání oleje je ovlivněno hlavně obsahem vody, složením olejiny a způsobem úpravy před lisováním [9].



Obr. 3. Schéma výroby rostlinných olejů

Účelem extrakce je získat vhodným rozpouštědlem maximální množství oleje z nízkoolejnatých surovin nebo výlisků vysokoolejnatých semen po lisování. Jako rozpouštědlo se zpravidla používá hexan, příp. extrakční benzín nebo jiná analogická ropná frakce. Extrahuje se při teplotě 45 – 55 °C. Rychlost extrakce se řídí jednak difúzními vztahy a jednak rychlostí toku rozpouštědla vrstvou extrahovaného materiálu [9, 17, 18].

Cílem rafinace je zušlechtit surovinu tak, aby byla zdravotně nezávadná, příjemné vůně a chuti, nebo neutrální, vyhovující barvou a dostatečnou trvanlivostí. Je žádoucí, aby přirozené antioxidanty a fyziologicky účinné látky byly rafinačním postupem v maximální míře zachovány. Suroviny pro technické účely mají jednodušší postup rafinace, ale používají se při ní účinnější chemické prostředky, které jsou při rafinaci pro výživu vesměs nepoužitelné [9].

Rafinace olejů a tuků je jedním z důležitých technologických procesů v tukovém průmyslu, jehož cílem je odstranit ze surových olejů celý komplex doprovodných látek, majících vliv na organoleptické vlastnosti, trvanlivost a vhodnost k výživě [9, 17].

Po ukončení rafinace získáme rafinovaný rostlinný olej a celou řadu doprovodných látek, které se dále používají jako významné suroviny pro chemický, potravinářský či kosmetický průmysl.

Technologický postup rafinace zahrnuje:

- odslizení (hydrataci) – je založeno na působení vody, roztoku elektrolytů (zvláště kyselin) na fosfolipidy, bílkoviny, sacharidické složky a další látky obsažené v oleji, které mají schopnost vázat vodu a koagulovat,
- odkyselení (neutralizaci) – představuje jeden z důležitých technologických úseků zpracování olejů a tuků, především z ekonomického hlediska. Odstranění volných mastných kyselin ze surových olejů a tuků je možné uskutečnit buď chemicky- neutralizací (alkalická rafinace), nebo fyzikálně- destilací,
- bělení – jedná se o odstranění nežádoucích pigmentů z olejů, které lze odstranit fyzikálně a chemicky. Fyzikální bělení je založeno na sorpci barevných produktů na vhodný sorpční materiál, jedná se tedy o odbarvování. Chemický způsob je založen většinou na působení oxidačních činidel. Při oxidaci dochází k přeměně organických barviv na jejich bezbarvé leukoformy,
- deodoraci – jedná se o destilaci těkavých složek oleje s vodní parou. Dochází k odstranění nežádoucích pachových a chuťových látek [4, 7, 15, 18].

Ztužování olejů je proces, při němž dochází ke změně tekuté struktury olejů na pevnou (ztuženou). Jedná se o nejrozšířenější technologii, při níž jsou dvojně vazby nenasycených mastných kyselin částečně nebo úplně nasyceny vodíkem za přítomnosti nikelnatého katalyzátoru. Vlastní hydrogenační reakce je provázena *cis*, *trans* izomerací dvojně vazby, takže ve výsledném ztuženém pokrmovém tuku bývá 30 – 45 % *trans* nenasycených MK. Zároveň s *cis*, *trans* izomerací probíhá i polohová izomerace, při níž se dvojná vazba posunuje o 1 až 2 uhlíky směrem k esterové skupině nebo od ní. Z polyenových MK mohou přitom vznikat konjugované MK, zvláště na počátku hydrogenace. Nenasycené mastné kyseliny přecházejí na nasycené mastné kyseliny a dochází ke změně oleje na ztužený tuk [6, 18].

Hydrogenaci lze provést jako:

- parciální katalytickou hydrogenaci- dochází k nasycení dílčího množství dvojných vazeb nejreaktivnějších mastných kyselin s cílem získat tuk vhodné konzistence s bodem tání 32 – 36 °C pro přímé použití k výživě,
- totální hydrogenace- je charakterizována nasycením všech dvojných vazeb a vede k produktům o vysokém bodu tání (nad 60 °C), které nelze přímo využít pro výživu [18].

Hydrogenace má značný vliv i na některé doprovodné látky olejů. Hydrogenací se např. mění barva, chuť i vůně surového oleje. Karoteny mající ve své molekulové struktuře dvojně vazby se nasycují a ztrácejí svoje zbarvení. Vitamíny A a D se vlivem vodíku i vysokých hydrogenačních teplot rozkládají, redukují a ztrácejí svoji biologickou účinnost. Vitamin E je poměrně velmi odolný a zůstává v tuku i po hydrogenaci [16].

Tab. 6. Obsah MK ve vybraných ztužených tucích [15].

mastné kyseliny	slunečnicový ztužený tuk	sójový ztužený tuk	řepkový ztužený tuk
nasycené	18 - 28 %	20 - 30 %	12 - 20 %
<i>cis</i> -monoenoové	18 - 30 %	14 - 30 %	12 - 35 %
<i>trans</i> -monoenoové	32 - 35 %	18 - 35 %	20 - 40 %
dienové	1 - 15 %	1 - 10%	1 - 8 %

Převážná část ztužených tuků se používá k výrobě potravinářských výrobků, např. margarínů, potravinářských tuků, shorteningů a k výrobě technických derivátů spolu se ztuženými volnými mastnými kyselinami např. pro výrobu mýdla, derivátů mastných kyselin, stearinu a dalších [7].

3 VÝROBA MARGARÍNŮ

Margarín vznikl jako náhražka másla za napoleonských válek. Připravoval se z měkkého podílu lisovaného loje zahřetením mléčné fáze. Dnes se vyrábí emulgací různých druhů tuků a vody, případně mléčné fáze [22].

Základními složkami k výrobě margarínu jsou rafinované oleje a tuky, kyselé mléko, kyselá syrovátka a voda. Ostatní složky receptury, jako emulgátor, barvivo, aroma, vitamíny, sůl a případně další látky, jsou označovány jako přísady, které zlepšují chuťové a nutriční vlastnosti, trvanlivost a užitné hodnoty výrobku [7].

Margaríny představují skupinu výrobků, kterou lze jednoduše charakterizovat jako emulzi vody v oleji. Olejová fáze tukové násady tvoří spojitou fázi, s tím, že část triacylglycerolů je přítomna v pevné fázi ve formě krystalů, jako druhý disperzní podíl. Vodná fáze tvoří hlavní disperzní podíl [11]. Složení tukové násady se řídí požadovanými vlastnostmi výsledného výrobku. Jedná se především o jeho konzistenci v určitém teplotním rozmezí, chuťové charakteristiky apod. Nejdůležitějším kritériem je zastoupení tuhých a kapalných podílů v tukové fázi při různých teplotách (např. 5 – 40 °C). Podíl pevné fáze při 0,5 °C a 10 °C je v přímé souvislosti s roztíratelností v procesu výroby. Podíl pevných látek při 15 °C a 20 °C je důležitý údaj pro tuhost finálního produktu a odlučování oleje z konečného produktu [4].

Emulgované tuky se získají emulgací tukové a vodné fáze za přítomnosti emulgátoru při teplotě nad bodem tání tukové emulze [18].

- emulze- náleží do disperzních soustav a představují jemnou disperzi vzájemně nemísitelných nebo téměř nemísitelných kapalin, z nichž je jedna rozptýlena ve druhé [7]. Složka rozptýlená v jemných kapénkách se označuje jako fáze vnitřní neboli dispergovaná. Druhá fáze je souvislá neboli disperzní a v emulzích obvykle převládá. Velikost mezipovrchového napětí rozhoduje, jaký typ emulze se vytvoří. Pokud je mezipovrchové napětí mezi emulgátorem a vodou větší než mezi emulgátorem a olejem, vytvoří se emulze typu voda v oleji (označovaná V/O), kde vodná fáze má snahu zaujmout co nejmenší povrch a vytvoří v oleji kapénky. Je-li naopak mezipovrchové napětí mezi emulgátorem a olejem větší, vytvoří se emulze typu olej ve vodě (označovaná O/V), a potom jsou zase ve vodě rozptýleny kapénky oleje [19].

- emulgátor- jedná se o látku, která usnadňuje přípravu emulze. Emulgátory snižují mezipovrchové napětí dvou vzájemně nemísitelných kapalin natolik, že vytvořená emulze se už samovolně nerozděluje [19].

3.1 Technologie výroby emulgovaných tuků

Příprava tukové násady spočívá ve smísení pevných tuků s rafinovaným rostlinným olejem v daném poměru (nejčastěji 60 : 40) tak, aby vlastnosti finálního výrobku odpovídaly požadavkům na konzistenci daného výrobku, dle druhu margarínu, či směsného emulgovaného tuku. Tuková násada se připraví smísením strukturního tuku s rafinovaným rostlinným olejem v poměru podle požadované konzistence produktu při teplotách 45 – 55 °C. Dalšími složkami, které se přidávají, jsou složky rozpustné v tuku: emulgátor monoacylglycerolového typu nebo lecitin (0,1 - 0,3 %), barvivo (β - karoten, bixin, annato), vitamíny rozpustné v tucích (α - tokoferylacetát, retinolacetát, ergokalciferol) a aroma rozpustné v tuku. Vodnou fází tvoří mikrobiologicky nezávadná pitná voda, obnovená syrovátka (rozpustí se 1 - 3 % sušené sladké syrovátky v pitné vodě, pasteruje se a chladí na 4 – 6 °C). Před vlastní výrobou se obnovená syrovátka zahřeje na emulgační teplotu a přidají se složky rozpustné ve vodě: sůl (0,1 - 0,2 %), kyseliny mléčná a citronová, aroma rozpustné ve vodě. Obě fáze jsou pak postupně čerpány do směšovače při teplotě několik stupňů nad bodem tání tuku. Vznikající emulze je čerpána do tzv. votátorů (zařízení, kde dochází k dokonalé emulgaci). Na konci emulgace ve votátorech je směs zchlazena a přečerpána do krystalizátorů, kde probíhá fyzikální zrání emulgovaného tuku za vzniku krystalů pevných podílů triacylglycerolů [11, 18].

3.2 Pokrmové tuky

Pokrmové tuky jsou bezvodé rafinované ztužené rostlinné oleje, popř. jejich směsi s upravenými živočišnými tuky. Někdy se jim proto říká „stoprocentní tuky“ [4].

Do skupiny pokrmových tuků zahrnujeme potravinářské tuky, které jsou tvořeny jednosložkovou nebo vícesložkovou tukovou násadou rostlinného či živočišného původu. Od margarínu se liší tím, že neobsahují vodu, nejsou tedy emulzemi, i když některé výrobky mohou obsahovat emulgátor, jenž má buď plastifikační, nebo homogenizační účinek [7]. Teplota tání běžných pokrmových tuků je v rozmezí 30 – 36 °C. Pro průmyslové účely se však vyrábějí i tuky s teplotou tání až 48 °C [15]. Do pokrmových tuků se podle druhu a

typu přidávají v některých případech vitamíny (A, E a D) a aromatické látky (máslové aroma). Aromatizace je dosaženo přidáním diacetylu, další skupinou přidávaných látek jsou γ a δ laktony MK o kratším uhlíkatém řetězci. Hlavní jakostní znaky potravinových tuků jsou bod tání a konzistence, které závisí na složení tukové násady [4, 7].

Do skupiny speciálních potravinových tuků náleží tzv. šlehané potravinové tuky a shorteningy (tekuté pekařské tuky). Při výrobě šlehaného tuku se plyn, především dusík, vhání do roz-tavené tukové násady těsně před vstupem do chladiče v množství asi 15 % (v/v) a důkladně se do tuku zašlehá. Zašlehaný dusík zvyšuje plasticitu výrobku, jeho trvanlivost a světlost barvy. Takovýto tuk se používá k pečení a smažení. V pekařském a pečivářském průmyslu mají velké využití především kapalné potravinové tuky (shorteningy). Hlavním důvodem jejich použití je tzv. zkrácení vláknité struktury těsta, zpomalení stárnutí pečiva a celkové zlepšení jakosti [7].

Tab. 7. Složení hlavních MK tuhých rostlinných tuků [29].

druh rostlinného tuku	nasycené kyseliny v %	olejová kyselina v %	trans-kyseliny v %	linolová kyselina v %
kakaové máslo	55 - 65	33 - 39	0	3 - 4
palmový tuk	44 - 56	33 - 39	0	9 - 12
margarín	15 - 30	20 - 40	5 - 20	5 - 30
potravinový tuk 100%	20 - 40	15 - 40	10 - 30	1 - 10

4 VYUŽITÍ ROSTLINNÝCH TUKŮ V CHEMICKÉM PRŮMYSLU

Oleje a tuky se vždy používaly nejen pro účely potravinářské, ale současně i technické a chemické. V posledních 10 - 20 letech se uplatňují ve stále rostoucí míře jako chemická surovina v důsledku nárůstu produkce olejnin ve vyspělých zemích [11].

Základními oleochemikáliemi jsou:

- mastné kyseliny - získávají se z přírodních materiálů (tuků nebo vosků) štěpením a syntetickou oxidací n-alkanů nebo n-alkenů. Surové mastné kyseliny se čistí destilací za sníženého tlaku při teplotě 220 – 250 °C za vstříku 5 – 10 % nasycené vodní páry. Z destilovaných mastných kyselin se vyrábí stearin (je směsí nasycených mastných kyselin- hlavně stearové a palmitové), a olein, který je směsí nenasyčených kyselin (především olejové), jejichž uplatnění je přímo nebo ve formě derivátů velmi rozsáhlé, a to v mýdlařství, v textilním průmyslu, gumárenském, v chemické výrobě a kovoprůmyslu. K získání mastných kyselin o vysoké chemické čistotě a pro rozdělení jednotlivých mastných kyselin se používá frakční destilace [9],
- metylestery mastných kyselin – získávají se alkalicky katalyzovanou metanolýzou olejů. Metylestery mastných kyselin řepkového oleje se používají jako biologicky odbouratelná složka bionafty. Estery s etanolem a vyššími monofunkčními a sekundárními alkoholy se vyrábějí přímou esterifikací mastných kyselin. Řada alkylesterů se používá v kosmetice [11],
- mastné alkoholy – vyrábějí se obvykle redukcí esterové skupiny metylesterů vodíkem. Používají se pro výrobu tenzidů [11],
- glycerol - ve světovém měřítku se vyrábí asi z 50 % stále ještě z přirozených surovin a z 50 % se již vyrábí synteticky. Základními klasickými surovinami jsou triglyceridy obsažené v tucích a olejích. Glycerol se z nich vyrábí dvěma způsoby, a to ze spodních mýdlářských louhů, odpadajících při výrobě mýdla, nebo ze sladkých glycerolových vod, jež vznikají při štěpení tuků na mastné kyseliny [16]. Tyto suroviny, jsou znečištěny doprovodnými látkami, a proto je nutno je nejdříve rafinovat, což spočívá v odstranění tukových látek vyvločkováním a netukových složek čerčením. Po filtraci a zahuštění na odparkách na 90 % se surový glycerol zpracuje na čistý glycerol obvykle destilací nebo demineralizací [9].

4.1 Výroba mýdel a detergentů

4.1.1 Výroba mýdel

Mýdlo se vyrábělo už před několika tisíci lety. Nejstarší záznam o výrobě mýdla z oleje a popela pochází asi z třetího tisíciletí před naším letopočtem z Babylónské říše. Ve větší míře se však mýdlo začíná používat teprve v 9. století. Vyrábělo se nejprve ve Francii (v městě Marseille) a v Benátkách. Do našich zemí se rozšířilo ve 13. a 14. století [19].

Základní surovinou pro výrobu mýdel jsou rostlinné a živočišné tuky a oleje (triacylglyceroly), nebo z nich získané vyšší mastné kyseliny. Tyto suroviny tvoří tzv. tukovou násadu, jejíž složení závisí na účelu použití mýdla (toaletní mýdlo, mýdlový prášek do práškových pracích prostředků), na způsobu zmýdelňování a konečně i na ekonomickém hledisku. Základní a nejdůležitější tuky pro výrobu mýdlového základu pro toaletní mýdlo jsou hovězí lůj, kokosový a palmojádrový olej. Pro výrobu mýdel na praní se využívá hydrogenovaných rostlinných olejů, či z nich získaných mastných kyselin (hydrogenovaný řepkový olej s vysokým obsahem kyseliny erukové) [11].

Tukové suroviny pro výrobu mýdel se rozdělují na:

- jádrové tuky - zejména hovězí lůj, vepřové sádlo, palmový olej nebo hydrogenované tuky, tedy tuky, které obsahují zejména kyselinu palmitovou a stearovou. Mýdla jádrových tuků mají nízkou rozpustnost a vysokou pevnost [11]. Tyto tuky jsou v násadě zastoupeny z 80 - 85 % [9],
- kličové tuky - zahrnují především kokosový a palmojádrový olej, tedy oleje obsahující kyselinu laurovou a myristovou. Mýdla těchto kyselin zvyšují rozpustnost finálních výrobků ve vodě a zvyšují plastičnost mýdlové hmoty. Kličové tuky tvoří obvykle 15 - 25 % tukové násady [11],
- měkké oleje - obsahují hlavně kyselinu olejovou (podzemnicový olej). Obsah měkkých tuků v mýdlové násadě může způsobit nižší oxidační stabilitu finálního toaletního mýdla [11].

Tuková násada není tvořena jedním tukem, ale vždy takovou kombinací tuků, která umožní nejen dobrou zpracovatelnost mýdlové hmoty na výrobních linkách, ale zejména optimální vlastnosti finálního výrobku, tedy toaletního mýdla. Standardní tuková násada pro toaletní mýdla obsahuje obvykle 80 % hovězího loje a 20 % kokosového nebo palmojádrového oleje [11].

Výroba mýdel se skládá ze zmýdelňovací fáze a fáze zpracování vyrobeného mýdla. První fáze výrobního procesu představuje typický chemický proces, ve druhé fázi dochází k mechanickému zpracování mýdlové hmoty s přísadami, které vedou k její homogenizaci a fyzikálním změnám, jež se projevují v dosažení žádané struktury hmoty a fyzikálně-chemických vlastností. V první fázi zmýdelňování dochází reakcí mastných kyselin nebo jejich esterů s glycerolem, alkalickými hydroxidy nebo uhličitany ve vodném roztoku k tvorbě alkalických solí vyšších mastných kyselin [9]. Pro výrobu toaletních mýdel se používají přísady, jako jsou látky chránící pokožku (norkový olej, lanolin aj.), parfémové kompozice, antioxidační látky, dezodorační přísady, optické zjasňovací prostředky, barviva a pigmenty [18].

4.1.2 Výroba detergentů

Detergent je směs tenzidů a dalších látek, která má detergentní vlastnosti (tj. schopnost odstraňovat špínu z povrchu a převádět ji do kapalně fáze), např. práškový prací prostředek či kapalně mycí prostředek. Saponát je starší název pro tenzidy a detergenty. Základní surovinou pro výrobu detergentů jsou tenzidy. Tenzidy jsou organické látky, které se již při nízké koncentraci hromadí na fázovém rozhraní a tím snižují volnou mezifázovou energii soustavy. Fázové rozhraní je plocha, která odděluje dvě fáze např. kapalina - pevná látka, kapalina - kapalina, kapalina - plyn [11].

Další výrobky považované za detergenty jsou:

- pomocné prací přípravky určené pro namáčení (předpírání), máchání nebo bělení oděvů a prádla,
- avivážní prací přípravky určené ke zjemnění tkanin v procesech, které mají sloužit jako doplněk k praní tkanin,
- čisticí přípravky určené pro domácí použití jako univerzální čisticí prostředky nebo pro ostatní čištění povrchů (například materiálů, výrobků, strojů, mechanických zařízení, dopravních prostředků a souvisejícího vybavení, nástrojů, přístrojů atd.),
- ostatní čisticí a prací přípravky určené pro všechny ostatní prací a čisticí procesy [21].

Výroba detergentů zahrnuje zpracování tenzidů a přísad na konečné výrobky s žádanými aplikačními vlastnostmi. Jejich vlastnosti jsou doplňovány některými aktivačními přísada-

mi (polyfosforečnany, křemičitany aj.), které se podílí na zvyšování detergenční účinnosti a speciálními přísadami, které zahrnují parfémy, odpěňovače, mikrobicidní látky, optické zjasňovací prostředky a podobně. Technologické postupy výroby detergentů se rozdělují na výrobu práškových a tekutých detergentů [9, 18].

Podstatou technologického procesu výroby práškových detergentů je sprejové sušení násaďy, kterou tvoří vodní suspenze tenzidů a přísad, kde se odstraní podstatná část vody. Získá se produkt ve formě prášku tvořeného směsí jemných, plných nebo porézních granulí a ve formě tzv. dutých kuliček, jež se díky svému velkému povrchu snadno a rychle rozpouštějí ve vodě [9].

Výroba kapalných detergentů je technologicky jednodušší než výroba práškových detergentů. Spočívá v mechanickém směšování, případně rozpouštění základních složek čisticího nebo pracího prostředku ve vodě. Běžnou formou tekutých detergentů je čirý roztok, disperzní formy umožňující získat směsi s vyšší účinností, ale ty jsou náročné na udržení stability. Nejčastěji používané kapalné detergenty jsou přípravky pro ruční mytí nádobí, prostředky pro mytí pevných povrchů, kapalná prací přípravky a avivážní přípravky [9, 11].

Detergenty, ve kterých nacházejí tenzidy nejrozsáhlejší uplatnění, jsou s mýdlem z hlediska spotřeby důležitým ukazatelem stupně civilizační a kulturní vyspělosti země a životní úrovně obyvatel. Používají se především lehce biologicky rozložitelné tenzidy, aby nedocházelo k hromadění a jejich kumulaci ve vodách a znečišťování životního prostředí. Problémy způsobuje především vysoký obsah polyfosforečnanů. Složení nečistoty nelze ovlivnit, lze však použít biologicky rozložitelný mycí prostředek, proto by tenzidy použité v mycích, pracích a čisticích prostředcích měly být rychle a dokonale biologicky rozložitelné [18, 32].

5 TUKY Z HLEDISKA VÝŽIVY

Tuky jsou významnou složkou všech potravin, vedle bílkovin a cukrů patří k hlavním živinám potravy. Hlavní funkcí potravin je dodávání živin nezbytných pro zdraví a vývoj organismu a energie. Tuky jsou energeticky nejbohatší částí potravy, obsah energie je $37,7 \text{ kJ.g}^{-1}$. V organismech jsou využívány jako zásobárna energie pro činnost svalstva, nervů a pro celý chod organismu [4, 15, 24].

Problematika konzumace tuku, a to jak z hlediska celkového příjmu tuku, tak i z hlediska příjmu jednotlivých skupin mastných kyselin, je ve vyspělých státech stále aktuální. Celková spotřeba tuku je v České republice mnohem vyšší než stanovují výživová doporučení. Na vysoké spotřebě tuku se podílí zejména jeho příjem v tzv. skryté formě v potravinách živočišného původu (např. v uzeninách, masových konzervách, tučném mase), ale i v některých výrobcích pekařských, cukrářských a dalších produktech rostlinného původu (např. čokoládové a nečokoládové cukrovinky). Studiemi je prokázáno, že nejvýhodnějším rostlinným tukem ze zdravotního hlediska je olej olivový, k jehož výhodnému složení se přibližuje olej řepkový dále pak slunečnicový, sójový, podzemnicový, méně vhodné jsou oleje kokosový a palmový [23, 30].

Doporučuje se, aby tuk dodával asi 25 – 30 % celkové energie, což odpovídá 70 – 80 g tuku denně. Ve většině zemí s vysokou životní úrovní je však obsah tuku ve stravě podstatně vyšší, dosahuje někdy i hodnot nad 40 % z celkové energie [9].

Nutriční hodnota potravin souvisí s obsahem živin, jejich využitelností, přítomností dalších látek (např. antinutriční látky) a je závislá i na zdravotním stavu, stravovacím režimu atd. Důležitou složkou potravin ovlivňující nutriční hodnotu jsou tzv. esenciální výživové faktory. Tyto živiny neumí daný organismus syntetizovat, a proto je musí získávat z potravy. Esenciální výživové faktory jsou děleny podle množství, v kterém jsou organismem vyžadovány na makronutrienty a mikronutrienty. Mezi makronutrienty získávané z tuků patří především esenciální MK, mikronutrienty zahrnují většinu v tučných rozpustných vitamínů, stopových prvků a některé další látky (cholin, inositol) [4].

5.1 Esenciální mastné kyseliny

Esenciální MK patří mezi makronutrienty. Ve stravě přijímá člověk jen málo volných MK ostatní lipidy konzumované ve stravě se v malé míře již v žaludku a převážně v tenkém střevě enzymaticky štěpí na MK a teprve jako takové se vstřebávají střevní stěnou. Kromě

MK přijímaných ve stravě je člověk schopen také nasycené a nenasycené MK syntetizovat, nedovede však syntetizovat polyenové MK řady n-3 a n-6, ačkoli jsou nezbytně nutné pro správnou funkci organismu, a proto je musí v dostatečném množství přijímat ve stravě. Z chemického hlediska se jedná o polyenové MK s 18 a více uhlíky v řetězci [1, 4, 8].

5.1.1 Mastné kyseliny ω -3 a ω -6

Polyenové MK tvoří dvě fyziologicky významné metabolické řady omega-3 a omega-6. Prvními vstupními kyselinami v řadách ω -3 a ω -6 jsou kyseliny linolová (ω -6) a kyselina α -linolenová (ω -3) běžně nazývaná kyselina linolenová, které jsou syntetizovány pouze rostlinami. Hlavním zástupcem MK řady ω -3 je kyselina linolenová (n-3), která pochází převážně z potravy rostlinného původu, jejímž dobrým zdrojem jsou např. lněné semínko, lněný a řepkový olej. V organismu přechází na kyseliny eikosapentaenovou (EPA) a dokosahexaenovou (DHA), které patří ke kyselinám řady n-3. Velmi významný je obsah těchto kyselin u mořských savců a dalších mořských živočichů. Nejvýznamnější polyenovou, a také esenciální MK v potravě člověka, je kyselina linolová (ω -6). Kyselina linolová se vyskytuje v rostlinných olejích zvláště ve slunečnicovém, sójovém, světlicovém a podzemnicovém. Dostupnost a příjem kyseliny linolové v potravinách je dostatečný vzhledem k široké nabídce a oblibě rostlinných olejů. Představuje asi 90 % esenciálních MK ve výživě. V organismu se metabolizuje na kyselinu γ -linolenovou (n-6) a arachidonovou (n-6). Kyselina γ -linolenová se vyskytuje v méně známých rostlinných zdrojích především v pupalce dvouleté, brutnáku a černém rybízu. Kyselina arachidonová (n-6) je pro metabolismus člověka nejdůležitější esenciální MK, v potravě se však vyskytuje jen v malém množství [1, 4, 6, 25, 26, 28].

Tab. 8. Přítomnost ω -3 a 6 MK v potravinách [26].

mastné kyseliny		zdroje
linolová	ω -6	slunečnice, sója, kukuřice, sezam, vlašské ořechy
γ -linolenová	ω -6	pupalka dvouletá, brutnák, černý rybíz
arachidonová	ω -6	vejce, mořští živočichové
α -linolenová	ω -3	lněná semínka, vlašské ořechy, řepka, sója
eikosapentaenová	ω -3	mořští živočichové
dokosahexaenová	ω -3	mořští živočichové

Omega tuky regulují veškeré biologické funkce, činnost srdce a cév, imunitní a nervový systém. Kyseliny omega-3 snižují riziko srdečně-cévních onemocnění, infarktu myokardu, mozkové mrtvice, snižují riziko mnoha dalších potíží (zánětu, cukrovky, psychických potíží, osteoporózy, rakoviny) a podporují odbourávání zásobního tuku [27].

5.1.2 Fosfolipidy

Fosfolipidy jsou nejvýznamnější součástí heterolipidů. Fosfolipidy se podílejí např. na stavbě stěn buněk i vnitrobuněčných tělísek a udržují tuk vázaný v lipoproteinech, doporučuje se, aby strava byla bohatá na fosfolipidy. Surové rostlinné oleje jsou dobrým zdrojem fosfolipidů, zvláště pak sójový olej. Při získávání oleje zejména ze semen, přecházejí do olejové fáze. Významným fosfolipidem je lecitin, který je pro živočišný organismus důležitý zejména při trávení tuků, látkové výměně a pro vývin a funkci nervového systému. V potravinářství je využíván jako emulgátor nebo jako potravinový doplněk [4, 19, 29].

Tab. 9. Obsah fosfolipidů v olejích [4].

olej	obsah fosfolipidů (%)
bavlníkový	1,4 - 1,8
řepkový	1,2 - 3,5
sójový	až 3,2
sezamový	0,1
slunečnicový	až 1,5

5.2 Změny tuků

Při skladování tuků se projevuje vliv faktorů prostředí, které ovlivňují jeho vlastnosti. Jsou to především vlivy tepla, světla, vlhkosti, styk s kovy a možnost oxidací [15].

5.2.1 Oxidace tuků

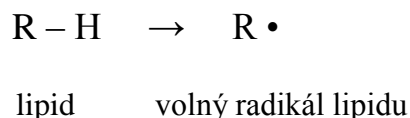
Při chemických modifikacích může dojít k výrazným strukturálním změnám, které jsou doprovázeny i změnami organoleptickými. Nejvýraznější změny nastávají při oxidaci tuků. Při oxidaci probíhají změny uhlovodíkového řetězce mastných kyselin. Proto probíhají u mastných kyselin volných i esterifikovaných. Protože v tuku je vždy přítomné malé množ-

ství volných mastných kyselin, mohou jejich karboxylové skupiny napomáhat rychlejším rozkladným způsobům [15].

Autooxidace mastných kyselin je nejběžnějším typem oxidace za podmínek, které přicházejí v úvahu při zpracování nebo skladování potravin. Při běžných teplotách se vzdušným kyslíkem oxidují jen nenasycené mastné kyseliny. Za vyšších teplot odpovídajících teplotám pečení, smažení a pražení dochází také k autooxidaci nasycených mastných kyselin [1].

Autooxidace uhlíkového řetězce mastných kyselin probíhá radikálovým mechanismem:

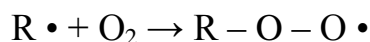
- iniciační reakce- prvním stupněm reakce je vznik volného vodíkového radikálu a volného radikálu mastné kyseliny, které vznikají štěpením kovalentní vazby C-H uhlovodíkového řetězce. energii potřebnou ke štěpení vazby může molekula mastných kyselin získat z různých zdrojů, např. může jít o energii tepelnou (záhřev), ozáření ultrafialovým nebo radioaktivním zářením, viditelným světlem (obr. 4) [1],



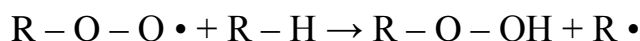
Obr. 4. Iniciační reakce – vznik volného radikálu [1].

- propagační reakce - vzniklý volný radikál mastné kyseliny je velmi reaktivní a snadno se slučuje s molekulou kyslíku, čímž dojde ke vzniku peroxylového radikálu. Vzniklý reaktivní radikál reaguje s další molekulou mastné kyseliny, za vzniku hydroperoxidu mastné kyseliny a dalšího volného radikálu (obr. 5) [1, 15],

tvorba peroxylového radikálu

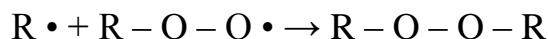
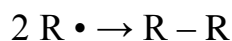


tvorba hydroperoxidu



Obr. 5. Propagační reakce [1].

- terminační reakce - pokud je koncentrace volných radikálů v reakčním systému dosti vysoká, je pravděpodobné, že dva volné radikály spolu zreagují za vzniku neradikálového, poměrně stabilního produktu a tím reakční řetěz skončí (obr. 6) [1].



Obr. 6. Terminační reakce [1].

Hydroperoxydy mastných kyselin a jejich radikály spolu mohou dále reagovat. Výsledkem těchto reakcí jsou další, sekundární produkty oxidace, hydroxykyseliny a oxokyseliny, štěpením jejich molekul mohou vznikat aldehydy nebo uhlovodíky. Tuk, který obsahuje tyto produkty, je nepoživatelný nejen kvůli zápachu vznikajících produktů oxidace, ale i pro hořkou chuť. Uhlovodíky dodávají typickou nažluktou chuť i velmi málo oxidovaným olejům, zatímco aldehydy jsou nositeli žluklé chuti při pokročilé oxidaci tuku [15].

5.2.2 Žluknutí tuků

Jako žluknutí se označuje soubor reakcí, které vedou ke zhoršení organoleptických vlastností tuků a potravin obsahujících lipidy [6].

Podle typů probíhajících reakcí rozlišujeme:

- žluknutí hydrolytické - může být zcela chemického rázu (např. při dlouhém vaření potravin), obvyklejší je však hydrolýza katalyzovaná enzymy, hlavně lipázami a fosfolipázami [6]. Při hydrolýze tuků se uvolňují mastné kyseliny, které u většiny tuků nepůsobí negativně na organoleptické vlastnosti, protože jsou smyslově nepostřehnutelné. Výjimkou jsou tuky, obsahující vázané mastné kyseliny s kratším uhlíkovým řetězcem (od 4 do 10 uhlíků). Kyseliny s 6 - 10 atomy uhlíku jsou ve značné míře přítomny také v kokosovém nebo palmojádrovém tuku [1]. Enzymatická hydrolýza probíhá při skladovacích teplotách, pokud je přítomno dostatečné množství vody [6],
- žluknutí oxidační - je způsobováno produkty oxidace tuků a olejů. Primární produkty autooxidace se neprojevují změnou organoleptických vlastností, ale jejich

rozkladem vznikají těkavé produkty, hlavně aldehydy, které jsou nositeli žluklé chuti [6],

- žluknutí ketonové - je typické pro mléčné tuky nebo kokosový tuk. Jeho příčinou je činnost mikroorganismů, jež přeměňují nižší mastné kyseliny na 2-alkanony a ty pak dodávají tuku charakteristickou květinovou vůni [6],
- chuťovou reverzi - je charakteristická pro sójový olej, někdy se vyskytuje také u jiných olejů obsahujících linolenovou kyselinu, např. u řepkového oleje. Projevuje se v době, kdy olej obsahuje ještě poměrně málo hydroperoxidů mastných kyselin. Jako chuťová reverze je označován pach po trávě a fazolích, jehož nositeli jsou různé sloučeniny vznikající rozkladem hydroperoxidů, a také různé deriváty furanu [1]. Olej lze zbavit zápachu rafinací, ale vada se po určité době projeví znovu [15].

5.2.3 Změny tuků při smažení

Při smažení se tuk zahřívá na teploty 150 – 200 °C. Vlastní smažení se provádí dvěma způsoby a to smažením v tenké vrstvě tuku nebo, smažením ve vrstvě tuku vysoké asi 50 mm, kdy je smažená potravina v tuku ponořena nebo v něm plave, tzv. fritování [15].

Procesy, probíhající v tukové lázni během smažení, lze zařadit do několika skupin reakcí:

- hydrolytické procesy - nastávají působením horké vodní páry (uvolňované ze smažené potraviny) na horký tuk a představují hlavní procesy probíhající při smažení. Hydrolyzou vznikají volné mastné kyseliny, které se z větší části adsorbují na smaženou potravinu nebo unikají do ovzduší [1],
- oxidační procesy – jsou při teplotách smažení velmi rychlé. Kyslík rozpuštěný v tuku se však spotřebovává, takže další oxidace probíhá jen pomalu a závisí na rychlosti, jakou další kyslík difunduje ze vzduchu, rychlost difuze se však podstatně zvýší, jestliže tuk začne pění, protože se pěněním zvětší styčná plocha mezi tukem a vzduchem [1],
- polymerační procesy - jsou způsobené jednak reakcemi mezi volnými radikály a jednak interakcemi karboxylových skupin volných MK s hydroxylovými a epoxidovými skupinami oxidovaných MK tuku [1],
- pyrolytické procesy (např. dehydratace) – jedná se o reakce produktů oxidace nebo jejich reakce s proteiny, které přispívají ke vzniku sensoricky aktivních látek [15]. K pyrolytickým reakcím patří rozklad glycerolu (uvolňovaného hydrolytickými procesy) na akrolein [1].

Jestliže obsah polárních látek vznikajících hydrolytickými a oxidačními reakcemi překročí 25 % a obsah polymerů 10 %, doporučuje se tuk vyměnit za čerstvý [1].

5.2.4 Účinky oxidovaných lipidů na zdraví

Oxidované lipidy nemají vysokou akutní toxicitu. Proto byl jejich účinek na zdraví dlouho podceňován. Tuk, který má vyšší podíl produktů oxidace a polymerů není toxický, spíše se zhoršují vlastnosti v něm upravované potraviny [15]. Při stanovení chronické toxicity se nepříznivě projevily cyklické dimery, zvláště cyklohexenové deriváty. Vyšší obsah hydroperoxidů vyvolává příznaky deficitu vitamínu E a esenciálních mastných kyselin. Zvyšuje se také propustnost pokožky pro vodu. Oxidované lipidy se rovněž hůře enzymaticky štěpí a obtížně stravují [1].

V poslední době však bylo prokázáno, že se při vyšším příjmu oxidovaných tuků zvyšuje jejich hladina v krevním séru a oxidované mastné kyseliny nebo z nich vzniklé volné radikály reagují s některými bílkovinami krevního séra a cévních stěn za vzniku aterosklerotických usazenin. Oxidované steroly jsou v tomto směru zvláště aktivní. Podobné usazeniny se tvoří např. v nervové tkáni a některých dalších důležitých orgánech [1]. Oxidační produkty lipidů mohou také reagovat s nukleovými kyselinami a způsobovat jejich mutace. Tím může dojít i k rozvoji zhoubného nádorového bujení [15].

Z těchto důvodů se doporučuje při zvýšeném příjmu snadno oxidovatelných polyenových lipidů zvýšit hladinu přijímaných přirozených antioxidantů, hlavně tokoferolů a karotenů [1]. Oxidační produkty lipidů jsou nebezpečné i tím, že při zpracování a skladování mohou reagovat s celou řadou složek potravy. To vede ke snížení jak výživové hodnoty, tak ke zhoršení organoleptických vlastností potravin. Reakce oxidovaných lipidů s proteiny vede ke vzniku lipoproteinů, ve kterých jsou obě složky vedle fyzikálních vazeb vázány i pevnými kovalentními vazbami. Některé vazby se vlivem reaktivních radikálů štěpí, vznikají pak radikály proteinů, případně se štěpí jejich řetězce [15]. Vůči oxidaci je zvláště citlivý cystein a methionin, dále histidin, tryptofan a fenylalanin, velmi reaktivními aminokyselinami jsou asparagin a arginin [1]. Může také docházet k oxidaci sacharidů na dikarboxylové sloučeniny [15]. Radikály, které vznikají jako meziproducty a α -dikarboxylové sloučeniny reagují dále s proteiny ve smyslu Maillardovy reakce [1].

ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na oleje a tuky rostlinného původu, které by svým výživovým významem, složením a spotřebou měly být více zastoupené než tuky živočišného původu. Příjem tuků v lidském organismu by měly ze 2/3 tvořit tuky rostlinného původu.

Tukový průmysl se zabývá zpracováním olejnin na výrobky, které jsou součástí lidské výživy, významné uplatnění nacházejí také ve zdravotnictví, chemickém průmyslu a jsou využívány pro technické účely.

Ve světové produkci jsou významnými olejninami sója, řepka olejná, slunečnice roční, olivovník evropský, kokosová palma, palma olejná, len, bavlník, sezam, skočec. Na trhu je k dispozici velké množství rostlinných olejů a tuků, rozdíl mezi nimi je především ve složení a obsahu jednotlivých mastných kyselin. Rostlinné zdroje obsahují z největší části nenasycené mastné kyseliny, nižší je obsah nasycených mastných kyselin a vyznačují se také tím, že jsou prosté cholesterolu.

Olejninu se zpracovávají lisováním a extrakcí, dalším významným zpracovatelským postupem je proces ztužování, při kterém dochází ke změně tekuté konzistence olejů na tuhou. Takto ztužené tuky jsou dalším produktem v potravinářské výrobě, používají se jako přísady do margarínu nebo pokrmových tuků. Diskutovaným tématem při výrobě ztužených tuků jsou *trans* formy mastných kyselin, které se řadí k rizikovým faktorům civilizačních chorob. V dnešní době nachází uplatnění nové metody, při kterých *trans* mastné kyseliny prakticky nevznikají. Mezi další faktory, které mají vliv na výživovou hodnotu tuků a vliv na lidské zdraví jsou produkty, které vznikají při oxidaci, dochází tak ke snížení výživové hodnoty a zhoršení vlastností potravin, zejména organoleptických.

Z rostlinné stravy přijímáme tuky ve formě triacylglycerolů, další součástí tuků jsou látky, které jsou obsaženy jako jejich přirozená součást, nebo byly do tuku přidány při jeho zpracování. Jedná se o látky, které jsou pro organismus nepostradatelné a to především fosfolipidy, vitamíny rozpustné v tucích, barviva a antioxidanty. Rostlinné tuky jsou také důležitým zdrojem esenciálních mastných kyselin, které jsou pro organismus nepostradatelné. Jedná se především o kyselinu linolovou a linolenovou. Optimální poměr kyselin ω -6 : ω -3 se udává maximálně 5:1, dlouhodobý nedostatek nebo nadbytek těchto kyselin má nežádoucí vliv pro lidské zdraví.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. 1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 352s. ISBN 80-902391-3-7
- [2] DOSTÁL, Jiří a Petr KAPLAN. *Lékařská chemie 2*. 1.vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2003, 223s. ISBN 80-210-2731-2
- [3] KARLSON, Peter. *Základy biochemie*. 3.vyd. Praha: Academia, 1981, 504s.
- [4] CHEMIE A TECHNOLOGIE TUKŮ. [online]. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://utb.cepac.cz/Screens/Explorer.aspx?id=4>
- [5] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., BUDÍNSKÝ, P. *Potravinářská biochemie 1*. 1.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2006, 160s. ISBN 80-7318-495-8
- [6] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1983, 632s.
- [7] ZAJÍC, Jiří a Milan BAREŠ. *Chemie a technologie tuků*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola chemicko- technologická, 1988, 244s.
- [8] KARLBERGER, Jan. *Technologie tuků a kosmetiky 1*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1979, 212s.
- [9] PELIKÁN, Miloš. *Zpracování obilovin a olejnin*. 2.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001, 148s. ISBN 80-7157-525-9
- [10] FÁBRY, Andrej a kol. *Olejniny*. 1.vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 1992. ISBN 80-7084-043-9
- [11] KADLEC, Pavel a kol. *Technologie potravin 2*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola chemicko- technologická, 2007, 236s. ISBN 80-7080-510-2
- [12] VALÍČEK, Pavel a kol. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. 1.vyd. Praha: Academia, 1989, 420s. ISBN 80-200-0000-3
- [13] ZIMOLKA, Josef a kol. *Rostlinná výroba 1*. 1.vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, Brno 1988, 217s.
- [14] WOLF, Augustin. *Hygiena výživy*. 1.vyd. Praha: Avicenum, 1985, 384s.
- [15] ODSTRČIL, Jaroslav a Milada ODSTRČILOVÁ. *Chemie potravin*. 1.vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006, 164s. ISBN 80-7013-435-6

- [16] KARLBERGER, Jan. *Technologie tuků a kosmetiky 3*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1980, 174s.
- [17] INGR, Ivo a kol. *Zpracování zemědělských produktů*. 2.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001, 249s. ISBN 80-7157-520-8
- [18] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 190s. ISBN 978-80-7318-520-6
- [19] KARLBERGER, Jan. *Technologie tuků a kosmetiky 2*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1979, 306s.
- [20] MALÉŘ, Josef. *Zpracování olejnatých semen a mléka*. 1.vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1994, 38s. ISBN 80-7105-084-9
- [21] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 648/2004 ze dne 31. března 2004 o detergentech. [online]. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narizeni_detergenty/\\$FILE/oenarizeni_648_2004-20051008.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narizeni_detergenty/$FILE/oenarizeni_648_2004-20051008.pdf)
- [22] HAMPL, B. a kol. *Obecná chemická technologie 3*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1962, 456s.
- [23] EKONOMIKA VÝŽIVY A VÝŽIVOVÁ POLITIKA. [online]. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://utb.cepac.cz/Screens/Explorerer.aspx?id=9>
- [24] DUDÁŠ, František a kol. *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*. 1.vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1981, 384s.
- [25] DOSTÁLOVÁ, Jana. *Tuky v potravinách a jejich nutriční hodnocení*. [online]. [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://www.internimedica.cz/pdfs/int/2011/09/08.pdf>
- [26] MOUREK, Jindřich a kol. *Mastné kyseliny omega-3 zdraví a vývoj*. 1.vyd. Praha: TRITON, 2007, 174s. ISBN 978-80-7254-917-7
- [27] FREJ, David. *Zdravé tuky omega*. Praha: EB, Eva Babická, 2004, 166s. ISBN 80-903234-1-3
- [28] CLARA, Felix. *Vše o tucích typu omega-3*. Praha: PRAGMA, 1998, ISBN 80-7205-886-X
- [29] POKORNÝ, Jan. *Tuky ve výživě*. Praha: Společnost pro výživu, 1995, 30s.

- [30] DRBOHLAV, Jan. *Seminář k využití rostlinných tuků v mléčných výrobcích*. [online]. [cit. 2012-05-14]. Dostupné z: <http://www.agral.cz/LinkClick.aspx?fileticket=gPNyY3yOEDk%3D&tabid=730&language=cs-CZ>
- [31] ČR. VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ: kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé oleje a tuky. In: č. 77/2003 Sb. 2003 [online]. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1006126&docType=ART&nid=11816>
- [32] ŠMIDRKAL, Jan. *Tenzidy a detergenty dnes*. [online]. [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: http://w.chemicke-listy.cz/docs/full/1999_07_421-427.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MK Masná kyselina

EPA Eikosapentaenová kyselina

DHA Dokosahexaenová kyselina

ω -6 Omega- 6 masná kyselina

ω -3 Omega-3 masná kyselina

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Obecná struktura alifatických vosků.....	14
Obr. 2. Estery glycerolu a MK.....	15
Obr. 3. Schéma výroby rostlinných olejů.....	21
Obr. 4. Iniciační reakce – vznik volného radikálu.....	35
Obr. 5. Propagační reakce.....	35
Obr. 6. Terminační reakce.....	36

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Hlavní nasycené MK.....	11
Tab. 2. Hlavní monoenové MK.....	12
Tab. 3. Obsah nasycených, monoenových a polyenových MK ve vybraných tucích a olejích (% veškerých MK)	13
Tab. 4. Složení hlavních MK olejů se středním a vysokým obsahem kyseliny linolové (% veškerých MK).....	18
Tab. 5. Složení MK tuků ze semen palem (% veškerých MK).....	19
Tab. 6. Obsah MK ve vybraných ztužených tucích.....	23
Tab. 7. Složení hlavních MK tuhých rostlinných tuků.....	27
Tab. 8. Přítomnost ω -3 a 6 MK v potravinách.....	33
Tab. 9. Obsah fosfolipidů v olejích.....	34

SEZNAM PŘÍLOH

- I. Rozdělení olejů a tuků podle legislativy

PŘÍLOHA P I: ROZDĚLENÍ OLEJŮ A TUKŮ PODLE LEGISLATIVY

VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ

Pro účely této vyhlášky č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé oleje a tuky, se rozumí [31]

- a) jedlým tukem a olejem- směs smíšených triacylglycerolů, které se v závislosti na poměrném zastoupení mastných kyselin v triacylglycerolu vyskytují za normálních podmínek v tekutém nebo tuhém stavu
- b) rostlinným tukem a olejem- jedlý tuk a olej získaný ze semen, plodů nebo jader plodů olejnatých rostlin
- c) živočišným tukem a olejem- jedlý tuk a olej získaný z požitelných tukových tkání jatečných zvířat nebo mořských živočichů za podmínek stanovených zvláštním právním předpisem ²⁾
- d) ztuženým tukem- jedlý tuk, který byl získán ztužováním rostlinných a živočišných tuků a olejů nebo jejich směsí
- e) přeesterifikovaným tukem- jedlý tuk, který byl získán přeesterifikací rostlinných nebo živočišných tuků a olejů, nebo jejich směsí, včetně ztužených tuků
- f) pokrmovným tukem- jedlý tuk, který prošel procesem ztužování nebo přeesterifikace, nebo kombinací těchto procesů, nebo směsí ztužených tuků a jedlých tuků a olejů, nebo směsí jedlých rostlinných a živočišných olejů a tuků
- g) roztíratelným tukem- jedlý tuk, nebo směs ztužených nebo přeesterifikovaných tuků, nebo kombinací těchto procesů, splňující požadavky stanovené předpisem Evropských společenství¹²⁾
- h) směsným roztíratelným tukem- jedlý tuk podle předpisu Evropských společenství¹²⁾
- i) tekutým emulgovaným tukem- jedlý tuk, nebo směs ztužených nebo přeesterifikovaných tuků, nebo směs ztužených a přeesterifikovaných tuků, s jedlými oleji a tuky ve formě emulze vody v tuku s obsahem 10 % až 90 % hmotnostních tuku, který je při teplotě 20°C tekutý
- j) koncentrovaným tukem- tuk, jehož celkový obsah tuku je vyšší než 90 % hmotnostních a nižší než 99,5 % hmotnostních
- k) olejem lisovaným za studena- olej získaný pouze mechanickými postupy vyluhování nebo lisování bez tepelného ohřevu, které nevedou ke změnám charakteru oleje a pro jeho vyčištění se používá pouze promývání vodou, usazování, filtrování a odstředování

l) panenským olejem- olej podle jednotného nařízení a společné organizaci trhů^{1a)}

1a) Nařízení Rady (ES) č. 1234/2007 ze dne 22. října 2007, kterým se stanoví společná organizace zemědělských trhů a zvláštní ustanovení pro některé zemědělské produkty (jednotné nařízení o společné organizaci trhů).

2) Zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů (veterinární zákon), ve znění zákona č. 29/2000 Sb., zákona č. 154/2000 Sb., zákona č. 102/2001 Sb., zákona č. 76/2002 Sb., zákona č. 120/2002 Sb., zákona č. 309/2002 Sb., zákona č. 320/2002 Sb. a zákona č. 131/2003 Sb.

12) Nařízení Rady (ES) č. 2991/94 [31].