

Změny složek rostlinných olejů během tepelné úpravy a skladování

Růžena Vašková

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Růžena VAŠKOVÁ**
Osobní číslo: **T10014**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin-specializace
Technologie mléka a mléčných výrobků**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Změny složek rostlinných olejů během tepelné
úpravy a skladování**

Zásady pro vypracování:

1. Lipidy, jejich dělení, výživové faktory a technologie výroby rostlinných olejů.
2. Charakterizace smažení, smažené pokrmy ve vztahu k výživě lidí.
3. Popis změn složek rostlinných olejů při smažení a možná rizika konzumace smažených jídel.
4. Popis změn v kvalitě rostlinných olejů v průběhu skladování, doporučení pro správné skladování.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J. Chemie potravin, Osis, Tábor 2009, 644 s.

[2] KADLEC, P. Technologie potravin 2, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze 2008, 236 s.

[3] ROSSELL, J. *Frying: improving quality*. Boca Raton, FL: CRC Press/Woodhead Pub, 2001, 369 s.

[4] SILVA, L., PINTO J., CARROLA, J., PAIVA-MARTINS, F. Oxidative Stability of Olive Oil After Food Processing and Comparison with Other Vegetable Oils. *Food Chemistry*, 2010, vol. 121, no. 4 s. 1177-1187

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jiří Mlček, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

16. ledna 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

2. května 2013

Ve Zlíně dne 4. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Růžena Vašková

Obor: Chemie a technologie potravin

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 obhajoby ¹⁾;
- 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. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 § 60 ³⁾ 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 1. 5. 2013


.....

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 nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, 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 nahlížení 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, užije-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). Odpírá-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 užít 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 jím 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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo zaměřit se na lipidy, převážně rostlinné oleje, jejich popis a vlastnosti, suroviny, ze kterých se získávají, výrobu tuků a olejů, a poté popsat jejich změny během tepelné úpravy a skladování. Dále pak na nutriční aspekty smažení, vznik produktů při této úpravě a jejich zdravotní dopad na člověka.

Klíčová slova: lipidy, rostlinné oleje, smažení, oxidace

ABSTRACT

The aim of this thesis was aimed to describe the lipids, mostly vegetable oils, its characteristics, properties, fat and oil production and to describe their changes in thermic modification and changes during storage. The next part of thesis is about nutritive aspects of frying, products creation during this modification and influence on human health.

Keywords: fats, vegetable oils, frying, oxidation

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu Ing. Jiřímu Mlčkovi, Ph.D. za cenné rady, které mi pomohly při vypracování práce a také všem ostatním, kteří mě v průběhu studia podpořovali.

Motto

„Na vrcholy neexistuje zkratka“

Zdeněk Štybar

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně, a že odevzdaná verze bakalářské práce a verze nahraná do IS/STAG jsou totožné.

ÚVOD	10
I. TEORETICKÁ ČÁST	12
1 LIPIDY	13
1.1 DĚLENÍ LIPIDŮ	13
1.2 MASTNÉ KYSELINY	13
1.2.1 NASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY	14
1.2.2 NENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY S JEDNOU DVOJNOU VAZBOU (MONOENOVÉ)....	15
1.2.3 NENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY S NĚKOLIKA DVOJNÝMI VAZBAMI (POLYENOVÉ).....	16
1.3 HOMOLIPIDY	16
1.3.1 ESTERY GLYCEROLU	17
1.4 HETEROLIPIDY	18
1.5 KOMPLEXNÍ LIPIDY	18
1.6 DOPROVODNÉ LÁTKY LIPIDŮ	19
1.6.1 STEROLY.....	19
2 TECHNOLOGIE OLEJŮ A TUKŮ	20
2.1 NUTRIČNÍ VÝZNAM A OLEOCHEMICKÉ VYUŽITÍ OLEJŮ	20
2.2 HLAVNÍ OLEJNATÉ SUROVINY	21
2.3 ZÍSKÁVÁNÍ TUKŮ A OLEJŮ	27
2.3.1 LISOVÁNÍ A EXTRAKCE	27
2.3.2 RAFINACE SUROVÝCH OLEJŮ	28
2.4 CHEMICKÉ VLASTNOSTI ROSTLINNÝCH OLEJŮ	30
3 SMAŽENÍ POTRAVIN	33
3.1 FYZIKÁLNÍ ZMĚNY SMAŽICÍHO OLEJE A SMAŽENÉHO POKRMU	36
3.2 CHEMICKÉ REAKCE PŘI SMAŽENÍ POTRAVIN	37
3.3 TVORBA AROMATICKÝCH LÁTEK PŘI SMAŽENÍ	39
3.4 NEJVHODNĚJŠÍ OLEJE PRO FRITOVÁNÍ	40
3.5 ZMĚNY SLOŽENÍ POTRAVIN BĚHEM SMAŽENÍ	41
3.6 STABILIZACE SMAŽICÍHO OLEJE PROTI OXIDACI	43
3.7 STABILIZACE USMAŽENÝCH VÝROBKŮ PRO DELŠÍ SKLADOVÁNÍ ..	44
3.8 ÚČINKY OXIDOVANÝCH LIPIDŮ NA LIDSKÉ ZDRAVÍ	44
4 SKLADOVÁNÍ ROSTLINNÝCH OLEJŮ	46
4.1 ZMĚNY V KVALITĚ V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ	46
4.1.1 SKLADOVÁNÍ PANENSKÉHO OLIVOVÉHO OLEJE.....	47
4.1.2 SKLADOVÁNÍ SLUNEČNICOVÉHO OLEJE	48
4.1.3 SKLADOVÁNÍ ŘEPKOVÉHO OLEJE	48
4.1.4 SKLADOVÁNÍ LNĚNÉHO A KONOPNÉHO OLEJE.....	49
4.1.5 SKLADOVÁNÍ PALMOVÉHO OLEJE	49
4.1.6 SKLADOVÁNÍ SEZAMOVÉHO A SÓJOVÉHO OLEJE	49
4.2 OBALOVÉ MATERIÁLY OLEJŮ	50
ZÁVĚR	51

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	52
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	56
SEZNAM OBRÁZKŮ	57
SEZNAM TABULEK	58

ÚVOD

Naše strava ovlivňuje především naše zdraví. Neměli bychom se vzdalovat od optima, to znamená nekonzumovat ani více ani méně, než náš organismus za daných podmínek potřebuje. Vzdalování od tohoto optima může vést k rizikům různých onemocnění.

Stále více pozornosti se věnuje problematice kardiovaskulárních onemocnění, hlavně pak problematice aterosklerózy, která je hlavní příčinou těchto onemocnění. V dnešní době na aterosklerózu a další komplikace jako je infarkt myokardu nebo mozková mrtvice umírá v rozvinutých zemích velká spousta obyvatel. Velkou roli při vzniku těchto onemocnění hraje výživa, respektive špatné stravovací návyky, které úzce souvisí s rizikovými faktory pro jejich vznik. Lidé přijímají zbytečně moc energie, tuků, zvláště pak živočišných a s nimi spojený vysoký příjem cholesterolu. Dále pak málo látek s antioxidačními účinky, které by snižovali oxidaci tuků, zejména oxidaci frakce LDL cholesterolu.

Tuky jsou hlavními zdroji energie z potravy (37,7 KJ/g), tzn., že odbouráním 1g tuku získá náš organismus více než dvojnásobek energie než při odbourání sacharidů (16,7 KJ/g). V těle složí tuk jako vydatný zdroj energie uložený v tukové tkáni. Podle doporučení Světové zdravotnické organizace (WHO) by měl procentuálně příjem tuků tvořit 30% celkového energetického příjmu, toto číslo by však neměl přesáhnout a orientovat se spíše směrem dolů k 25%. Tělo touží po energetické rovnováze, a té je dosaženo, když se energetický příjem vyrovná energetickému výdeji. Déle přetrvávající příjem vede k ukládání tuku do tukových rezerv a následuje zvýšení hmotnosti, obezita a může dojít k výše popsaným onemocněním. A je známo, že výskyt obezity stoupá nejen v rozvinutých zemích.

Problematika konzumace tuku, celkového příjmu tuku i příjmu jednotlivých mastných kyselin je velmi aktuální, v ČR je spotřeba o mnoho vyšší, než stanovují výživové doporučení. Jde o spotřebu hlavně v jeho skryté formě v potravinách živočišného původu.

Důležitý je také příjem jednotlivých skupin mastných kyselin. Ty, kterých bychom se měli vyvarovat jsou nasycené a trans nenasycené. Příjem trans nenasycených kyselin by neměl překročit 2%, ale někteří autoři uvádí hodnotu poněkud nižší a to pouze 1%. Doporučení říká, že jednotlivý poměr mezi nasycenými mastnými kyselinami, monoenovými mastnými kyselinami a polyenovými mastnými kyselinami je 1 : 1,4 : 0,6. Je třeba se ovšem dívat i na poměr polyenových mastných kyselin řady n-6 (kyseliny linolové, γ -linolenové, arachidonové, dokosapentaenové) a n-3 (kyselin α -linolenové, EPA, DHA), který by měl činit 5:1. Na potřebu zvýšit příjem polyenových mastných kyselin je u nás často poukazováno.

Kromě toho, že budeme konzumovat odpovídající množství tuků se zachováním jejich doporučené struktury, měli bychom se zabývat i výběrem tuků a olejů vhodných pro kulinářskou úpravu, jelikož pro různé kuchyňské přípravy jsou určeny různé druhy tuků. Tímto způsobem zabráníme např. nutričním ztrátám. Při vaření, kde se předpokládá nízká oxidace lipidů, by měly mít tuky nízký obsah nasycených kyselin, obsah polyenových může být vysoký. Vhodné jsou např. roztíratelné a pokrmové tuky. Při pečení, kde je úroveň oxidace vyšší by měl tuk obsahovat především mastné kyseliny monoenové, proto jsou vhodné pokrmové a šlehané tuky, fritovací oleje a možné je i malé množství sádla.

Při smažení se předpokládá vysoká oxidace použitého tuku a současně jeho přepalování. V tuku by proto měli převažovat kyseliny olejová a nasycené mastné kyseliny, obsah polyenových kyselin by měl být nízký. Pro toto použití jsou vhodné speciální fritovací oleje, pokrmové a šlehané tuky, také ale olivový olej. Během jednorázového smažení menšího množství suroviny se dá použít i olej rostlinný. Vhodné není např. máslo, které se snadno přepaluje. Přímo pro fritování se používají oleje s nízkým obsahem polyenových mastných kyselin, např. olivový nebo palmový.

Smažení patří mezi nejoblíbenější způsoby přípravy pokrmů, a přesto že to není z energetického hlediska úprava právě chudá, můžeme používat velké množství potravin jako různé části masa, ryby, zeleninu, houby, sýry, bramborové a luštěninové směsi, a proto je po celém světě tak rozšířené.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LIPIDY

1.1 Dělení lipidů

Lipidy řadíme k významným složkám potravin a pro výživu člověka tvoří jednu z hlavních živin, která je nezbytná pro zdravý vývoj organismu [1].

Tyto látky biologického původu jsou rozpustné v organických rozpouštědlech (např. chloroform, ether, benzen aj.) Jsou pouze částečně rozpustné nebo úplně nerozpustné ve vodě. Lipidy jsou látky chemicky velmi nesourodé a liší se svojí strukturou. Jediným jejich společným znakem je převaha dlouhých nepolárních uhlovodíkových řetězců, které dodávají lipidům hydrofobní olejovou nebo voskovou povahu a činí je tak ve vodě nerozpustnými [2].

Obvykle jsou definovány jako přírodní sloučeniny obsahující vázané mastné kyseliny o více než 3 atomech uhlíku [1].

Podle chemického složení můžeme lipidy rozdělit do těchto skupin:

- homolipidy
- heterolipidy
- komplexní lipidy
- doprovodné látky lipidů

1.2 Mastné kyseliny

Z hlediska výživy jsou mastné kyseliny nejdůležitější a nejvýznamnější složkou lipidů [1].

Mastné kyseliny se vyskytují především jako estery v přírodních tucích a olejích, mohou však být přítomné i v neesterifikované formě jako volné, kdy jsou transportní formou přítomnou v krevní plasmě. Většinou mají sudý počet uhlíků a více než polovina mastných kyselin jsou nenasycené (obsahují dvojně vazby). Bod tání mastných kyselin se sudým počtem atomů uhlíku se zvyšuje s délkou řetězce a klesá s přibývajícím počtem dvojných vazeb. Membránové lipidy, které mají zůstat tekuté při všech změnách okolního prostředí, jsou více nenasycené než zásobní tuky [1, 3].

V lipidech se vyskytují tyto skupiny mastných kyselin:

- nasycené mastné kyseliny
- nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenoové)

- nenasycené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami (polyenové)
- mastné kyseliny s trojnými vazbami a různými substituenty (rozvětvené, cyklické, s kyslíkatými, sirnými nebo dusíkatými funkčními skupinami)

1.2.1 Nasycené mastné kyseliny

Nasycené mastné kyseliny bývají běžnou složkou přírodních lipidů [1].

Jsou to karboxylové kyseliny s dlouhými uhlovodíkovými řetězci, v přírodě se vyskytují většinou esterově vázané jako hlavní složky lipidů. Obsahují 4 až 60 atomů uhlíku a zpravidla rovný nerozvětvený řetězec [2].

Užívají se pro ně systematické i triviální názvy, uvádějí se i zkrácené zápisy [1].

Jejich obecný vzorec je $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_n\text{-COOH}$

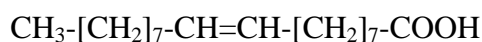
Tab. 1. Příklad nasycených mastných kyselin v lipidech [2]

Triviální název	Počet atomů uhlíku	Mastná kyselina
másečná	4	butanová
kapronová	6	hexanová
kaprylová	8	oktanová
kaprinová	10	dekanová
laurová	12	dodekanová
myristová	14	tetradekanová
palmitová	16	hexadekanová
stearová	18	oktadekanová
arachová	20	eikosanová

V potravinách bývají nejčastěji kyselina palmitová a stearová. Kyseliny máselná, valerová, kapronová, kaprylová a kaprinová se v malém množství mohou vyskytovat v másle a kozím mléce. Kyselina laurová je přítomna ve skořici, kokosovém oleji nebo bobkovém listě, kyselina myristová v kokosu, kyselina stearová a palmitová např. v hovězím loji a kyselina arachová v podzemnici olejné [2].

1.2.2 Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenoové)

Nenasycené mastné kyseliny jsou významnou a nutričně nezastupitelnou složkou lipidů a nejvýznamnější jsou s 18 uhlíky v řetězci. Monoenoové mastné kyseliny mají rovný řetězec, liší navzájem počtem atomů uhlíku, polohou dvojných vazeb a její prostorovou konfigurací. Příkladem monoenoových kyselin je kyselina olejová, jejímž bohatým zdrojem jsou rostlinné oleje. Kyselina olejová je také nezbytnou složkou lipidů, které vytvářejí biologické membrány, a proto vzniká u všech organismů [4, 2].



kyselina olejová

Tab. 2. Příklad monoenoových mastných kyselin v lipidech [2]

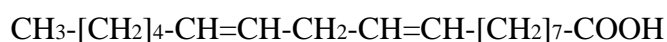
Triviální název	Počet atomů uhlíku	Poloha dvojných vazeb	Isomer	Mastná kyselina
obtusilová	10	4	cis	decenová
kaprolejová	10	9	cis	decenová
myristolejová	14	9	cis	tetradecenová
palmitolejová	16	9	cis	hexadecenová
palmitelaidová	16	9	trans	hexadecenová
olejová	18	9	cis	oktadecenová
elaidová	18	9	trans	oktadecenová
eruková	22	13	cis	dokosenová

1.2.3 Nenasycené mastné kyseliny s několika dvojnými vazbami (polyenové)

Jen několik polyenových mastných kyselin se vyskytuje v přírodě. V biologických systémech se setkáváme s dalším rozdělením jednotlivých polyenových mastných kyselin a to zpravidla vždy podle polohy první dvojně vazby od koncové methylové skupiny. Mezi nejvýznamnější patří kyseliny linolová, linolenová a arachidonová, které mají pro živočišný organismus esenciální charakter [2].

Mastné kyseliny se dvěma dvojnými vazbami (dienové) jsou velmi důležité ve výživě [5].

K nejznámějším dienovým mastným kyselinám patří kyselina linolová s 18 atomy uhlíku. Patří do řady n-6 (ω -6) mastných kyselin, tudíž má první dvojnou vazbu na šestém uhlíku od koncové methylové skupiny. Podobně se setkáváme s řadou n-3 (ω -3) mastných kyselin [1].



kyselina linolová

Zástupci trienových mastných kyselin jsou kyseliny α -linolenová z řady n-3 a γ -linolenová z řady n-6 mastných kyselin. Vzácně se vyskytují kyseliny tetraenové, nejznámější je kyselina arachidonová, která patří do řady n-6. Kyselinou s pěti dvojnými vazbami, pentaenovou, je kyselina klupanodonová patřící do řady n-3. Mezi další pentaenové mastné kyseliny patří i kyselina eikosapentaenová (EPA) s dvaceti uhlíky. Mezi hexaenové mastné kyseliny patří kyselina dokosahexaenová (DHA) s 22 uhlíky. Velké množství nenasycených mastných kyselin obsahují rybí tuky [2].

1.3 Homolipidy

Homolipidy, které se skládají z mastných kyselin vázaných na alkoholy, rozdělujeme výhradně na základě vázaného alkoholu. V přírodních lipidech je to většinou glycerol [1, 3].

Rozeznáváme tyto homolipidy:

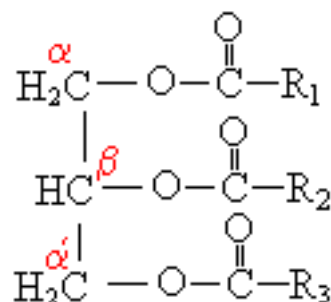
- estery jednosytných alkoholů
- estery glykolů
- estery glycerolu
- estery vícesytných alkoholů

1.3.1 Estery glycerolu

Potravinářsky nejvýznamnější lipidy jsou estery glycerolu. Označují se podle svého skupenství jako tuky a oleje, které můžeme ještě rozdělit podle původu na živočišné a rostlinné. Jedná se převážně o triestery mastných kyselin a glycerolu.

- živočišné – tuky (lůj, máslo, sádlo), oleje (rybí tuk)
- rostlinné – tuky (kakaové máslo, palmový tuk), oleje (olivový, řepkový, slunečnicový, sojový, kukuřičný, lněný)

Tuky a oleje (pokud jsou tuky za teploty okolí kapalné, nazývají se oleje) jsou složité směsi jednoduchých a smíšených triacylglycerolů, a jejich složka, která je tvořena mastnými kyselinami, se liší podle druhu organismu. Rostlinné oleje jsou všeobecně bohatší na zbytky nenasyčených mastných kyselin, než je tomu u živočišných tuků [1].



Obr. 1. triacylglycerol [1]

Na molekulu glycerolu může být vázána pouze jedna mastná kyselina, potom vznikají 1-monoacylglyceroly, vyskytující se v potravinách nebo 2-monoacylglyceroly. Pokud jsou na molekulu glycerolu navázány dvě mastné kyseliny, vznikají 1,2- nebo 1,3-diacylglyceroly, které se v přírodních tucích vyskytují ve velkém množství. V přírodě se ovšem nejvíce vyskytují triacylglyceroly, tzn., že na jednu molekulu glycerolu jsou esterově navázány tři mastné kyseliny [2].

Když jsou na glycerolu navázány tři stejné mastné kyseliny, jedná se o jednoduché triacylglyceroly. Pokud jsou na glycerolu navázány dvě nebo tři různé mastné kyseliny jedná se o triacylglyceroly smíšené. Jen malá část triacylglycerolů má v přírodních tucích na všech esterových pozicích stejnou mastnou kyselinu, většina z nich jsou smíšené triacylglyceroly [1].

Tuky jsou velmi účinné látky pro ukládání metabolické energie. Jsou oxidovány do nižší úrovně než sacharidy nebo proteiny, proto jejich oxidační odbourávání poskytuje více energie [5].

Tuky jsou také velmi málo stálé a podléhají souboru rozkladných reakcí tzv. žluknutí. Jedná se hlavně o autooxidační procesy účinkem vzdušného kyslíku a světla, kdy vznikají z nenasycených mastných kyselin příslušné peroxidy. Na vzniku peroxidu se může podílet i enzym *lipoxidasa*. Autooxidace lipidů vystavených kyslíku je zodpovědná nejen za kažení potravin, také však za poškození tkání, kde by mohla být příčinou rakoviny, zánětlivých onemocnění, stárnutí apod. [5].

Příroda i lidé používají antioxidanty k tomu, aby kontrolovali a omezovali peroxidaci lipidů. Aby se zabránilo této autooxidaci, přidávají se do tuků antioxidační prostředky.

Tuky mohou fungovat i jako rozpouštědlo a nosiče některých vitaminů (A a D), např. při jejich vstřebávání [1, 6].

1.4 Heterolipidy

Heterolipidy obsahují na rozdíl od homolipidů kromě alkoholu a mastné kyseliny ještě jednu složku navíc. Nejčastěji je to kyselina fosforečná [1, 2].

Podle toho, jakou složku obsahují, je dělíme na:

- fosfolipidy
- ceramidy a cerebrosidy
- glykolipidy
- sulfolipidy a sírany
- sialolipidy

1.5 Komplexní lipidy

Jsou makromolekulární látky, ve kterých je lipidová složka na nelipidový podíl navázána vodíkovými můstky, hydrofobními interakcemi nebo jinými fyzikálními vazbami. Jako nelipidový podíl bývá nejčastěji vázán protein nebo polysacharid, popřípadě směs proteinu a sacharidu, lignin apod. [1].

Mezi nejznámější komplexní lipidy patří lipoproteiny krevního séra [6].

1.6 Doprovodné látky lipidů

Jsou to potravinové suroviny a výrobky, které obsahují kromě lipidů ještě další lipofilní látky a někdy jsou označovány jako lipoidy [2].

1.6.1 Steroly

Steroly jsou tuhé krystalické látky, které mají vysoký bodu tání, jsou nerozpustné ve vodě a špatně rozpustné v alkoholu, dobře se však rozpouští v nepolárních rozpouštědlech [2].

Podle původu steroly dělíme na:

- zoosteroly (živočišné steroly)
- fytoosteroly (rostlinné steroly)
- mykosteroly (steroly hub)
- mořské steroly (steroly mořských živočichů)

2 TECHNOLOGIE OLEJŮ A TUKŮ

2.1 Nutriční význam a oleochemické využití olejů

Tuky a oleje patří mezi základní potraviny a jejich zpracování je již historicky věnována velká pozornost. Suroviny pro výrobu olejů a tuků jsou rostlinného i živočišného původu. Vedle svého nutričního významu nalézají oleje uplatnění také jako chemická surovina, příp. jako palivo (využívání olejů na výrobu bionafty). Představují obnovitelný zdroj energie a látky, které jsou ekologicky příznivé. Tukový průmysl zpracovává především oleje a tuky rostlinného původu z olejnatých semen a dužin plodů. Živočišné tuky přicházejí do tukového průmyslu ke zpracování z průmyslu masného nebo mlékárenského [7].

Z nutričního hlediska představují oleje a tuky významný zdroj energie, esenciálních mastných kyselin (kyselina linolová, linoleová), fosfolipidů, lipofilních vitamínů a dalších biologicky aktivních látek. Rostlinné oleje a tuky neobsahují cholesterol, který může být ze zdravotního hlediska diskutabilní [8].

Olejnata semena mají značně vysokou nutriční hodnotu. Vedle tuků a olejů obsahují bílkoviny, lecitin, polysacharidy, soli (Ca, Fe, Mg, K atd.) i vitamíny [9].

Protože se zdroje živočišných tuků stávaly postupně omezené, docházelo k pomalému přechodu na pěstování olejin. Teprve pak průmyslové zpracování olejin na rostlinné oleje dalo vzniknout modernímu tukovému průmyslu [7].

Základním produktem tukového průmyslu je plně rafinovaný rostlinný olej (jednodruhový nebo směsný). Z důvodu nižší oxidační stability není správné používat oleje obsahující kyselinu linoleovou při vysokých teplotách, např. při smažení a fritování [10].

Druhou hlavní výrobovou skupinu představují emulgované tuky (emulze voda v oleji) pod nejběžnějším názvem margariny a pokrmové tuky. Jejich uplatnění v domácnosti je velmi široké od použití ve studené kuchyni, přípravy těst, až po smažení.

Opačný typ emulze (olej ve vodě) představují majonézy, výrobky průmyslu zabývajícího se zpracováním vajec, kde se uplatňují rafinované rostlinné oleje (slunečnicový, sójový aj.) [7].

Zvláštní kapitolu představují tzv. tukové speciality, jako jsou tuky pro průmysl čokolády a cukrovinek, u kterých jsou obvykle požadovány specifické fyzikální a konzistenční vlastnosti.

Nepotravinářské využití olejů a tuků je rovněž tradiční, je to např. výroba olejů na svícení a výroba mýdla, od které se mnohde se zpracováním tuků započalo [7].

2.2 Hlavní olejnaté suroviny

Výroba rostlinných tuků a olejů je na trvalém vzestupu, produkce živočišných tuků naproti tomu roste podstatně pomaleji [11].

Podle množství vyráběného oleje představuje nejvýznamnější olejinu sója, dále palma olejná, jejíž produkce se stále zvyšuje. Z další produkce olejin se získává např. olej řepkový a slunečnicový, bavlníkový, podzemnicový, potom oleje kokosový, sezamový, olivový, palmojádrový, lněný a ricinový. Řada dalších olejin má pouze místní nebo jinak omezený význam a na světovém trhu se nijak významně neuplatňuje (např. klíčkové oleje, olej čajový, tabákový, makový, z hroznových jadérek, tykvový, sezamový aj.) [12].

V České republice představuje hlavní olejinu řepka olejná. Pěstování dalších olejin, jako je např. slunečnice, má jen okrajový význam. Jako technická olejnina se uplatňuje např. len nebo konopí [7].

Řepka olejná (*Brasica napus* L.)

patří do skupiny brukvovitých rostlin, je jednoletá a kvete žlutě. Řepková semena jsou uložena v tobolech a obsahují 40 až 50% oleje, ve kterém převažuje kyselina eruková. Je to nejvýznamnější tuková surovina domácího původu [12].

Hořčice bílá (*Sinapis alba* L.)

je další důležitá olejnina domácího původu, u nás se pěstují dva druhy, a to hořčice bílá a hořčice černá. Semeno obsahuje 25 až 38% oleje a tento olej má podobné složení jako olej řepkový, protože hořčice je také ze skupiny brukvovitých rostlin [12].

Mák setý (*Papaver somniferum* L.)

pěstuje se u nás také v několika druzích (bílý, stříbrný, modrý) a semena obsahují 40 až 55% oleje. Jen z malého množství se však vylisuje olej, většina máku se u nás spotřebuje pro přímou konzumaci [12, 13].

Slunečnice roční (*Heliantu annuus* L.)

olej ze semen slunečnice má vysokou dietetickou hodnotu, obsahuje převážně kyselinu linolovou. Semeno obsahuje 25 až 50% oleje výborné potravinářské jakosti, je vhodný k výrobě stolních olejů [14].

Len setý (*Linun usitatissimum* L.)

pěstuje se u nás na semeno i vlákno, a to hlavně v podhorských vlhkých oblastech. Semeno obsahuje 33 až 44% oleje, ale ten je používán výhradně pro technické účely pro svůj vysoký obsah nenasycených mastných kyselin linolové a linolenové [12].

Lnička setá (*Camelina sativa* L.)

se u nás téměř nepěstuje, semena jsou žlutohnědá a obsahují asi 30% oleje, jehož složení je blízké oleji lněnému [12].

Konopí seté (*Cannabis sativa* L.)

je jednoletá technická rostlina, semena obsahují 30 až 35% oleje s převahou kyseliny linolové a linolenové [15].

Podzemnice olejná (*Arachis hypogaea* L.)

je také jednoletá rostlina. Její květy se po oplození zavrtávají do země, kde se vyvíjí v lusky. Ty obsahují 1 až 4 válcovitá semena obalená nejčastěji hnědou slupkou. Hrozí nebezpečí napadení plísněmi aflatoxiny, proto se musí neprodleně po vyžrání sušit. Vyloupané semeno obsahuje 45 až 50% oleje. Podzemnice se pěstuje hlavně v Indii, Africe, USA a Jižní Americe. V oleji je obsažena převážně kyselina olejová a méně kyseliny linolové [16].

Sója luštinatá (*Glycine soja*)

pěstuje se nejvíce v USA, Číně, Brazílii, Indonésii a dalších východoasijských zemích. Je jednoletá a plody jsou lusky s 1 až 4 žlutými semeny. Má velký význam v lidské výživě jako zdroj kvalitních bílkovin a dalších bioaktivních látek. Semena obsahují asi 20% oleje, ve kterém je zastoupena nejvíce kyselina linolová [16].

Bavlník (*Gossypium* sp.)

tato kulturní keřovitá rostlina se pěstuje hlavně pro vlákno. Semena jsou obalena bavlněným vláknem a uložena v tobole, která při dozrání puká. Sbírají se vlákna i se semeny, které se od sebe oddělují na speciálních strojích. Semeno obsahuje asi 18 až 22% oleje a převažují

kyseliny olejová a linolová. Bavlníkový olej má charakteristický zápach a velmi tmavou až tmavočernou barvu, pěstuje se nejvíce v USA, Rusku, Brazílii a na Středním Východě [13].

Kakaové boby (*Theobroma cacao*)

jsou semena kakaovníku. Ten roste v meziobratníkovém pásmu téměř po celé zeměkouli. Plody jsou podobné našim okurkám. Obsahují asi 50 až 55% tuku, neboli kakaového másla se 45 až 50% nasycených mastných kyselin, mezi nimiž převažuje kyselina palmitová a stearová. Kakaové máslo je díky nim velmi trvanlivé [12].

Ricinové boby (*Ricinus communis*)

jsou semena víceleté rostliny jménem skočec, které se tvarem i velikostí podobají naší žíhané fazoli. Obsahují 45 až 55% oleje. Tento olej i pokrutiny obsahují jedovatou sloučeninu ricinin, proto je olej používán hlavně pro technické účely, ve farmacii jako projímadlo. V riciniovém oleji je nejvíce zastoupena kyselina ricinolejová [12].

Klíčkové oleje (*Zea mays* L., *Triticum aestivum* L.)

vyrábí se z obilných klíčků (kukuřičných, pšeničných aj.) kdy se po vyklíčení obilky klíčky oddělí a získá se z nich 15 až 20% oleje. Ten se používá hlavně pro výživu a v kosmetice, je bohatý na obsah vitamínu E [12].

Kokosový ořech (kopra) (*Cocos nucifera*)

je sušená dužnina kokosového ořechu a ten je plodem palmy kokosové. Strom nese 10 až 15 plodů, které mohou být těžké až 2,5 kg. Dužnina tvoří 25 až 30% hmoty plodu. Vysušená obsahuje 60 až 64% tuku. V kokosovém tuku je velké množství nasycených mastných kyselin s převahou kyseliny laurové. Je termostabilní, tedy i vhodný na smažení. Palma je 5- 25 m vysoká a roste v přímořských tropických krajinách Oceánie, Asie a Afriky [16].

Palmojádrová semena (*Elaeis guineensis* L.)

jsou semena palmy olejné. Mají hnědočernou barvu a jsou velmi tvrdá. Tvarem připomínají velké lískové oříšky. Jádra uložená ve skořápce tvoří 6 až 18% hmotnosti celého plodu. Palmojádrový olej je složením podobný kokosovému oleji a palmojádrové semeno obsahuje 45 až 50% tuku [12].

Také plody mohou být olejné suroviny. Tyto plody rostou ve Středomoří a v přímořských oblastech teplého pásma. Musí být zpracovány přímo na místě, protože nesnášejí přepravu a mohly by se zkazit.

Palma olejná (*Elaeis guineensis* L.)

vyžaduje vysokou teplotu, světlo, vlhko a dobrou půdu. Palmové plody mají velikost holubího vejce a jsou seskupeny do hroznů, které mají 800 až 4000 plodů. Dužnina žlutočervené barvy obsahuje 45 až 60% tuku, který se získává lisováním. Obsahuje kyseliny palmitovou a stearovou a je zbarven oranžově karoteny z dužniny [12].

Oliva (*Olea europaea* var. *Europaea*)

nebo olivovník dosahují značného stáří a byl pěstován už ve starověku. Plody jsou peckovité podobné našim malým švestkám. Zralý plod bývá černo fialové barvy. Jejich dužnina obsahuje 40 až 60% tuku (olivového oleje), semeno pecky obsahuje 12 až 15% tuku. Olej se získává lisováním, ten za studena je nejkvalitnější a nazývá se panenský nebo extra panenský. Pochází z prvního lisování a obsahuje nejvíce chuťových a zdraví prospěšných látek. Obsahuje převážně kyselinu olejovou. Z výlisků se pak zbytky oleje extrahují a používají pro technické účely [12, 16].

Sezam indický (*Sesamum indicum*)

pěstován je hlavně v Indii a Číně a dosahuje výšky kolem 1 m. Semena obsahují 44 – 54% dieteticky cenného oleje s převahou kyseliny linolové a olejové [13].

Tab. 3. Přehled nejdůležitějších olejnatých semen, jejich složení a množství oleje v nich [12]

semeno	Poměr jednotlivých částí semen (%)		Množství oleje (%)		
	tobolka skořápka slupka	jádro	celé semeno	jádro	slupka
bavlník	38 - 50	50 - 62	15 - 25	28 - 40	-
hořčice	20	80	25 - 45	-	-
kakaové boby	12	88	48 - 57	-	-
kokosový ořech	65 - 75	35 - 45	-	35 - 40	-
kopra (sušené jádro)	-	-	-	62 - 70	-
len	43	57	30 - 45	55 - 60	20 - 25
lnička	-	-	25 - 35	-	-
mák	-	-	30 - 55	-	-
palma olejná	75	25	-	46 - 53	51 - 67
podzemnice olejná	25	75	30 - 39	42 - 56	0,5 - 1,0
ricinové boby	25 - 30	70 - 80	40 - 50	-	-
řepka olejná	18	82	35 - 48	-	-
sezam	-	-	45 - 55	-	-
slunečnice	40 - 55	45 - 60	25 - 36	40 - 57	0,5 - 2,0
sójové boby	7	93	16 - 26	-	-

Na rozdíl od živočichů, kteří tuk ukládají převážně v těle, ukládá rostlina tuk v semenech, výjimečně v dužině plodů. Tam tvoří zásobu energie pro růst nové rostliny. Rostlinné suroviny pro výrobu tuků a olejů se nazývají olejniny. Chemické a fyzikální vlastnosti tuků a olejů získaných z různých druhů olejin jsou velmi odlišné [12].

Rostlinné oleje a tuky získáváme buď:

- z dužin plodů (palmový, olivový a avokádový olej). Ty je nutné zpracovat hned po sklizni na místě, plody nelze přepravovat. Důvodem je velmi nízká údržnost (trvanlivost) plodů s dužinou. Obchodování probíhá výhradně s oleji.
- ze semen a bobů, do této skupiny patří většina olejů. Semena lze dlouhodobě skladovat i přepravovat. Obchodování je pak se semeny i s oleji [7, 17].

Surovárný jsou lokalizovány v přímé návaznosti především na námořní a říční dopravu [17].

Z tuků a olejů rostlinného původu lze použít v zásadě všechny, které jsou požitelné (nevhodné jsou např. olej ricinový, krotonový, talový, čínský dřevný, konopný, lněný). Rafino-

vané oleje by měly být světlé, mít neutrální nebo jen velmi slabou charakteristickou chuť a vůni a obsah vyšších mastných kyselin do 0,3%. U nás se nejčastěji používá olej slunečnicový, sójový, podzemnicový, řepkový, hořčičný, méně již olej bavlníkový, kokosový, palmojádrový a palmový tuk a to jak kapalné, tak i ztužené [18].

Podle zastoupení hlavních mastných kyselin můžeme rostlinné oleje rozdělit do následujících skupin.

Oleje s převládajícím obsahem kyseliny laurové a myristové

- Kokosový olej (tuk)
- Palmojádrový olej (tuk)
- Babasuový olej (tuk)

Rostlinná másla

Převažují nasycené mastné kyseliny palmitová a stearová.

- Kakaové máslo
- Další tuky: máslo shea, máslo mowrah, tuk illipé.

Palmový olej

Je obtížně zařaditelný do jiné skupiny. Získává se z dužiny plodů palmy olejně. Frakcionuje se na dvě základní frakce: palmolein (použití jako olej, výroba fritovacích olejů) a palmstearin (výroba strukturních tuků). Palmový olej a jeho frakce mají vynikající oxidační stabilitu [7].

Oleje obsahující kyselinu olejovou a linolovou

- Olivový olej
- Slunečnicový olej
- Bavlníkový olej
- Podzemnicový olej

Do této skupiny patří dále sezamový olej, světlicový olej, makový olej, klíčkové oleje (nejvýznamnější je kukuřičný), čajový olej, rýžový olej [7].

Oleje obsahující kyselinu olejovou, linolovou a linoleovou (do 10%)

- Sójový olej

Oleje obsahující kyselinu erukovou

- Řepkový olej
- Hořčičný olej
- Lníčkový olej

Bezerukový řepkový olej

nejdůležitější olejnina v ČR. Použití je potravinářské jako salátový olej, kapalná složka tukových násad margarínů a pokrmových tuků. Má i široké oleochemické využití (výroba bio-nafty, mazadel, tenzidů) [7, 8, 11, 18].

2.3 Získávání tuků a olejů

Procesy získávání olejů z olejin jsou specifické pro země, které tyto oleje produkují (palmový olej v Malajsii a Indonésii, olivový olej ve Středomoří) [7].

Základní produkty tukového průmyslu jsou oleje a tuky, které se v současné době získávají dvěma základními způsoby a to lisováním (mechanickým oddělením oleje z rostlinných pletiv za tlaku) a extrakcí (extrakce oleje z rostlinných pletiv organickým rozpouštědlem – obvykle hexanem). Nejčastěji se kombinují oba dva tyto pochody [7, 11].

Celosvětově lze ve velkých objemech touto kombinací získat ze semen až 98% obsaženého oleje. Lokální výrobci používají většinou technologii lisování a získají tak ze semen asi 85% obsaženého oleje [17].

2.3.1 Lisování a extrakce

Zpracování olejnatých semen začíná v suroárně, kde probíhají následující technologické operace: dezintegrace (rozemletí) olejnatých semen, klimatizace (nahřívání) semen, lisování semen, extrakce rozemletých semen a zpracování šrotu [11].

Odstraňují se veškeré přítomné heterolipidy, především fosfolipidy a tyto surové oleje již představují směs triacylglycerolu (TAG) a volných mastných kyselin [17].

Po zpracování na suroárně získáme tedy surový lisovaný olej a surový extrahovaný olej, které se čistí na odstředivkách od mechanických a dalších příměsí [11].

Lisování je základním procesem (olejnina musí však obsahovat více než 25 – 30% hm. tuku). Ještě před lisováním jsou olejnaté suroviny rozmělněny, aby se oleje snadněji získávali.

Tuto operaci, tedy mletí semen, provádějí mlecí stolice. Následují další fyzikálně-chemické pochody na semeno jako je klimatizace, kdy se účinkem páry a zvýšené teploty narušuje struktura materiálu a dosahuje se lepšího uvolňování oleje při lisování a extrakci. Lisování probíhá ve šnekových lisech, před tím byl olej na tzv. předlisech, kde se snižoval obsah oleje v surovině. Uvolněný olej získáváme stlačením rozemletých semen. Abychom získali co nejvíce olejů, dochází po lisování pomocí vhodných rozpouštědel k extrakci. Zpravidla se používá hexan. Extrakce probíhá za teploty asi 45 – 55°C a rychlost je ovlivňována např. rychlostí toku rozpouštědla. Z vyextrahovaného materiálu se odpaří rozpouštědlo a vznikají šroty, které můžeme použít např. jako krmivo [7, 11].

Důležitými údaji při lisování semen a při extrakci jsou vedle hmotnostního množství semen především množství vody (vlhkost) a tuku v semeni. Vlhkost semen je důležitá z ekonomického, technologického i bezpečnostního hlediska, a to jak při jejich vlastním zpracování, tak i při jejich skladování. Olejnaté semeno je živý organismus. Za vhodných podmínek jako teplota a vlhkost dochází k hydrolyze, oxidaci TAG a ke zvýšené činnosti mikroflóry (bakterií, kvasinek a plísní). Semeno tím ztrácí hodnotu, začíná plesnivět nebo hnit a mohou vznikat toxické látky. Aby se zamezilo těmto nežádoucím pochodům, semeno se před uskladněním suší [9].

Kromě vlhkosti je důležitá i velikost olejnatého semene. Větší semeno dobře provětrává a nezapaří se tak snadno jako drobné semena, např. řepka. Při nedostatečné kontrole se stávalo, že se olejnaté semeno, zvláště řepka samovolně zahřálo. Nebezpečí samovolného zahřátí nastává i u bavlníkového semene, skladuje-li se nedostatečně zbavené vláken. Vlákna zadržují vlhkost, brání provětrávání a také působí jako tepelný izolátor [9].

2.3.2 Rafinace surových olejů

Pro potravinářské účely se musí olej dále rafinovat, aby získal světle žlutou barvu a byl z hlediska chuti a vůně neutrální [17].

Surový olej obsahuje řadu nežádoucích látek, musíme je tedy odstranit dalšími fyzikálně-chemickými pochody. Čištění oleje nazýváme rafinace a technologická zařízení, na kterých toto čištění probíhá, se nazývá rafinerie surového oleje [11].

Výsledným produktem rafinace je plně rafinovaný rostlinný olej a další doprovodné látky, které se dále používají v chemickém, potravinářském či kosmetickém průmyslu [7, 11].

Čištění surového oleje se skládá z:

- Hydratace (odslizení)
- Alkalické rafinace (neutralizace)
- Bělení olejů
- Dezodorace

Při prvním kroku, hydrataci dochází k působení vody a roztoku elektrolytu na látky obsažené v oleji (fosfolipidy, bílkoviny, sacharidické složky). Ty mají schopnost vázat vodu a koagulovat. Koagulace neboli vyvločkování probíhá při teplotách 60 – 90°C. Separace vloček probíhá buď sedimentací na kotli, nebo odstředěním na talířových odstředivkách. Získává se hydratační kal, ze kterého se odpaří voda a získáme lecitin obsahující 60 – 65% fosfolipidů. Zbytek jsou TAG a další doprovodné látky. Sójový lecitin je významný potravinářský emulgátor a lze jej dále zpracovávat na fosfolipidový koncentrát obsahující více než 95% fosfolipidů [7].

Dalším krokem je odkyselování založené na neutralizaci volných mastných kyselin vodným roztokem hydroxidu sodného. Vznikají mýdla, která přecházejí do vodné fáze. K neutralizaci používáme louh sodný (3 – 20% hm.), který se přímo řídí obsahem volných mastných kyselin [4].

Všechny surové oleje mají charakteristické zbarvení od pigmentů, které jsou jejich přirozenou součástí. Nejdůležitější a nejrozšířenější jsou karotenoidní a chlorofylová barviva (α - a β -karoten, xantofyl, zeaxantin, lutein, leroacetin, chlorofyl a feofytin). Tyto barevné látky se odstraňují při bělení. Podstatou tohoto procesu je adsorpce barviv na bělicí hlince. To probíhá za teploty 70 – 90°C za sníženého tlaku, aby nedocházelo k oxidaci [4].

Dezodorace je posledním rafinačním krokem, dochází při ní k odstraňování nežádoucích pachových a chuťových složek, volných mastných kyselin, sterolů a tokoferolů. Jedná se o destilaci vodní parou za teploty 180 – 240°C. Efekt dezodorace však může být i nežádoucí, protože se snižuje nutriční hodnota oleje i jeho oxidační stabilita [19].

Získaný rafinovaný olej je určen buď k přímé spotřebě, nebo pro další zpracování a to na výrobu ztužených tuků (tzv. tukové násady) pro výrobu emulgovaných tuků.

Při výrobě margarínů a pokrmových tuků je třeba vyrobit ještě druhou základní složku a to tuhý tuk. Poté se kombinací olejů a tuhých tuků získávají tzv. tukové násady, které jsou

vhodné pro výrobu dalších výrobků. V přírodě jsou omezené zdroje pevných tuků, proto se pevná tuková fáze získává obvykle parciální katalytickou hydrogenací rostlinných olejů (řepkový, slunečnicový, sójový) [7, 11].

Tab. 4. Operace rafinace olejů [7]

Operace	Odstraněné látky
Odslizení	Slizy, fosfolipidy, bílkoviny
Odkyselování (chemická neutralizace)	Volné mastné kyseliny, zbytek fosfolipidů, oxidační produkty, aflatoxiny, organofosfáty
Bělení	Barviva, mýdla, PAH, oxidační produkty
Deodorace	Volné mastné kyseliny, oxidační produkty, steroly, vonné látky

2.4 Chemické vlastnosti rostlinných olejů

Rostlinné oleje jsou směsí TAG a estery různých mastných kyselin. Mastné kyseliny jsou zastoupeny různými délkami uhlíkatých řetězců a stupni své nenasycenosti. Alkoholová složka je trojsytný alkohol glycerol. Kromě TAG se v rostlinných olejích vyskytují monoacylglyceroly (MAG), diacylglyceroly (DAG), alicyklické alkoholy, terpeny, mastné alkoholy, volné mastné kyseliny a vitamíny rozpustné v olejích [20].

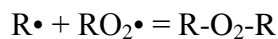
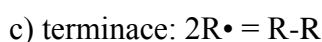
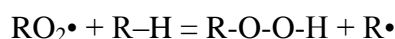
Důležitý je také způsob kombinace jednotlivých mastných kyselin v molekulách TAG. Nejméně pravděpodobné zastoupení kyselin je ve formě jednoduchých TAG. Sekundární hydroxylová skupina glycerolu je přednostně esterifikována nenasycenou kyselinou s 18-ti uhlíkatým řetězcem. Tato poloha v molekule glycerolu je méně náchylná k oxidaci. Zbýlé dvě primární hydroxylové skupiny jsou pak náhodně esterifikovány nasycenými nebo nenasycenými kyselinami [20].

Další důležitou vlastností je schopnost vytvořit na povrchu předmětu za určitou dobu souvislou tuhou vrstvu, tzv. film. Rychlost oksyločování roste s počtem dvojných vazeb. Např. kyselina linolová se dvěma dvojnými vazbami se oksyločuje přibližně desetkrát a kyselina linolenová se třemi dvojnými vazbami až dvacetkrát rychleji než kyselina olejová s jednou

dvojnou vazbou. Oxidace probíhá ve třech fázích. Nejdříve dochází k povrchové oxidaci, při níž se tvoří peroxidy, poté následuje vnitřní oxidace, při níž se nenasycené mastné kyseliny mění v hydroxykyseliny a poslední fází je kondenzace, při které vrstva oleje tuhne [21].

Podle rychlosti tuhnutí se mohou rostlinné oleje zařazovat do tří skupin. Netuhnoucí nebo jen málo tuhnoucí (olej olivový, podzemnicový, ricinový), polotuhnoucí (olej řepkový, slunečnicový, sójový, tabákový, lničkový atd.) a tuhnoucí, jež obsahují nenasycených mastných kyselin méně než 10% (olej lněný, konopný, makový, perilový atd.) [21].

V důsledku přítomnosti nenasycených vazeb v uhlíkatých řetězcích mastných kyselin podléhají rostlinné oleje snáze oxidaci a autooxidaci, což má za následek štěpení a rozklad molekul organických kyselin. Oxidace rostlinných olejů je souborem řetězových reakcí radikálového mechanismu.



Tvorba volných radikálů v případě dienových a polyenových alifatických sloučenin bývá často provázena přesmykem a izomerací. Radikály, které vzniknou rozpadem těchto peroxidů, se také mohou účastnit řetězové reakce na přítomných nenasycených vazbách mastných kyselin. Vznikají oligomerní a polymerní produkty. V případě rostlinných olejů vede tato reakce až ke vzniku trojrozměrné polymerní sítě - vyschlého olejového filmu. Iniciační reakci můžeme urychlit působením záření, tepelné energie nebo působením jiných volných radikálů, které vznikají rozkladem nestálých hydroperoxidů [22].

Oxidace olejů je komplex reakcí záviselých na typu oleje a podmínkách oxidace. Autooxidací při pokojové teplotě vznikají hydroperoxidy, alkoholy a aldehydy. Mezi další produkty patří voda, uhlovodíky, mastné kyseliny, estery, ketony, laktony, furany a další minoritní produkty. Kromě toho zde dochází k cis-trans izomerii a konjugaci dvojných vazeb ve vzniklých hydroperoxidech. Rychlost oxidace a distribuce vzniklých produktů závisí na původu oleje, složení mastných kyselin, stupni nenasycenosti, přítomnosti kovových iontů a antioxidantů, době oxidace a teplotě oxidace. Obecně platí, že čím vyšší je vstupní kvalita

vzorku oleje z hlediska rafinace, tím nižší je jeho oxidační stálost. Bylo zjištěno, že oxidační stabilita závisí na obsahu fosforu v oleji díky proměnlivému obsahu fosfolipidů ve vzorcích oleje, a také působení mezi fosfolipidy a tokoferoly [20].

Tab. 5. Obsah mastných kyselin v některých rostlinných olejích a živočišných tucích [17]

olej (tuk)	Obsah mastné kyseliny (%)														
	6:0	8:0	10:0	12:0	14:0	16:0	18:0	20:0	22:0	16:1	18:1	20:1	22:1	18:2	18:3
Palmový		<0,4	<0,2	<0,4	1	45	8	0,5		<0,6	38			10	<0,5
Sójový				0,2	<0,5	10	4	0,5	0,4	<1	21	0,5	<0,3	56	8
Řepkový					<0,2	4,5	1,5	0,5	<0,5	0,5	56	2	<2	21	10
Slunečnicový						6,5	5	0,5	<0,5	0,5	24	<0,5	<0,5	63	
Palmojádrový	<0,8	4	4	47	16	9	2,5				15			2,5	
Kokosový	<0,6	8	6	47	18	9	2,5	0,1			17	<0,2		2	
Olivový						11,5	2,5	<0,6		1,5	74	0,2		9,5	
Hovězí lůj					3	26	20			3,5	40			4,5	
Skopový lůj				<0,6	5,6	27	32			1,5	32			1,6	

3 SMAŽENÍ POTRAVIN

Smažení potravin je takovým procesem přípravy pokrmů, kde přenos tepla od zdroje k potravíně je zprostředkován tukem. Smažení patří k nejoblíbenějším způsobům přípravy pokrmů, a to hlavně pro rychlost a jednoduchost, ale samozřejmě také pro příjemnou vůni a chuť smažených pokrmů [23].

Dochází zde ke změně sensorických charakteristik potravin a ke zvýšení jejich stravitelnosti. Současně s tím se také prodlužuje uchovatelnost potravin. Potraviny jsou po tomto procesu prakticky sterilní, a pokud nejsou druhotně kontaminovány, může se výrazně prodloužit jejich trvanlivost, která je pak většinou omezena jen sensorickými změnami zhoršujícími se během skladování potraviny. Bezprostředně po smažení je také snížena aktivita vody na povrchu opracovaných výrobků, a tak nedochází k rozvoji škodlivé mikroflóry [24].

Tepelná úprava potravin tukem je na teplotu 150 – 190 °C. Při vyšších teplotách vzniká u většiny tuků namodralý kouř, který je důsledkem hlubších chemických změn. Některé z látek, které při nich vznikají, jsou ze zdravotního hlediska nebezpečné, proto se teplota 190 °C nemá překračovat. U fritéz je teplota automaticky regulována, takže tam nebezpečí nehrozí, ale při smažení na pánvi k překročení rizikové teploty tuku může dojít velmi snadno [10, 23].

Při smažení je také nutné používat vhodné druhy tuků a olejů. Typickým příkladem tuku nevhodného pro delší smažení je slunečnicový olej (výjimku tvoří speciálně vyšlechtěný slunečnicový olej s vysokým obsahem kyseliny olejové). Z olejů je nejvhodnější (tepelně nejstabilnější) rafinovaný olivový olej používaný na smažení především v zemích v oblasti Středozemního moře [23].

Olivový olej lze zahřát na 210 °C, neboť je stabilní vzhledem k přítomnosti antioxidantů a nižšímu obsahu mastných kyselin. Je možné ho také přefiltrovat a opakovaně použít [25].

K tepelné úpravě však není vhodný olej mladý (ne starší než půl roku), protože velmi silně prská. Je to dáno tím, že zbytky dužniny, které olej obsahuje, ještě dostatečně neklesly ke dnu. Navíc má oproti zralému oleji velmi výraznou chuť, která by mohla překrýt vlastní aroma pokrmu. Doporučuje se tedy zralý olej starý nejméně jeden rok, který je již přirozenou cestou vyčištěn a při zahřívání neprská [26].

Lze použít i kvalitní olej řepkový (pokud je ovšem starší, objeví se při smažení pach, většínou rybí, který je způsoben rozkladnými produkty oleje).

Pro dlouhodobější smažení se mají používat pouze tuky k tomu určené – pokrmové tuky (takto je na etiketě označena skupina tukových výrobků se speciálním složením nebo fritovací oleje [23].

Smažit lze dvěma způsoby, a to buď na tenké vrstvě tuku, nebo v hluboké vrstvě tuku čili fritování. Prvý způsob je u nás běžnější, používá se tuk v množství 5 – 10% z hmotnosti smažené potraviny. Na pánvi se tuk přehřeje na teplotu kolem 180°C ve vrstvě tlusté 2-5 mm, tento způsob trvá obvykle delší dobu. Potraviny smažíme po obou stranách. Po usmažení určitého množství, kdy jsou v tuku částičky připálené potraviny a tuk pění, je třeba celý obsah pánve vyměnit a pokud je na dně a stěnách připálená potravina, pánev i umýt. Zvýšíme tím nejen bezpečnost konzumovaného pokrmu, ale i jeho chuť a vůni. Při použití menšího množství tuku se používá pojmu opékání [23].

Část tepla je předávána prouděním v horkém oleji. Významná část je také předávána vedením jak za pevné podložky (pánve), tak z oleje [24].

Druhý způsob se u nás rozšířil až poslední dobou po zavedení fritéz v domácnostech, dříve se označoval jako francouzský. Hmotnostní poměr potraviny a tuku by měl být zhruba 1:10. Tento způsob smažení se označuje jako fritování [23].

Pro smažení ve velkém množství tuku se používají

- hrncové smažiče (fritézy)
- ponorné smažiče
- smažící pánve
- smažící tunely

Fritovací oleje, které se vyrábí především na bázi palmového oleje, musí obsahovat jen malé množství polyenových mastných kyselin, aby se snížila rychlost oxidace při fritování [17].

Studie odhalily, že při smažení na palmovém oleji byla nejnižší koncentrace látky akrylamidu (o kterém bude dále zmiňováno) a naopak nejvyšších hodnot dosahovaly potraviny po usmažení na oleji slunečnicovém [27].

Vrstva tuku je tlustá 20 - 150 mm, tuk je přehřátý na 150 - 180°C a do tuku se vkládají smažené potraviny, které v něm plavou. Teplo působí na potravinu ze všech stran rovnoměrně, a proto není třeba potraviny obracet. Pokrmy tímto způsobem smažené jsou kypřé, šťavnaté, povrch je křehký. Fritování se provádí ve speciálních hrncích (fritézách), kdy

je teplota automaticky regulována a je zamezeno přístupu vzduchu. Teplota zprvu klesne o 20 - 40°C, ale během smažení opět stoupá. Podle druhu pokrmu může smažení trvat 2 - 10 min. Smažící tuk se používá vícekrát po sobě. Při použití vhodných druhů tuků (fritovacích olejů, pokrmových tuků), lze s jednou náplní smažení opakovat 8 – 10x. Při delším používání smažící lázně bývá již obsah oxidačních produktů z hlediska hygienického příliš vysoký a je nutné náplň celou vyměnit. Nelze tuk pouze dolévat. Při občasném používání fritézy je vhodné tuk vylévat a v uzavřené nádobě přechovávat v chladu, protože tuk, na kterém se již smažilo, je citlivější k oxidaci vzdušným kyslíkem, zejména za teploty výrazně přesahující 20°C, která často v kuchyních bývá [10, 23].

Smažit můžeme rozmanité potraviny – různé druhy masa, vnitřnosti, drůbež, ryby, sýry, zeleninu, brambory, houby, různé druhy masových a zeleninových míšenin, které lze kombinovat s obilovinami nebo luštěninami. Potraviny můžeme smažit syrové (maso) nebo částečně tepelně zpracované – spařené, předvařené i uvařené do měkka (různé druhy zeleniny), Příprava potraviny před smažením je závislá na druhu potraviny. Potraviny v ČR před smažením většinou obalujeme v trojobalu (z mouky, vajec a strouhanky) nebo v těstíčku (z mouky, vajec, příp. mléka). Potraviny vkládáme do tuku zahřátého na teplotu smažení, aby nepřijímaly příliš mnoho tuku a vytvořila se typická chuť [23].

Při smažení lze použít i mikrovlnný ohřev. Ve srovnání s klasickým smažením mikrovlnné smažení tuků snižuje náklady o 30% a nevyvolává vznik nepříjemných zápachů. Mikrovlnné smažení není úspěšné, pokud je použita hluboká olejová lázeň, může být však použito smažení v mělkých miskách, ve kterých se potraviny rychle zahřejí. Výhodou použití je šetrnost k vlastnostem oleje, který pomaleji degraduje [24].

V posledních letech stoupl v zájmu spotřebitelů pečujících o svou postavu smažení bez tuku na speciálních pánvích k tomuto určených. Nejde však vlastně o smažení, ale o pražení [10].

Tab. 6. Srovnání bodu varu [28]

druh tuku/oleje	teplota (°C)
máslo	110
slunečnicový olej	170
arašídový olej	210
extra panenský olivový olej	180
panenský olivový olej	180
olivový olej	220

3.1 Fyzikální změny smažicího oleje a smaženého pokrmu

Během smažení probíhá jednak přenos tepla ze smažicího oleje do smažené potraviny, jednak výměna tuku a vody mezi oběma substráty. Přestup tepla je velmi rychlý, proto je doba přípravy v porovnání s jinými tepelnými procesy poměrně krátká. Pokud je smažený pokrm objemnější, prohřeje se na vyšší teploty jen povrchové vrstvy pokrmu, kdežto v hlubších vrstvách teplota stěží přesáhne 70-90°C [10].

Při styku s přehřátým olejem se z povrchových vrstev odpařuje rychle voda a uniká ve formě vodní páry. Tímto procesem se smažicí olej ochlazuje. Proto nesmí být množství smažené potraviny příliš velké, neboť tuk se odpařováním vody příliš ochladí a smažení potom trvá dlouho a usmažený pokrm je méně chutný [10].

Dalším důležitým procesem při smažení je výměna tuku. Jde hlavně o absorpci, kterou usnadňují polární produkty ve smažicím oleji. U potravin na tuk chudých zůstanou po úniku vodní páry ve smaženém materiálu póry, které se rychle zaplní tukem. Proto potraviny jako brambory, zelenina, houby a ostatní s vysokým obsahem vody přiberou při smažení mnoho tuku. Tímto se stávají sice chutnějšími, ale bohužel pro obsah energie v hotovém pokrmu je to jev žádoucí méně. Například bramborové hranolky se proto před osmažením osoušejí. Jiná možnost oproti osušování je obalování těstíčkem nebo rozšlehanými vejci a strouhankou, u nás známé jako klasický trojbal. Také však existují průmyslové výrobky pro tento účel určené, jejichž používáním se nasávání tuku sníží asi na polovinu [10, 23].

Potraviny s vyšším obsahem tuku jako je maso, uzeniny nebo tučné ryby (kapr, sled', úhoř) mohou naopak část svého tuku při smažení ztratit, nebo proběhne jeho výměna s tukem

smažicím. Ten potom po smažení potravin živočišného původu může obsahovat cholesterol nebo rybí lipidy, které pak mohou zhoršovat vlastnosti dalších pokrmů v témže oleji [29].

3.2 Chemické reakce při smažení potravin

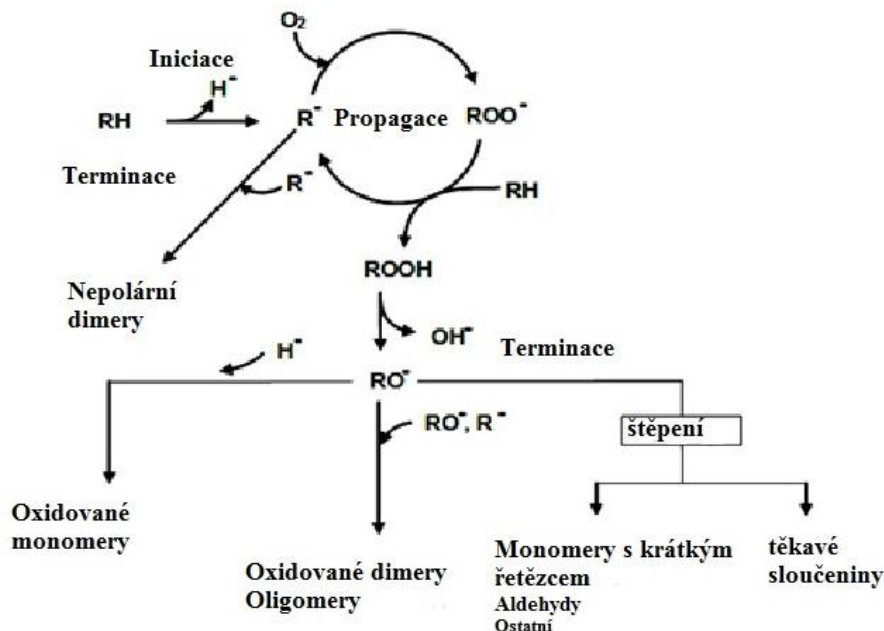
Při smažení probíhá ve smažicím oleji několik typů reakcí. Velmi rozsáhlé jsou **hydrolytické procesy**. Ty působí vodní pára uvolněná ze smažené potraviny na horký tuk. Je urychlována přítomností polárních látek v oleji. Přesto je reakce TAG na DAG a mastné kyseliny poměrně pomalá. DAG se hromadí na mezifázi disperze, takže se rychleji rozkládají na MAG, a ty ještě rychleji na volné mastné kyseliny a glycerol. Volné mastné kyseliny ovlivňují senzory jakost výrobku, ale částečně těkají s vodní parou, takže jejich množství stoupá jen pomalu a nepřesahuje obvykle 2-3% hmotnosti oleje. Glycerol se při zahřevu dehydratuje na akrolein (propenal), který dráždí oči a sliznice. K tomu přispívají také páry mastných kyselin, které ovšem částečně vznikají také při oxidaci [10].

Další důležitou skupinou reakcí jsou tedy **oxidační reakce**. Ty jsou velmi rychlé při teplotách smažení. Kyslík rozpuštěný v oleji zreaguje již při zahřevu oleje před vlastním smažením, takže další kyslík může pronikat do oleje jen difúzí z atmosféry a v oleji rychle reaguje. Oxidační reakce jsou proto rychlejší u déle používaných olejů, kde přítomnost polárních produktů usnadňuje pění a tím se zvětšuje styčná plocha mezi vzduchem a olejem. Průmyslové smažiče jsou proto konstruovány tak, aby kontakt horkého oleje se vzduchem byl co nejmenší [1, 10].

Oxidačními reakcemi se z dvojných vazeb v TAG tvoří hydroperoxydy se stejným počtem dvojných vazeb. Zatímco při skladovacích teplotách reagují prakticky jen vázané dienové a trienové mastné kyseliny, při smažicích teplotách se oxidují také monoenové a dokonce i nasycené mastné kyseliny vázané v oleji. Hydroperoxydy se ovšem při teplotách smažení rychle rozkládají, takže jejich obsah v oleji je nízký a zřídka přesáhne 1% hmotnosti. Část hydroperoxidů se rozkládá na netěkavé reakční produkty, částečně se však při rozkladu štěpí jejich řetězec za vzniku těkavých, senzory aktivních produktů s 3-10 atomy uhlíku a ty do značné míry z oleje těkají do prostoru [10].

Ve smažicím oleji se tedy postupně hromadí netěkavé oxidační produkty, hlavně hydroxylové, epoxylové, karbonylové a karboxylové deriváty, které mají určitý vliv na senzory jakost [31].

Jakmile obsah těchto polárních produktů dosáhne 25%, má se olej vyměnit za čerstvý [10].



Obr. 3. Zjednodušené schéma tepelné oxidace [30]

Oxidace je vždy provázena **polymerací**, obzvláště v pokročilých stádiích reakce. Při vysokých teplotách a nízkého parciálního tlaku kyslíku se tvoří cyklické a lineární polymery, kde jsou původní mastné kyseliny vzájemně spojeny vazbou C-C. Při dostatečném přístupu vzduchu a nižších teplotách se při oxidaci polyenových mastných kyselin tvoří volné radikály obsahující kyslík a jejich rekombinací vznikají kromě cyklických a lineárních polymerů typu C-C také lineární polymery s etherovými C-O-C a peroxidovými C-O-O-C vazbami [1].

Polymery způsobují další degradaci olejů, zvyšují jeho viskozitu, pěnovost a snižují přenos tepla. Vytvářejí také nežádoucí barvu pokrmu a jsou příčinou vysoké absorpce oleje do jídla. Vznik polymerů a dimerů je závislý na druhu oleje, na teplotě smažení a také na opakovaném používání stejného oleje [32].

Pyrolytické reakce probíhají při běžném smažení v omezené míře, výrazněji se nebezpečné pyrolytické produkty tvoří až při teplotách nad 200°C. Oxidační produkty jsou buď dehyd-

rovány, nebo reagují s bílkovinami a jinými složkami smažené potraviny za vzniku senzoryicky výrazně aktivních látek. Mezi pyrolytické reakce patří i rozklad glycerolu, který se uvolňuje hydrolytickými procesy na akrolein (2-propenal) [1].

Je to bezbarvý nepříjemně páchnoucí plyn, který dráždí oči, nosní i ústní sliznice a při delším působení se stává karcinogenním [27].

Tab. 7. Hlavní reakce probíhající při smažení potravin [10]

Typ reakce	Reagující		Hlavní produkt reakce
	složka oleje	partnerská složka	
Hydrolytické	esterové skupiny	vodní pára ze smažené potraviny	Mastné kyseliny a glycerol
Oxidační	polyenové mastné kyseliny	rozpuštěný kyslík	polární produkty a aromatické složky
Polymerační	polyenové mastné kyseliny	rozpuštěný kyslík	cyklické a lineární polymery
Pyrolytické	polární oxidační produkty	a) polární oxidační produkty	polymery a jiné produkty, aromatické složky a netěkavé produkty
		b) sacharidy a bílkoviny smažené potraviny	

3.3 Tvorba aromatických látek při smažení

Smažené produkty mají typické aroma, vyvolané hlavně rozkladnými produkty hydroperoxidů a linolové kyseliny. Použitý smažicí olej má tedy vliv na chuť a vůni smaženého produktu. Kromě těchto látek vznikajících z oleje má každý smažený pokrm ještě určité typické aroma, které je dáno smaženou potravinou a odlišuje smažené pokrmy navzájem. U bramborových hranolků je např. typickou složkou methionial, vznikající rozkladem me-

thioninu, a některé pyrony, vznikající reakcemi přítomné glukosy s volnými aminokyselinami. U smaženého masa to jsou různé sírné a dusíkaté heterocykly [10].

Na počátku smažení se oxidační produkty – prekurzory aromatických složek – tvoří jen pomalu a teprve postupně se hromadí oxidační produkty katalyzující další oxidaci. Teprve po několikanásobném použití oleje ke smažení dosáhne obsah pozitivních složek aromatu svého optima a pak se po určité době udržuje kvalita smažených pokrmů konstantní. Po delší době používání již obsah rozkladných produktů v oleji dosáhne takové výše, že začne působit nepříjemně a sensorická jakost smaženého produktu klesá. V tu dobu je olej třeba vyměnit [10, 23].

3.4 Nejvhodnější oleje pro fritování

Z výše uvedeného by se dalo předpokládat, že nejvhodnější jsou rostlinné oleje s vysokým obsahem linolové kyseliny, aby vzniklo co nejvíce těkavých oxidačních produktů se smaženou vůní. Takové oleje, např. slunečnicový, sójový nebo řepkový, by však vydrželi pouze krátkou dobu, musely by se často vyměňovat, a tudíž by se také zvýšily náklady na smažení [10].

Podstatně stabilnější při záhřevu jsou částečně ztužené (hydrogenované) oleje. Jejich nevýhodou je příliš nízký obsah linolové kyseliny a přítomnost nenasycených mastných kyselin především trans kyselin, proti nimž jsou také námitky z hlediska výživové hodnoty. Hydrogenované tuky ztuhnou, což může vadit při smažení v domácnostech nebo menších restauracích, kde se olej mezi použitím nechá vychladnout [10, 23].

Ideální složení má olivový olej, který obsahuje hlavně vázanou olejovou kyselinu a jen malé množství linolové kyseliny (kolem 4-8%). Je tedy při smažení stálý, a přece udílí smaženým výrobkům příjemnou vůni. Olivový olej je však drahý, proto přicházejí v úvahu spíše nově vyšlechtěné odrůdy sójového, slunečnicového, podzemnicového, řepkového i lněného oleje s vysokým obsahem olejové kyseliny a s obsahem linolové kyseliny srovnatelné s olivovým olejem [8, 10].

Tab. 8. Složení standardního slunečnicového oleje a slunečnicového oleje se zvýšeným obsahem kyseliny olejové [10]

Kyselina	Standardní slunečnicový olej[%hm.]	Slunečnicový olej se zvýšeným obsahem C _{18:1} [%hm.]
kyselina palmitová	7	3
kyselina stearová	4	5
kyselina olejová	15	83
kyselina linolová	70	10
kyselina linolenová	stopy	stopy

Slunečnicový olej se zvýšeným obsahem kyseliny olejové se svým složením blíží spíše řepkovému či olivovému oleji. Jeho výhodou je vyšší tepelná stabilita, čímž se rozšiřují i možnosti jeho využití [10].

3.5 Změny složení potravin během smažení

Při smažení se nemění jen smažicí olej, ale i smažená potravina, i když tyto změny byly mnohem méně zkoumány. Změny obsahu živin mohou být značné, byly však výraznější jen v povrchových vrstvách. K typickým změnám patří neenzymové hnědnutí přítomných aminokyselin s redukujícími sacharidy (Maillardova reakce), které vyvolávají barevné změny na povrchu smažených výrobků [10].

Maillardova reakce patří mezi nejvýznamnější a zároveň nejrozšířenější chemické reakce, které probíhají během skladování a zpracování potravin. Během těchto reakcí vzniká řada velmi reaktivních karbonylových sloučenin, které mohou reagovat vzájemně a také s přítomnými aminosloučeninami. Vznikají zde hnědé pigmenty, melanoidiny, proto se tyto reakce označují jako reakce neenzymového hnědnutí. Hnědé zbarvení může být jev žádoucí (barva chlebové kůrky, pražené kávy) i negativní (výroba sušených potravin, jako mléka, ovoce a zeleniny). Vznikají zde aromatické látky, může dojít ke snížení nutriční hodnoty

potravin a rovněž ke vzniku toxických produktů. Některé reakční produkty mají antioxidační vlastnosti [1].

K hnědnutí mohou také přispívat reakce oxidačních produktů smažicího oleje s aminokyselinami volnými nebo vázanými v bílkovinách přítomných v potravině. Jako vedlejší produkt vznikají dusíkaté produkty, které mají výrazné pražné aroma. Při smažení se rychle rozkládá askorbová kyselina, vitamin E, karoteny a některé další vitaminy. Bílkoviny a jiné složky smažené potraviny mohou inhibovat degradaci smaženého oleje [10].

Mění se dokonce i obsah tak zdánlivě stabilních složek, jako jsou minerální látky. Těkavější částečně uniknou (např. sloučeniny selenu, které mohou ovšem také oxidovat v netěkavé sloučeniny). V surovinách používaných ke smažení bývá mnoho chloridu sodného a draselného. Při smažení se postupně hydrolyzují a kyselina chlorovodíková částečně uniká. Vzniklý hydroxid sodný nebo draselný pak vytvoří s volnými mastnými kyselinami alkalická mýdla. Ta podporují pění a tím i rychlou oxidaci oleje. Některé změny mohou být příznivé (např. vytěkají některé kontaminanty, např. sloučeniny rtuti) [23].

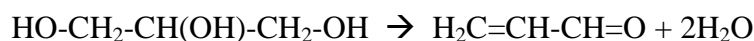
Během tepelné úpravy masa, ryb a drůbeže mohou vznikat heterocyklické aromatické aminy. Tyto látky patří do skupiny nebezpečných chemických látek, které mohou být rizikovým faktorem při vzniku rakoviny. Tvorba heterocyklických aromatických aminů při kulinární úpravě je závislá na druhu potraviny, teplotě a délce tepelné úpravy. V posledních letech je možné se setkat se zprávami o akrylamidu ve smažených bramborových hranolcích. Tato látka vzniká při smažení za vyšších teplot. Akrylamid se může vyskytovat také v jiných smažených nebo více zahřátých potravinách, které jsou bohaté na škrob, hlavně v různých slaných pochoutkách [27].

Za hlavní mechanismus vzniku akrylamidu je všeobecně považována reakce mezi volnou geneticky kódovanou neesenciální aminokyselinou asparaginem a karbonylovými sloučeninami jako součást Maillardovy reakce. Akrylamid je nebezpečný kontaminant s karcinogenními účinky a jeho výskyt v potravinách, mechanismus jeho vzniku, možnosti jeho eliminace nebo možnost minimalizace v potravinách mají vysokou prioritu ve výzkumu po celém světě [33].

Vědci z Technické univerzity v Mnichově prokázali přítomnost rakvinotvorné látky glycidamidu ve smažených hranolcích a chipsech. Glycidamid je látka, která vzniká při zahřívání produktů z brambor a je daleko nebezpečnější než v hranolkách objevený akrylamid v květnu 2002. Glycidamid byl při tomto testu prokázán ve výrobcích ve velmi malém množství,

od 0,3 po 1,5 mg na kg v deseti vzorcích bramborových lupínků a ve třech druzích hranolků. Glycidamid i akrylamid se uvolňují při vysokých teplotách během tepelného zpracování bramborových produktů. K tomu dochází přibližně při 120°C, ale daleko nebezpečnější látky vznikají při teplotách nad 180°C [27].

Nad hranicí této teploty dochází i ke vzniku nenasyceného aldehydu akroleinu (2-propenalu) z glycerolu, tedy při tepelném rozkladu tuků. Zahřívání glycerol odštěpuje vodu a mění se na akrolein:



Charakteristická je pro něj bezbarvá až nažloutlá barva a nepříjemný, dusivý zápach. Působí dráždivě na oči a má toxický vliv také na kůži, sliznice a dýchací cesty. Při větších koncentracích může vyvolávat edémy plic. Patří mezi látky s hepatotoxickými účinky, to znamená, že v našem organismu způsobuje dezaktivaci jaterních buněk [34].

Uvedenými interakcemi může poněkud klesnout výživová hodnota, ale znatelně toxické produkty ve smažených pokrmech nevznikají, pokud se dodrží předepsaná teplota. Na stěnách nádob nad smaženým olejem však může být teplota vyšší (i více než 300°C) a za těchto podmínek se mohou z přítomných aminokyselin a bílkovin tvořit polycyklické heterocykly, které jsou silně karcinogenní. Vznikají například v připálených usazeninách nad hladinou oleje. Přicházejí v úvahu spíše při smažení na tenké vrstvě tuku v pánvi nebo při záhřevu bez tuku než při použití fritéz [10].

3.6 Stabilizace smažicího oleje proti oxidaci

Postupnou oxidaci oleje lze zmírňovat použitím antioxidantů, které jsou sice při smažicích teplotách mnohem méně účinné než při skladovacích teplotách, ale přece jen oxidaci zpomalují [23].

Antioxidanty reagují s volnými radikály autooxidačního řetězce. Antioxidant přejde do jeho volné formy, ta je však stálá a není schopna pokračovat v autooxidační reakci. Úlohou antioxidantu je tedy zkrácení autooxidačního řetězce a zvýšení rychlosti terminačních reakcí. Během reakce je antioxidant spotřebováván, a když k tomu dojde, autooxidace probíhá tak, jako by nebyl žádný antioxidant přítomen. Autooxidační reakce tedy není úplně zastavena, pouze zpomalena [1, 3].

Musejí se zvolit antioxidanty, které při smažení nevytěkají. Proto jsou běžné antioxidanty Butylhydroxytoluen (BHT) a Butylhydroxyanisol (BHA) neúčinné. Dříve se doporučovali oligomerní syntetické antioxidanty nebo antioxidanty se substituovanými alkyly, např. s hydroxymethylovou skupinou místo methylové. Dnes se dává přednost přírodním antioxidantům, např. tokoferolům, betakarotenu nebo fylochinonům a jiným přírodním látkám jako pryskyřicím z listů rozmarýny nebo šalvěže [10].

Velmi jednoduchou a také dávno známou metodou je přidávání malého množství parafinu, silikonového oleje nebo siloxanových polymerů do smažicího oleje. Ty vytvoří na jeho povrchu tenkou vrstvičku, která brání přístupu vzdušného kyslíku do smažicího oleje. Siloxany se nevstřebávají střevní sliznicí. Dnes je jejich přísada povolena v EU i u nás [10].

3.7 Stabilizace usmažených výrobků pro delší skladování

Po usmažení se často hotové výrobky nekonzumují ihned, ale až po delším skladování [35].

Je tomu tak především u průmyslových výrobků (např. smažených bramborových lupínků). Na jejich povrchu ulpívá tenká vrstvička smažicího oleje. Ten již prakticky neobsahuje žádné přírodní nebo přidané antioxidanty a přítomné polární produkty katalyzují další oxidaci i při nízkých teplotách. Vznikají těkavé látky vyvolávající žluknutí. Proto se smažené produkty skladují v inertním plynu nebo ve vakuovaných obalech. Jiným řešením je přidavek antioxidantů. V tomto případě již nevádí, jestliže jsou těkavé za vyšších teplot. I zde se dnes dává přednost přírodním přísadám. Může to být i rozemleté koření nebo jiná ochucovadla s antioxidačním účinkem [10].

Smažení potravin je v poslední době významnou průmyslovou operací a hojně se užívá i v domácnostech. Při dodržení správných postupů nevznikají při smažení toxické produkty a ztráty výživové hodnoty bývají srovnatelné s jinými postupy přípravy pokrmů [35].

3.8 Účinky oxidovaných lipidů na lidské zdraví

Tyto lipidy mají jen nízkou akutní toxicitu, tudíž jejich účinek na lidské zdraví byl podceňován [31].

U tuků používaných ke smažení nebyla toxicita prokázána. Byla stanovena hranice jejich použitelnosti, kdy se zhoršují funkční vlastnosti, a pokrm dostává horší chuť. Během stanovení chronické toxicity se nepříznivě projeví cyklické dimery, obzvláště cyklohexenové

deriváty. Zvýšený obsah hydroperoxidů je příznakem deficitu vitamínu E a esenciálních mastných kyselin. Také se zvyšuje propustnost pokožky pro vodu. Navíc se oxidované lipidy hůře enzymově štěpí a obtížně stravují. Bylo prokázáno, že při vyšším příjmu oxidovaných tuků se zvyšuje jejich hladina v krevním séru. Oxidované mastné kyseliny nebo z nich vzniklé volné radikály potom reagují s některými bílkovinami krevního séra a cévních stěn a vznikají aterosklerotické usazeniny [1, 31].

Zvláště aktivní jsou v tomto směru oxidované lipidy. Podobné usazeniny se mohou tvořit i v nervové tkáni a některých dalších důležitých orgánech. Produkty oxidace lipidů a jejich volné radikály mohou rovněž reagovat s nukleovými kyselinami a jejich změnou mohou podpořit vznik zhoubného nádorového bujení. Dále tyto oxidační produkty lipidů, hydroperoxidů, volných radikálů apod. reagují během zpracování a skladování potravin s řadou jejich složek. Tyto reakce mohou vést ke snížení výživové hodnoty potravin (např. během reakcí s proteiny a vitaminy), a také ke zhoršení jejich organoleptických vlastností (např. během reakce s aromatickými látkami) [1].

Volné radikály jsou atomy, molekuly nebo ionty schopné samostatné existence, které mají ve svém elektronovém obalu nepárový elektron. Snaží se proto získat další elektron do páru a stabilní konfigurace. To je příčinou jejich velké reaktivity a omezené doby existence. Reagují nejen s ostatními volnými radikály, ale i s intaktními molekulami a tím vytvářejí další volný radikál. Tento děj má tendenci pokračovat formou řetězové reakce. Volné radikály mohou napadat lipidy v lipoproteinech a buněčných membránách, nukleové kyseliny, sacharidy i bílkoviny včetně enzymů, což může vést k poškození tkání a celých orgánů [36].

Při zvýšeném příjmu snadno oxidovatelných polyenových lipidů se z uvedených důvodů doporučuje zvýšit především hladinu přijímaných přirozených antioxidantů, hlavně tokoferolů a karotenů [1, 31].

4 SKLADOVÁNÍ ROSTLINNÝCH OLEJŮ

4.1 Změny v kvalitě v průběhu skladování

Každý olej má své charakteristické aroma, chuť, barvu a nutriční vlastnosti, které je od sebe oddělují. Tyto se mění během skladování. Změny ve složkách olejů můžeme však zpomalit a to vhodnými skladovacími podmínkami, správným obalovým materiálem, uchováváním v chladu a zamezením přístupu světla [37].

Změny ve složení olejů po několika měsících skladování probíhají nejen v lipidech a mastných kyselinách, ale také v ostatních menšinových složkách uskladněného oleje. Významné jsou ztráty chlorofylu a karotenoidů. Mění se oxidační stabilita u sterolů, polyfenolů, α -tokoferolu i pigmentů [38].

V rostlinných materiálech se hlavní steroly nazývají fytosteroly, z nichž nejvýznamější je sitosterol, stigmasterol, kampesterol a brassicasterol (typický pro řepkový olej). Chemická struktura těchto fytosterolů je podobná cholestrolu, rozdíl je v bočním řetězci [2, 39].

Fytosteroly se podle chemické struktury řadí mezi steroidy a v rostlinách mají podobnou funkci jako cholesterol u vyšších živočichů, jsou součástí buněčných membrán. V lidské dietě jsou důležitou součástí stravy pro udržení zdraví. Fytosteroly jsou tepelně stabilní. Až vysoká teplota okolo 190°C (např. při smažení) způsobuje asi 50% přeměnu v oxidační a polymerační produkty. Rostlinné oleje jsou hlavním přirozeným zdrojem fytosterolů (převážně řepkový, slunečnicový, sójový, palmový a olivový) [40].

V rostlinných olejích může být obsaženo různé množství fytosterolů. Tyto rozdíly mohou záviset na původu oleje (genetické faktory, způsob pěstování, skladovací podmínky olejnatých semen) a na metodách přípravy (surový olej, rafinovaný olej a další průmyslové zpracování). Několik studií na stabilitu fytosterolů v rostlinných olejích již bylo zpracováno. Např. při 180°C a při proudění vzduchu byl u několika druhů jedlých olejů (kokosový, podzemnicový, sójový) zaznamenán velký pokles hlavních sterolů (kampesterol, stigmasterol a β -sitosterol). Největší ztráty byly pozorovány při skladování při vysoké teplotě. Následující tabulka uvádí, jaké byly pozorovány změny při pokojové teplotě. Vzorky byly uchovávány v temnu a analyzovány dvakrát, v první a poslední den z 6 měsíců [39].

Tabulka č. 9: Stanovení změny úrovně stigmasterolu a β -sitosterolu v olejích a margarínu po skladování 6 měsíců při pokojové teplotě [39]

Vzorek	Stigmasterol	β -Sitosterol
	změna po 6 měsících	změna po 6 měsících
Kukuřičný olej	pokles o 10,9%	pokles o 2%
Olivový olej	stabilní	pokles o 16,5%
Slunečnicový olej	pokles o 22,3%	pokles o 12%
Podzemnicový olej	stabilní	stabilní
Olej z vlašských ořechů	pokles o 16,7%	pokles o 38%
Sezamový olej	pokles o 35%	pokles o 36,7%
Olej z hroznových jader	stabilní	pokles o 7%
Margarín	pokles o 27,5%	pokles o 9,9%

4.1.1 Skladování panenského olivového oleje

Jelikož má panenský olej své specifické vlastnosti, které jej odlišují od ostatních olejů, je co největší snaha zachovat tyto vlastnosti co nejdéle beze ztrát [37].

Obal musí adekvátně chránit před autooxidačními procesy, které způsobují žluknutí oleje, což je nejznámější a nejvíce se vyskytující změna oleje, ale také musí uchovávat jeho specifické sensorické vlastnosti. Barva, aroma a chuť odlišují panenský olivový olej od ostatních jedlých olejů, které jsou konzumovány po rafinaci a jsou tudíž bez typické vůně, nevýrazné, mdlé a téměř bez barvy. V super a hypermarketech jsou navíc oleje stáčené v láhvi vystaveny světlu a vysokým teplotám (obvykle 28 – 30°C), což nejsou optimální podmínky skladování pro žádný jedlý olej [38].

Žluknutí je reakcí mezi nenasycenými mastnými kyselinami bez ohledu na to, jestli jsou volné nebo esterifikované v molekule TAG [1].

Dva základní faktory, které určují náchylnost olejů k oxidaci je skladba mastných kyselin a vlastní obsah antioxidantů. Typ mastných kyselin přítomných v oleji, obzvláště počet

dvojných vazeb určuje typ a rozsah chemických reakcí, které probíhají během skladování. Nadbytek kyseliny olejové (C18:1), která tvoří 56 – 84% z celkového počtu mastných kyselin je hlavní rys, který odlišuje olivový olej od ostatních rostlinných olejů. Panenský olivový je bohatým zdrojem přírodních antioxidantů, které obsahují karotenoidy, tokoferoly a polyfenoly, které mohou působit proti volným radikálům. Odhaduje se, že vliv na stabilitu je u polyfenolů 30%, mastných kyselin 27%, α -tokoferolu 11% a karotenoidů 6% [38].

4.1.2 Skladování slunečnicového oleje

Největší vliv na zhoršení kvality slunečnicového oleje má opět teplota a přísun kyslíku. Hlavními reakcemi, které při skladování probíhají, jsou autooxidace a žluknutí. Oxidační stabilita a zhoršení kvality oleje závisí na počátečním složení, koncentraci minoritních sloučenin, antioxidantů či prooxidantů, stupni zpracování a podmínkách skladování. Extrahovaný slunečnicový olej má vyšší oxidační stabilitu než olej lisovaný. Důsledkem oxidace je nepříjemná chuť a vůně charakteristická pro žluklé tuky a oleje a také úbytek funkčních a nutričních vlastností [41].

Slunečnicový olej vydrží 12 až 18 měsíců, pokud je uložen na tmavém a chladném místě. Po otevření je vhodné olej uchovávat v chladničce. V původních obalech je inertní atmosféra, která brání oxidaci oleje. Žluknutí lze tedy po otevření zpomalit skladováním v chladnu a především temnu. Pokud by pominul datum minimální trvanlivosti oleje, není třeba ho hned vyhazovat, pokud byl totiž dobře skladován, nemusí být žluklý, i počínající žluklost potom bezpečně poznáme po čichu [42].

4.1.3 Skladování řepkového oleje

Také na složky řepkového oleje má skladování značný vliv. Například ztráty tokoferolu byly u řepkového oleje pozorovány již po 4 týdnech skladování při 40°C a to jak v otevřených, tak i uzavřených lahvích. Řepkový olej obsahuje 64% γ -tokoferolu, 35% α -tokoferolu a asi 1% δ -tokoferolu. Ztráty α -tokoferolu byly vyšší než u γ -tokoferolu. Po 16 týdnech skladování při stejné teplotě klesl celkový obsah tokoferolu v oleji až o 90%. α -tokoferol je nejučinnějším lipofilním antioxidantem proti kyslíkovým radikálům. Olej je doporučeno skladovat v chladu a temnu při teplotách do 20°C. Při nízkých teplotách má trvanlivost přibližně 12 měsíců po otevření [43].

4.1.4 Skladování lněného a konopného oleje

Lněný olej i konopný olej jsou bohaté na α -linolenovou (ALA) a linolovou (LA) kyselinu. Kromě toho konopný olej navíc vyšší obsah γ -linolenové kyseliny (GLA). Oxidační stabilita těchto olejů závisí na více faktorech během balení a skladování. Proti oxidaci chrání minoritní sloučeniny s antioxidačními účinky a hrají důležitou roli ve zhoršení kvality oleje. Jsou to fosfolipidy, tokoferoly, fenolové sloučeniny, pigmenty (karotenoidy, chlorofyly), steroly a také MAG a DAG. Tyto sloučeniny mohou být přítomny ve všech rostlinných olejích a bránit je proti oxidaci. Navzdory přítomnosti těchto sloučenin jsou lněný i konopný olej díky svému složení s vysokým obsahem ALA a GLA poměrně nestabilní a v průběhu zahřívání i skladování podléhají snadno oxidaci [44].

4.1.5 Skladování palmového oleje

Palmový olej obsahuje nejvyšší koncentraci karotenoidů z běžně konzumovaných rostlinných olejů. Je směsicí různých mastných kyselin, nasycených, nenasycených i polynenasycených. Počet volných mastných kyselin v oleji je důležitým ukazatelem kvality. Některé zvyšují kyselost v průběhu skladování a jejich počet se zvyšuje s dobou skladování. Nejčastěji se palmový olej plní do dvacetilitrových bílých nádob, které se bohužel zřídka plní až po okraj. Tato praktika je marketingový tah ke zvýšení výnosu. Vzduch, který zůstane nad olejem, může způsobit, že olej vlhne a je náchylný k oxidaci i hydrolýze. Kdyby byly oleje udržovány v lednici a bez přístupu světla, byly by stabilní, nicméně v domácím prostředí, ve veřejných přípravných jídlu i ve skladech jsou vystaveny vzduchu, světlu i teplu. Světlo může způsobit, že škodlivé látky z obalu se uvolní do potravin. U tekutých potravin se navíc může průnik světla zvýšit v důsledku protřepání. Teplota je dalším faktorem a dle článku se rychlost oxidace a rychlost hydrolýzy dvojnásobně zvýší s každými 10°C [45].

4.1.6 Skladování sezamového a sójového oleje

Sezamové semena a sezamový olej obsahují sesamol, sesamin a sesamolín, což jsou významné antioxidanty. Přídavek antioxidantů je známá metoda, která zpomaluje oxidaci lipidů a jídel, které lipidy obsahují. Výtažky ze sezamových semen mohou být využívány místo syntetických antioxidantů jako jsou BHT a BHA, které se přidávají do potravin a mohou být zdraví škodlivé. Právě obsah těchto antioxidantů obsažených v sezamovém i sójovém oleji zpomaluje průběh jejich oxidace během skladování [46].

4.2 Obalové materiály olejů

Trvanlivost oleje závisí také na způsobu plnění. Obal oleje musí adekvátně chránit proti autooxidačním procesům [37].

Obalům potravin se přisuzuje řada funkcí, kterými jsou ochrana výrobku před nepříznivými vlivy okolí, vytvoření racionální manipulační jednotky a úloha vizuálně komunikační. Nároky na ochranu před znehodnocením jsou u potravin větší než u ostatních průmyslových výrobků. Obalové materiály na bázi polymerů jsou od ostatních materiálů charakterizovány částečným odporem proti transportu hmoty z jednoho povrchu na druhý. Tím se liší od skla a kovů, kde takovéto sdílení nepřichází v úvahu. To znamená, že kovové či skleněné obaly představují absolutní bariéru proti pronikání látek [24].

Z ergonomického hlediska je pro spotřebitele důležitý i požadavek snadného otevírání obalů, pokud možno pouze rukou, bez použití dalšího nástroje. Řešení bývá v řadě případů technicky náročné (např. snadno otevíratelné (easy open) odtrhávací uzávěry plechovek, šroubové, případně záklopkové uzávěry lahví). V řadě případů spotřebitel ocení možnost spolehlivého a pohodlného znovu uzavření otevřeného obalu. Nejen snadné otevírání, případně uzavírání obalů, ale i snadné vyprazdňování obalů bývá dobrou službou spotřebiteli. Aktuální je tato otázka právě u viskozních náplní, jako jsou oleje [47].

Požadavky na obaly potravin a zejména na jejich uzávěry jsou v současnosti hygieničnost, dostatečná těsnost, snadnost otevření popř. opětovného uzavření atd. a nezbytností je aplikace uzávěrů poskytujících garanci autentičnosti obsahu, což vyplývá ze zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích [24].

Pro příklad uveďme, že ve Španělsku je 90% panenského olivového oleje baleno do PVC (Polyvinylchloridu), PET (Polyethylentereftalátu) a čistého skla, které je čím dál více používáno pro balení výhradně panenského oleje s označením „extra“ [38].

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo popsat vlastnosti, rozdělení, strukturu a také funkci lipidů. Popsat mastné kyseliny, jejich význam a zaměřit se hlavně na rostlinné zdroje.

Dále se zaměřit na výrobu tuků a olejů a jejich nutriční význam. Vyjmenovat důležité zdroje a suroviny, ze kterých je získáváme, a také operace, kterými musí projít, než se dostanou na náš stůl. Při této příležitosti popsat druhy rostlinných olejů a možnosti jejich využití, protože každý je vhodný pro jiné použití jak už průmyslové tak kulinářské.

Tepelná úprava, na kterou jsem se zaměřila, bylo smažení. Děje, které při této úpravě probíhají a jejich zdravotní dopad na lidský organismus. Dále popis fyzikálních změn, chemických reakcí, vznik produktů, aromatických látek a následně jejich zmíněné zdravotní hledisko.

Smažení je tepelný proces s využitím horké tukové lázně. Tento roztavený tuk zajišťuje rovnoměrný ohřev po celém povrchu potraviny, kterou smažíme. Teploty záhřevu jsou nad 100°C a podmínky jsou podobné těm při pečení. Protože má používaný tuk malou tepelnou vodivost, chrání výrobek před místním přehřátím. Ve vnější vrstvě, která byla zbavena vlhkosti, nám vznikají specifické změny, které výrobku poskytují charakteristické aroma a chuť. Také proto je tento způsob přípravy pokrmu, kromě rychlosti a jednoduchosti, tak rozšířený a oblíbený.

Oleje a tuky na smažení je třeba používat vhodné, určené přímo pro tuto úpravu, jako jsou fritovací oleje, pokrmové tuky, olivový a řepkový olej a není třeba zavrhnout ani obyčejné sádlo. V mnoha našich domácnostech se však používá běžně slunečnicový olej, který vhodný vůbec není a to hlavně pro smažení delší, což platí i o másle.

Závěrem bych shrnula, že pokud dodržíme správné podmínky smažení jako je vhodný tuk, předepsaná teplota a doba smažení a pokud se smažicí tuk vyměňuje včas, není o mnoho škodlivější než jakékoliv jiné tepelné úpravy. Musíme pouze počítat s větší energetickou hodnotou. Jestliže navíc budeme mít použitý tuk vhodně uskladněn v chladu a temnu, nemusíme se o své zdraví obávat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*, Tábor: Osis, 1999, 331 s. ISBN: 80-902391-3-7.
- [2] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie 1*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005, 168 s. ISBN: 80-7318-295-5.
- [3] DAVÍDEK, J. *Chemie potravin*, Praha: SNTL, 1983, 629 s.
- [4] ZAJÍC, J., BAREŠ, M. *Chemie a technologie tuků*, Praha: VŠCHT, 1988, 244 s.
- [5] MAROUNEK, M., BŘEZINA, P., ŠIMŮNEK J. *Fyziologie a hygiena výživy*, Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska ve Vyškově, 2003, 148 s. ISBN: 80-7231-106-9
- [6] KOLÁŘ, K., KODÍČEK, M., POSPÍŠIL, J. *Chemie II.*, Olomouc: SPN, 1997, 128 s. ISBN: 80-85937-49-2.
- [7] KADLEC, P. *Technologie potravin 2*, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2008, 236 s. ISBN: 80-7080-510-2.
- [8] NORMAN, J. *Oleje, octy a jiné přísady*, Bratislava: Champagne Avantgarde, 1994. ISBN: 80-7150-150-6
- [9] KARLBERGER, J. *Technologie tuků a kosmetiky III pro OU a UŠ*, Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1980, 172 s.
- [10] POKORNÝ, J., PARKÁNYIOVÁ L. *Smažení potravin z pohledu chemika*, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2001
- [11] HRABĚ, J., ROP O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 179 s. ISBN: 80-7318-372-2
- [12] KARLBERGER, J. *Technologie tuků a kosmetiky I pro OU a UŠ*, Praha: SNTL, 1979, 210 s.
- [13] ALTEROVÁ, L. *Technologie tuků*. Praha: SNTL, 1986. 452 s. ISBN 04-833-79.
- [14] ŘEHÁKOVÁ, Z., KARLÍČKOVÁ, J., JAHODÁŘ, L. *Slunečnice roční - obsahové látky a biologická aktivita*, Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2007
- [15] GROTHENHERMEN, F., HUBÁČEK, M. *Konopí jako lék*, Olomouc: Fontána, 2009, 231 s. ISBN 978-80-7336-552-3.
- [16] BULKOVÁ, V. *Rostlinné potraviny*, Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011, 162 s. ISBN 978-80-7013-532-7.

- [17] ŠMIDRKAL, J., FILIP, V., BĚLOHLAV, Z., ZÁMOSTNÝ P., HONIG, V. *Současný stav a perspektivy využití rostlinných olejů*, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2008
- [18] KARLBERGER, J. *Technologie tuků a kosmetiky II pro OU a UŠ*, Praha: SNTL, 1980, 305 s.
- [19] HRABĚ, J., KOMÁR, A. *Technologie, zbožíznalství a hygiena potravin III*, Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska, 2003, 163 s. ISBN: 872311077
- [20] HÁJEK, J., MACHOVIČ, V., KRÍŽOVÁ, O., SEDLÁČKOVÁ, V., NOVOTNÁ, M. *Sledování změn při oxidaci řepkového oleje*, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1997
- [21] DUDÁŠ, F. *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1981
- [22] POKORNÝ, J. *Technologie tuků*, Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1986, 450 s.
- [23] DOSTÁLOVÁ, J. *Co se děje s potravinami při přípravě pokrmů*, Praha: Forsapi, 2008. ISBN 978-80-903820-8-4
- [24] KADLEC, P. *Procesy potravinářských a biochemických výrob*, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003, 308 s. ISBN: 80-7080-527-7.
- [25] FREJ, D. *Zdravé tuky omega*, Praha: EB, 2004, 166 s. ISBN: 80-903234-1-3.
- [26] FROHN, B. *Olivový olej a přírodní léčba*, Olomouc: Fontána, 2002, 164 s. ISBN: 80-7336-016-0.
- [27] *Nebezpečné hranolky* [online]. [cit. 10. 3. 2013]. Dostupné z http://www.tyden.cz/rubriky/apetit/nebezpecne-hranolky_76267.html
- [28] BLAHOVÁ, K. *Olivový olej a další oleje*, Praha: Sun, 2011, 87 s. ISBN: 978-80-7371-351-5.
- [29] PIPEK, P. *Tepelné opracování masa*, Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2008
- [30] Dobarganes, M. *Formation Of New Compounds During Frying - General Observations* [online]. [cit. 20. 1. 2013]. Dostupné z WWW. <<http://lipidlibrary.aocs.org/frying/c-newcpds/index.htm>>

- [31] MARMESAT, S., VELASCO, J., DOBARGANES. Quantitative determinativ of epoxy acids, keto acids and hydroxy acids formed in fats and oils at frying temperatures, *Journal of Chromatography*, 2008
- [32] CHOE, E., Min D. B. *Chemistry Of Deep-Fat Frying Oils*, Journal of Food Science, Vol. 72, Nr. 5, 2007
- [33] CIESAROVÁ, Z. *Minimalizace obsahu akrylamidu v potravinách*, Bratislava: Výzkumný ústav potravinářský v Bratislavě, 2006
- [34] *Toxicological Review Of Acrolein: In Support Of Summary Information On The Risk Information System*, May 2003. US Environmental Protection Agency, Washington, DC, CAS No. 107-02-8.
- [35] MÁRQUEZ-RUIZ G., DOBARGANES M. C. *Deep frying*, Champaign, 1996
- [36] RACEK, J., HOLEČEK, V. *Enzymy a volné radikály*, Plzeň: Lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Fakultní nemocnice v Plzni, 1998
- [37] MORELLO, Jose-Ramon; MOTILVA, Maria-Jose; TOVAR, Maria-Jesus; ROMERO, Maria-Paz. Changes in Commercial Virgin Olive Oil (Cv Arbequina) During Storage, with Special Emphasis on the Phenolic Fraction. *Food Chemistry*. 2004, vol. 85, no. 3 s. 357-364. ISSN:0308-8146.
- [38] GUTIÉRREZ, F; FERNÁNDEZ, J L. Determinant Parameters and Components in the Storage of Virgin Olive Oil. Prediction of Storage Time Beyond Which the Oil is No Longer of "Extra" Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, Vol. 50(3), Pp. 571-7. 2002, vol. 50, no. 3 s. 571-577. ISSN:0021-8561
- [39] THANH, Tran T; VERGNES, Marie-France; KALOUSTIAN, Jacques; ELMOSELHY, Tarek F; AL, et. Effect of Storage and Heating on Phytosterol Concentrations in Vegetable Oils Determined by GC/MS. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2006, vol. 86, no. 2 s. 220-225. ISSN:0022-5142.
- [40] STRUNECKÁ A., PATOČKA J. *Doba jedová 2*, Praha: Triton, 2012, 367 s. ISBN: 978-80-7387-555-8.
- [41] CRAPISTE, Guillermo H; CRAPISTE, Guillermo; BREVEDAN, Marta I. V; CARELLI, Amalia A. Oxidation of Sunflower Oil During Storage.(Author Abstract)(Report). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Dec, 1999, Vol. 76(12), P. 1437(7). 1999, vol. 76, no. 121437. ISSN:0003-021X.

- [42] *Slunečnicové oleje* [online]. [cit. 10. 3. 2013]. Dostupné z <http://www.agronavigator.cz/> .
- [43] GOFFMAN, F. D., MOLLERS, C. *Changes In Tocopherol and Plastochromanol-8 Contents in Seeds and Oil of Oilseed Rape (Brassica Napus L.) During Storage As Influence By Temperature And Air Oxygen*. 2000, vol. 48, no. 5 s. 1605-1609
- [44] ABUZAYTOUN, R; SHAHIDI, F. Oxidative Stability of Flax and Hemp Oils. *JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2006, vol. 83, no. 10 s. 855-861. ISSN:0003-021X.
- [45] HENRY, Oyem. Monitoring the Free Fatty Acid Level of Crude Palm Oil Stored Under Light of Different Wavelengths. *American Journal of Food Technology*, 2011, Vol.6(8), P.701. 2011, vol. 6, no. 8701. ISSN:1557-4571.
- [46] BAHMAEI, M; PEYMAN, H. Antioxidant Activity of Sesame Lignan Compounds on Soybean Oil. *Italian Journal of Food Science*. 2012, vol. 24, no. 1 s. 55-60. ISSN:1120-1770.
- [47] ČEPIČKA, J.. *Obecná potravinářská technologie*, Praha: VŠCHT, 1995. 246 s. ISBN 80-7080-239-1.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EPA	Eikosapentaenová kyselina.
DHA	Dokosahexaenová kyselina.
LDL	Lipoprotein s nízkou hustotou.
HDL	Lipoprotein s vysokou hustotou.
PAH	Polycyklické aromatické uhlovodíky.
MAG	Monoacylglycerol.
DAG	Diacylglycerol.
TAG	Triacylglycerol.
BHT	Butylhydroxytoluen.
BHA	Butylhydroxyanisol.
PVC	Polyvinylchlorid.
PET	Polyethylentereftalát.
ALA	α -linolenová kyselina.
GLA	γ -linolenová kyselina.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2: <i>triacylglycerol</i>	17
Obrázek 6: <i>Jednoduché schéma tepelné oxidace</i>	38

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: <i>Příklad nasycených mastných kyselin v lipidech</i>	14
Tabulka 2: <i>Příklad monoenových mastných kyselin v lipidech</i>	15
Tabulka 3: <i>Přehled nejdůležitějších olejnatých semen, jejich složení a množství oleje v nich</i>	16
Tabulka 4: <i>Obsah mastných kyselin v některých rostlinných olejích a živočišných tucích</i>	30
Tabulka 5: <i>Operace rafinace olejů</i>	32
Tabulka 6: <i>Srovnání bodu varu</i>	36
Tabulka 7: <i>Hlavní reakce probíhající při smažení potravin</i>	39
Tabulka 8: <i>Složení standardního a slunečnicového oleje se zvýšeným obsahem kyseliny ole- jové</i>	41
Tabulka 9: <i>Stanovení změny úrovně stigmasterolu a β-sitosterolu v olejích a margarínu po skladování 6 měsíců při pokojové teplotě</i>	47