

Prohlášení

Diplomová práce s názvem „**Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku dojnic a ve vybraném mléčném produktu**“ (Fatty acid composition of bovine milk and milk product) nemůže být vložena do systému STAG vzhledem ke skutečnosti, že zveřejnění dat obsažených ve výše zmíněné práci v roce 2017 by bránilo publikování těchto dat ve vědeckém časopisu.

Diplomová práce bude v tištěné podobě k dispozici v Akademické knihovně JU.

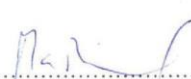
Vedoucí diplomové práce

doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.


.....

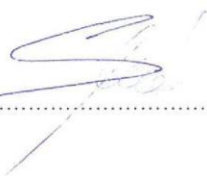
Autor diplomové práce

Bc. Gabriela Mašková


.....

Vedoucí katedry

Ing. Pavel Smetana, Ph.D.


.....

V Českých Budějovicích, dne 30. 11. 2017

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra kvality zemědělských produktů

Studijní program: Zemědělské inženýrství (N4101)

Studijní obor: Agropodnikání (4101T026)

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku dojníc
a ve vybraném mléčném produktu**

Fatty acid composition of bovine milk and milk product

Autor: Bc. Gabriela Mašková

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: doc. Ing. Jiří Špička, CSc.

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Gabriela MAŠKOVÁ**
Osobní číslo: **Z14599**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agropodnikání**
Název tématu: **Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku dojnic a ve vybraném mléčném produktu**
Zadávající katedra: **Katedra kvality zemědělských produktů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Složení mléčného tuku ovlivňuje nutriční, technologické a senzorické vlastnosti mléka i mléčných výrobků.

Cílem diplomové práce bude posouzení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku dojnic. Součástí práce bude i vyhodnocení rozdílů ve spektru mastných kyselin v původní surovině, tedy v mléce a z něj vyrobeného mléčného produktu.

Diplomová práce je součástí řešení projektu QJ1510336 a bude zpracována na základě zásad pro zpracování závěrečných prací (http://www.zf.jcu.cz/copy_of_students/informace-pro-studujici/dokumenty-studijniho-oddeleni/informace-pro-studujici/Jak_vypracovat_DP.pdf) podle následující rámcové osnovy:

1. Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce
2. Literární přehled - přehled o zdravotním významu mastných kyselin, zastoupení v mléčném tuku dojnic a ve výrobcích z kravského mléka získaný studiem vědecké a odborné literatury
3. Materiál a metodika - popis biologického materiálu, použitých analytických metod včetně metod statistických
4. Výsledky a diskuse - tabulkové a grafické zpracování získaných dat, jejich statistické vyhodnocení a porovnání s dostupnými literárními údaji
5. Závěr - stručné shrnutí výsledků, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky
6. Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)
7. Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad.

Rozsah grafických prací: 10 - 15 stran (tabulky, grafy)

Rozsah pracovní zprávy: 35 - 40 stran textu

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Jensen, R.G.: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.*, 2002, 85 (2): 295-350.
- Samková, E. et al.: Mastné kyseliny mléčného tuku skotu a faktory ovlivňující jejich zastoupení. Věd. monografie. 1. vyd. České Budějovice: JU ZF, 2008. 90 s.
- Paszczyk, B. et al.: Content of CLA and trans isomers of C18:1 and C18:2 acids in fresh and stored fermented milks produced with selected starter cultures. *Czech J. Food Sci.*, 34, 2016 (5): 391-396.
- Databáze WOS, CASLIN, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST, dostupné na www: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>
- Vědecké a odborné články v časopisech *Výživa a potraviny*, *Mlékařské listy*, *Náš chov*, apod.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.

Katedra kvality zemědělských produktů

Konzultant diplomové práce: doc. Ing. Jiří Špička, CSc.

Katedra aplikované chemie

Datum zadání diplomové práce: 20. února 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2017


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvák 1628, 370 02 Česká Budějovice


Ing. Pavel Smetana, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 20. února 2017

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Bc. Gabriela Mašková

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala paní doc. Ing. Evě Samkové, Ph.D. za odborné vedení, připomínky a komentáře ke kvalifikační práci a zároveň její trpělivost, vstřícnost a ochotu a v neposlední řadě pomoc při zpracování výsledků experimentu.

ABSTRAKT

Diplomová práce pojednává o změnách v zastoupení mastných kyselin v mléce krav. Cílem práce bylo posoudit zastoupení mastných kyselin v mléce a následně v jogurtu z něho vyrobeného. V práci byl rovněž posouzen vliv managementu chovu, plemene a také oblasti, ve které se chovy nachází.

Výsledky práce potvrdily, že profil mastných kyselin se v průběhu zpracování mléka na jogurt téměř nemění a obsah mastných kyselin je stabilní. Zpracováním mléka na jogurt se nutriční hodnoty mění pouze minimálně a statisticky nevýznamně. Profil mastných kyselin ve výsledném produktu je nejvíce ovlivněn managementem chovu, kdy nutričně hodnotnější je mléko a tedy i následně jogurt od dojnic chovaných pastevním způsobem. Plemeno má význam spíše na složení hlavních složek mléka, nikoliv na profil mastných kyselin. Vliv oblastí úzce souvisí s managementem chovu, kdy se v podhorských oblastech setkáváme častěji s pastevními chovy a v nížinných oblastech spíše s chovy, kde jsou dojnice ustájeny.

Klíčová slova: mléko, mléčný tuk, zdravotně prospěšné mastné kyseliny, jogurt

ABSTRACT

The thesis deals with changes in proportion of fatty acids in bovine milk. The aim of this study was to assess the profile of fatty acids in milk and subsequently in yoghurt produced from it. The thesis also evaluates the influence of breeding management, breed as well as region.

The results of the thesis confirmed that processing of milk into yoghurt has little to no effect on fatty acids profile and proportion of fatty acids is stable. Processing milk into yoghurt alters nutritional value of the product only minimally and the changes in fatty acids profile are not statistically relevant. Profile of fatty acids in the end product was mostly influenced by breeding management, where nutritionally most valuable milk and therefore yoghurt comes from grazing dairy cows. Breed itself has influence more over content of main elements, such as fat or protein content, in milk rather than over fatty acids profile. Influence of region tightly relates to breeding management where in highlands pasturing is more common and in lowlands it is more common to have dairy cows in stables.

Key words: milk, milk fat, health beneficial fatty acids, yoghurt

Obsah

Seznam zkratk	11
1 ÚVOD	12
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED	13
2.1 Složení mléčného tuku	13
2.2 Mastné kyseliny mléčného tuku a jejich význam v lidské výživě	15
2.2.1 Nasyčené mastné kyseliny (SFA)	18
2.2.2 Nenasycené mastné kyseliny (UFA)	18
2.2.3 Zdravotně prospěšné mastné kyseliny mléčného tuku	19
2.3 Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin v mléce	21
2.3.1 Biologické (vnitřní) faktory	21
2.3.2 Vnější faktory	22
2.3.3 Technologické zpracování	23
2.4 Fermentované mléčné produkty a jejich význam	24
2.5 Stabilita zdravotně prospěšných FA v mléčných výrobcích	25
3 MATERIÁL A METODIKA	Error! Bookmark not defined.
3.1 Cíl práce	Error! Bookmark not defined.
3.2 Charakteristika sledovaných farem	Error! Bookmark not defined.
3.2.1 Obecná charakteristika	Error! Bookmark not defined.
3.2.2 Charakteristika krmných dávek	Error! Bookmark not defined.
3.2.3 Charakteristika mléčné užitkovosti	Error! Bookmark not defined.
3.3 Odběr vzorků	Error! Bookmark not defined.
3.4 Příprava jogurtu	Error! Bookmark not defined.
3.5 Analýza vzorků	Error! Bookmark not defined.
3.5.1 Stanovení jakostních ukazatelů mléka	Error! Bookmark not defined.
3.5.2 Stanovení jakostních ukazatelů jogurtů	Error! Bookmark not defined.
3.5.3 Stanovení mastných kyselin	Error! Bookmark not defined.

3.6	Statistické vyhodnocení dat	Error! Bookmark not defined.
4	VÝSLEDKY A DISKUZE	Error! Bookmark not defined.
4.1	Mléčná užitkovost a věk při prvním otelení na sledovaných farmách v závislosti na vybraných faktorech	Error! Bookmark not defined.
4.2	Složení mléka v závislosti na vybraných faktorech...	Error! Bookmark not defined.
4.3	Zastoupení mastných kyselin v mléce v závislosti na vybraných faktorech	Error! Bookmark not defined.
	Bookmark not defined.	
4.4	Porovnání jakostních ukazatelů, vybraných mastných kyselin a skupin mastných kyselin v syrovém mléce a jogurtu	Error! Bookmark not defined.
4.5	Složení jogurtu.....	Error! Bookmark not defined.
5	ZÁVĚR.....	Error! Bookmark not defined.
6	SUMMARY	Error! Bookmark not defined.
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	31
	Internetové zdroje:.....	36
	Normy:	36
8	SEZNAM TABULEK A GRAFŮ	Error! Bookmark not defined.
	Tabulky:	Error! Bookmark not defined.
	Grafy:	Error! Bookmark not defined.

SEZNAM ZKRATEK

- ALA – kyselina α -linolenová
- CLA – *conjugated linoleic acid*; konjugovaná kyselina linolová
- CVD – *cardio-vascular disease*; kardio-vaskulární onemocnění
- DAG - diacylglyceroly
- DHA – kyselina dokosaheptaenová
- EPA – kyselina eikosapentaenová
- FA – *fatty acids*; mastné kyseliny
- HDL – *high density lipoprotein*; lipoprotein s vysokou hustotou
- HFA – *hypercholesteric fatty acids*; hypercholesterolemické mastné kyseliny
- LA – *linoleic acid*; kyselina linolová
- LCFA – *long-chain fatty acids*; mastné kyseliny s dlouhým řetězcem
- LDL – *low density lipoprotein*; lipoprotein s nízkou hustotou
- MAG – monoacylglyceroly
- MCFA – *middle-chain fatty acids*; mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem
- MUFA – *monounsaturated fatty acids*; mononenasyčené kyseliny
- PUFA – *polyunsaturated fatty acids*; polynenasycené mastné kyseliny
- PCB – polychlorované bifenyly
- PSB – počet somatických buněk
- RIL – residua inhibičních látek
- SCFA – *short-chain fatty acids*; mastné kyseliny s krátkým řetězcem
- SFA – *saturated fatty acids*; nasycené mastné kyseliny
- TAG – triacylglyceroly
- TFA – *trans-fatty acids*; *trans*-mastné kyseliny
- UFA – *unsaturated fatty acids*; nenasycené mastné kyseliny
- VFA – *volatile fatty acids*, těkavé mastné kyseliny

1 ÚVOD

Mléko má svou nezastupitelnou roli ve výživě člověka, a to nejen jako zdroj dobře vstřebatelného vápníku. Je také zdrojem plnohodnotných bílkovin, řady vitamínů a minerálních látek, a také esenciálních mastných kyselin, které si lidský metabolismus sám nedokáže vytvořit. Spotřeba mléka i výrobků z mléka meziročně narůstá společně s nárůstem světové populace a to i přes to, že se stále častěji vyskytují intolerance k laktóze nebo přímo alergie na kravské bílkoviny.

Mléčný tuk, jeho obsah a složení, má přímý vliv na nutriční hodnotu mléka, jeho stravitelnost a na organoleptické vlastnosti mléka. Zároveň ovlivňuje senzorické a technologické vlastnosti. Také je zdrojem několika zdravotně prospěšných mastných kyselin, především kyseliny linolové (**LA**), α -linolenové (**ALA**) a v současnosti často diskutované konjugované kyseliny linolové (**CLA**). Obsah jednotlivých mastných kyselin je nejvíce ovlivněn způsobem chovu, tedy jsou-li dojnice trvale ustájeny nebo jsou v pastevních chovech. Mezi další velmi významné faktory patří sezóna, plemeno, individualita dojnic, pořadí a stádium laktace.

Velice důležitá je stabilita těchto mastných kyselin v průběhu technologického zpracování, ať už jsou to fermentační procesy nebo pasterizace.

Cílem diplomové práce bylo posouzení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku krav a vyhodnocení rozdílů ve spektru mastných kyselin v kravském mléce a z něj vyrobeného jogurtu.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

Mléko je komplexní a zcela vyvážená biologická surovina složená z vody a sušiny. Sušina se dále skládá z bílkovin, tuků, sacharidů a minerálních látek. Největší zastoupení u bílkovin má kaseinová frakce (až z 80 %), dále syrovátkové (sérové) bílkoviny a minoritní bílkoviny (enzymy), blíže v tabulce č.1. Převážná část vody je volná a jsou v ní rozpuštěné sacharidy a minerální látky. Ze sacharidů má největší zastoupení laktóza. Mezi minerální látky patří především vápník a dále pak fosfor, hořčík, sodík, draslík a další. Mléčnému tuku je věnovaná samostatná kapitola 2.1.

Tabulka 1: Složení kravského mléka (Månsson, 2008)

	Obsah (%)
Voda	87,5
Bílkoviny	3,4
Mléčný tuk	4,2
Sacharidy:	5
Z toho laktóza	4,6
Minerální látky	0,8

2.1 Složení mléčného tuku

Lipidy se v mléce nacházejí ve formě tukových kapének. Jedná se o emulzi typu olej ve vodě, kde vodní fáze tvoří zhruba 87,5%. Velikost jednotlivých kapének se pohybuje od méně než 1 mikrometru až do 10 mikrometrů, nejvíce zastoupeny jsou však kapénky o průměru 4 mikrometry (Jensen, 2002). Mléko obsahuje zhruba 3 až 5% tuku a jeho množství závisí na několika různých faktorech, mezi které patří například výživa dojníc, plemeno, management chovu nebo třeba stadium laktace. Tyto a další faktory jsou popsány v kapitole 2.3. Složení mléčného tuku je na rozdíl od jeho obsahu v mléce téměř neměnné a je blíže popsáno v tabulce 2.

Tabulka 2: Složení mléčného tuku

	Složka	Obsah (%) ¹	Obsah (%) ²
Homolipidy	Triacylglyceroly	96,7	95,8
	Diacylglyceroly	0,25	2,25
	Monoacylglyceroly	0,03	0,08
Heterolipidy	Fosfolipidy, glykolipidy, cerebrosidy	0,8 ⁻¹	1,1
Volné mastné kyseliny		0,1-0,4	0,28
Další doprovodné látky lipidů	Steroidy, karotenoidy, vitamíny rozpustné v tucích	0,2-0,4	0,32

¹ <http://kaf.zf.jcu.cz/index.php?p=44>² Jensen, 2002

Základním stavebním kamenem lipidů jako takových jsou mastné kyseliny, které jsou esterovou vazbou navázány na glycerol. Podle počtu navázaných mastných kyselin se lipidy dále dělí na triacylglyceroly (**TAG**), diacylglyceroly (**DAG**) a monoacylglyceroly (**MAG**), kdy jsou na glycerol navázány tři, dvě anebo jedna mastná kyselina (tabulka 2). V mléčném tuku se dále nacházejí ve velmi malém množství i volné mastné kyseliny a dále fosfolipidy, glykolipidy, lipoproteiny a také další látky doprovázející mléčný tuk.

Obecně tuky zaujímají ve výživě především energetickou složku, jejich využitelná energie je až dvakrát vyšší než u bílkovin a sacharidů. Následně mají funkci stavební, enzymatickou, hormonální a termoregulační. Velice důležitou složkou mléčného tuku je steroidní lipid cholesterol, který je prekurzorem žlučových kyselin, provitaminu D₃ a steroidních hormonů. Mimořádnou roli hraje jako součást buněčných membrán, kde se podílí na jejich pružnosti (Samková a kol., 2012).

2.2 Mastné kyseliny mléčného tuku a jejich význam v lidské výživě

Mléko obsahuje více než 400 různých mastných kyselin, ale pouze několik z nich je zastoupeno ve větším množství. Zastoupení nad jedno hmotnostní procento má pouze 15 z nich (Månsson, 2008). Označování vybraných mastných kyselin mléčného tuku je blíže popsáno v tabulce 3. Obsahově nejvýznamnější jsou nasycené mastné kyseliny, především myristová (C14:0) a palmitová (C16:0) a z nenasycených je to kyselina olejová (C18:1), což je podrobněji popsáno v tabulce 4 a 5.

Tabulka 3: Označování vybraných mastných kyselin mléčného tuku (Samková, 2011)

Skupina	Zkratka ¹	Triviální název	Schématický název ²
Nasycené	C4:0	Másečná	Butanová
	C6:0	Kapronová	Hexanová
	C8:0	Kaprylová	Oktanová
	C10:0	Kaprinová	Dekanová
	C12:0	Laurová	Dodekanová
	C14:0	Myristová	Tetradekanová
	C16:0	Palmitová	Hexadekanová
Mononenasycené	C18:0	Stearová	Oktadekanová
	C14:1 <i>n</i> -5	Myristolejová	9- <i>cis</i> -tetradecenová
	C16:1 <i>n</i> -7	Palmitolejová	9- <i>cis</i> -hexadecenová
	C18:1 <i>n</i> -9	Olejová	9- <i>cis</i> -oktadecenová
	C18:1 <i>n</i> -9	Elaidová	9- <i>trans</i> -oktadecenová
C18:1 <i>n</i> -7	Vakcenová	11- <i>trans</i> -oktadecenová	
Polynenasycené	C18:2 <i>n</i> -7	Rumenová (CLA)	9- <i>cis</i> -,11- <i>trans</i> -oktadekadienová
Polynenasycené – řada <i>n</i> -6	C18:2 <i>n</i> -6	Linolová	9- <i>cis</i> -,12- <i>cis</i> -oktadekadienová
	C18:3 <i>n</i> -6	γ-Linolenová	6,9,12-all- <i>cis</i> -oktadekatrienová
	C20:4 <i>n</i> -6	Arachidonová	5,8,11,14-all- <i>cis</i> -eikosatetraenová

Skupina	Zkratka ¹	Triviální název	Schématický název ²
Polynenasycené – řada <i>n</i> -3	C18:3 <i>n</i> -3	α -Linolenová	9,12,15-all- <i>cis</i> - oktadekatrienová
	C20:5 <i>n</i> -3	Timnodonová (EPA)	5,8,11,14,17-all- <i>cis</i> - eikosapentaenová
	C22:6 <i>n</i> -3	Cervonová (DHA)	4,7,10,13,16,19-all- <i>cis</i> - dokosahexaenová

¹ CX:YnZ, kde X = počet uhlíků; Y = počet dvojných vazeb; Z = poloha první dvojně vazby od methylového konce uhlíkového řetězce

² N-*cis*-/*trans*-, kde N = poloha dvojně vazby od karboxylové skupiny (COOH-), *cis*-/*trans*- = prostorová konfigurace dvojně vazby v molekule, u isomerů se většinou využívá kombinace obou způsobů značení, tedy např. pro kyselinu olejovou 9*c*-18:1

Mastné kyseliny mléčného tuku jsou převážně se sudým počtem uhlíků (C4-C18) a pouze dvě mastné kyseliny s lichým počtem (C15 a C17) jsou zastoupeny ve větším množství.

Nejčastěji se mastné kyseliny rozdělují podle nasycenosti, tedy podle počtu dvojných vazeb na nasycené **SFA** (saturated fatty acids), mononenasycené **MUFA** (monounsaturated fatty acids) a polynenasycené **PUFA** (polyunsaturated fatty acids). V malém množství se v mléčném tuku vyskytují i mastné kyseliny s trojnými vazbami. Jednotlivé kyseliny se od sebe odlišují nejen délkou řetězce, ale i polohou dvojně vazby a v případě polynenasycených mastných kyselin i vzájemnou konfigurací dvojných vazeb. Tedy jestli je v uhlíkovém řetězci mezi jednotlivými dvojnými vazbami jedna nebo více jednoduchých vazeb. Pokud je mezi dvěma dvojnými vazbami jedna jednoduchá vazba, jedná se o konjugované dvojně vazby. Další možné dělení je podle polohy dvojně vazby od koncové methylové skupiny na ω -3 a ω -6 mastné kyseliny. Často využívané je také dělení mastných kyselin podle délky řetězce na kyseliny s krátkým řetězcem **SCFA** (short chain fatty acids), se středně dlouhým řetězcem **MCFA** (middle chain fatty acids) a kyseliny s dlouhým řetězcem **LCFA** (long chain fatty acids). Jako **SCFA** označujeme kyseliny C4 až C13, jako **MCFA** kyseliny C14 až C17 a jako **LCFA** kyseliny, které mají v řetězci více jak 18 uhlíků.

Mastné kyseliny a jejich reologické vlastnosti ovlivňují především organoleptické vlastnosti mléka a tudíž i chuť následných produktů, jako jsou třeba sýry. Složení a

struktura TAG v mléce je zodpovědná také za technologické vlastnosti, jako je bod tání a krystalizační vlastnosti (Jensen, 2002).

Tabulka 4: Složení mastných kyselin mléčného tuku (% všech mastných kyselin)

Zkratka FA	Triviální název	Obsah v % ¹	Obsah v % ²
C4:0	Máselná	2-5	2,8-4
C6:0	Kapronová	1-5	1,4-3
C8:0	Kaprylová	1-3	0,5-1,7
C10:0	Kaprinová	2-4	1,7-3,2
C12:0	Laurová	2-5	2,2-4,5
C14:0	Myristová	8-14	5,4-14,6
C16:0	Palmitová	22-35	26-41
C18:0	Stearová	9-14	6,1-12,1
C18:1 a její isomery	Olejová, elaidová, vakcenová	20-30	18,7-33,4
C18:2	Linolová	1-3	0,9-3,7
C18:3	Linolenová	0,5-2	0,1-1,4

¹ Jensen, 2002

² Velíšek, Hajšlová, 2009

Množství nasycených mastných kyselin je výhodné především ve výživě novorozenců, protože tyto kyseliny jsou lehce stravitelné a jsou zdrojem značné energie, naproti tomu u dospělých lidí nasycené mastné kyseliny spíše podporují zvyšování hladiny **LDL** cholesterolu. Nelze však říci, že jejich účinky jsou pouze negativní. Např. spolu s vitamínem D snižují proliferaci kolonocytů v tlustém střevě, a tím se podílí na prevenci karcinomu tlustého střeva (Samková a kol, 2012).

Tabulka 5: Složení mastných kyselin mléčného tuku po skupinách (Månsson, 2008) (% všech mastných kyselin)

Skupina mastných kyselin	Průměr %	Rozpětí
Nasycené	69,4%	67,1-74,4%
Mononenasycené	25%	22,2-26,7%
Polynenasycené	2,3%	2-2,5%
<i>Trans</i>	2,7%	0,6-3,9%

2.2.1 Nasycené mastné kyseliny (SFA)

Nasycené mastné kyseliny se v mléce zpravidla vyskytují v množství nad 50 – 70 %. Jejich význam přímo závisí na délce řetězce jednotlivých kyselin. Kyseliny s krátkým řetězcem **SCFA** (short chain fatty acids), tedy C4 – C10 (až C13) mají vliv na chuť mléka a tím pádem i na chuťové vady. Další označení, které se pro tyto kyseliny používá je **VFA** (volatile fatty acids) tedy těkavé mastné kyseliny. Také jsou snadno odbouratelné a ze zdravotního hlediska nepředstavují pro lidský organismus velkou zátěž. Některé další nasycené kyseliny už zdravotní riziko představují tím, že zvyšují koncentraci aterogenních lipidů, cholesterolu typu **LDL** (low density lipoprotein) a volných **TAG** v krvi (German, 2009). Hlavními představiteli této skupiny **HFA** (hypercholesteric fatty acids) jsou podle Drouin-Chartier a kol. (2016) kyselina laurová (C12:0), myristová (C14:0) a palmitová (C16:0). V rámci stejné práce provedla skupina rozsáhlý přehled dostupných údajů o mléčném tuku a jeho vlivu na vybraná kardiovaskulární onemocnění **CVD** (cardio vascular disease) (Drouin-Chartier et al., 2016). Z jejich přehledu vyplývá, že neexistuje žádný důkaz, že by konzumace mléčného tuku mohla mít vliv na rozvoj **CVD**. K podobným závěrům dospěli i Huth a Park (2012).

Za bioaktivní nasycenou kyselinu je některými autory považována kyselina stearová C18:0, která přispívá ke zvyšování hladiny **HDL** (high density lipoprotein) cholesterolu v krvi, čímž omezuje usazování cholesterolu na cévních stěnách. Efekt kyseliny stearové je v každém případě příznivější než efekt *trans* isomerů mononenasycených mastných kyselin (Mensink, 2005).

2.2.2 Nenasycené mastné kyseliny (UFA)

Jako nenasycené mastné kyseliny jsou označovány kyseliny, které obsahují jednu nebo více dvojných vazeb. Tyto kyseliny jsou v důsledku přítomnosti těchto vazeb náchylné k oxidaci a isomerizaci v průběhu zpracování či skladování. Platí zde pravidlo, že čím více dvojných/trojných vazeb, tím vyšší náchylnost. To s sebou nese řadu negativních vlivů, jako jsou zhoršené sensorické vlastnosti, zhoršená výživová hodnota a v neposlední řadě i možná tvorba aterosklerotických usazenin. (Velíšek, Hajšlová, 2009).

Strava bohatá na nenasycené kyseliny by měla pomáhat snižovat hladinu krevního LDL cholesterolu a tím pádem snižovat riziko rozvoje CVD. Srovnáním vlivu stravy

obohacené o MUFA a PUFA na rozvoj CVD provedl Nicolosi s kolektivem (Nicolosi et al., 2004).

Mononenasyčené kyseliny (MUFA) se v mléčném tuku vyskytují v množství 25 - 30 %, ale více než 80 % z tohoto množství představuje kyselina olejová (Samková, 2011). Další významné mono-nenasycené kyseliny představují kyselina elaidová a kyselina vakcenová, které jsou blíže popsány v kapitole 2.2.3.

U nenasyčených mastných kyselin je také důležitá konfigurace, tedy jestli se jedná o *cis*-isomer nebo *trans*-isomer. Obsah *trans*-isomerů nenasyčených mastných kyselin v mléčném tuku je sice často vyšší (2-9% ze všech mastných kyselin) než obsah nutričně prospěšných polynenasycených mastných kyselin řady ω -6 (1-5%) a ω -3 (1-3%), ale z celkového množství *trans*-isomerů připadá převážná část na kyselinu vakcenovou (C18:1 n -7), z níž vzniká kyselina rumenová jinak také označovaná jako **CLA** (Samková et al. 2008).

Příjem tuků s vyšším obsahem **TFA** (*trans*-fatty acids) ve stravě se podílí na zvýšení **LDL** cholesterolu a poklesu **HDL** cholesterolu a může tak zvyšovat riziko aterosklerózy (Hronek 2012). Jak už však bylo zmíněno ne všech **TFA** představují riziko.

Polynenasycené kyseliny (PUFA) jsou v mléčném tuku zastoupeny v nižším množství, zpravidla do 6 % z obsahu všech FA. Existuje velké množství polohových i prostorových isomerů polynenasycených mastných kyselin a z toho vyplývají i jejich fyziologické vlastnosti. (Velíšek, Hajšlová, 2009). Více k **PUFA** v následující kapitole 2.2.3

2.2.3 Zdravotně prospěšné mastné kyseliny mléčného tuku

Člověk je schopen v rámci svého metabolismu syntetizovat nasycené a některé nenasyčené mastné kyseliny. Nedovede však syntetizovat polynenasycené mastné kyseliny řady ω -3, konkrétně kyselinu α -linolenovou (**ALA**; 9c,12c,15c-18:3) a z řady ω -6 kyselinu linolovou (**LA**; 9c,12c-18:2), ačkoliv je nezbytně potřebuje. Tyto mastné kyseliny se označují jako esenciální a člověk je musí v dostatečné míře přijímat v potravě (Velíšek, Hajšlová, 2009). Přijímání těchto kyselin ve větší míře může mít velké zdravotní benefity. Například konzumace mléka obohaceného o ω -3 kyseliny snižuje koncentraci **LDL** cholesterolu v krevní plazmě (Baró et al., 2003).

Podle výživových doporučení pro obyvatelstvo České republiky by poměr mezi ω -6 a ω -3 měl být maximálně 5:1. U kravského mléka je tento poměr dosti variabilní a budeme-li vycházet z tabulky 4, pak můžeme spočítat, že tento poměr se pohybuje od 2:1 až po 10:1. (Jensen, 2002; Velíšek, Hajšlová, 2009).

ZLA a **ALA** jsou následně v lidském organismu za pomoci enzymů elongáz a desaturáz syntetizovány v lidském těle další důležité FA s počtem uhlíků dvacet a více. Patří sem například kyseliny EPA (eikosapentaenová kyselina) a DHA (dokosahexaenová kyselina) (Samková, 2011).

V současnosti je hodně diskutovaná konjugovaná kyselina linolová (**CLA**), která by měla mít významné fyziologické účinky. Těch je možné využívat u prevence a případné léčby množství různých onemocnění jako je obezita, rakovina, diabetes a kardiovaskulární onemocnění (Fuke, Nornberg, 2017; Kalač, Samkova, 2010; Yang et al., 2015).

CLA představuje skupinu pozičních a geometrických isomerů kyseliny linolové (C18:2). Tyto isomery mají dvojně vazby v konjugované poloze, což znamená, že mezi dvěma dvojnými vazbami se nachází jedna vazba jednoduchá. Dvojně vazby mohou mít konfiguraci *cis*- i *trans*-. Počet možných isomerů **CLA** činí několik desítek. U **CLA** jde především isomer *cis*-9, *trans*-11 a isomer *trans*-10, *cis*-12. (Marounek, 2007). Množství isomeru *cis*-9, *trans*-11 je od 73 % do 94 % z celkové **CLA** (Dhiman, 2005).

První isomer, tedy *cis*-9, *trans*-11, dominuje v lipidech tkání i v mléčném tuku přežvýkavců a často se vyskytuje pod triviálním názvem kyselina rumenová. Ta bývá často zmiňována v souvislosti s antikarcinogenními a antiaterogenními účinky (Dhiman et al., 2005; Lehnen et al., 2015). Isomer *trans*-10, *cis*-12 jej spíše doprovází. Obsah **CLA** v mléčném tuku se podle různých zdrojů pohybuje od 0,3 do 1,16% (Tabulka 6) a je ovlivněn několika faktory jako je například intenzita výživy dojnic, složení krmné dávky a další (Butler et al., 2009). Více v kapitole 2.3.2.

Tabulka 6: Obsah CLA v mléčném tuku (%) – (Marounek, 2007)

Obsah	Zdroj
0,82 – 1,1	Lock a Garnsworthy (2002)
0,6 – 1,7	Lock a Garnsworthy (2003)
0,3 – 0,7	Loor a Herbein (2003)
0,33 – 1,16	Abu Ghazaleh a kol. (2004)
0,68 – 1,01	Kudrna a Marounek (2005)

2.3 Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin v mléce

S rostoucím množstvím informací ohledně jednotlivých složek mléka, jejich prospěšnosti pro zdraví lidí, ale i jejich technologického zpracování, roste i zájem o možnosti modifikace složení mléka „přímo u zdroje“. Určité faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin sice rychle ovlivnit nejde (genetické predispozice), ale některé lze naopak ovlivnit celkem jednoduše.

Dobře ovlivnitelnou složkou mléčného tuku jsou polynenasycené mastné kyseliny, které mají zdravotní benefity a proto je snaha jejich zastoupení v mléčném tuku zvýšit. Mléko dále obsahuje i často diskutované TFA, které jsou, až na výjimky, z nutričního hlediska spíše nežádoucí. Jejich množství se však ukázalo být závislé na sezóně a jejich koncentrace je až dvojnásobná v mléku z letního období, v případě, že se dojnice pasou (Heck, 2009; Månsson, 2008). Schwendel et al. (2015) zpracovali studii, která se věnuje přímo rozdílným faktorům, které ovlivňují profil mastných kyselin mléčného tuku.

2.3.1 Biologické (vnitřní) faktory

Jedná se o faktory těžko rychleji ovlivnitelné, protože úzce souvisí s individualitou příslušných dojnic. V podstatě jedinou možností jak pomocí těchto faktorů ovlivnit složení mléka a mastných kyselin především, jsou poznatky z genetiky, tedy hlavně dědivost obsahů mastných kyselin.

Mezi biologické faktory patří:

- **plemenná příslušnost** – u dojnic plemen, která mají nižší dojivost nebo tučnost mléka, byly zjišťovány převážně nižší obsahy **SFA** a vyšší obsahy **UFA**. Rozdíly v profilu FA u různých plemen se zabývaly i další práce, například Samková et al., 2014.
- **individualita dojnic** – rozdíly v obsazích mastných kyselin mezi jednotlivými dojnicemi stejného plemene jsou často větší než rozdíly meziplemenné (Samková et al., 2012).
- **pořadí laktace** – prvotelky produkují mléko s vyšším obsahem **UFA**, zatímco dojnice na druhé a dalších laktacích mají mléko s vyšším obsahem **SFA**.
- **stadium laktace** – na začátku laktace je vyšší obsah **UFA**, který s postupující laktací klesá, zatímco obsah **SFA** je na začátku laktace nejnižší a poté má stoupající tendenci.
- **mléčná užítkovost** (Samková, 2011)

2.3.2 Vnější faktory

Jedná se o faktory, které můžeme ovlivnit přímo a důsledek jejich působení je znatelný velmi rychle, zpravidla do dvou dní.

Mezi vnější faktory patří:

- **složení krmné dávky** – základem jsou objemná krmiva (čerstvá i konzervovaná), která doplňují jadrná krmiva. Kvalita krmiv, jejich množství, a správné sestavení krmné dávky rozhodují o změnách v zastoupení **FA** v mléčném tuku. To potvrzuje více prací (Elgersma, 2006; Ellis, 2006; Elgersma, 2015). Profil FA v mléce lze také ovlivnit přidávkem různých olejnatých semen a doplňků do krmné dávky (Kliem, Shingfield, 2016; Hanuš et al., 2010).
- **způsob chovu** – existují rozdíly v profilu **PUFA** mezi konvenčním a ekologickým chovem. Důvodem je především fakt, že dojnice chované v ekologických chovech přijímají více píce a méně jadrných krmiv a v letním období je zahrnována pastva. Dalším významným benefitem u ekologických chovů je chemická čistota krmné dávky. Teoreticky by totiž neměla obsahovat množství lipofilních cizorodých látek jako krmiva z konvenčního zemědělství jako jsou např. o **PCB**, chlorované pesticidy, aflatoxiny, polycyklické aromatické sloučeniny. Tyto látky jsou nebezpečné pro

člověka především v době těhotenství, protože mohou prostupovat placentární bariérou a v době laktace do mateřského mléka (Hronek et al., 2012).

- **sezóna** – u pastevních chovů je obsah nasycených mastných kyselin nejnižší v létě, když jsou dojnice na pastvě a nejvyšší v zimním období, kdy se krmná dávka skládá většinou z konzervovaných krmiv (Månsson, 2008; Kalač, Samková, 2010). Lze říci, že mléko z letního období je díky vyššímu zastoupení nenasycených FA zdravotně prospěšnější, než mléko ze zimního období (Frelich et al., 2012)
- **dojení** – především se jedná o četnost a pravidelnost dojení.

Ovšem existují i studie, jako je například práce, kterou zpracovaly O'Donnell s kolektivem (O'Donnell et al., 2010), které srovnávaly profil FA u mléka z ekologických chovů a standardní mléko a rozdíly byly i v případě PUFA statisticky nevýznamné.

2.3.3 Technologické zpracování

V průběhu zpracování mléka dochází ke změnám v zastoupení jednotlivých mastných kyselin a také ke změně v konfiguraci molekul a tedy zastoupení různých isomerů. Mezi tyto procesy patří fermentace (více v kapitole 2.4.), tepelné zpracování (zhuštění, sušení) nebo vysokotlaká homogenizace. V současnosti se využívá i jako alternativa k pasteraci, protože za vysokého tlaku dochází k ničení bakterií a zároveň má tato metoda minimální vliv na organoleptické vlastnosti mléka (Pareda et al., 2007).

Tepelné zpracování ovšem zastoupení mastných kyselin ovlivňuje nejvíce. V jeho průběhu mírně narůstá obsah močoviny a zároveň se mění zastoupení různých mastných kyselin. Tyto procesy ovlivňují především mastné kyseliny s krátkým řetězcem (**SCFA**), jejichž množství bylo v pasterizovaném a sterilizovaném (metodou **UHT**) mléku nižší oproti čerstvému mléku. Naopak množství mastných kyselin s delším a dlouhým řetězcem mírně narostlo (tedy **MCFA** a **LCFA**). Jednalo se především o kyseliny C14:0, C16:0, C18:0 a kyselinu olejovou C18:1n-9. Obecně lze říci, že množství **SFA** pokleslo o 1,5 procentního bodu, množství **MUFA** vzrostlo o 1 – 1,5 procentního bodu a obsah **PUFA** zůstal v podstatě nezměněn. Při zpracování však nedochází k žádným významným změnám v kompozici mléka a z analýzy profilu mastných kyselin vyplývá, že procesy pasterizace a sterilizace lze provádět bez významných změn nutriční hodnoty mléka (Pestana, 2015). Při zpracování mléka **UHT** technologií částečně dochází ke karamelizaci sacharidů v mléce přes Millardovy reakce, což způsobuje, že se **UHT** mléko jeví při sensorické analýze jako sladší oproti mléku čerstvému.

2.4 Fermentované mléčné produkty a jejich význam

V průběhu fermentace mléka dojde za pomoci mléčných kultur k přeměně části laktózy na kyselinu mléčnou a další látky, které dodávají výrobkům specifickou chuť a vůni. Benefitem fermentovaných mléčných výrobků jsou vynikající sensorické vlastnosti, delší doba trvanlivosti, velmi dobrá stravitelnost, nutriční a fyziologicky prospěšné účinky, vliv na střevní mikroflóru nebo lepší resorpce vápníku (Janštová et al., 2012).

Fermentované mléčné výrobky jsou podle definice uvedené v národní legislativě mléčné výrobky získané fermentací mléka, smetany, podmáslí, nebo jejich směsi za použití mikroorganismů mléčného kysání, tepelně neošetřené po kysacím procesu (vyhláška č. 397/2016). Mléčné kvašení je biologický pochod probíhající anaerobně, při kterém vzniká z jednoduchých sacharidů (především laktózy) kyselina mléčná a některé další metabolity (jako je ethanol, oxid uhličitý nebo další těkavé látky). Do skupiny fermentovaných mléčných výrobků patří nejen jogurty, ale i různá kysaná, acidofilní mléka nebo kysaná smetana. Dále mezi ně patří i sýry, ale s ohledem na charakter práce je pozornost věnována zejména jogurtům.

Fermentované mléčné výrobky můžeme rozdělit podle použitých mlékařských kultur na dvě základní skupiny:

- fermentované mléčné výrobky s **mezofilními** bakteriemi mléčného kvašení, kam patří zejména bakterie rodu *Lactococcus* a *Leuconostoc*. Jejich produktem jsou např. fermentovaná mléka, kysané podmáslí nebo kysaná smetana. Pokud se při výrobě fermentovaných mléčných produktů použijí kromě mezofilní kultury také kvasinky, vzniká kefir nebo kefirové mléko.
- fermentované mléčné výrobky s **termofilními** bakteriemi mléčného kvašení. Jako termofilní se v mléčném průmyslu označují mikroorganismy nebo kultury, které vykazují vysokou aktivitu v rozmezí teplot 35-45°C. Patří sem především kmeny *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* a *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Jako doplňkové kultury se mohou používat například *Lactobacillus acidophilus* nebo *Bifidobacterium bifidum*. S pomocí termofilních bakterií jsou vyráběny jogurty a jogurtová mléka.

Fermentované mléčné výrobky jsou velmi důležité, protože mohou obsahovat probiotické kultury. Jsou to bakterie mléčného kysání hlavně rodu *Lactobacillus*, a dále rody *Bifidobacterium* a *Enterococcus*. Jde o aktivní potravinu, která má pozitivní účinek na

organismus konzumenta tím, že zlepšuje složení a způsobuje rovnováhu v jeho střevní mikroflóře. V mléce se rozmnožují pomalu a ve výrobku jich musí být 10^6 **KTJ**/ml, kde **KTJ** znamená kolonii tvořící jednotku, protože jen v této a vyšší koncentraci mají ve střevě požadovaný účinek.

Hlavním produktem bakterií mléčného kvašení je kyselina mléčná a ta má značný fyziologický význam. Je zdrojem energie pro pochody v některých tělních orgánech, je prekursorem pro tvorbu tělní glukosy a stimuluje sekreci zažívacích šťáv (Janštová, 2012).

2.5 Stabilita zdravotně prospěšných FA v mléčných výrobcích

Z předcházejících kapitol o vlivu faktorů na zastoupení mastných kyselin vyplývá, že obsah zdravotně prospěšných mastných kyselin v mléčném produktu lze výrazně ovlivnit už přímo v surovině, tedy v mléce. I přes to, že je obsah jednotlivých zdravotně prospěšných kyselin v mléce velice důležitý ukazatel, tak ještě důležitější je jejich stabilita v průběhu technologického zpracování a následného skladování.

Například u **CLA** se její obsah v rámci technologického zpracování mění pouze minimálně. Při ohřívání se její obsah nemění s výjimkou použití mikrovlnného ohřevu, kde došlo k poklesu obsahu **CLA** až o 53% (Bisig, 2007). Stejná práce uvádí i stabilitu **CLA** v případě výroby sýrů. Obecně z ní vyplývá, že největší obsah **CLA** mají tvrdé sýry s delší dobou zrání (největší hladina **CLA** zjištěna u sýrů typu čedar po 30 dnech zrání). Nicméně změny v obsahu nejsou výrazné. Rovněž při výrobě másla je **CLA** stabilní. Větší vliv na změnu obsahu **CLA** ve fermentovaných výrobcích má použití různých bakteriálních kultur v průběhu fermentace, ale musí být splněna podmínka, že je v jogurtu přítomna volná kyselina linolová. Dobré výsledky v konverzi **LA** na **CLA** vykazují *Lactobacillus Plantarum* a *Lb. Acidophilus* popř. *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. Kyselina linolová se přidává ve formě malého množství slunečnicového oleje, který obsahuje až 70% (popřípadě i více) linolové kyseliny. Podle práce, kterou publikovali Kim a Liu (2002) je optimální koncentrace slunečnicového oleje $0,1\text{g.l}^{-1}$. Vlivem přidání volné kyseliny linolové se zabývala i práce, kterou publikovala Panghyová s kolektivem (Panghyová et al., 2006).

Paszczyk et al. (2016) se ve své práci zabývali změnou obsahu **CLA** a isomerů C18:1 a C18:2 ve fermentovaných mléčných výrobcích při různé době skladování (6,13 a 21 dní)

a při použití 3 různých mléčných kultur. Ze studie vyplývá, že významný nárůst obsahu **CLA** způsobila kultura Y508, a to z 3,6mg/g tuku v čerstvě připraveném mléčném nápoji na 3,89mg/g tuku v nápoji skladovaném po dobu 13 dní. Při skladování 21 dní došlo k mírnému poklesu obsahu **CLA** a C18:1 isomerů. U zbylých dvou použitých kultur byly nárůsty **CLA** a C18:1 a C18:2 isomerů při stejné době skladování nižší.

Obsahu **CLA** v mléčných výrobcích lze ovlivnit i přidáním jablečné vlákniny nebo vlákniny z banánů a mučenky. Přičemž právě použití mučenky zvýšilo obsah CLA nejvíce. Konkrétně z 0,72g v mléce na 1,12g ve 100g tuku v následném produktu. Tato hodnota ovšem silně závisí na použitém kmenu bakterií, kterým byl v tomto případě *Lb. acidophilus L10*. Při použití banánové vlákniny došlo k výraznému nárůstu podílu také u kyseliny α -linolenové (Esprito Santo, 2011).

Následující pasáž **Materiál a metodika** o rozsahu 10 stran je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU.

Následující pasáž **Výsledky a diskuze** o rozsahu 26 stran je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU.

Následující pasáž **Závěr** o rozsahu 1 strany je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU

Následující pasáž **Summary** o rozsahu 1 strany je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU.

3 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BARÓ L., J. FONOLLÁ, J. L. PEÑA, A. MARTÍNEZ-FÉREZ, A. LUCENA, J. JIMÉNEZ, J. J. BOZA, E. LÓPEZ-HUERTAS (2003): *n*-3 Fatty acids plus oleic acid and vitamin supplemented milk consumption reduces total and LDL cholesterol, homocysteine and levels of endothelial adhesion molecules in healthy humans. *Clinical Nutrition*, April 2003, 175-182.
2. BISIG W., EBERHARD P., COLLOMB M., REHBERGER B. (2007); Influence of processing on the fatty acid composition and the content of conjugated linoleic acid in organic and conventional dairy products - a review. *Le Lait*, INRA Editions, 2007, 87 (1), pp.1-19.
3. BUTLER G., COLLOMB M., REHBERGER B., SANDERSON R., EYRE M., LEIFERT C., (2009): Conjugated linoleic acid isomer concentrations in milk from high- and low-input management dairy systems. *JSciFoodAgric*2009; 89: 697–705.
4. DHIMAN T.R., SEUNG-HEE NAM, URE A.L. (2005): Factors Affecting Conjugated Linoleic Acid Content in Milk and Meat. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45:463-482.
5. DROUIN-CHARTIET J.P., BRASSARD D., TESSIER-GRENIER M., CÔTE J.A., LABONTÉ M.E., DESROCHES S., COUTURE P., LAMARCHE B. (2016): Systematic Review of the Association between Dairy Product Consumption and Risk of Cardiovascular-Related Clinical Outcomes. *An International Review Journal Adv Nutr* 2016;7:1026–40.
6. ELGERSMA A., TAMMINGA S., ELLEN G. (2006): Modifying milk composition through forage: review. *Animal Feed Science and Technology*, 131 (2006) 207–225.
7. ELGERSMA A., (2015): Grazing increases the unsaturated fatty acid concentration of milk from grass-fed cows: A review of the contributing factors, challenges and future perspectives. *European Journal of Lipid Science and Technology* 117, 1345-1369.
8. ELLIS K.A., INNOCENT G., GROVE-WHITE D., CRIPPS P., MCLEAN W.G., HOWARD C.V., MIHM M. (2006): Comparing the Fatty Acid Composition of Organic and Conventional Milk. *J. Dairy Sci.* 89:1938–1950.

9. ESPRITO SANTO A.P., CARTOLANO N.S., SILVA T.F., SOARES F.A., GIOIELLI L.A., PEREGO P., CONVERTI A., OLIVEIRA M.N.(2011): Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. *International Journal of Food Microbiology* 154 (2012) 135–144.
10. FRELICH J., ŠLACHTA M., HANUŠ O., ŠPIČKA J., SAMKOVÁ E., WEGLARZ A., ZAPLETAL P. (2012): Seasonal variation in fatty acid composition of cow milk in relation to the feeding system. *Animal Science Papers and Reports* vol. 30 (2012) no. 3, 219-229.
11. FUKU G., NORBERG J.L. (2017): Systematic evaluation on the effectiveness of conjugated linoleic acid in human health. *Crit Rev Food Science Nutr.* 2017 Jan 2;57(1):1-7.
12. GAJDUŠEK, S. (1997): *Mlékařství II (cvičení)*. 1. vydání MZLU Brno, 84s ISBN 80-7157-278-0.
13. GERMAN J.B., GIBSON R.A., KRAUSS R.M., NESTEL P., LAMARCHE B., VAN STAVEREN W.A., STEIJNS J.M., DE GROOT L.C., LOCK A.L. DESTAILLATS F. (2009): A reappraisal of the impact of dairy foods and milk fat on cardiovascular disease risk, *Eur. J. Nutr.*, 48:191-203.
14. HANUŠ, O., M. HRONEK, R. HYŠPLER, T. YONG, A. TICHÁ, P. FIKROVÁ, K. HANUŠOVÁ, K. SOJKOVÁ, J. KOPECKÝ a R. JEDELSKÁ: Vztah mezi počtem somatických buněk a obsahem laktózy v mléce různých druhů savců. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2010a. 58(2), s. 87-100.
15. HANUŠ, O., E. SAMKOVÁ, J. ŠPIČKA, K. SOJKOVÁ, K. HANUŠOVÁ, T. KOPEC a R. JEDELSKÁ: Vztah koncentrace zdravotně významných skupin mastných kyselin ke složkám a technologickým vlastnostem kravského mléka. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2010b. 58, s. 137-153.
16. HANUŠ O., GENČUROVÁ V., VYLETĚLOVÁ M., MANGA I. (2010): Stanovení a interpretace koncentrace ketonů v mléce. *Mlékařské listy*. 2010. 119, s. 22-25.

17. HANUŠ, O., I. MANGA, M. VYLETĚLOVÁ, V. GENČUROVÁ, J. KOPECKÝ a R. JEDELSKÁ: Význam sledování minoritních složek mléka pro zdraví zvířat a analytické možnosti jejich monitoringu. *Mlékařské listy*. 2011. 127, s. 14-19.
18. HECK JM, VAN VALENBERG HJ, DIJKSTRA J, VAN HOOIJDONK AC. (2009): Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *J Dairy Sci*. 2009;92:4745–55.
19. HRONEK M., BAREŠOVÁ H. (2012): *Strava těhotných a kojících žen*, ISBN 978-80-87250-20-40.
20. HUTH P.J., PARK K.M. (2012): Influence of Dairy Product and Milk Fat Consumption on Cardiovascular Disease Risk: A Review of the Evidence. *Adv. Nutr.* 3: 266–285.
21. JANŠTOVÁ B., VORLOVÁ L., NAVRÁTILOVÁ P., KRÁLOVÁ M., NECIDOVÁ L., MAŘICOVÁ E. (2012): *Technologie mléka a mléčných výrobků*. ISBN 978-80-7305-637-7.
22. JENSEN R.G. (2002): The composition of bovine milk lipids: January 1995 to december 2000. *J. Dairy Sci.* 85:295-350.
23. KALAC P., SAMKOVA E., (2010): The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. *Czech Journal of Animal Science* 55, 521-537.
24. KIM Y.J., LIU R.H. (2002): Increase of conjugated linoleic acid content in milk by fermentation with lactic acid bacteria. *J. Food Sci.* 67, 1731 – 1838.
25. KLIEM K.E., SHINGFIELD K.J., (2016): Manipulation of milk fatty acid composition in lactating cows: Opportunities and challenges. *European Journal of Lipid Science and Technology* 118, 1661-1683.
26. LEHNEN T. E., RAMOS DA SILVA M., CAMACHO A., MARCADENTI A., LEHNEN A.M., (2015): A review on effects of conjugated linoleic fatty acid (CLA) upon body composition and energetic metabolism. *J Int Soc Sports Nutr.* 12: 36.
27. MÅNSSON H.L. (2008): Fatty acids in bovine milk fat. *Food Nutr Res.* 2008; 52.

28. MENSINK R.P. (2005): Effects of stearic acid on plasma lipid and lipoproteins in humans. *Lipids*. 2005 Dec;40(12):1201-5.
29. NICOLOSI, R. J., WOOLFREY B., WILSON T. A., SCOLLIN P., HANDELMAN G., FISHER R. (2004): Decreased aortic early atherosclerosis and associated risk factors in hypercholesterolemic hamsters fed a high- or mid-oleic acid oil compared to a high-linoleic acid oil. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2004. 15, s. 540-547.
30. O'DONNELL A.M., SPATNY K.P., VICINI J.L., BAUMAN D.E., (2010): Survey of the fatty acid composition of retail milk differing in label claims based on production management practices. *Journal of Dairy Science* 93, 1918-1925.
31. PANGHYOVÁ E., KAČENOVÁ D., HAJDUŠKOVÁ S., MATULOVÁ M., KISS E. (2006): Influence of free linoleic acid on the fatty acids profile of fermentation by selected probiotic bacteria. *Journal of Food and Nutrition Research* Vol. 45, 2006, No. 4, pp. 159-165.
32. PARREDA, J., FERRAGUT V., QUEVEDO J.M., GUAMIS B., TRUJILLO A.J. (2007): Effects of ultra-high pressure homogenization on microbial and physicochemical shelf life of milk. *J Dairy Sci*. Mar;90(3):1081-93.
33. PASZCZYK, B., BRANDT W., LUCZYNSKA J. (2016): Content of Conjugated Linoleic Acid (CLA) and TransIsomers of C18:1 and C18:2 Acids in Fresh and Stored Fermented Milks Produced with Selected Starter Cultures. *Czech J. Food Sci.*, 34: 391–396.
34. PECOVÁ L. (2017): Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku koz a ve vybraném mléčném produktu (diplomová práce). České Budějovice: JU ZF.
35. PESTANA J.M., GENNARI A., MONTEIRO B.W., LEHN D.N., VOLKEN DE SOUZA C.F. (2015): Effects of Pasteurization and Ultra-High Temperature Processes on Proximate Composition and Fatty Acid Profile in Bovine Milk. *American Journal of Food Technology*, 10: 265-272.
36. ROZHON T. (2016): Analýza jakostních ukazatelů mléka v závislosti na vybraných faktorech (diplomová práce). České Budějovice: JU ZF.

37. ŘEHOŘÍKOVÁ P., ŠPIČKOVÁ Mo., ŠPIČKOVÁ Mi. (2008): Odvápňení kostí čili osteoporóza. Dieta bohatá vápníkem, ISBN 978-80-87250-00-6.
38. SAMKOVÁ, E. (2011): Faktory ovlivňující zastoupení mastných kyselin mléčného tuku skotu. [Habilitationální práce]. České Budějovice: JU ZF, 60s.
39. SAMKOVÁ, E. (2012): Mléko: Produkce a kvalita, ISBN 978-80-7394-383-7.
40. SAMKOVA E., SPICKA J., PESEK M., PELIKANOVA T., HANUS O. (2012): Animal factors affecting fatty acid composition of cow milk fat: A review. South African Journal of Animal Science 42, 83-100.
41. SAMKOVA E., CERTIKOVA J., SPICKA J., HANUS O., PELIKANOVA T., KVAC M. (2014): Eighteen-carbon fatty acids in milk fat of Czech Fleckvieh and Holstein cows following feeding with fresh lucerne (*Medicago sativa* L.). Animal Science Papers and Reports 32, 209-218.
42. SCHWENDEL B.H., WESTER T.J., MOREL P.C.H., TAVENDALE M.H., DEADMAN C., SHADBOLT N.M., OTTER D.E. (2015): Invited review: Organic and conventionally produced milk-An evaluation of influence factors on milk composition (vol 98, pg 721, 2015). Journal of Dairy Science 98, 2831-2831.
43. VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J. (2009): Chemie potravin 1. 1 ed. Tábor, OSSIS, 580s. ISBN 978-80-68659-15-2.
44. YANG B., CHEN H.Q., STANTON C., ROSS R.P., ZHANG H., CHEN Y.Q., CHEN W. (2015): Review of the roles of conjugated linoleic acid in health and disease. Journal of Functional Foods 15, 314-325.
45. YILMAZ-ERSAN, L. (2013): Fatty acid composition of cream, Mljekarstvo 63 (3), 132-139.
46. WIKING L., THEIL P.K., NIELSEN J.H., SORENSEN M.T. (2010): Effect of grazing fresh legumes or feeding silage on fatty acids and enzymes involved in the synthesis of milk fat in dairy cows. Journal of Dairy Research 77, 337-342.
47. ŽÁČKOVÁ J. (2007): Porovnání užítkovosti a plodnosti českého strakatého a holštýnského skotu s ohledem na technologii chovu (diplomová práce). České Budějovice: JU ZF.

Internetové zdroje:

1. BUČEK P. (2010): význam hodnocení minoritních složek mléka [cit 2017-07-24].
<https://admin.cmsch.cz/store/2010-minoritni-slozky-mleka.pdf>
2. ČSÚ (2015): Spotřeba potravin – 2015 [cit 2017-06-28].
<https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2015>
3. MAROUNEK M., (2007): Konjugovaná kyselina linolová v živočišných produktech: souvislost s výživou zvířat a zdravím lidí [cit 2017-05-17].
[http://www.vuzv.cz/sites/Marounek%20CLA\(2\).pdf](http://www.vuzv.cz/sites/Marounek%20CLA(2).pdf)
4. SAMKOVÁ E.: Složení mléka [cit 2017-02-28].
<http://kaf.zf.jcu.cz/index.php?p=44>

Normy:

1. ČSN 57 0536: Stanovení složení mléka infračerveným absorpčním analyzátozem, 1999.
2. ČSN EN ISO 13366-2: Mléko – Stanovení počtu somatických buněk – Část 2: Návod pro ovládání fluoro-opto-elektronického přístroje, 2007.
3. ON 57 0530: Stanovení kysací schopnosti mléka. Úřad pro normalizaci a měření, Praha, 1987.
4. (ES) č. 853/2004: Nařízení Evropského parlamentu a rady stanovující zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.
5. Vyhláška MZe 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství
6. Vyhláška MZe 231/2016 Sb., o odběru, přípravě a metodách zkoušení kontrolních vzorků potravin a tabákových výrobků.

Následující pasáž **Seznam tabulek a grafů** o rozsahu 3 strany je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU.