

# **Mastné kyseliny v různých druzích potravin**

Dana Jelínková

---

Bakalářská práce  
2011

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie a mikrobiologie potravin  
akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Dana JELÍNKOVÁ**  
Osobní číslo: **T07020**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Mastné kyseliny v různých druzích potravin**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši týkající se mastných kyselin a jejich významu pro člověka.
2. Stručně popište oxidaci mastných kyselin.
3. Charakterizujte výrobu jedlých tuků a olejů a jejich modifikace se zaměřením na problemiku možného vzniku trans-nenasycených mastných kyselin.
4. Srovnajte literární údaje o zastoupení mastných kyselin v různých druzích potravin.



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] Davídek, J., Janíček, G., Pokorný, J.: Chemie potravin, vydalo SNTL, 1983 – 1.vydání.

[2] Nagao, K., Yanagita, T.: Conjugated Fatty Acids in Food and Their Health Benefits, Journal of bioscience and bioengineering, 2005, vol. 100, No. 2, 152--157.

[3] Velíšek, J., Hajšlová, J.: Chemie potravin I., vydalo nakladatelství OSSIS, 2009 – 3.vydání, ISBN 978-80-86659-15-2.

[4] Craig-Schmidt, M.: World-wide consumption of trans fatty acids, Elsevier, vol. 7, Issue 2, 2006, Pages 1-4 .

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. František Buňka, Ph.D.**

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

**11. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2011**

Ve Zlíně dne 12. dubna 2011

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## 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 <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> 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 23.5.2011 .....

..... Jelínková Dana .....

---

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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 vzdělávacího zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> 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**

Bakalářská práce je zaměřena na charakteristiku mastných kyselin v různých druzích potravin. V práci je popsána stavba mastných kyselin, možné procesy jejich oxidace, rovněž možnosti výroby rostlinných olejů. Dále jsou charakterizovány esenciální mastné kyseliny řady (n-3 a n-6). Obsah jednotlivých mastných kyselin v potravinách ukazují tabulky. V samostatné kapitole jsou prezentovány příklady obsahů jednotlivých mastných kyselin v konkrétních potravinách se zaměřením na mražené krémy, cukrovinky a trvanlivé pečivo, jemné pečivo a listová těsta.

Klíčová slova: mastné kyseliny, oxidace mastných kyselin, monoenoové mastné kyseliny, polyenoové mastné kyseliny, trans nenasycené mastné kyseliny

## **ABSTRACT**

Bachelor's thesis is focused on fatty acids in various types of food. The work describes the structure of fatty acid oxidation and the possibilities of production of vegetable oils. The thesis deals also the essential fatty acids (n-3 and n-6). The last part of the work contains examples of individual fatty acids content in certain foodstuffs.

Keywords: fatty acids, fatty acid oxidation, monounsaturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, trans - unsaturated fatty acids

Velké poděkování patří panu doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady, připomínky a poskytnuté zdroje informací.

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>1 POPIS MASTNÝCH KYSELIN A JEJICH VÝZNAM PRO ČLOVĚKA.....</b>	<b>10</b>
1.1 NASYCENÉ KYSELINY.....	10
1.2 NENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY.....	11
1.2.1 Monoenové mastné kyseliny.....	11
1.2.2 Polyenové mastné kyseliny.....	11
1.3 TRANS NENASYCENÉ MASTNÉ KYSELINY.....	13
1.4 VÝZNAM MASTNÝCH KYSELIN PRO ČLOVĚKA.....	15
<b>2 VYBRANÉ REAKCE MASTNÝCH KYSELIN.....</b>	<b>17</b>
2.1 ŽLUKNUTÍ TUKŮ.....	17
2.2 OXIDACE MASTNÝCH KYSELIN.....	18
2.3 PRODUKTY AUTOOXIDACE.....	19
2.4 OXIDACE SINGLETOVÝM KYSLÍKEM.....	20
<b>3 VÝROBA JEDLÝCH TUKŮ A OLEJŮ.....</b>	<b>21</b>
3.1 TECHNOLOGIE ZÍSKÁVÁNÍ ROSTLINNÝCH OLEJŮ A TUKŮ.....	21
3.2 HYDROGENACE.....	22
3.3 INTERESTERIFIKACE TUKŮ.....	22
3.3.1 Technologie výroby margarínů a pokrmových tuků.....	23
<b>4 ZASTOUPENÍ MASTNÝCH KYSELIN V RŮZNÝCH DRUZÍCH POTRAVIN.....</b>	<b>25</b>
4.1 OBSAH A SLOŽENÍ TUKU MRAŽENÝCH KRÉMŮ, TRVANLIVÉHO PEČIVA A CUKROVINEK NA ČESKÉM TRHU.....	25
4.2 OBSAH A SLOŽENÍ TUKU TRVANLIVÉHO A JEMNÉHO PEČIVA A LISTOVÝCH TĚST Z TRŽNÍ SÍTĚ ČESKÉ REPUBLIKY.....	32
4.3 SLOŽENÍ MASTNÝCH KYSELIN TUKU INSTANTNÍCH PŘÍDAVKŮ DO KÁVY A ČAJE, ROSTLINNÝCH ŠLEHAČEK A DEHYDROVANÝCH POLÉVEK A BUJÓNŮ.....	34
4.4 SLOŽENÍ MASTNÝCH KYSELIN TUKU ČOKOLÁDOVÝCH POUCHOUTEK A POMAZÁNEK, LEDOVÝCH ČOKOLÁD A RŮZNÝCH DRUHŮ POLEV.....	35
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>38</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>39</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>42</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>43</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>44</b>



## ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá charakteristikou mastných kyselin v potravinách. Mastné kyseliny jsou důležité pro správnou funkci našeho organismu, proto je vhodné přijímat je v potravě. V přírodě se vyskytují mastné kyseliny nasycené a nenasycené, přičemž nenasycené se dále dělí podle počtu dvojných vazeb na monoenoové a polyenoové. Dvojně vazby monoenoových a polyenoových kyselin mohou mít konfiguraci *cis* nebo *trans*. Z nenasycených mastných kyselin se nejvíce vyskytuje kyselina olejová, linolová a arachidonová. Všechny nenasycené kyseliny se vyskytují v rostlinných olejích. Z nasycených mastných kyselin jsou nejrozšířenější kyseliny palmitová a stearová, které jsou hojně zastoupeny v živočišných tucích. Pro náš organismus jsou esenciální některé nenasycené kyseliny skupiny n-6 a n-3. Výzkumy ukazují, že konjugované mastné kyseliny mohou snižovat pravděpodobnost výskytu řady onemocnění.

Prakticky všechny nenasycené mastné kyseliny, které se vyskytují v přírodě jsou v konfiguraci *cis*, některé se ovšem vyskytují i v konfiguraci *trans*. *Trans* - kyseliny se běžně vyskytují v parciálně hydrogenovaných tucích.

K nejvýznamnějším reakcím MK patří oxidace, která probíhá hlavně u nenasycených tuků a olejů. Autooxidace rostlinných olejů se vyskytuje ve třech krocích: iniciace, propagace a terminace. Nenasycené tuky v potravě podléhají autooxidačním reakcím, ztrácejí hydrogenový radikál v přítomnosti světla, stopových prvků nebo tepla. Dochází ke vzniku volných lipidových radikálů, které reagují s kyslíkem za vzniku peroxidových radikálů, které reagují s dalšími lipidy za tvorby hydroperoxidů lipidů, v další fázi vzniká alkoxylový a peroxylový radikál.

# 1 POPIS MASTNÝCH KYSELIN A JEJICH VÝZNAM PRO ČLOVĚKA

Triacylglyceroly jsou velmi důležité z hlediska výživy a jsou také nejvýznamnější složkou lipidů [1,2]. Triacylglyceroly jsou estery glycerolu a vyšších MK. V TAG jsou až na výjimky obsaženy nevětvené mastné kyseliny se sudým počtem atomů uhlíků [35]. Mastné kyseliny je souhrnné označení pro všechny alifatické monokarboxylové kyseliny, které lze z lipidů uvolnit hydrolýzou. Téměř všechny mají nerozvětvený řetězec se sudým počtem atomů uhlíku, protože jejich biosyntéza vychází z dvojuhlíkatých jednotek (acetylkoenzymu A) [3,4]. Kyseliny obsahující více než 10 až 12 atomů uhlíku se v buňkách ve volné formě normálně nevyskytují. Vznikají převážně přechodným hydrolytickým štěpením tuků, kterým dodávají kyselou a olejovitou až voskovitou povahu. Podle existence dvojných vazeb v uhlíkatém řetězci se rozlišují nasycené a nenasycené mastné kyseliny. Nasycené mastné kyseliny nemají dvojně vazby [4]. Pro nenasycené mastné kyseliny se dvěma a více dvojnými vazbami se užívá označení polynenasycené [3]. Za normální teploty (do 30 °C) a tlaku jsou nasycené mastné kyseliny tuhé, jejich nejznámějšími zástupci jsou palmitová a stearová kyselina. Nenasycené mastné kyseliny jsou za těchto podmínek olejovité látky. Dvojně vazby jsou převážně v *cis* konfiguraci, existuje však také i konfigurace *trans* (viz kapitola 1.3). Nejvíce se vyskytující nenasycené mastné kyseliny jako olejová, linolová, linolenová a arachidonová kyselina [4,5]. Kyselina olejová se vyskytuje v řepkovém a olivovém oleji, kyselina linolová ve slunečnicových semenech a pšeničných klíčcích, kyselina linolenová v rostlinných olejích a kyselina arachidonová se vyskytuje ve slunečnicovém oleji, sóji a kukuřici [6].

## 1.1 Nasycené kyseliny

Nasycené mastné kyseliny jsou běžnou složkou přírodních lipidů [1]. Jsou to karboxylové kyseliny s dlouhými alifatickými uhlovodíkovými řetězci. V přírodě se vyskytují jako esterově vázané a obsahují 4 až 60 atomů uhlíku [1,5]. Nasycené kyseliny se ve vodě rozpouští jen nepatrně, dobře se však rozpouštějí v nepolárních rozpouštědlech jako např. benzen, diethyleter, chloroform. Nasycené mastné kyseliny jsou chemicky velmi stálé a mění se až při dlouhodobém zahřevu nebo za vysokých teplot. Za běžných podmínek skladování a zpracování potravin se téměř nemění [2]. Nejrozšířenější z nasycených kyselin je palmitová kyselina, která je přítomna téměř ve všech lipidech, je také hojně zastoupena v tuku domácích zvířat a ve fosfolipidech. Také ve vyšších rostlinách

převládají zbytky mastných kyselin s 16 nebo 18 atomy uhlíku [2,5]. Kyselinu laurovou můžeme najít ve skořici, kokosovém oleji a v bobkovém listu, v kokosu můžeme najít také kyselinu myristovou. Kyseliny máselná, kapronová, valerová, kaprinová a kaprylová se v malém množství vyskytují v másle a kozím mléce [5].

## 1.2 Nenasycené mastné kyseliny

Nenasycené mastné kyseliny vázané v jedlých tucích a jiných lipidech potravin mohou obsahovat jednu dvojnou vazbu tzv. monoenové nebo několik dvojných vazeb tzv. polyenové [2].

### 1.2.1 Monoenové mastné kyseliny

V přírodních tucích se vyskytují nenasycené mastné kyseliny se sudým počtem atomů uhlíku od 10 do 24 [7]. Monoenové mastné kyseliny obsahují jednu dvojnou vazbu v molekule. Tato vazba má v přírodních lipidech téměř výhradně konfiguraci *cis* [2,5]. Nejběžnější jsou kyseliny s 18 atomy uhlíku. Kyseliny s trojnými vazbami se v jedlých tucích nevyskytují [2]. Příkladem pro mastnou kyselinu vyskytující se v konfiguraci *trans* je kyselina elaidová [2,5]. Nenasycené mastné kyseliny mají značně nižší bod tání než mají kyseliny nasycené, takže *cis*-kyseliny jsou většinou za teploty místnosti kapalné. *Trans*-kyseliny tají při teplotách přibližně o 20 až 25°C vyšších než odpovídající *cis*-kyseliny. Monoenové kyseliny se nerozpouštějí ve vodě, ale v organických rozpouštědlech je rozpustnost lepší než u nasycených kyselin. Monoenové mastné kyseliny s *cis* konfigurací jsou dobře stravitelné. Úloha *trans*-kyselin ve výživě je popsána v další kapitole (viz. kapitola 1.3.).

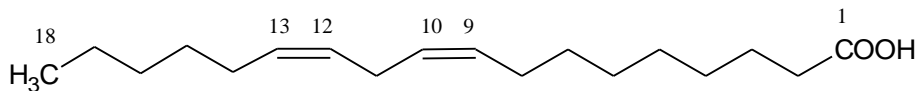
### 1.2.2 Polyenové mastné kyseliny

Nenasycené vyšší mastné kyseliny vznikají z nasycených mastných kyselin desaturací, kterou katalyzují oxygenasy. Člověk je odkázán na příjem nenasycených kyselin řady n-6 a n-3 potravou [3]. Polyenové mastné kyseliny vázané v lipidech potravin mají dvě nebo více dvojných vazeb, které leží navzájem v izolované poloze. Konjugované polyenové kyseliny se vyskytují jen v jedlých tucích, a to pouze ve stopách [2]. Konjugované mastné kyseliny (MK) jsou směsí polohových a geometrických isomerů polynenasycených MK s konjugovanými dvojnými vazbami [8]. Mastné kyseliny s kombinacemi dvojných a trojných vazeb nejsou v potravinách zastoupeny [2]. Mezi nejvýznamnější kyseliny patří linolová,  $\alpha$ -linolenová, které mají pro živočišný organismus esenciální charakter a byly

určitou dobu označovány jako vitamin F a arachidonová, která je semiesenciální – jsou částečně nahraditelné [5]. Linolová kyselina (n-6) může být přeměněna elongací řetězce s dvěma desaturacemi na arachidonovou a analogicky  $\alpha$ -linolenová (n-3) na eikosapentaenovou kyselinu, proto jsou i tyto polynenasycené mastné kyseliny semiesenciální [3].

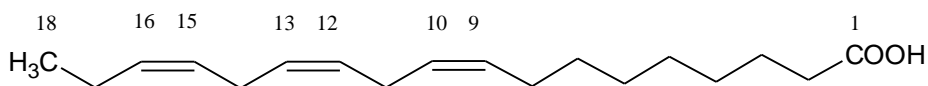
Výzkum naznačuje, že konjugované mastné kyseliny mají potencionální výhodné účinky zahrnující antikarcinogenní, antiobézní a antidiabetickou aktivitu. Bylo u nich také prokázáno, že zabraňují hypertenzi. Nedávné zprávy naznačují, že každý isomer konjugované mastné kyseliny má různé funkce, např. 10*trans*, 12*cis* isomer konjugované linolové kyseliny působí proti obezitě, má antikarcinogenní a antidiabetické účinky, zatímco isomer 9*cis*, 11*trans* konjugované kyseliny linolové vykazuje antikarcinogenní účinky [8,9]. Vysoký podíl linolové a linolenové kyseliny je v triacylglycerolech lněného oleje [3]. V přírodě se nejvíce vyskytují mastné kyseliny s *cis* dvojnými vazbami. Mastné kyseliny s *trans* dvojnými vazbami se vyskytují v některých potravinách. Nejčastěji vznikají jako vedlejší produkt hydrogenace nenasycených mastných kyselin v průběhu parciální hydrogenace rostlinných olejů [5]. Hlavním zdrojem jsou rostlinné oleje – sójový, řepkový nebo slunečnicový olej. V olivovém oleji je esenciálních kyselin podstatně méně. Oleje s vysokým podílem polynenasycených kyselin by se zásadně neměl používat ke smažení a fritování, protože jsou velmi málo odolné vůči autooxidaci. Dalším zdrojem polynenasycených mastných kyselin, zejména eikosapentaenové, jsou rybí oleje [3]. Nedostatek esenciálních mastných kyselin se může projevit poruchami pokožky. Zúčastňují se výstavby buněčných membrán a jsou prekurzory prostaglandinů, ty mají pravděpodobně určitou funkci ve významných orgánech jako je srdce, játra, ledviny, nervová tkáň [2].

Linolová kyselina – obrázek 1, vyskytuje se v rostlinných olejích např. v řepkovém oleji, slunečnicovém oleji, sojovém oleji, bavlníkovém oleji, oleji z kukuřičných klíčků a lněném oleji [7,10]. V menším množství se vyskytuje i v živočišných tucích [2]. Z hlediska kardiovaskulárního onemocnění je kyselina linolová nejúčinnější ve snižování hladiny cholesterolu v krvi, prostřednictvím eikosanoidů, což jsou tkáňové hormony odvozené z kyseliny arachidonové a eikosapentaenové kyseliny, které podporují krevní srážení a usnadňují protizánětlivé pochody v těle [10,11].



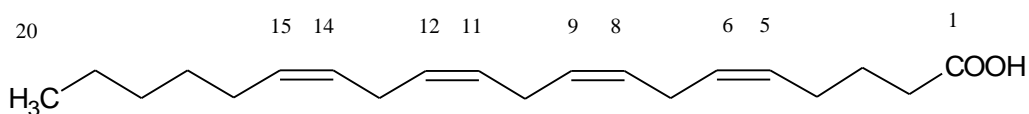
Obrázek 1: Linolová kyselina [1]

Linolenová kyselina – obrázek 2, doprovází linolovou kyselinu v rostlinných lipidech, bývá však přítomna ve značně menším množství [2]. V biologických textech bývá často označována jako  $\alpha$ -linolenová kyselina, na rozdíl od její izomerní formy  $\gamma$ -linolenové kyseliny, která má odlišnou fyziologickou účinnost [1].

Obrázek 2:  $\alpha$ -linolenová kyselina [1]

Arachidonová kyselina – obrázek 3, má čtyři dvojné vazby, je pro metabolismus člověka nejdůležitější esenciální mastnou kyselinou. V potravě se však vyskytuje jen v malém množství [2].

Organismus si ji dokáže syntetizovat z linolové kyseliny za přítomnosti biotinu. [2].

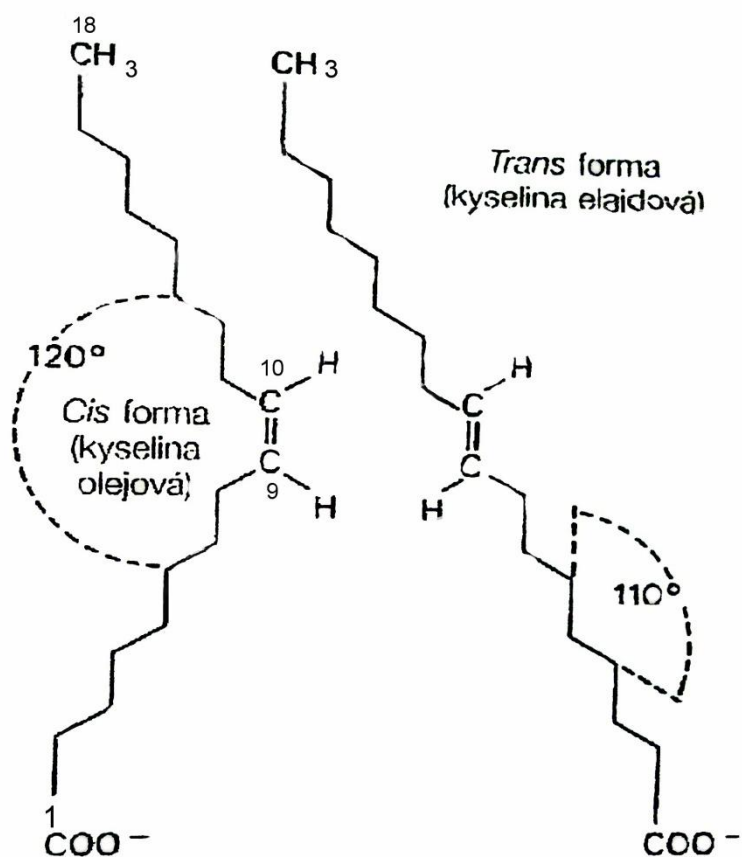


Obrázek 3: arachidonová kyselina [1]

### 1.3 Trans nenasycené mastné kyseliny

Prakticky všechny nenasycené mastné kyseliny, které se vyskytují v přírodě jsou v konfiguraci *cis*, některé se však vyskytují v konfiguraci *trans*, jako je například kyselina elaidová [5]. Monoenové kyseliny s *trans*-konfigurací dvojné vazby se v přírodě vyskytují jen zřídka – můžeme je najít např. v depotním i mléčném tuku přežvýkavců. *Trans* kyseliny se však běžně vyskytují v parciálně hydrogenovaných tucích [2]. *Trans* mastné

kyseliny jsou hůře metabolizovatelné. Nenasycené mastné kyseliny s vazbou *trans* mají řetězec rovný, kdežto kyseliny s *cis* konfigurací dvojně vazby mají řetězec zahnutý. Tuto formaci lze vidět na obrázku 4. Dnes je tendence množství *trans* kyselin ve stravě co nejvíce omezovat [12,13]. Hlavním zdrojem *trans*-nenasycených vyšších mastných kyselin ve výživě je ztužený rostlinný tuk s některými náhražkami másla. Nachází se také v tuku přežvýkavců, rovněž jako produkt částečné hydrogenace, ke které dochází v bacheru [6,9,13,14]. *Trans*-kyseliny jsou běžně obsaženy v mořských živočiších a rostlinách, v některých mikroorganismech, mohou se vyskytovat i v některých semenech tropických a subtropických rostlin. V menším množství jsou *trans* mastné kyseliny obsaženy v hovězím nebo skopovém mase, mohou vznikat při nesprávném, příliš rychlém smažení pokrmů za velmi vysokých teplot, nad 200°C [6,12,13]. Za den by neměl být příjem *trans*-nenasycených mastných kyselin vyšší než 5g [12].



Obrázek 4: *Cis* a *trans* formy [5]

## 1.4 Význam mastných kyselin pro člověka

Osobám ohroženým obezitou, cukrovkou nebo onemocněním srdce a cév je lékaři doporučováno omezit konzumaci živočišných tuků a naopak zvýšit příjem rostlinných tuků [11,15]. Některé z nenasycených mastných kyselin potřebuje lidské tělo jako esenciální, člověk si je nedokáže sám syntetizovat. Proto je nezbytné zajistit jejich přívod potravou [16]. Esenciální mastné kyseliny jsou potřebné pro funkci buněčných membrán. Při dlouhodobém nedostatku dochází u dětí ke zpomalenému růstu, chorobným změnám na játrech, ledvinách, na kůži a ve vlasech [17]. Kyselina dokosahexaenová odvozená od kyseliny linolové se uplatňuje např. při zrání dětského nervového systému a oční sítnice [11]. Některé nenasycené mastné kyseliny jsou důležité pro funkci šedé kůry mozkové a pohlavních žláz. Při nedostatku kyselin eikosapentaenové a dokosahexaenové dochází k poruše mnoha biochemických pochodů, ovlivňující smáčivost cévních stěn, krevní srážlivost a zánětlivé pochody v organismu [16]. Mimo jiné má eikosapentaenová kyselina protizánětlivé účinky, zvyšuje odbourávání tuku v játrech a snižuje hladinu cholesterolu v krvi [17]. Nejlepším zdrojem kyseliny linolové jsou rostlinné oleje, a u kyseliny eikosapentaenové to jsou mořské ryby [16]. Z nejnovějších vědeckých poznatků vyplývá, že vyšší konzumace kyseliny  $\alpha$ -linolenové může mít ochrannou funkci před vznikem kardiovaskulárních onemocnění a v kombinaci s kyselinou linolovou snižují hladinu celkové i LDL cholesterolu [6]. Konjugovaná kyselina linolová, což je kyselina cis-9, trans-11, se nachází pouze v mléčném a depotním tuku přežvýkavců. Má vlastnosti antioxidantů a účinně brání vzniku některých typů nádorů a také vzniku aterosklerosy [9]. Je prokázáno, že *trans* mastné kyseliny mají vztah k rizikovým faktorům aterogeneze, respektive ischemické chorobě srdeční. Riziko ischemické choroby srdeční se zvyšuje nadměrnou konzumací *trans* mastných kyselin i nasycených mastných kyselin, které jsou obsaženy v tučných a cukrářských produktech. *Trans* mastné kyseliny nepříznivě ovlivňují hladinu LDL cholesterolu, více než nasycené mastné kyseliny [6].

Ořechy jsou pro zdraví člověka velmi prospěšné. Přestože mají vysokou energetickou hodnotu, pomáhají snižovat rizika cévních chorob. Jsou cenným zdrojem esenciálních mastných kyselin n-6 a n-3. Rostlinné tuky včetně ořechů mají nízké zastoupení nasycených mastných kyselin do 10%, vysoký obsah nenasycených polyenových mastných kyselin a neobsahují cholesterol. Poměr linolové a  $\alpha$ -linolenové je optimální 4,1:1 [6]. Také kyselina olejová má příznivé účinky na lidský organismus. Je v těle využívána hlavně v metabolických reakcích, při kterých se z molekuly uvolňuje energie. A také příznivě

ovlivňuje skladbu krevních tuků a tím snižuje riziko rozvoje aterosklerózy. Je také vhodné uvést, že oleje nejsou zdrojem jen mastných kyselin, ale i dalších užitečných látek. Jsou to fytosteroly, které upravují hladinu cholesterolu v krvi. Dále to jsou tokoferoly (vitamin E), karotenoidy a polyfenoly, jsou to látky, které mají antioxidační účinek [11].

Řepkový olej patří mezi hodnotné suroviny nacházející uplatnění v řadě potravinářských aplikací díky nízkému obsahu nasycených mastných kyselin a vyváženému obsahu n-3 i n-6 mastných kyselin [10].



## 2 VYBRANÉ REAKCE MASTNÝCH KYSELIN

### 2.1 Žluknutí tuků

Když se změní chuť, vůně ale i barva tuku nebo oleje nežádoucím způsobem můžeme mluvit o žluknutí tuků [3,7]. Rozkladné procesy může vyvolat oxidace vzdušným kyslíkem, které je hlavně iniciována světelným zářením, kdy z nenasycených MK vznikají příslušné peroxidy [1,3,5]. Žluknutí tuků oddálíme pokud budeme potraviny uchovávat v temnu a chladu s omezeným přístupem vzduchu, odstraněním převážné části vody a vzduchu zahříváním nebo vysušením ve vakuu [3]. Aby se zabránilo této autooxidaci, mohou se do tuků přidávat antioxidační prostředky např. tokoferoly,  $\beta$ -karoten, polyfenoly [3,5].

Rozeznáváme několik typů žluknutí: [1,2]

- Žluknutí hydrolytické – většina rostlinných a živočišných lipas je nespecifická a může katalyzovat hydrolýzu všech MK vázaných v triacylglycerolech. Hydrolýza triacylglycerolů na diacylglyceroly je pomalejší než hydrolýza na monoacylglyceroly a těch na MK a glycerol, nehromadí se ve skladovaném materiálu parciální estery glycerolu, ale pouze volné MK. Žluknutí se projevuje hořknutím, u kokosového tuku se uvolňují nižší nasycené kyseliny a mají typickou mýdlovou chuť [1,2]. Na hydrolytickém žluknutí se aktivně podílejí také mikroorganismy (MO), hlavně plísně, proto plísňové sýry a některé trvanlivé salámy obsahují značné množství volných MK [2].
- Žluknutí oxidační – je způsobováno produkty oxidace tuků a olejů. Primární produkty autooxidace se neprojevují změnou organoleptických vlastností, ale jejich rozkladem vznikají těkavé produkty, hlavně aldehydy, které jsou nositeli žluklé chuti. Jistý rozsah oxidačních reakcí, enzymových a také neenzymových, je často žádoucí, neboť vede ke vzniku charakteristických aromatických látek mnoha potravin [1,2].
- Žluknutí ketonové – je typické pro mléčný a kokosový tuk. Jeho příčinou je činnost MO, ty přeměňují nižší mastné kyseliny na 2-alkanony zvané metylketony, a ty pak dodávají tuku květinou chuť. Příchut' není nepříjemná, např. v plísňových sýrech je dokonce žádoucí, ale pro jedlé tuky je netypická [1,2].

Chuťová reverze – je specifická pro sójový olej. Projevuje se v době, kdy olej obsahuje poměrně málo hydroperoxidů MK. Nositeli vzniklého pachu po trávě a fazolích jsou různé sloučeniny vznikající rozkladem hydroperoxidů. Tato vada lze odstranit rafinací, ale po času se tato vada opět objeví [1,2].

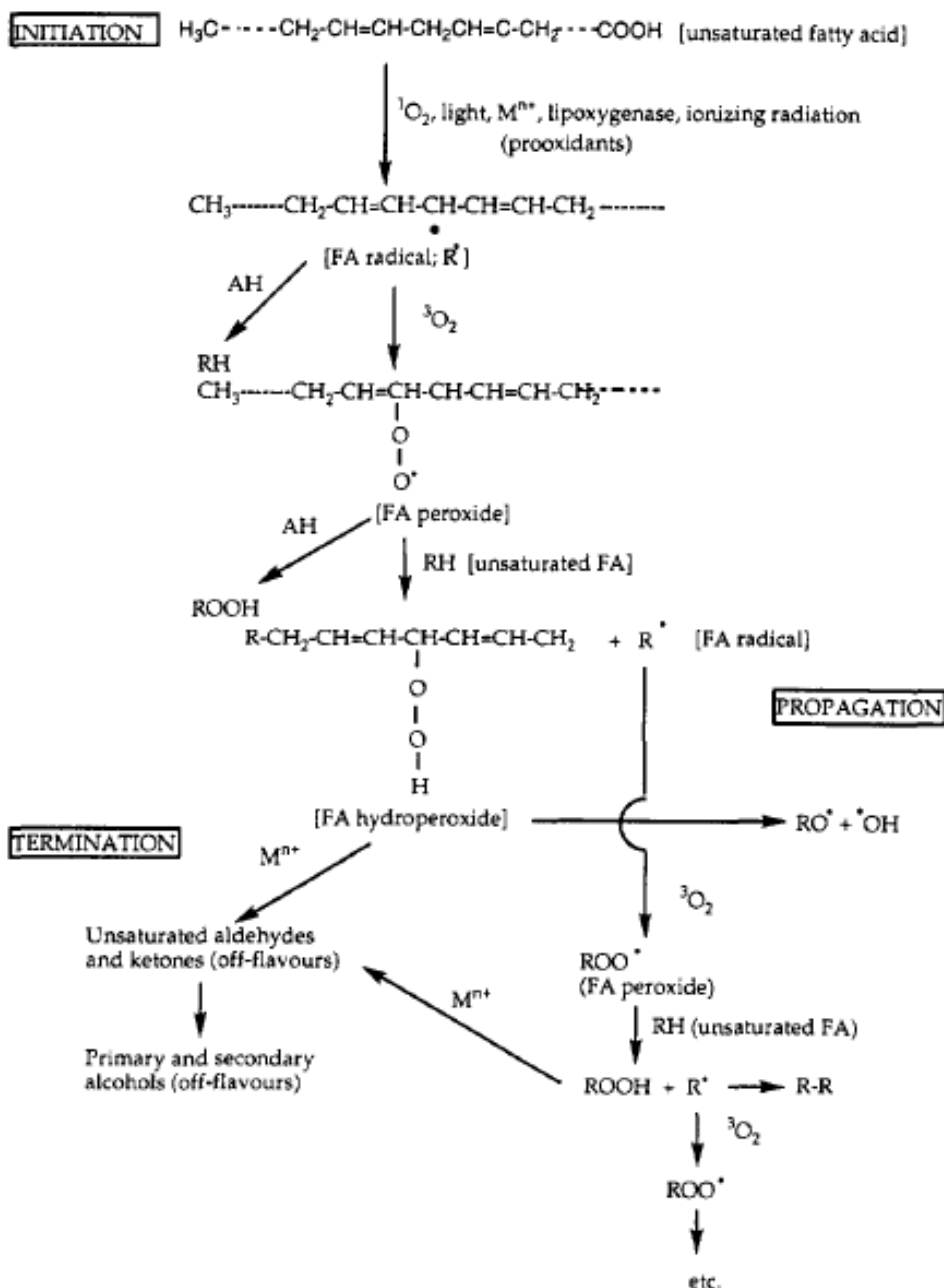
## 2.2 Oxidace mastných kyselin

Oxidace patří k nejvýznamnějším reakcím MK, hlavně u nenasycených tuků a olejů, především vzdušným kyslíkem, správněji samovolná oxidace neboli autooxidace [1,14,18]. Autooxidace probíhá za běžné i zvýšené teploty. K autooxidaci saturovaných MK dochází ve významnější míře při zvýšených teplotách [1,19]. Autooxidaci podléhají nejrychleji mastné kyseliny s konjugovanými dvojnými vazbami [7]. Autooxidace rostlinných olejů je proces, který se vyskytuje ve třech různých krocích: iniciace, propagace a terminace [1,18,20].

V prvním stupni reakce dochází ke vzniku volného vodíkového radikálu a volného radikálu mastné kyseliny. Tato reakce je urychlena působením záření, energií nebo jiným radikálem zpočátku má iniciace malou rychlost [1,14,19,22,23].

Volný radikál reaguje velmi rychle s kyslíkem a vytvoří se peroxidový radikál, který reaguje s další molekulou MK, tím se uvolní další atom vodíku za vzniku hydroperoxidu a volného radikálu. Tento druhý stupeň autooxidační reakce se nazývá propagace [1,14,22,23]. Sled uvedených obou reakcí propagačního stupně se může několikrát opakovat. Byly pozorovány řetězy o více než tisíci člancích. Proto se autooxidaci říká řetězová reakce [1].

Pokud je v reakčním systému koncentrace volných radikálů dosti vysoká, může se stát, že dva volné radikály spolu zreagují za vzniku neradikálového, poměrně stabilního produktu, čímž se reakční řetězec skončí. Třetí stadium autooxidační reakce se nazývá terminace [1,14,22,23].



Obrázek 5: Schéma autooxidace [21].

### 2.3 Produkty autooxidace

Nenasycené tuky v potravě podléhají autooxidačním reakcím, ztrácejí hydrogenový radikál v přítomnosti světla, stopových prvků nebo tepla [7,24]. Dochází ke vzniku volných lipidových radikálů, které reagují s kyslíkem za vzniku peroxidových radikálů, které zase reagují s dalšími lipidy za tvorby hydroperoxidů lipidů – základní produkty autooxidace [24].

Hydroperoxydy MK a jejich radikály mohou v sekundárních reakcích zásadně reagovat třemi způsoby. Podle typu vznikajících produktů se rozeznávají: [1]

- reakce, kdy se nemění počet atomů uhlíku v molekule např. vznik cyklických peroxidů a endoperoxidů, epoxykyselin, hydroxykyseliny a oxokyselin
- reakce, při kterých se molekula štěpí a vznikají produkty s menším počtem atomů uhlíku např. reakce, při nichž vznikají aldehydy, uhlovodíky nebo oxokyseliny
- polymerační reakce, při kterých se počet uhlíků v molekule zvyšuje [1].

Hydroperoxydy lipidů mohou dále reagovat s kyslíkem, za vzniku sekundárních oxidačních produktů, jako jsou epoxykyseliny, ketohydroxyperoxydy, cyklické peroxidy, hydroxykyseliny a oxokyseliny, které se rozkládají na těkavé látky nebo kondenzují na dimery či polymery s vyšším kondenzačním stupněm [1,24].

## 2.4 Oxidace singletovým kyslíkem

Excitací běžného tripletového kyslíku vzniká reaktivní singletový kyslík, který může reagovat s dvojnou vazbou nenasycených lipidů a dalších nenasycených sloučenin. Při skladování a zpracování potravin se singletovým kyslíkem tvoří stimulací tripletového kyslíku, nejčastěji při ozáření za přítomnosti fotosenzibilizátorů [1]. Typickou reakcí singletového kyslíku s lipidy je adice na dvojnou vazbu nenasycených mastných kyselin za vzniku řady peroxidových a radikálových produktů [25]. Singletový kyslík se aduje na dvojnou vazbu MK za vzniku nestabilních produktů, které se začínají rychle rozkládat za vzniku hydroperoxidu. Podobně vzniká hydroperoxid reakcí s vodíkovým atomem methylové skupiny na karboxylovém konci molekuly MK [1].

### 3 VÝROBA JEDLÝCH TUKŮ A OLEJŮ

Oleje a tuky patří mezi základní potraviny. Suroviny pro výrobu olejů a tuků jsou rostlinného a živočišného původu. Jedlý tuk a olej je směs triacylglycerolů, které se v závislosti na množství zastoupení mastných kyselin v triacylglycerolu vyskytují za normálních podmínek v tuhém nebo tekutém stavu [26].

#### 3.1 Technologie získávání rostlinných olejů a tuků

V dnešní době se oleje a tuky získávají z rostlinných semen dvěma způsoby a to extrakcí (extrakce oleje z rostlinných pletiv organickým rozpouštědlem) a lisováním. Jedním z kritérií, které rozhodují o základním procesu surovarny je olejnatost vstupní olejniny. Za hranici se považuje 25 – 30 % oleje v semeni, pokud mají méně tak se nelisují [27,28].

Rafinace surových olejů – surový olej obsahuje řadu doprovodných látek, které ze surového oleje odstraňujeme fyzikálně chemickými procesy [26]. Konečným produktem rafinace je plně rafinovaný rostlinný olej, s minimální koncentrací volných mastných kyselin, barviv. Hydratace – první rafinační krok, je založena na působení vody, roztoku elektrolytů na fosfolipidy, bílkovina a sacharidové složky mají schopnost vázat vodu a koagulovat [26,28,29]. Při hydrataci vodou je konečný obsah fosfolipidů vysoký (80 – 120 ppm fosforu). Odpadá hydratační kal, ze kterého se odpařením získá lecitin obsahující 60 – 65 % fosfolipidů, 1 – 2 % glykolipidů, zbytek je tvořen triacylglycerolů, mastnými kyselinami a dalšími látkami [27,28].

Odkyselování – nejpoužívanějším způsobem je alkalická rafinace. Je založena na neutralizaci volných mastných kyselin vodným roztokem hydroxidu sodného [27]. Vzniklá mýdla přecházejí do vodné fáze. Součástí linky je hydratační, neutralizační, promývací a sušící stupeň. Mýdlový kal se odděluje na první samoodkalovací odstředivce. Tím se získá odkyselený olej. Vzniklý mýdlový kal se rozloží na kyselinu sírovou a tukový podíl se použije k technickým účelům. Barevné látky se odstraňují bělením, jedná se především o karotenoidní a feofytinová barviva. Podstatou procesu je adsorpce barviv na bělicí lince hlinitosilikátového typu. Vlastní bělení probíhá v kontinuálních bělicích. Pracovní teplota je 70 – 90 °C, doba bělení je 20 – 30 minut [26,28,29]. Poslední rafinační stupeň je dezodorace. Je to destilace s vodní parou při teplotě 180 – 240 °C a tlaku 0,5 – 1,5 kPa, doba dezodorace je 1 až 6 hodin. Při dezodoraci jsou odstraňovány složky, které destilují s vodní parou: [26,27,28,29]

- nežádoucí pachové a chuťové látky (aldehydy, ketony, alkoholy aj.)
- volné mastné kyseliny
- steroly a tokoferoly [26,27,28,29].

### 3.2 Hydrogenace

Jedná se o nejrozšířenější technologii, kdy jsou dvojně vazby nenasycených mastných kyselin částečně nebo úplně nasyceny vodíkem za přítomnosti hydrogenačního katalyzátoru. Nenasycené mastné kyseliny přecházejí na nasycené mastné kyseliny a dochází ke změně oleje na ztužený tuk. Podle ztužování tento proces dělíme na:

- Parciální katalytickou hydrogenaci – takto ztužené tuky obsahovaly 50 – 60 % *trans* izomerů satureovaných MK. Dnes se tato technologie již nepoužívá.
- Totální hydrogenace - získají se tak plně ztužené tuky obsahující pouze nasycené mastné kyseliny o vysokém bodu tání 65 – 75 °C. Jedná se o suroviny pro přeesterifikaci triacylglycerolů [26,27,28].

Kromě nasycení vazeb dochází při parciální hydrogenaci k souběžné izomerii dvojných vazeb. Jedná se o geometrickou izomerii při níž se v tuku hromadí mastné kyseliny, které mají jednu dvojnou vazbu s převládající konfigurací *trans*. *Trans* izomery zvyšují spolu s nasycenými mastnými kyselinami bod tání tuku. [26,29].

### 3.3 Interesterifikace tuků

Další možností zpracování tuků je interesterifikace hlavně plně ztužených živočišných a rostlinných tuků s rostlinnými oleji, případně pevných frakcí získaných technologií frakcionace s rafinovanými rostlinnými oleji. Konečným smísením tohoto strukturního tuku s rafinovaným rostlinným olejem se opět získá tuková násada požadovaných vlastností, které neobsahuje *trans* izomery mastných kyselin [26].

Interesterifikace neboli přeesterifikace je proces při němž dochází k výměně acylu uvnitř molekuly triacylglycerolů nebo jde o výměnu acylu mezi dvěma molekulami triacylglycerolů. Reakce je alkalicky katalyzována, nejpoužívanějším katalyzátorem je metoxid sodný, směs sodíku s draslíkem nebo přímo elementární sodík. Oba pochody probíhají současně kolem 100°C po dobu několika minut. Smyslem zavedení interesterifikace bývá obvykle vyloučení *trans* izomerů z produktů. Proto se interesterifikují tuky o vysokém bodu tání získané totální hydrogenací [26,28,29].

### 3.3.1 Technologie výroby margarínů a pokrmových tuků

Jejich základ tvoří tuková násada [26,27,29]. K přípravě tukové násady se výhradně používají jedlé tuky, které jsou vhodné pro lidskou výživu [34]. Tuková násada představuje při teplotách 10 – 35°C disperzi pevných podílů triacylglycerolů v kapalném podílu [26,27, 28,29].

Emulgované tuky (margaríny) - lze charakterizovat jako emulzi vody v oleji. Olejová fáze tvoří spojitou fázi s tím, že část triacylglycerolů se vyskytuje ve formě krystalů. Vodná fáze tvoří disperzní podíl – u nejlépejších výrobků se jedná o vodu, u dražších výrobků je vodná fáze na bázi odstředěného mléka [26,28,29].

Pokrmové tuky – výrobky, které neobsahují vodnou fázi jako disperzní podíl. Obsah vody je v desetinách % hm., proto se někdy hovoří o 100 % tucích. Patří sem pečárenské tuky se zvýšenou oxidační stabilitou, tuky na fritování a na smažení. Pokrmové tuky mohou být vyráběné také ve šlehané formě, kdy se do tukové fáze zašlehává inertní plyn, většinou dusík. To jsou tuky na smažení s vysokou oxidační stabilitou [26,28,29].

Základní technologické operace: [26,29]

1. Příprava tukové a vodné fáze
2. Emulgace
3. Zchlazení emulze a její mechanické zpracování
4. Finalizace výrobku [26,29].

Příprava tukové násady – připravuje se smísením pevných tuků s rafinovaným rostlinným olejem, aby vlastnosti výsledné směsi odpovídaly požadavkům na konzistenci daného typu výrobku, aby byl roztíratelný, stolní, tažný margarín. V tukové fázi se rozpustí rozpustné přísady v tuku jako je emulgátor, aroma rozpustné v tuku, barvivo, vitaminy (A, D, E) [26,27,29].

Příprava vodné fáze – v nejjednodušším případě ji tvoří pitná voda, odstředěné mléko nebo syrovátka. Často se používá odstředěné mléko zakysané biologickým zákysem nebo chemickým zákysem. Do vodní fáze se také přidává sůl. Obě fáze jsou postupně čerpány do směšovače při teplotě několika stupňů nad bodem tání tuků. Vznikající emulze je čerpána do uzavřeného chladiče, kde je emulgace dokončena a směs je zchlazena.

Ochlazená emulze vstupuje do krystalizátoru, kde krystalizují pevné podíly triacylglycerolů, a dále k balicím strojům [26,28,29].

Speciální tuky – v této skupině jsou tuky a oleje určené pro specifické účely, a proto mají specifické vlastnosti a technologii výroby. Na tyto druhy jsou kladeny vysoké nároky hlavně z hlediska konzistence. Specifickou skupinou jsou i fritovací oleje, jsou to oleje s vysokou oxidační stabilitou. Vyrábí se z rostlinných olejů parciální hydrogenací, tak že se nasatí dvojně vazby u nejreaktivnějších mastných kyselin [26,29].



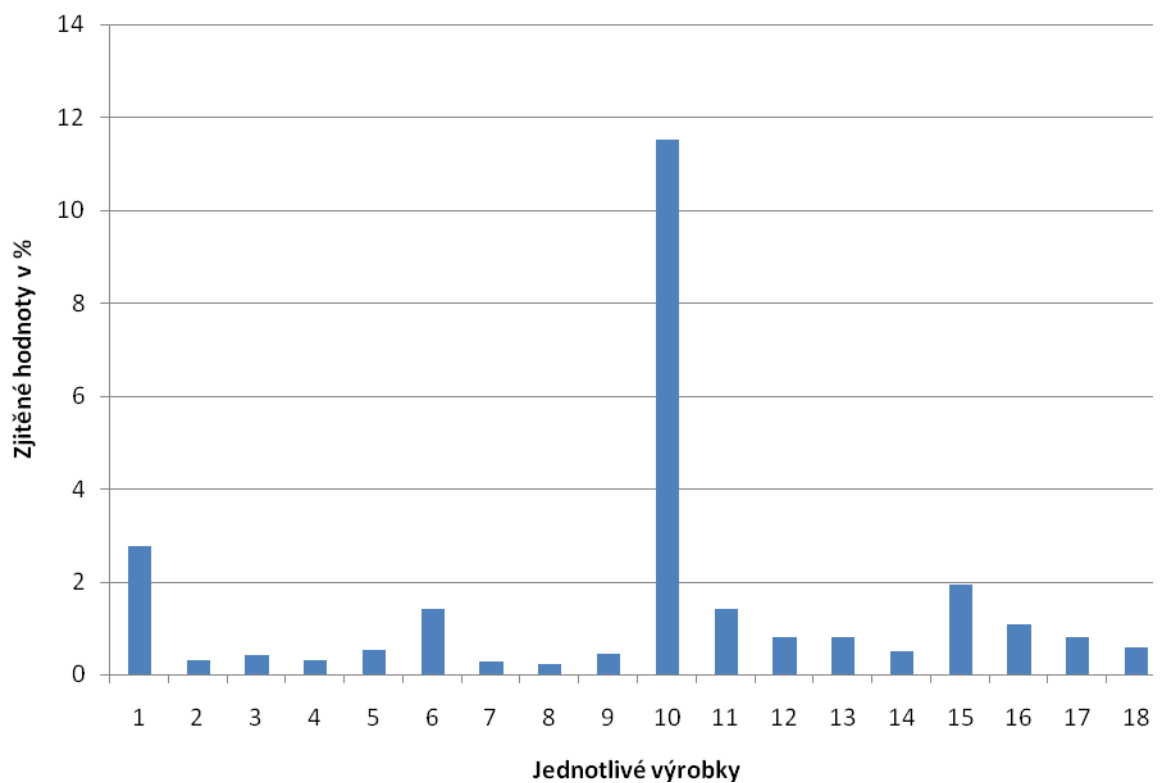
## 4 ZASTOUPENÍ MASTNÝCH KYSELIN V RŮZNÝCH DRUZÍCH POTRAVIN

Složení tuku v různých druzích potravin se v důsledku recepturních změn a změn v technologii ztužování tuků v poslední době výrazně mění. K významnému kvalitnímu posunu došlo u roztíratelných tuků, kde byl nalezený obsah *trans* mastných kyselin ještě v roce 2003 průměrných 6,7 %, zatímco v roce 2006 již jen 1,7 % [30].

### 4.1 Obsah a složení tuku mražených krémů, trvanlivého pečiva a cukrovinek na českém trhu

Doležal a kol. [30] v červenci 2003 analyzovali 10 vzorků mražených krémů s rostlinným tukem, červenci 2007 18 jednoporcových mražených krémů a v březnu 2008 10 cukrovinek a 13 vzorků trvanlivého pečiva. Sledoval zastoupení mastných kyselin a stanovoval je po transesterifikaci na metylestery mastných kyselin metodou plynové chromatografie [30].

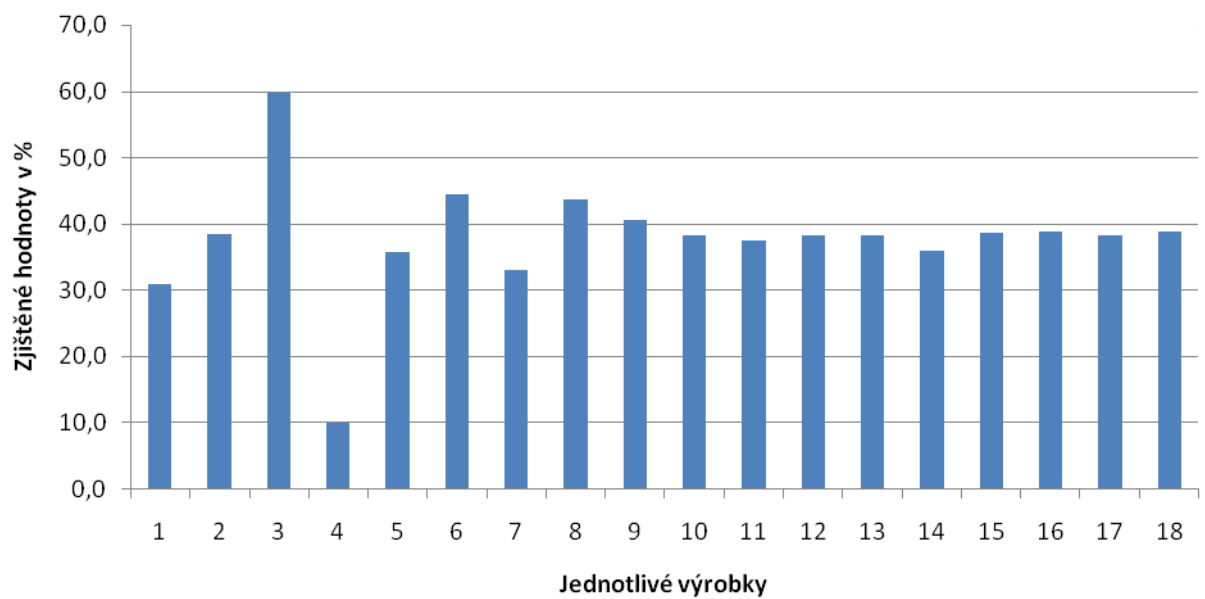
Mezi hodnocené kvalitativní znaky tuků patřil obsah *trans* mastných kyselin a nasycených středně dlouhých mastných kyselin vyjádřených jako množství laurové a myristové kyseliny. Mražené krémy obsahovaly jen malé množství *trans* mastných kyselin. Většina výrobků však měla vysoký podíl, z pohledu tvorby LDL-cholesterolu nepříznivých, středně dlouhých mastných kyselin laurové a myristové, který vyplývá z použití kokosového nebo palmového tuku v receptuře. Výsledky vyhodnocování cukrovinek, sušenek a oplatek ukázaly velkou proměnlivost v kvalitě tuků v recepturách jednotlivých výrobků. Průměrný obsah *trans* mastných kyselin u analyzovaných cukrovinek, sušenek a oplatek byl 7,1 % což svědčí o používání méně kvalitních tuků u některých výrobců. Lidé trpící nebo ohrožení kardiovaskulárními onemocněními by tyto výrobky měli ze svého jídelníčku spíše vyřadit. V tabulkách jsou uvedené jednotlivé výrobky ve kterých byl zjišťován obsah MK [30].



Obrázek 6: Obsah *trans* MK v mražených krémech v roce 2007 [30]

1 – Míša, 2 – Kuželky, 3 – Eskymo, 4 – Modré z nebe, 5 – Imperium, 6 – Elba,  
7 – Magnum, 8 – Rigoletto, 9 – Cortina, 10 – Tesco, 11 – Pribináček, 12 – Ledňáček,  
13 – Kuba, 14 – Choko stick, 15 – Pegas, 16 – Choko almond, 17 – Mrož, 18 – Helena  
[30]

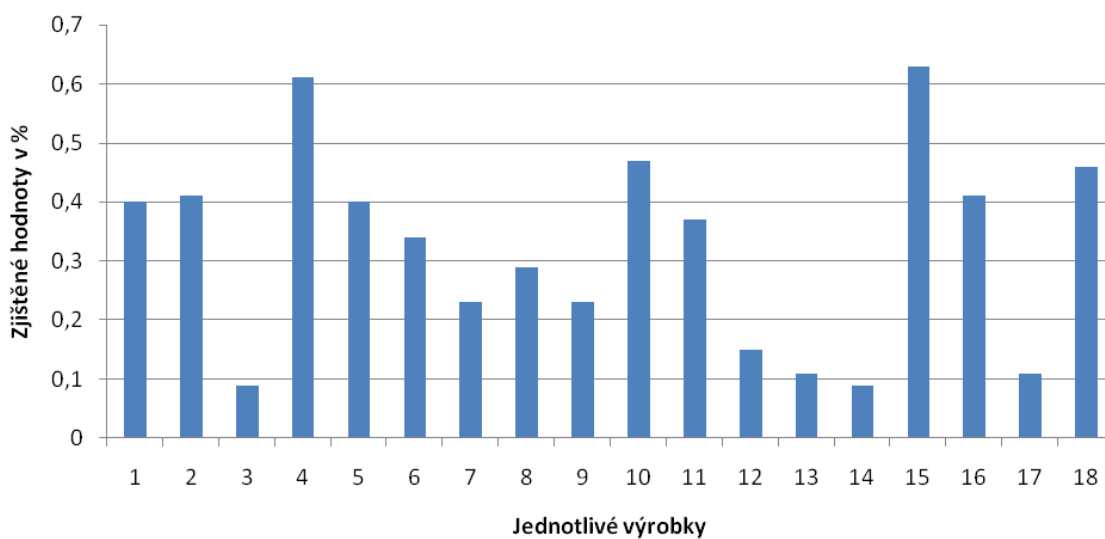
U mražených krémů byl zjištěn obsah *trans* MK. Nejvíce MK obsahoval výrobek Tesco 11,5 %, nejméně *trans* MK obsahovaly tyto výrobky Rigoletto 0,2 %, Magnum 0,2 % a kuželky 0,2 %.



Obrázek 7: Obsah laurové a myristové kyseliny v mražených krémech v roce 2007 [30]

1 – Míša, 2-Kuželky, 3 – Eskymo, 4 – Modré z nebe, 5 – Imperium, 6 – Elba,  
7 – Magnum, 8 – Rigoletto, 9 – Cortina, 10 – Tesco, 11 – Pribináček, 12 – Ledňáček,  
13 – Kuba, 14 – Choko stick, 15 – Pegas, 16 – Choko almond, 17 – Mrož, 18 – Helena  
[30]

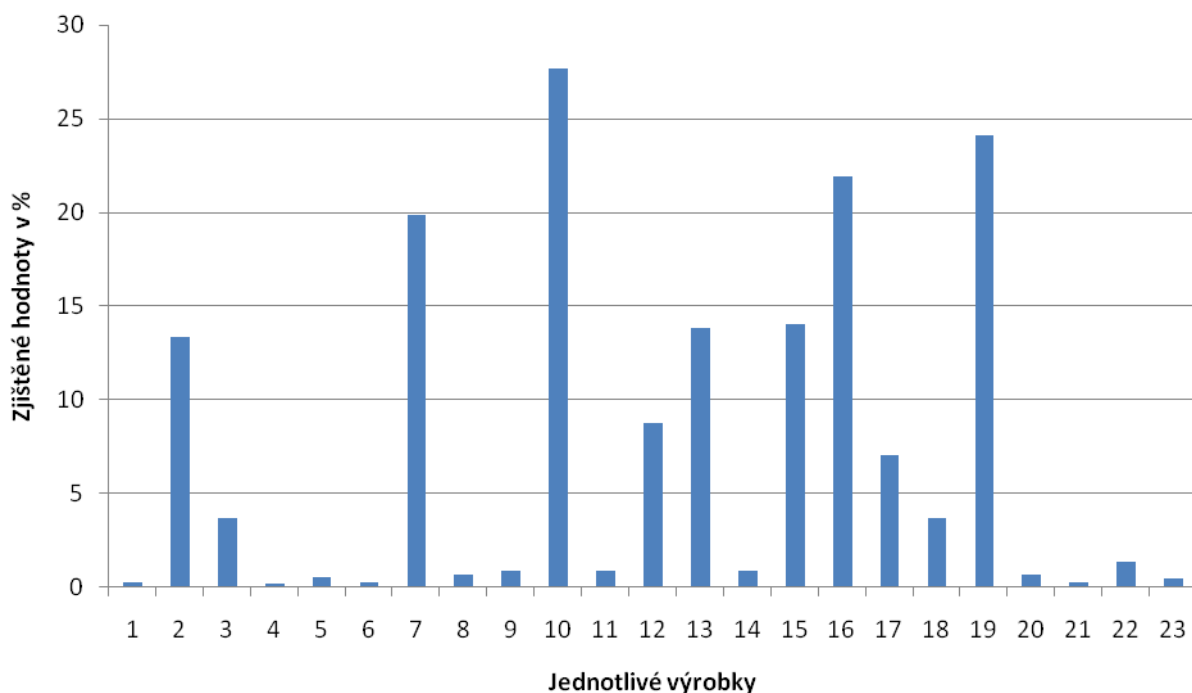
Nejvíce kyseliny obsahoval výrobek Eskymo 59,7 % a nejméně Modré z nebe jen 10,1 %.



Obrázek 8: Poměr nenasycených ku nasyceným MK v mražených krémech v roce 2007 [30]

1 – Míša, 2-Kuželky, 3 – Eskymo, 4 – Modré z nebe, 5 – Imperium, 6 – Elba,  
7 – Magnum, 8 – Rigoletto, 9 – Cortina, 10 – Tesco, 11 – Pribináček, 12 – Ledňáček,  
13 – Kuba, 14 – Choko stick, 15 – Pegas, 16 – Choko almond, 17 – Mrož, 18 – Helena  
[30]

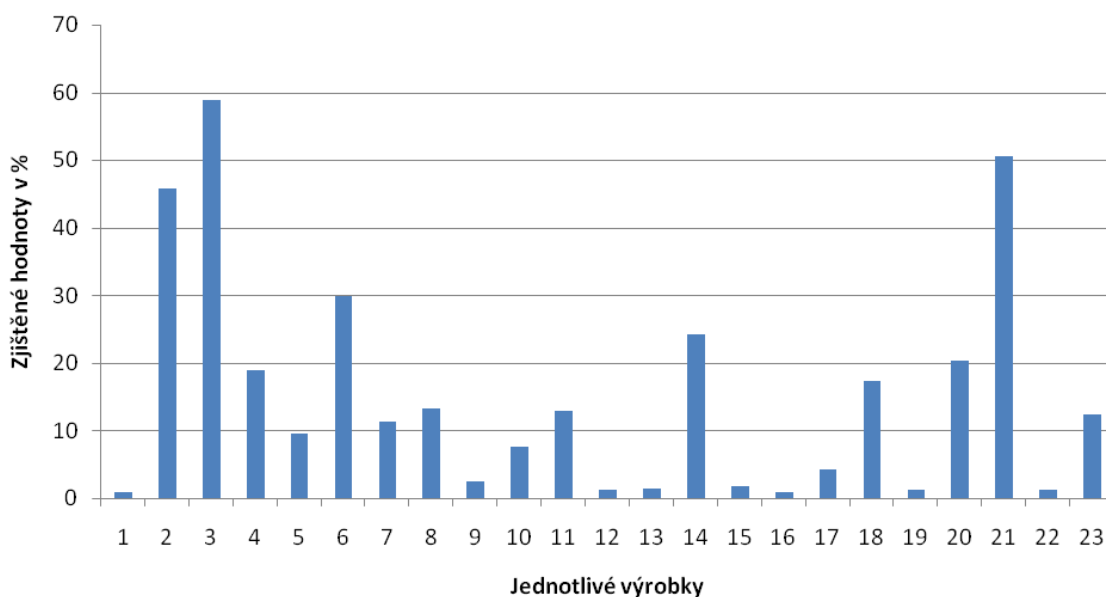
Nejvíce nenasycených ku nasyceným MK obsahoval Pegas 0,63%, Modré z nebe 0,6 %, nejméně měli Eskymo a Choko stick 0,09 % dále Kuba a Mrož 0,1 %.



Obrázek 9: Obsah trans MK v cukrovinkách a trvanlivém pečivu v roce 2008 [30]

1 – Banány v čokoládě, 2 – Carla coco, 3, Flint kokosová tyčinka, 4 – Kaštiny, 5 – Kofila, 6 – Kokosino, 7 – Margot, 8 – Milena, 9 – Milky way, 10 – Sójový suk, 11 – Disko kakaové sušenky, 12 – Horalky, 13 – Kakaové řezy, 14 – Tradiční lázeňské trojhránky, 15 - Míla, 16 – Napolitanke chocolate cream, 17 – Romanca, 18 – Tatranky s lískooříškovou náplní, 19 – DRU jemné trubičky, 20 – Vlnky griliášové, 21 – Creme de la creme, 22 – Siesta maxi čokoládová, 23 – Milky way [30]

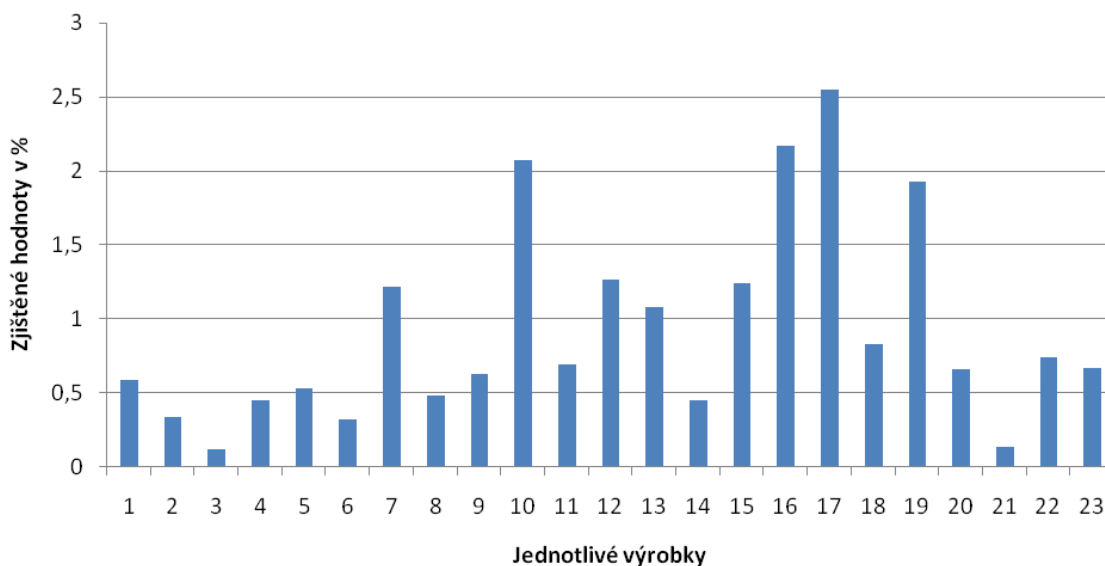
Nejvíce *trans* MK v cukrovinkách a trvanlivém pečivu obsahovaly Sójový suk 27,7 %, DRU jemné trubičky 24,8 % a nejméně Kaštiny 0,2 %, Banány v čokoládě 0,2 % a Kokosino 0,2 %.



Obrázek 10: Obsah laurové a myristové kyseliny v cukrovinkách a trvanlivém pečivu v roce 2008 [30]

1 – Banány v čokoládě, 2 – Carla coco, 3, Flint kokosová tyčinka, 4 – Kaštiny, 5 – Kofila, 6 – Kokosino, 7 – Margot, 8 – Milena, 9 – Milky way, 10 – Sójový suk, 11 – Disko kakaové sušenky, 12 – Horalky, 13 – Kakaové řezy, 14 – Tradiční lázeňské trojhránky, 15 - Mila, 16 – Napolitanke chocolate cream, 17 – Romanca, 18 – Tatranky s lískooříškovou náplní, 19 – DRU jemné trubičky, 20 – Vlnky griliášové, 21 – Creme de la creme, 22 – Siesta maxi čokoládová, 23 – Milky way [30]

U cukrovinek a trvanlivém pečivu byl také zjišťován obsah laurové a myristové kyseliny. Nejvíce kyselin měl Flint kokosová tyčinka 58,7 %, Creme de la creme 50,5 % a nejméně Napolitanke chocolate team 0,8 %, Banány v čokoládě 0,8 %.



Obrázek 11: Poměr nenasycených ku nasyceným MK v cukrovinkách a trvanlivém pečivu v roce 2008 [30]

1 – Banány v čokoládě, 2 – Carla coco, 3, Flint kokosová tyčinka, 4 – Kaštany, 5 – Kofila, 6 – Kokosino, 7 – Margot, 8 – Milena, 9 – Milky way, 10 – Sójový suk, 11 – Disko kakaové sušenky, 12 – Horalky, 13 – Kakaové řezy, 14 – Tradiční lázeňské trojhránky, 15 - Míla, 16 – Napolitanke chocolate cream, 17 – Romanca, 18 – Tatranky s lískooříškovou náplní, 19 – DRU jemné trubičky, 20 – Vlnky griliášové, 21 – Creme de la creme, 22 – Siesta maxi čokoládová, 23 – Milky way [30]

Nejvíce nenasycených ku nasyceným obsahovaly Romanca 2,5 %, Napolitanke chocolate team 2,1 % nejméně měl Flint čokoládová tyčinka 0,1 % a Creme de la creme 0,1 %.

## 4.2 Obsah a složení tuku trvanlivého a jemného pečiva a listových těst z tržní sítě České republiky

Od začátku devadesátých let minulého století došlo u našeho obyvatelstva k řadě pozitivních změn v příjmu celkového množství tuku a i v příjmu jednotlivých skupin MK. Které jsou způsobeny zlepšením stravovacích návyků obyvatelstva a také zlepšením složení řady potravinářských výrobků.

Obsah tuku v pečivu a těstech byl stanoven vázkově po usušení vzorku a extrakci petroletherem. MK izolovaného tuku byly stanoveny plynovou chromatografií [15].

Tabulka 1: Obsah tuku a složení mastných kyselin trvanlivého pečiva [15]

Výrobek	Tuk (%)	TFA	SFA	MUFA	PUFA
Disco Opavia	20,4	0,3	58	32,1	9,7
Tatranky čokol., Opavia	27,4	5,4	62,8	30,1	6,6
Kávenky Sedita	29,7	32,2	54,5	36,6	6,5
Mila Sedita	34,3	29	58,2	34	5,2
Kakaové řezy Sedita	30	30,5	55,2	36,7	6,1
Zlaté oplatky, kokos, Opavia	31,1	1	66,5	25,8	7,6
Tatranky čokol., Sedita	29	29,9	57,9	35,2	4,3
Vlnky čokol., Opavia	28,8	0,7	64,8	27,9	7,2
Turistky kokos., Albert	31,6	25,4	61,9	31,1	4,2
Oplatky Tesco	31,6	29,8	57,6	34,5	5,1
Sušenky tesko	15,1	5,7	55,4	34,9	8,9
Family mini waffles	22,5	5,4	48,3	41,7	9,2
Oplatky Euro Shopper	31,2	37,1	49,5	41,6	6,7
Ecorino - Lidl	30,1	32,3	54,7	37,2	6,5
Oplatky kakaové, Delvita	32,8	30,6	54,4	38	6,2
Fin Carré - Lidl	23,3	3,2	65,8	27,5	6,2
Sušenky Euro Shopper	13,2	2,1	54,6	34,3	10,6
Sušenky Delvita	20	1,2	50,1	37,6	11,5
Romanza	24,5	36,1	48,3	40,7	10,2
Sušenky Clever	19,5	0,7	69,7	22,9	7,2
Oříškové oplatky Clever	32,1	0,4	50	39,2	10,5
Fis Happy days	32,4	0,6	54,5	36	9,4
Hig Hagemann	14,6	0	51,2	35,2	12,9
Jizerky	31,7	40,6	40,2	45,1	14,1
Daffers	28,7	32,1	54,5	36,5	6,4
Always	25,4	0,5	74,6	17,8	7,2
Horaky Sedita	30,1	31,5	51,2	36,4	9,7
Gola Cake	26,5	34,9	51,7	39,1	6,9
Biscoteria	19,9	2,2	98,9	24,2	6,6



TFA – trans nenasycené mastné kyseliny, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – monoenoové mastné kyseliny, PUFA – polyenoové mastné kyseliny

Nejvíce tuku obsahovala Mila Sedita, Optalty kakaové, Delvita a nejméně Sušenky Euro shopper a sušenky tesco. Nejvíce *trans* MK obsahovaly Jizerky, Kávenky Sedita a nejméně Hig Hagemann a Disco Opavia.

Tabulka 2: Obsah tuku (g/100g korpusu) a složení mastných kyselin tuku jemného pečiva [15]

Výrobek	Tuk (%)	TFA	SFA	MUFA	PUFA
Kobliha I	30,8	2,2	48	40	11,4
Listový makový rohlíček	23,2	29	46,7	35,3	16,8
Kobliha II	22,5	2,2	34,8	48,8	15,9
Listová kapsa s jablky	29,1	9,4	46,5	43,5	8,4
Kobliha III	17,9	1,5	46,8	40,8	11,6
Listová taštička višňová	23,8	5,2	51,6	34,1	13,9
Buchtičky tvarohové - Odkolek	10,5	0,7	11,9	58,1	29,6
Buchty tvaroh - Mimo	12,8	0,5	16,3	59,3	24
Buchty tvaroh - Dobré pečivo	9,3	0,3	9,7	61,4	28,6
Buchtičky, mák - Delta pekárny	10,3	0,9	10,2	47,1	42,3
Kobliha IV	31,9	0,7	48,4	39,5	11,7
Jablečný zákusek	26	30,6	47,6	36,9	15,2
Buchtičky tvarohové - Kompek	11,6	2	29	49,3	21,5
Kobliha V	17,2	0,9	49	39	11,6
Meruňková kapsa	21,1	33,5	51,1	38,1	10,2
Listová taštička tvaroh	16,5	29,9	45,7	36,8	16,9
Croissant s náplní čokoládovou	15,4	29,2	46,2	36,2	17
Kobliha VI	18,2	0,5	51,4	38,1	9,8
Buchta s jablky	30,5	25	42,9	35,5	14,2
Croissant s čokoládou	28,5	23	45,8	34,3	12,2
Meruňková taštička	26,7	0,7	52,8	31,4	15,7
Croissant meruňka	31,7	2	49,5	38	12,4
Donut čokoláda, kokos	40,9	2,9	51	39,3	9,5
Croissant s čokoládovou náplní	27,6	4,7	52,7	38,7	8,6
Croissant s jabl.-meruňk. náplní	14,1	6,4	47,5	36,8	15,4

TFA – trans nenasycené mastné kyseliny, SFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – monoenoové mastné kyseliny, PUFA – polyenoové mastné kyseliny

Obsah tuku a složení MK u jemného pečiva. Nejvíce tuku obsahoval Donut čokoláda, kokos, kobliha IV, nejméně měly buchty tvaroh – Dobré pečivo a buchtičky, mák – Dobré

pečivo. Nejvíce *trans* MK obsahovala meruňková kapsa a jablečný zákusek, nejméně buchty tvaroh – Dobré pečivo a meruňková taštička s koblihou IV.

Z hlediska výživy nemůžeme jemné pečivo hodnotit příliš pozitivně. Řada výrobků výrazně překračuje tolerovatelný příjem *trans* nenasycených a nasycených mastných kyselin a také obsahuje vysoké množství tuku. Výrobky mají také vysoký obsah cukru, proto bychom je měli do svého jídelníčku zařazovat jen zřídka [15,31].

### **4.3 Složení mastných kyselin tuku instantních přísad do kávy a čaje, rostlinných šlehaček a dehydrovaných polévek a bujónů**

Dostálová a kol. [33] analyzovaly obsah tuku v instantních přísadách do kávy a čaje, rostlinných šlehaček, hydratovaných polévek a bujónů. U instantních přísad do čaje a kávy a rostlinných šlehaček, musela být použita extrakční metoda, při které se bílkoviny mléka rozpustí v amoniaku a tuk se vyextrahuje etanolem, diethyletherem a petroletherem. Z dehydrovaných polévek a bujónů byl tuk vyextrahován po homogenizování vzorku podle Soxhleta. Mastné kyseliny byly stanoveny na plynovém chromatografu. Řada potravinářských výrobků obsahuje tuk o nevhodném složení MK. Konzumace těchto výrobků přispívá k překračování doporučeného příjmu *trans* nenasycených a nasycených mastných kyselin, což je velmi negativní. Obsah *trans* MK v instantních přísadách do kávy a čaje byl nízký. Většina výrobků však měla vysoký obsah nasycených mastných kyselin s vysokým podílem kyseliny myristové a laurové. Všechny výrobky měly nízký podíl PUFA, což je pro tento typ výrobků nutné pro zajištění požadované textury a stability [32].

#### **4.4 Složení mastných kyselin tuku čokoládových pochoutek a pomazánek, ledových čokolád a různých druhů plev**

Dostálová a kol. [33] analyzovaly tuk v čokoládových pochoutkách a pomazánkách, různých druhů plev a ledových čokolád. Mastné kyseliny byly stanoveny ve formě methylesterů plynovou chromatografií [33].

Tabulka 3: Složení MK tuku čokoládových pochoutek a pomazánek, ledových čokolád, plev na dorty a cukroví, plev mražených krémů a müsli tyčinek (% z celkových MK) [33].

Výrobek	SAFA	MUFA	PUFA	TRANS
<b>Čokoládové pochoutky</b>				
Kakaová pochoutka mléčná - Millano	39,9	18,7	0,8	40,3
Kokosová kakaová pochoutka - Millano	49	17,1	1,4	32,5
Čokoládová pochoutka mléčná - EURO EYPO	30,2	22,3	1,2	46
Zora nugátová pochoutka	35,9	20,3	3,2	40,6
<b>Ledové čokolády</b>				
Ledová čokoláda - Moritz	91,2	6,3	2,3	0,2
Kaštany ledové - Orion	44,5	29,9	2,7	22,7
<b>Polevy na mražených krémech</b>				
Eskymo - mražený krém s kokosovou příchutí	88,1	8,5	2	1,3
Mrož - mražený jahodový krém	87,7	9,1	2,2	1
Míša - mražený krém tvarohový	88,6	8,1	2,1	1,3
<b>Polevy na dorty a cukroví</b>				
Poleva tmavá - extra tmavá - Carla	34,4	18,1	0,5	46,8
Poleva bílá - extra bílá - Carla	32,8	17,6	0,8	48,9
Dortová poleva tmavá - Schwartau	36,4	25,8	1,3	36,4
Poleva tmavá - Dr. Oetker	91,8	6,8	1	0,3
<b>Pomazánky</b>				
BONITA pomazánka kakaovo-mléčná	20,1	29,8	36,5	13,4
Nutella - pomazánka lískooříšková s kakaem	33	55,6	10,8	0,5
SchokoMac čokoládovo-mléčná pomazánka	19,2	56,5	20,8	3,1
<b>Polevy na müsli tyčinkách</b>				
Corny müsli tyčinka čokoládová	62,3	31,2	6,1	0,1
FLY - müsli tyčinka borůvková v jog. polevě	34,8	22,6	3,9	38,5
FLY - müsli tyčinka banánová s čokoládou	40,8	22,5	5,6	31,1
Fit - müsli tyčinka s kokosem a čok. polevou	72,7	13,3	4,8	9,1
Fit - müsli tyčinka s měručkami v jog. polevě	40,4	19,3	2,4	37,9
Nestlé Sveltesse cereální tyčinka v mléčné p.	90,7	6,4	2,1	0,7
Twiggi - müsli tyčinka v jogurtové polevě	33,5	18,7	2,2	45,5
Müsli tyčinka s meručkami v jogurtové polevě	40,5	19,3	2,5	37,7

SAFA – nasycené mastné kyseliny, MUFA – monoenoové mastné kyseliny, PUFA - polyenoové mastné kyseliny

Nejvíce *trans* MK obsahovala polevá bílá – extra bílá –Carla a poleva tmavá – extra tmavá – Carla, Twiggi – müsli tyčinka v jogurtové polevě. Nejméně měla Corny müsli tyčinka čokoládová a ledová čokoláda – Moritz.

Všechny výrobky, kromě pomazánek, mají velmi nízký obsah PUFA. Vysoký obsah *trans* mastných kyselin, 13 výrobků z 24 má obsah *trans* kyselin vyšší než 20%, z toho 6 vyšší než 40%. Nejhuře z celé skupiny dopadly čokoládové pochoutky. Většina výrobků

obsahuje hodně nasycených MK. Tuk obsažený v polevách na müsli tyčinkách lze z výživového hlediska hodnotit jako nevhodný. U více než poloviny výrobků byl obsah *trans* mastných kyselin vyšší než 30%. Jako možný je uváděn i negativní vliv na lidský plod, novorozence a nádorová onemocnění tlustého střeva u dospělých osob [33].

## ZÁVĚR

Tato práce se zabývá obsahem mastných kyselin v různých druzích potravin. Mastné kyseliny jsou pro člověka velmi důležité. Esenciální mastné kyseliny jsou nepostradatelné pro funkci buněčných membrán, ke správnému růstu dětí, proti chorobným změnám na játrech, ledvinách, na kůži a ve vlasech. V současné době se diskutuje problematika *trans* nenasycených mastných kyselin ve výživě člověka. *Trans* nenasycené mastné kyseliny vznikají při parciální hydrogenaci, kdy dochází kromě nasycení vazeb také k souběžné izomerii vazeb dvojných. *Trans* izomery jsou někdy označovány za nevhodné pro lidský organismus z pohledu fyziologie. Proto je vhodnější zpracovávat tuk pomocí interesterifikace, při níž *trans* izomery nevznikají.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin I*. 3rd ed. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [2] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1st ed. 1983.
- [3] DOSTÁL, J., KAPLAN, P., et al. *Lékařská chemie II*. 1st ed. 2003. ISBN 80-210-2731-2.
- [4] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie II*. 1st ed. 1992. ISBN 80-200-0441-6.
- [5] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I*. 1st ed. 2008. ISBN 978-80-7318-295-3.
- [6] MOUREK, J., et al. *Mastné kyseliny omega-3*. 1st ed. 2007. ISBN 978-80-7254-917-7.
- [7] ULLRICH, L. *Chémia a technológia jedlých tukov a olejov*. 1st ed. 1963.
- [8] NAGAO, K., YANAGITA, T. Conjugated Fatty Acids in Food and Their Health Benefits. *journal of bioscience and bioengineering*, 2005, vol. 100, no. 2, p. 152–157.
- [9] MAROUNEK, M., BŘEZINA, P., ŠIMŮNEK, J. *Fyziologie a hygiena výživy*. 1st ed. 2000. ISBN 80-7231-057-7.
- [10] BRÁT, J.; BARANYK, P.; ZEHNÁLEK, P. *Variabilita řepkového oleje z nutričního a technologického pohledu v kontextu se současnou spotřebou tuků*. *Výživa a potraviny* 2010, 1, 10–14.
- [11] ŠIMEK, J. *Přístup k výběru a konzumaci rostlinných olejů*. *Výživa a potraviny* 2008, 6, 142–144.
- [12] Multimediální přednášky z předmětu Výživa člověka [online]. 2010 [cit. 2010-3-12]. Dostupné z WWW : <http://home.zf.jcu.cz/public/departments/koz/vyz/multi.html>
- [13] POKORNÝ, J. *Výskyt, tvorba a význam trans nenasycených mastných kyselin v naší stravě*. *Výživa a potraviny* 2004, 5, 121.
- [14] ZAJÍC, J., BAREŠ, M. *Chemie a technologie tuků*. 1st ed. 1988.
- [15] DOSTÁLOVÁ, J.; BRÁT, J.; BAREŠOVÁ A. *Obsah a složení tuku trvanlivého a jemného pečiva a listových těst z tržní sítě České republiky*. *Výživa a potraviny* 2008, 1, 13–14.

- [16] BRÁZDOVÁ, Z. *Výživa člověka*. 1st ed. 1995.
- [17] RUMÍŠKOVÁ, M. *Základy výživy*. 1st ed. 2002. ISBN 80-86494-05-5.
- [18] PAJUNEN, T. I. *Autoxidation of conjugated linoleic acid methyl ester in the presence of  $\alpha$ -tocopherol: the hydroperoxide pathway*. Dissertation, University of Helsinki Finland, 2009.
- [19] Tuky a oleje pro potravinářské využití [online]. 2010 [cit. 2010-3-17]. Dostupné z WWW: <http://utb.cepac.cz/>
- [20] BAYLON, A., STAUFFER, É., DELÉMONT, O. *Evaluation of the Self-Heating tendency of vegetable oils by differential scanning calorimetry*. J Forensic Sci, 2008, vol. 53, no. 6, p. 1–10.
- [21] Dairy Chemistry and Biochemistry [online]. 2010 [cit. 2010-3-15]. Dostupné z WWW:  
[http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?\\_EXT\\_KNOVEL\\_DISPLAY\\_bookid=937&VerticalID=0](http://www.knovel.com/web/portal/browse/display?_EXT_KNOVEL_DISPLAY_bookid=937&VerticalID=0)
- [22] Peroxidace lipidů [online]. 2010 [cit. 2010-3-20]. Dostupné z WWW:  
<http://www.biology.estranky.cz/clanky/biochemie/peroxidace-lipidu>
- [23] DAVÍDEK, J., HAJŠLOVÁ, J., POKORNÝ, J., VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*. 2nd ed. 1991. ISBN 80-7080-097-6.
- [24] Výživa typu „fast food“, oxidovaný tuk [online]. 2010 [cit. 2010-3-21]. Dostupné z WWW: <http://www.zdn.cz/clanek/postgradualni-medicina/vyziva-typu-fast-food-oxidovany-tuk-148179>
- [25] LANG, K., MOSINGER, J., WAGNEROVÁ, D. M. *Singletový kyslík v praxi - současnost a perspektiva*. Chem. listy, 2006, vol. 100, p. 169–177.
- [26] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*. 1st ed. 2008. ISBN 978-80-7318-372-1.
- [27] KADLEC, P., et al. *Technologie potravin II*. 1st ed. 2002. ISBN 80-7080-510-2.
- [28] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M., et al. *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*. 1st ed. 2009. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [29] ČEPIČKA, J., et al. *Obecná potravinářská technologie*. 1st ed. 1995. ISBN 80-7080-239-1.



- [30] DOLEŽAL, M., DOSTÁLOVÁ, J. *Obsah a složení tuku mražených krémů, trvanlivého pečiva a cukrovinek na českém trhu*. Výživa a potraviny, 2009, vol. 3, p. 59–61.
- [31] DOSTÁLOVÁ, J., BRÁT, J., HANZLÍK, P., BEDNÁŘOVÁ, K. *Obsah tuku a složení mastných kyselin tuku jemného pečiva z tržní sítě České republiky*. Výživa a potraviny, 2004, vol. 4, p. 110–111.
- [32] DOSTÁLOVÁ, J., BRÁT, J., CULKOVÁ, J., FOLPRECHTOVÁ, B. *Složení mastných kyselin tuku instantních přísad do kávy a čaje, rostlinných šlehaček a dehydrovaných polévek a bujónů*. Výživa a potraviny, 2007, vol. 3, p. 60–61.
- [33] DOSTÁLOVÁ, J., BRÁT, J., HANZLÍK, P. *Složení mastných kyselin tuku čokoládových pochoutek a pomazánek, ledových čokolád a různých druhů polev*. Výživa a potraviny, 2005, vol. 5, p. 124–125.
- [34] Masokostní moučka a výskyt BSE v ČR [online]. 2010 [cit. 2010-3-22]. Dostupné z WWW: [http://www.bse-expert.cz/pdf/IV\\_BSE\\_2005\\_az\\_2006.pdf](http://www.bse-expert.cz/pdf/IV_BSE_2005_az_2006.pdf)
- [35] KODÍČEK, M. *Biochemické pojmy*. 1st ed. 2004. ISBN 80-7080-551-X.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

MK	Mastná kyselina
DHA	Dokosahexaenová kyselina
ALA	Linolová kyselina
LDL	Low density lipoprotein
MO	Mikroorganismy
TFA	Trans nenasycené mastné kyseliny
SFA	Nasycené mastné kyseliny
SAFA	Nasycené mastné kyseliny
MUFA	Monoenové mastné kyseliny
PUFA	Polyenové mastné kyseliny

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Linolová kyselina .....	13
Obrázek 2: $\alpha$ -linolenová kyselina .....	13
Obrázek 3: arachidonová kyselina .....	13
Obrázek 4: <i>Cis</i> a <i>trans</i> formy .....	14
Obrázek 5: Schéma autooxidace .....	19
Obrázek 6: Obsah <i>trans</i> MK v mražených krémech v roce 2007 .....	26
Obrázek 7: Obsah laurové a myristové kyseliny v mražených krémech v roce 2007 .....	27
Obrázek 8: Poměr nenasycených ku nasyceným MK v mražených krémech v roce 2007 .....	28
Obrázek 9: Obsah <i>trans</i> MK v cukrovinkách a trvanlivém pečivu v roce 2008 .....	29
Obrázek 10: Obsah laurové a myristové kyseliny v cukrovinkách a trvanlivém pečivu v roce 2008 .....	30
Obrázek 11: Poměr nenasycených ku nasyceným MK v cukrovinkách a trvanlivém pečivu v roce 2008 .....	31

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Obsah tuku a složení mastných kyselin trvanlivého pečiva .....	32
Tabulka 2: Obsah tuku (g/100g korpusu) a složení mastných kyselin tuku jemného pečiva.....	33
Tabulka 3: Složení MK tuku čokoládových pochoutek a pomazánek, ledových čokolád, polev na dorty a cukroví, polev mražených krémů a müsli tyčinek (% z celkových MK) .....	35