

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Provozně podnikatelský obor

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

### **Spektrum mastných kyselin mléčného tuku skotu při změnách krmné dávky**

**(The effect of diet change on composition of cow's milk fat)**

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Eva Samková, Ph.D.

Autor:

Jolana Volšická

**České Budějovice**

**2011**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jolana VOLŠICKÁ**  
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Provozně podnikatelský obor**

Název tématu: **Spektrum mastných kyselin mléčného tuku skotu při  
změnách krmné dávky**

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

Složení mléčného tuku je předmětem výzkumu v souvislosti s jeho nutričním významem i vlivem na technologické a sensorické vlastnosti mléka a mléčných produktů. Znalost působení faktorů ovlivňujících spektrum mastných kyselin dává do určité míry možnost optimalizovat složení mléčného tuku, který je v současné době hodnocen spíše negativně a přispívá ke snížené spotřebě mléka.

Cílem diplomové práce bude posouzení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku dojníc ve vybraném zemědělském podniku při změnách krmné dávky, vysvětlení příčin rozdílů v obsazích mastných kyselin a doporučení optimálních variant pro současné podmínky prvovýroby. Diplomová práce je součástí řešení projektu QH 81210.

Předložená práce bude zpracována na základě zásad zpracování diplomových prací uvedených na [http://www.zf.jcu.cz/studenti/dokumenty%20pro%20studenty/formulare-a-dokumenty-ke-stazeni/technika\\_zpracovani\\_dp\\_2007\\_1.pdf](http://www.zf.jcu.cz/studenti/dokumenty%20pro%20studenty/formulare-a-dokumenty-ke-stazeni/technika_zpracovani_dp_2007_1.pdf) podle následující rámcové osnovy:

1. **Úvod** - charakteristika a význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce
2. **Literární přehled** - současný stav poznání problematiky získaný studiem vědecké a odborné literatury
3. **Materiál a metodika** - charakteristika zemědělského podniku, odběr vzorků a jejich analýza a popis použitých metod včetně statistických
4. **Výsledky a diskuse** - tabulkové a grafické zpracování získaných dat navazující na cíle práce, jejich statistické vyhodnocení a porovnání se zjištěnými literárními údaji
5. **Závěr** - stručné shrnutí výsledků vlastní práce, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky
6. **Summary** - nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)
7. **Seznam literatury** - podle zásad ČSN 01 0197, ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2.

Rozsah grafických prací: 5 tabulek, 10 grafů  
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

JENSEN, R.G.: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*, 2002, 85 (2): 295-350.

SAMKOVÁ, E. et al.: The effect of feeding diets markedly differing in proportion of grass and maize silages on bovine milk fat composition. *Czech Journal of Animal Science*, 54, 2009 (3): 93-100.


SAMKOVÁ, E. et al.: *Mastné kyseliny mléčného tuku skotu a faktory ovlivňující jejich zastoupení*. Vědecká monografie. 1. vyd. České Budějovice: JU ZF, 2008. 90 s.

WELCH, R.A.S. et al.: *Milk composition, production and biotechnology*. CAB Wallingford: CAB International, 1997. 581 s. ISBN 0-85199-161-0.


Vědecké a odborné články v časopisech *Výživa a potraviny*, *Mlékařské listy* a ve sbornících odborných konferencí, vydávaných např. VÚCHS v Rapotíně a VÚŽV v Praze-Uhřetěvesi

Databáze CASLIN, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST (<http://www.zf.jcu.cz/public/departments/knihovna/>)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Eva Samková, Ph.D.  
Katedra kvality produktů  
Konzultant diplomové práce: doc. Ing. Jiří Špička, CSc.  
Katedra aplikované chemie a učitelství chemie  
Datum zadání diplomové práce: 31. března 2009  
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2011

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

  
Ing. Pavel Smetana  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 20. března 2009

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně na základě vlastních poznatků a s použitím pramenů, uvedených v přehledu literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, 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.

V Českých Budějovicích, 30. dubna 2011

.....  
Jolana Volšická

Chci velmi poděkovat své vedoucí diplomové práce Ing. Evě Samkové, Ph.D. za její čas a neocenitelné odborné rady, které mi pomohly vypracovat tuto práci.

Děkuji rodině a přátelům, kteří mě podpořili ve studiu.

## OBSAH

PŘEHLED ZKRATEK .....	11
1 LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	13
1.1 SLOŽENÍ MLÉČNÉHO TUKU .....	13
1.1.1 Lipidy .....	13
1.1.2 Mléčný tuk .....	13
1.1.3 Mastné kyseliny v mléčném tuku skotu.....	14
1.2 VÝZNAM MASTNÝCH KYSELIN MLÉČNÉHO TUKU .....	19
1.3 VLIVY PŮSOBÍCÍ NA SPEKTRUM MASTNÝCH KYSELIN V MLÉČNÉM TUKU SKOTU.....	20
1.3.1 Plemeno.....	21
1.4 VLIV KRMNÉ DÁVKY NA SPEKTRUM MASTNÝCH KYSELIN V MLÉČNÉM TUKU SKOTU.....	22
1.4.1 Vliv objemného krmiva.....	22
1.4.2 Vliv jadrného krmiva a doplňkových tuků.....	24
PŘEHLED LITERATURY .....	30

## PŘEHLED ZKRATEK

ALA	$\alpha$ -linolenová kyselina
CLA	konjugovaná linolová kyselina
EPA	eikosapentaenová kyselina
FA	mastné kyseliny
HDL	lipoproteiny o vysoké hustotě
LCFA	mastné kyseliny s dlouhým řetězcem
LDL	lipoproteiny o nízké hustotě
MUFA	monoenové nenasycené mastné kyseliny
OBCFA	nasyčené mastné kyseliny s lichým počtem uhlíků a rozvětvené nasyčené mastné kyseliny
PUFA	polyenové nenasycené mastné kyseliny
PUFA <sub>n3</sub>	polyenové nenasycené mastné kyseliny řady <i>n3</i>
PUFA <sub>n6</sub>	polyenové nenasycené mastné kyseliny řady <i>n6</i>
SAFA	nasyčené mastné kyseliny
TAG	triacylglyceroly
TFA	<i>trans</i> - isomery nenasycených mastných kyselin
VA	vakcenová mastná kyselina
UFA	nenasyčené mastné kyseliny
VFA	těkavé mastné kyseliny

Následující pasáž Úvod o rozsahu 1 stránky 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.



# 1 LITERÁRNÍ PŘEHLED

## 1.1 SLOŽENÍ MLÉČNÉHO TUKU

### 1.1.1 *Lipidy*

Dle chemického složení se lipidy dělí na tři skupiny: homolipidy, heterolipidy a komplexní lipidy.

Homolipidy jsou sloučeniny mastných kyselin a alkoholů. Heterolipidy jsou lipidy, které obsahují kromě mastných kyselin a alkoholu ještě další kovalentně vázané sloučeniny, např. kyselinu fosforečnou (fosfolipidy) nebo D-galaktosu (glykolipidy). Komplexní lipidy mají lipidové složky i nelipidový podíl, nejčastěji protein (lipoproteiny).

Další skupinou jsou doprovodné látky lipidů, do kterých patří karotenoidy, steroidy a přírodní antioxidanty. Mají odlišnou chemickou strukturu a často neobsahují mastné kyseliny.

Estery glycerolu, které patří do skupiny homolipidů, jsou nejvýznamnější skupinou ve všech přírodních lipidech i v mléčném tuku. Na molekulu glycerolu může být vázána jedna mastná kyselina, pak vznikají monoacylglyceroly nebo dvě mastné kyseliny – diacylglyceroly.

Nejčastěji vyskytující se případ je, že jsou na jednu molekulu glycerolu vázány tři mastné kyseliny – triacylglyceroly. Triacylglyceroly (TAG) se člení dále na jednoduché (tři stejné mastné kyseliny jsou vázány na glycerolu), nebo smíšené (jsou vázány dvě nebo tři různé mastné kyseliny).

### 1.1.2 *Mléčný tuk*

Mléčný tuk se liší od ostatních živočišných i rostlinných tuků v následujícím:

- značným podílem (7 – 8 %) mastných kyselin, které těkají s vodní párou (kyselina máselná, kapronová, kaprylová)
- specifickou chutí a vůní (podmíněno mastnými kyselinami s nižším počtem atomů uhlíku)
- zastoupením mastných kyselin (velký počet nejrůznějších mastných kyselin (nasycených i nenasycených).

Mléčný tuk se skládá (**tabulka 1**) z 97 – 98 % homolipidy (estery glycerolu a mastných kyselin), z 2 – 3 % heterolipidy (fosfolipidy, cerebrosidy, glykolipidy) a ostatními látkami rozpustnými v tucích, tzv. doprovodnými látkami lipidů (karotenoidy, lipofilní vitaminy, komplexní lipidy a steroidy včetně cholesterolu). Navíc se v mléčném tuku vyskytují v zanedbatelných množstvích také vonné látky (KAYLEGIAN a LINDSAY, 1995; JENSEN, 2002; VELÍŠEK, 2002).

**Tabulka 1:** Složení mléčného tuku (% z celkového množství lipidů)

	1)	2)
triacylglyceroly	95,8	98,1
diacylglyceroly	2,25	0,25
monoacylglyceroly	0,08	0,02
fosfolipidy	1,11 <sup>a</sup>	0,86
glykolipidy (cerebrosidy)		0,09
cholesterol	0,48 <sup>b</sup>	0,43
volné mastné kyseliny	0,28	0,24

<sup>a</sup> včetně sfingomyelinu; <sup>b</sup> včetně esterů cholesterolu;

upraveno: SAMKOVÁ et al. (2008); <sup>1)</sup> JENSEN (2002); <sup>2)</sup> KADLEC et al. (2002)

V mléčném tuku se nachází 38 % triacylglycerolů (TAG), kde je ve všech pozicích navázána nasycená mastná kyselina, a 52 % tvoří triacylglyceroly, kde je na jedné nebo dvou molekulách navázána monoenoová mastná kyselina v *cis* nebo *trans* formě (KAYLEGIAN a LINDSAY, 1995; VELÍŠEK, 2002).

Mastné kyseliny jsou vázány i ve fosfolipidech – nejčastěji lecitiny a kefaliny, které tvoří v mléčném tuku 66 až 68 % z celkového množství fosfolipidů. Mastné kyseliny jsou součástí i sfingolipidů, především sfingomyelinů, které tvoří v mléčném tuku 25 až 30 % z celkového množství fosfolipidů (JENSEN, 2002).

### 1.1.3 Mastné kyseliny v mléčném tuku skotu

V organické chemii se jako mastné kyseliny označují karboxylové kyseliny s alifatickým uhlovodíkovým řetězcem, ale tato definice se zcela nekryje s mastnými kyselinami přítomnými v lipidech. V názvosloví mastných kyselin (**tabulka 2**) se užívají systematické názvy odvozené od odpovídajících uhlovodíků se stejným počtem atomů uhlíku (počítají se od karboxylové skupiny), schematické zkratky

(C<sub>N</sub>:M, kde N je počet atomů uhlíku a M počet dvojných vazeb) a triviální názvy (tabulka 2).

Triviální názvy se stále užívají, avšak vzhledem k tomu, že se vztahují pouze na určitý isomer s určitou polohou dvojně vazby a o určité stérické konfiguraci, doporučují proto autoři (JENSEN, 2002; VELÍŠEK, 2002) používat systematické názvy.

**Tabulka 2:** Rozdělení mastných kyselin mléčného tuku a jejich skupin

Skupina a její označení	Počet dvojných vazeb	Schematická zkratka	Systematický název	Triviální název
<b>NASYCENÉ</b>				
<b>(saturated, SAFA)</b>				
-	-	C <sub>4:0</sub>	butanová	máselná
-	-	C <sub>6:0</sub>	hexanová	kapronová
-	-	C <sub>8:0</sub>	oktanová	kaprylová
-	-	C <sub>10:0</sub>	dekanová	kaprinová
-	-	C <sub>12:0</sub>	dodekanová	laurová
-	-	C <sub>14:0</sub>	tetradekanová	myristová
-	-	C <sub>16:0</sub>	hexadekanová	palmitová
-	-	C <sub>18:0</sub>	oktadekanová	stearová
-	-	C <sub>20:0</sub>	eikosanová	arachová
-	-	C <sub>22:0</sub>	dokosanová	behenová
<b>NENASYCENÉ</b>				
<b>(unsaturated, UFA)</b>				
monoenové (monounsaturated, MUFA)	1	C <sub>14:1n5</sub>	$\Delta^9$ <i>cis</i> - tetradecenová	myristolejová
	1	C <sub>16:1n7</sub>	$\Delta^9$ <i>cis</i> - hexadecenová	palmitová
	1	C <sub>18:1n9</sub>	$\Delta^9$ <i>cis</i> - oktadecenová	olejová
	1	C <sub>18:1n9</sub>	$\Delta^9$ <i>trans</i> - oktadecenová	elaidová
	1	C <sub>18:1n7</sub>	$\Delta^{11}$ <i>trans</i> - oktadecenová	vakcenová (VA)
	1	C <sub>22:1n9</sub>	$\Delta^{13}$ <i>cis</i> -dokosenová	eruková
	1	C <sub>20:1n11</sub>	$\Delta^9$ <i>cis</i> - eikosenová	gadolejová

*pokračování tabulky 2*

Skupina a její označení	Počet dvojných vazeb	Schematická zkratka	Systematický název	Triviální název
polyenové (polyunsaturated, PUFA)	2	C <sub>18:2n7</sub>	$\Delta^{9,11}$ <i>cis-, trans-</i> oktadekadienová	isomer konjugované linolové (CLA)
řada	2	C <sub>18:2n6</sub>	$\Delta^{9,12}$ <i>cis-, cis-</i> oktadekadienová	linolová
<i>n6</i>	3	C <sub>18:3n6</sub>	$\Delta^{6,9,12}$ <i>all-cis-</i> oktadekatrienová	$\gamma$ -linolenová
	4	C <sub>20:4n6</sub>	$\Delta^{5,8,11,14}$ <i>all-cis-</i> eikosatetraenová	arachidonová
řada	3	C <sub>18:3n3</sub>	$\Delta^{9,12,15}$ <i>all-cis-</i> oktadekatrienová	$\alpha$ -linolenová (ALA)
<i>n3</i>	5	C <sub>20:5n3</sub>	$\Delta^{5,8,11,14,17}$ <i>all-cis-</i> eikosapentaenová	EPA
	6	C <sub>22:6n3</sub>	$\Delta^{4,7,10,13,16,19}$ <i>all-cis-</i> dokosahexaenová	DHA

upraveno: SAMKOVÁ et al. (2008)

V mléčném tuku se objevuje více než 400 mastných kyselin (MANSSON, 2008). V současné době modernější metody stanovení složení mléčného tuku umožňují identifikovat kolem 70 mastných kyselin (COLLOMB et al., 2002). Většina z těchto mastných kyselin má v mléčném tuku velice nízké zastoupení. Tyto kyseliny tvoří 90 % všech zastoupených mastných kyselin, a tudíž se v mléčném tuku stanovuje přibližně kolem 20 mastných kyselin, které zaujímají desetiny až desítky procent z celkového obsahu všech kyselin.

Výsledky se vyjadřují v relativních procentech (% rel.), tj. v % z celkového obsahu všech mastných kyselin. Dále se také užívá vyjádření v hmotnostních procentech (% hmot., anglicky wt %), tj. v g na 100 g tuku. GLASSER et al. (2007) uvádí, že relativní procenta lze přepočíst na hmotnostní vynásobením korekčním koeficientem, který má hodnotu 0,933.

### Nasyčené mastné kyseliny (SAFA)

Nasyčené mastné kyseliny obsahují 4 až 60 atomů uhlíku a zpravidla mají rovný nerozvětvený řetězec, nejčastěji o sudém počtu atomů uhlíku (tabulka 2).

Nasyčené mastné kyseliny mléčného tuku představují 53 až 72 % z celkového množství mastných kyselin (VELÍŠEK, 2002).

Hlavními z nich jsou kyseliny palmitová (25 - 35 %), myristová (10 - 12 %) a stearová (10 %) - (**tabulka 3**). Ostatní nasyčené mastné kyseliny obsahují krátké (C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>) a středně dlouhé řetězce (C<sub>8</sub> - C<sub>14</sub>) a stejně tak mastné kyseliny rozvětvené a mastné kyseliny s lichým počtem atomů uhlíku, které se zpravidla vyskytují v množství menším než 1 % z celkového obsahu mastných kyselin. Běžná je zejména pentadekanová a heptadekanová (JENSEN, 2002; SEBEDIO, 2008).

**Tabulka 3:** Hlavní mastné kyseliny mléčného tuku (% všech mastných kyselin)

Mastná kyselina	1)	2)	3)
C <sub>4:0</sub>	2,2 – 5,5	3,4	2,8 – 4,0
C <sub>6:0</sub>	1,3 – 3,3	2,1	1,4 – 3,0
C <sub>8:0</sub>	0,5 – 1,9	1,2	0,5 – 1,7
C <sub>10:0</sub>	0,3 – 3,0	2,6	1,7 – 3,2
C <sub>12:0</sub>	2,6 – 7,7	3,0	2,2 – 4,5
C <sub>14:0</sub>	9,7 – 22,6	10,6	5,4 – 14,6
C <sub>16:0</sub>	25,8 – 28,4	27,7	26 -41
C <sub>18:0</sub>	11,8 – 12,2	12,8	6,1 – 12,1
C <sub>18:1</sub>	20,4 – 34,6	26,6	18,7 – 33,4
C <sub>18:2</sub>	2,1 – 2,7	2,3	0,9 – 3,7
C <sub>18:3</sub>	0,7 – 1,3	1,6	0,1 – 1,4
C <sub>20:0</sub>			0,95 -2,4
C <sub>20:4</sub>			0,8 – 3,0

<sup>1)</sup> KRATOCHVÍL et al. (1985); <sup>2)</sup> WELCH et al. (1997); <sup>3)</sup> VELÍŠEK (2002)

## Nenasycené mastné kyseliny (UFA)

### Monoenové nenasycené mastné kyseliny (MUFA)

Nenasycené monoenové mastné kyseliny obsahují jednu dvojnou vazbu (tabulka 2). Navzájem se liší počtem atomů uhlíku, polohou dvojných vazby a

prostorovou konfigurací. Polohou dvojných vazby rozumíme umístění dvojných vazby v řetězci (počítáno od karboxylové skupiny), v literatuře se často užívá symbol  $\Delta^a$ , kde <sup>a</sup> je číslo uhlíku, ze kterého dvojná vazba vychází.

Isomery se liší prostorovým uspořádáním substituentů vázaných na uhlíky spojené dvojnou vazbou. Jsou-li dva shodné substituenty umístěny na téže straně roviny dvojných vazby, označujeme takovou konfiguraci předponou *cis*. Opačná konfigurace je pak označována předponou *trans*.

Monoenové nenasycené mastné kyseliny C<sub>14</sub> – C<sub>18</sub> tvoří v mléčném tuku 26 – 42 % všech mastných kyselin (tabulka 3). Kyselina olejová je jedna z hlavních mastných kyselin a představuje přibližně 20 - 25 % z celkového obsahu mastných kyselin mléčného tuku. Jde o *cis*-isomer s dvojnou vazbou na devátém atomu uhlíku od karboxylové skupiny (*cis*9- C<sub>18:1</sub>). Kyseliny myristolejová a palmitolejová se v mléčném tuku vyskytují v menším množství.

### **Polyenové nenasycené mastné kyseliny (PUFA)**

Nenasycené polyenové mastné kyseliny obsahují dvě a více dvojných vazeb (tabulka 2). PUFA se kromě základního rozlišení, které je stejné jako u MUFA, rozděluje navíc na polyenové mastné kyseliny *izolované* (vzájemně vzdálené dvojných vazby oddělené alespoň dvěma vazbami jednoduchými), *konjugované* (dvojných vazby jsou ob jeden atom uhlíku, tzn. oddělené jednou vazbou jednoduchou) a *kumulované* (dvojných vazby jsou vedle sebe).

Dělení PUFA na řady *n3* a *n6* je podle polohy první dvojných vazby od methylového konce uhlíkového řetězce (CH<sub>3</sub>-). Často se také pro toto označení používá symbol  $\omega$  (omega).

Polyenové nenasycené mastné kyseliny nad C<sub>18</sub> se v mléčném tuku vyskytují v množství 2 – 6 % všech mastných kyselin (tabulka 3). Nejvíce zastoupené jsou kyseliny linolová a  $\alpha$ -linolenová (tabulka 3).

### **Minoritní mastné kyseliny**

V mléčném tuku se nacházejí mastné kyseliny s lichým počtem uhlíků a rozvětvené mastné kyseliny ve velmi malém množství. Mastné kyseliny s lichým počtem uhlíků C<sub>5:0</sub> až C<sub>11:0</sub> byly nalezeny jako oxidační produkty mastných kyselin

s dlouhým řetězcem, nikoli však v esterifikované formě. Rozvětvené mastné kyseliny spolu s mastnými kyselinami s lichým počtem uhlíků  $C_{13:0}$  až  $C_{19:0}$  jsou někdy označovány zkratkou OBCFA (odd- and branched fatty acids) a jsou syntetizovány bakteriemi žijícími v bacheru (VELÍŠEK, 2002; VLAEMINCK et al., 2006).

Minoritními mastnými kyselinami jsou rovněž volné mastné kyseliny, které se v mléčném tuku vyskytují okolo 0,1 % (JENSEN, 2002; MANSSON, 2008). Koncentrace volných mastných kyselin v mléce je ukazatelem výživy dojníc a jejich vyšší koncentrace způsobená lipolýzou může poškodit kvalitu vlastností mléčných výrobků (HANUŠ et al., 2008).

## 1.2 VÝZNAM MASTNÝCH KYSELIN MLÉČNÉHO TUKU

Mastné kyseliny jsou hlavní složkou mléčného tuku a jejich vzájemné zastoupení a pozice v molekulách TAG ovlivňují technologické, sensorické a nutriční vlastnosti mléčného tuku (KAYLEGIAN A LINDSAY, 1995).

Mléčný tuk ve srovnání s rostlinnými zdroji tuků má převládající množství SAFA, ze kterých některé zvyšují hladiny lipoproteinů o nízké hustotě (LDL) a TAG v krevní plazmě a jsou považovány za jedny z rizikových faktorů ve vývoji nemocí oběhové soustavy, kam se řadí např. ateroskleróza, ischemická choroba srdeční, infarkt myokardu či mozková mrtvice (HAUG et al., 2007). Srdečně cévní onemocnění jsou v České republice nejčastější příčinou smrti. Negativní účinky jsou přičítány zejména kyselině laurové ( $C_{12:0}$ ), myristové ( $C_{14:0}$ ) a palmitové ( $C_{16:0}$ ) - (DENKE a GRUNDY, 1992; ZOCK et al., 1994). Obsah těchto mastných kyselin v mléčném tuku skotu je poměrně vysoký. Mastná kyselina  $C_{16:0}$  (22 - 35 %) patří k nejvíce zastoupeným mastným kyselinám mléčného tuku.

Na druhé straně, kyselina stearová ( $C_{18:0}$ ) je považována některými autory za jeden z bioaktivních komponentů mléka a nevykazuje aterogenní účinky (BAUMAN et al., 2006). Snižuje hladinu negativně působících LDL-cholesterolu, celkového cholesterolu a TAG v krevní plazmě a zároveň působí na zvyšování pozitivně působícího HDL-cholesterolu (KRIS-ETHERTON et al., 2005).

Nenasycené mastné kyseliny mají v důsledku přítomnosti dvojných vazeb zvýšenou citlivost k oxidaci, při níž dochází ke vzniku *trans*-isomerů. Oxidované tuky a jejich oxidační produkty (aldehydy a ketony) mají negativní vliv na lidské

zdraví a snižují výživovou hodnotu potravin (WELCH et al., 1997). *Trans*-isomery nenasycených mastných kyselin (TFA) jsou spojovány podobně jako některé nasycené mastné kyseliny především s výskytem srdečně-cévních onemocnění, (MENSINK, 2005).

Dominantním *trans*-isomerem je v mléčném tuku kyselina vakcenová (*trans*11- C<sub>18:1</sub>; VA). Její význam je značný, neboť je prekurzorem bioaktivního isomeru, a to konjugované kyseliny linolové (*cis*9, *trans*11- C<sub>18:2</sub>; CLA). CLA je často zmiňována jako významná bioaktivní složka mléka v souvislosti s jejími antikarcinogenními, antiaterogenními a jinými vlivy pro lidské zdraví (BAUMAN et al., 2006).

Vyšší množství kyseliny olejové (*cis*9- C<sub>18:1</sub>) a ostatních monoenoových mastných kyselin v *cis*-konfiguracích ve stravě přispívají ke snížení jak celkového a LDL-cholesterolu, tak i ke snížení koncentrace TAG v krevní plazmě (KRIS-ETHERTON et al., 1999).

Polyenové mastné kyseliny linolová (C<sub>18:2n6</sub>) a  $\alpha$ -linolenová (C<sub>18:3n3</sub>) patří mezi esenciální mastné kyseliny. Člověk je musí přijímat v potravě, protože není schopný je syntetizovat a jejich nedostatek způsobuje poškození kůže, poruchy zraku, růstu a reprodukce, snížení duševních schopností a deprese. Z hlediska nutričního významu bývá v literatuře uvedeno rozdělení PUFA do skupin PUFA<sub>n6</sub> a PUFA<sub>n3</sub> – tabulka 2. Kyselina arachidonová (C<sub>20:4n6</sub>) a EPA (C<sub>20:5n3</sub>) mají nezastupitelnou úlohu jako prekurzory řady biologicky aktivních látek nazývaných eikosanoidy. Nadměrná produkce některých eikosanoidů tvořených z mastných kyselin řady *n6* může způsobit zdravotní problémy (zužování cév, tlumení imunitních reakcí), proto je důležité, aby byla zajištěna rovnováha mezi příjmem mastných kyselin řady *n3* a *n6* (VELÍŠEK, 2002).

### 1.3 VLIVY PŮSOBÍCÍ NA SPEKTRUM MASTNÝCH KYSELIN V MLÉČNÉM TUKU SKOTU

Řada autorů se zabývá složením mléčného tuku a vlivy, které působí na zastoupení mastných kyselin. Faktory ovlivňující složení mléčného tuku se většinou rozdělují do dvou skupin, na faktory biologické a faktory výživy (**tabulka 4**).



**Tabulka 4:** Faktory ovlivňující složení mléčného tuku

Biologické faktory	Faktory výživy
genetický původ	složení krmné dávky
plemeno	kvalita výživy
stadium laktace	objemná a koncentrovaná krmiva a jejich úprava
zdravotní stav	množství a druhy doplňkových tuků a olejů, zastoupení a původ sacharidů, dusíkatých látek a lipidů

upraveno: JENSEN (2002); SAMKOVÁ et al. (2008)

Nejvýznamnějšími faktory první skupiny jsou plemeno a stadium laktace, a ze druhé skupiny kvalita výživy a složení krmné dávky (**kapitola 2.4**).

### **1.3.1 Plemeno**

Při hodnocení vlivu plemene na složení mléčného tuku porovnávali autoři nejčastěji plemeno holštýn s dalšími významnými dojnými plemeny – Jersey, Brown Swiss.

Meziplenné rozdíly ve složení mléčného tuku byly zjišťovány také mezi plemeny české strakaté a holštýnské. PEŠEK et al. (2005) zjistili, že podíl SAFA byl významně nižší v mléčném tuku českého strakatého skotu (60,78 %) než v tuku holštýnského skotu (63,62 %). V mléčném tuku holštýnského skotu byly zjištěny významně vyšší podíly C<sub>10:0</sub> (3,30 oproti 2,69 %) a v opačném případě mléčný tuk českého strakatého skotu měl významně vyšší podíl kyseliny olejové (23,6 a 21,68 %).

KELSEY et al. (2003) porovnávali plemeno holštýnské a Brown Swiss a zaznamenali průkazně vyšší obsahy mastných kyselin C<sub>4:0</sub> až C<sub>14:0</sub> u Brown Swiss. TALPUR et al. (2006) ve svém výzkumu porovnávali plemena Red Sindhi a White Thari a jejich závěry ukázaly statistickou významnost v obsazích SAFA (55,53 a 60,58 g/100g).

## 1.4 VLIV KRMNÉ DÁVKY NA SPEKTRUM MASTNÝCH KYSELIN V MLÉČNÉM TUKU SKOTU

Jedny z největší změn ve spektru mastných kyselin jsou způsobeny změnou krmné dávky. Krmná dávka by se měla měnit pomalu, aby nedošlo k negativnímu ovlivnění metabolismu dojnic. Adaptace na změnu krmné dávky trvá v průměru 10 dní. Změny v krmení se však projeví ve složení mléčného tuku již během dvou dnů.

S hodnocením vlivu krmné dávky na složení mléčného tuku se zároveň sleduje také vliv ročního období, který zpravidla úzce souvisí se změnami ve výživě (LOCK a GARNSWORTHY, 2003; CASTILLO et al., 2006).

### 1.4.1 Vliv objemného krmiva

#### Siláž

CHILLIARD et al. (2001 a 2007) publikují, že při zkrmování pouze kukuřičných siláží je obsah kyseliny linolové ( $C_{18:2n6}$ ) vyšší než při zkrmování travních a směsných siláží. Tuto skutečnost přičítají faktu, že kukuřičná siláž může obsahovat 30 – 40 % kukuřičného zrna obsahující olej s vysokým podílem  $C_{18:2n6}$ .

Podle SAMKOVÉ et al. (2009) byly obsahy SAFA do  $C_{14:0}$  při zkrmování kukuřičné siláže statisticky neprůkazné, avšak obsah  $C_{16:0}$  byl významně vyšší v porovnání s travní siláží. Obsahy PUFA při zkrmování travní siláže byly průkazně vyšší s výjimkou  $C_{18:2n6}$ .

DEWHURST et al. (2003) uvádějí, že v porovnání s travní siláží se při zkrmování jetelové siláže významně zvýšil obsah  $C_{18:3}$  a snížil obsah  $C_{16:0}$ .

KALÁČ a SAMKOVÁ (2010) shrnují, že travní, jetelové a vojtěškové siláže zabezpečují nutričně příznivější profil mastných kyselin v mléčném tuku než siláže kukuřičné.

SHINGFIELD et al. (2005); VANHATALO et al. (2007 a 2009); KUOPPALA et al. (2009) publikují, že obsah mastných kyselin v mléčném tuku může ovlivňovat také vegetační stadium silážovaných rostlin a plodin, konzervační prostředek a u travních siláží také botanické složení.

ZEBELI et al. (2009) se zaměřili na různou délku částic (krátké, střední a dlouhé) u kukuřičné siláže a zjistili, že délka těchto částic může mít vliv na složení mléka.

### **Čerstvá píce**

Rozdílné složení mléčného tuku v průběhu roku souvisí také se zkrmováním čerstvé píce nebo s obdobím pastvy. Po přidavku zelené píce ke konzervovaným krmivům se většinou zvyšuje obsah PUFA (SERRA et al., 2005). COUVREUR et al. (2006) uvádějí, že čerstvá píce v krmné dávce zlepšuje také texturní a nutriční vlastnosti másla.

Mléčný tuk dojnic krmených čerstvou pící, zejména pak druhově bohatými travními porosty či pícninami z čeledi bobovitých, má tedy podstatně vyšší obsah nutričně přínosných TFA (jako jsou např. CLA a VA) než mléčný tuk dojnic krmených silážemi či senem (KALÁČ a SAMKOVÁ, 2010).

Autoři některých prací zjistili, že mléko od krav krmených čerstvou zelenou pící, zejména od těch, které ji spásaly, měly významně vyšší poměr UFA/SAFA, více PUFA a CLA, než mléko od krav krmených siláží (DRACKLEY et al., 2001; WHITE et al., 2001; BARGO et al., 2006). Zastoupení mastných kyselin (FA) v mléčném tuku bylo zkoumáno na třech farmách v tzv. LFA (low-input) oblastech. V období květen – říjen byla aplikována sezónní pastva a po zbytek roku (listopad – duben) stájové krmení travní siláží. Autoři (FRELICH et al., 2009) zjistili pozitivní vliv sezónní pastvy na profil mastných kyselin v mléčném tuku dojnic. Obsahy MUFA a PUFA v mléčném tuku byly v období pastvy vyšší (31,69 a 4,69 %) než v období ustájení (27,55 a 4,15 %). Podíl CLA byl také vyšší v období pastvy (1,09 %) než v období, kdy byla zkrmována travní siláž (0,74 %). Obsahy mastných kyselin (C<sub>12</sub> - C<sub>16</sub>) a SAFA v mléčném tuku byly vyšší v období ustájení (48,91 a 67,16 %) než v období pastvy (41,31 a 62,16 %).

WIKING et al. (2010) se zaměřili na vliv pastvy čerstvých luskovin (vojtěška, jetel) či krmení kukuřičnou/travní siláží a zjistili, že dojnice pasoucí se na čerstvé luskovině produkují více VA, CLA a C<sub>18:3</sub> než dojnice krmené siláží.

Pozitivní vliv pastvy jetele lučního na složení mastných kyselin v mléčném tuku zjistili u plemen holštýnské a jerseyké FRETTE et al. (2009). Zvýšení bylo patrné zejména u CLA v mléčném tuku holštýnského plemene. Přímý vliv na obsah mastných kyselin s krátkým řetězcem zjištěn nebyl.

PALLADINO et al. (2009) uvádějí, že u pasoucích se krav dostupnost (množství) zelené píce neměla příliš velký vliv na složení mastných kyselin.

BALTUŠNIKIENE et al. (2008) sledovali vliv pastvy a směsné krmné dávky (TMR) na složení a obsah mastných kyselin v mléce a zjistili, že podíl SAFA byl nevýznamně nižší u mléčného tuku krav na pastvě (55,15 %) ve srovnání s mlékem krav krmených TMR (56,07 %). Pastva měla pozitivní vliv na UFA, zejména PUFA (C<sub>18:2</sub>, C<sub>18:3</sub>) a CLA.

Ze zdravotního hlediska je složení mléčného tuku dojnic na pastvě vhodnější než složení mléčného tuku dojnic v zimním období či při celoročním krmení konzervovanými krmivými (SAMKOVÁ et al., 2010).

Znalosti účinků sezóny, přístup k čerstvé pastvě nebo použití specifických silážních typů, by mohly být použity výrobcí ke zvýšení obsahu prospěšných mastných kyselin v mléce (ELLIS et al., 2006).

#### ***1.4.2 Vliv jaderného krmiva a doplňkových tuků***

Jaderná krmiva slouží k doplňování chybějících živin v krmné dávce, které nebyly uhrazeny objemnými krmivými. Jsou zdroji stravitelné energie, která je potřebná k vysoké mléčné užitkovosti. Pro lepší stravitelnost se jaderná krmiva různě upravují – extruze, tepelné ošetření, mletí, lisování semen, které obvykle zvyšují hladinu UFA a zároveň snižují obsah SAFA (SARRAZIN et al., 2004; CHILLIARD et al., 2008; WALES et al., 2009).

V **tabulce 5** je přehled vybraných prací zabývajících se přidavkem tuků, olejů a jejich úprav do krmné dávky.

Doplňkové tuky a oleje zvyšují stravitelnost a absorpci mastných kyselin s dlouhým řetězcem (LCFA) v trávicím traktu, což ovlivňuje jejich zastoupení v mléčném tuku.

**Tabulka 5:** Vybrané práce sledující vliv přídavku tuků nebo olejů

<b>Přídavek/semena</b>	<b>Zdroj</b>
kanola	CHICHLOWSKI et al. (2005)
slunečnicový, lněný a rybí olej	LOOR et al. (2005)
lněný, světlicový olej, monensin	BELL et al. (2006)
lněný olej	FLOWERS et al. (2008)
sójový, lněný olej	YE et al. (2009)
kanola	NEVES et al. (2009)
rybí olej	ABUGHAZALEH et al. (2009)
rybí olej, len	CAROPRESE et al. (2010)

Mléko se zvýšeným obsahem nutričně prospěšných mastných kyselin PUFA<sub>n3</sub> a CLA bylo získáno začleněním rybího tuku do krmné dávky dojnic. NELSON a MARTINI (2009) zjistili, že přídavek rybího tuku neznamenal negativní vliv na chuť mléka.

Doplňkové rostlinné oleje nebo olejnatá semena mají podobně pozitivní účinky, někdy i výraznější. Současně zvyšují i TFA. Doplnkové oleje nebo semena bohatá na C<sub>18:2n6</sub> (slunečnicový, sójový atd.) zvyšují zejména *trans*10- C<sub>18:1</sub> a CLA, zatímco ty bohaté na C<sub>18:3n3</sub> (lněný) posilují zejména *trans*13-/*trans*14- C<sub>18:1</sub>, *cis*9-, *trans*12- C<sub>18:2</sub> (CHILLIARD et al., 2008).

Vysoké dávky koncentrátů mohou vést k metabolickým poruchám, ke snížení mléčné užitkovosti či k poklesu procenta bílkovin v mléce. Nejvýraznější změnou je snížení tučnosti popisované jako syndrom snížení množství mléčného tuku (SAMKOVÁ et al., 2008). PALMQUIST et al. (1993); FEARON et al. (2004) ve své práci popisují syndrom snížení mléčného tuku, který je charakteristický snížením zastoupení mastných kyselin C<sub>6</sub> až C<sub>16</sub>, což značí, že potlačení mléčného tuku je charakterizováno poklesem mastných kyselin, syntetizovaných v mléčné žláze (SANTOS, 2002) a zvýšením nenasycených mastných kyselin nad C<sub>18</sub> (JENKINS a McGUIRE, 2006). Při syndromu snížení mléčného tuku se zároveň může zvýšit zastoupení TFA (BAUMAN a GRIINARI, 2000; KADEGOWDA et al., 2008; GAMA et al., 2008; GLASSER et al., 2010).

V případě pokusů přidávat oleje nebo tuky infuzí rovnou do trávicího traktu – bachoru, dvanáctníku či slezu, přinesly výsledky, že UFA se tak účinněji transportují přímo do mléčného tuku za účelem zvýšení mastných kyselin s nutričním významem (PUFA<sub>n3</sub>, CLA) – (DePETERS et al., 2001; SAMKOVÁ et al., 2008).

Následující pasáž Materiál a metody o rozsahu 9 stránek 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 diskuse o rozsahu 11 stránek 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 stránky 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 stránky 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.

## PŘEHLED LITERATURY

1. AbuGhazaleh, A.A., Potu, R.B., Ibrahim S.: The effect of substituting fish oil in dairy cow diets with docosahexaenoic acid-micro algae on milk composition and fatty acids profile. *J.Dairy Sci.*, 2009, 92 (12): 6256-6159.
2. Baltušnikienė, A., Bartkevičiūtė, Z., Černauskienė, J.: Fatty acids content and composition of milk fat from cows consuming pasture and total mixed ration. *Verteinarija ir Zoot.*, 2008, 42: 28-33.
3. Bargo F., Delahoy, J.E., Schroeder G.F., Muller L.D.: Milk fatty acid composition of dairy cows grazing at two pasture allowances and supplemented with different levels and sources of concentrate. *Amin. Feed Sci. Technol.*, 2006, 125: 17-31.
4. Bauman, D.E., Griinari, J.M.: Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrom. *Liv. Prod. Sci.*, 2000, 70 (1-2): 15-29.
5. Bauman, D.E., Mater, I.H., Wall, R.J., Lock, A.L.: Major advances associated with the biosynthesis of milk. *J. Dairy Sci.*, 2006, 89 (4): 1235-1243.
6. Bell, J.A., Griinari, J.M., Kennelly, J.J.: Effect of safflower oil, flaxseed oil, monensin, and vitamin E on concentration of conjugated linoleic acid in bovine milk fat. *J. Dairy Sci.*, 2006, 89 (2): 733-748.
7. Carroll, S.M., DePeters, E. J., Taylor, S. J., Rosenberg, M., Perez-Monti, H., Capps, V.A.: Milk composition of Holstein, Jersey and Brown Swiss cows in response to increasing levels of dietary fat. *Amin. Feed Sci. Technol.*, 2006, 131: 451-473.
8. Caroprese, M., Marzano, A., Marino, R., Gliatta, G., Muscio, A., Sevi, A.: Flaxseed supplementation improves fatty acids profile of cow milk. *J. Dairy Sci.*, 2010, 93 (6): 2580-2588.
9. Castillo, A.R., Taverna, M.A., Paez, R.R., Cuatrin, A., Colombatto, D., Bargo, F. et al.: Fatty acids composition of milk from dairy cows fed fresh lucerne based diets. *Amin. Feed Sci. Technol.*, 2006, 131 (3-4): 241-254.
10. Collomb, M., Eyer, H., Sieber, R.: Chemische Struktur und Fettsäureverteilung des Milchfettes. *Agrarforschung*, 2002, 9 (6):240-245.
11. Couvreur, S., Hurtaud, C., Lopez, C., Delaby, L., Peyraud, J.L.: The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acids composition, and butter properties. *J. Dairy Sci.*, 2006, 89 (6):1956-1969.

12. ČSN 57 0529. Syrové kravské mléko pro mlékárenské ošetření a zpracování. Český normalizační institut. 1993. 8 s.
13. ČSN 570536. Stanovení složení mléka infračerveným absorpčním analyzátozem. Český normalizační institut. 1999. 12 s.
14. Denke, M.A., Grundy, S.M.: Comparison of effects of lauric acid and palmitic acid on plasma lipids and lipoproteins. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1992, 56 (5): 895-898.
15. DePeters, E.J., German, J.B., Taylor, S.J., Essex, S.T., Perez-Monti, H.: Fatty acid and triglyceride composition of milk fat from lactating Holstein cows in response to supplemental canola oil. *J. Dairy Sci.*, 2001, 84 (4): 929-936.
16. Dewhurst, R.J., Fisher, W.J., Tweed, J.K.S., Wilkins, R.J.: Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. *J. Dairy Sci.*, 2003, 86 (8): 2598-2611.
17. Drackley, J.K., Beaulieu, A.D., Elliott, J.P.: Responses of milk fat composition to dietary fat or nonstructural carbohydrates in Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.*, 2001, 84 (5): 1231-1237.
18. Ellis, K. A., Innocent, G., Grove-White, D., Cripps, P., McLean, W.G. et al.: Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *J. Dairy Sci.*, 2006, 89 (6): 1938-1950.
19. Fearon, A.M., Mayne, C.S., Beattie, J.A.M., Bruce, D.W.: Effect of level of oil inclusion in the diet of dairy cows at pasture on animal performance and milk composition and properties. *J. Food Agric.*, 2004, 84 (6): 497-504.
20. Ferlay, A., Martin, B., Pradel, P., Coulon, J.B., Chilliard, Y.: Influence of grass-based diets on milk fatty acid composition and milk lipolytic system in Tarentaise and Montbéliarde cow breeds. *J. Dairy Sci.*, 2006, 89 (10): 4026-4041.
21. Flowers, G., Ibrahim, S.A., AbuGhazaleh, A.A.: Milk fatty acid composition of grazing dairy cows when supplemented with linseed oil. *J. Dairy Sci.*, 2008, 91 (2): 722-730.
22. Frelich, J., Šlachta, M., Hanuš, O., Špička, J., Samková, E.: Fatty acid composition of cow milk fat produced on low-input mountain farms. *Czech J. Anim. Sci.*, 2009, 54: 532-539.
23. Fretté, X.C., Kristensen, T., Eriksen, J., Soegaard, K., Sorensen, J., Wiking, L., Nielsen, J.H.: Effect of grazing white clover pasture on milk composition of Holstein and Jersey cows. *Organic eprints*, Aarhus University, Faculty of

- Agricultural Science, 2009. Dostupné na www: <http://orgprints.org/16366/1/16366.pdf>.
24. Gama, M.A.S, Garnsworthy, P.C., Griinari, J.M., Leme, P.R., Rodrigues, P.H.M., Souza, L.W.O., Lanna, D.P.D.: Diet-induced milk fat depression: Association with changes in milk fatty acid composition and fluidity of milk fat. *Livestock Sci.*, 2008, 115 (2-3): 319-331.
  25. Glasser, F., Doreau, M., Ferlay, A., Chilliard, Y: Technical note: Estimation of milk fatty acid yield from milk fat data. *J. Dairy Sci.*, 2007, 90 (5): 2302-2304.
  26. Glasser, F., Ferlay, A., Doreau, M., Looor, J.J., Chilliard, Y.: t10,c12-18:2- Induced milk fat depression is less pronounced in cows fed high-concentrate diets. *Lipids*, 2010, 45 (9): 877-887.
  27. Hanuš, O., Vegricht, J., Frelich, J., Macek, A., Bjelka, M., Louda, F., Janů, L.: Analysis of raw cow milk quality according to free fatty acid contents in the Czech Republic. *Czech J. Anim. Sci.*, 2008, 53 (1): 17-30.
  28. Haug, A., Hostmark, A.T., Harstad, O.M.: Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids in health and disease.*, 2007, 6: 25.
  29. Chichlowski, M.W., Schroeder, J.W., Park, C.S., Keller, W.L., Schimek, D.E. et al.: Altering the fatty acids i milk fat by including canola seed in dairy cattle diets. *J. Dairy Sci.*, 2005, 88 (9): 3084-3094.
  30. Chilliard, Y., Ferlay, A., Doreau, M.: Effects of different type sof forages, animal fat or marine oils in cow´s diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livest. Prod. Sci.*, 2001, 70 (1): 31-48.
  31. Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., Doreau, M.: Diet, rumen biohyragation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2007, 109 (8): 828-855.
  32. Chilliard, Y., Glasser, F., Enjaalbert, F, Ferlay, A., Schmidely, P.: Recent data on the effects of feeding factors on cow milk fatty acid composition. *Sci. Des Aliments.*, 2008, 28 (1/2):156-167.
  33. Jenkins, T.C., McGuire, M.A.: Major advances in nutrition: impact on milk composition. *J. Dairy Sci.*, 2006, 89 (4): 1302-1310.
  34. Jensen, R.G.: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J. Dairy. Sci.*, 2002, 85 (2): 295-350.

35. Kadegowda, A.K.G., Piperova, L.S., Erdman, R.A.: Principal component and multivariate analysis of milk long-chain fatty acid composition during diet-induced milk fat depression. *J. Dairy Sci.*, 2008, 91 (2): 749-759.
36. Kadlec, P. et al.: *Technologie potravin II*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002. 236 s. ISBN 80-7080-510-2.
37. Kalač, P., Samková, E.: The effect of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. *Czech J. Anim. Sci.*, 2010, 55 (12): 521-537.
38. Kaylegian, K.E., Lindsay, R.C.: *Handbook of Milkfat Fractionation Technology and Applications*. Champaign, Illinois: AOCS Press, 1995. 657 s. ISBN 0-935315-57-8.
39. Kelsey, J.A., Corl, B.A., Collier, R.J., Bauman, D.E.: The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 2003, 86 (8): 2588-2597.
40. Kratochvíl, L., Pešek, M., Zadražil, K.: *Mlékařství a hodnocení živočišných výrobků*. 1. vyd. Praha: VŠZ, 1985. 321 s.
41. Kris-Etherton, P.M., Pearson, T.A., Wan, Y., Hargrove, R.L., Moriarty, K., Fishell, V., Etherton, T.D.: High-monounsaturated fatty acids diets lower both plasma cholesterol and triacylglycerol concentrations. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1999, 70 (6): 1009-1015.
42. Kris-Etherton, P.M., Griel, A.E., Psota, T.L., Gebauer, S.K. et al.: Dietary stearic acid and risk of cardiovascular disease: intake, sources, digestion, and absorption. *Lipids*, 2005, 40 (12): 1193-1200.
43. Kuoppala, K., Ahvenjärvi, S., Rinne, M., Vanhatalo, A.: Effects of feeding grass or red clover silage cut at two maturity stages in dairy cows. 2. Dry matter intake and cell wall digestion kinetics. *J. Dairy Sci.*, 2009, 92 (11): 5634-5644.
44. Kvapilík, J., Růžička, Z., Bucek, P. et al.: *Ročenka: Chov skotu v České republice: Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2007*. Českomoravská společnost chovatelů, 2008. 94 s. ISBN 978-80-904131-0-8.
45. *LipidBank*: The official database of Japanese Conference on the Biochemistry of Lipids (JCBL) [online]. 1989-2010. Dostupné na [www. http:// www.lipidbank.jp/](http://www.lipidbank.jp/)
46. Lock, A.L., Garnsworthy, P.C.: Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and DELTA 9 – desaturase activity in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.*, 2003, 79 (1): 47-59.

47. Loor, J.J., Ferlay, A., Kolier, A., Ueda, K., Doreau, M., Chilliard, Y.: High-concentrate diets and polyunsaturated oils alter trans and conjugated isomers in bovine rumen, blood, and milk. *J. Dairy Sci.*, 2005, 88 (11): 3986-3999.
48. Mansson, H.L.: Fatty acids in bovine milk fat. *Food and Nutr. Resear.*, 2008, 52: 1-3.
49. Maurice-van Eijndhoven, M.H., Hiemstra, S.J., Calus, M.P.: Milk fat composition of 4 cattle breeds in the Netherlands. *J. Dairy Sci.*, 2011, 94 (2): 1021-1025.
50. Mensink, R.P.: Effects of stearic acid on plasma lipid and lipoproteins in humans. *Lipids*, 2005, 40 (12): 1201-1205.
51. Nelson, K.A.S., Martini, S.: Increasing omega fatty acid content in cow's milk through diet manipulation: Effect on milk flavour. *J. Dairy Sci.*, 2009, 92 (4): 1378-1386.
52. Neves, C.A., Santos, dos W.B.R., Santos, G.T.D., Silva, da D.C., Jobim, C.C., Santos, F.S., Visentainer, J.V., Petit, H.V.: Production performance and milk composition of dairy cows fed extruded canola seeds treated with or without lignosulfonate. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 2009, 154 (1-2): 83-92.
53. Palladino R.A., O'Donovan M., Kennedy E., Murény J.J., Boland T.M., Kenny D.A.: Fatty acids composition and nutritive value of twelve cultivars of perennial ryegrass. *Grass and Forage Sci.*, 2009, 64: 219-226.
54. Palladino, R.A., Buckley, F., Prendiville, R., Murény, J.J., Allan, J., Kenny, D.A.: A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F<sub>1</sub> hybrid on milk fatty acid composition under grazing conditions. *J. Dairy Sci.*, 2010, 93 (5): 2176-2184.
55. Palmquist, D.L., Beaulieu, A.D., Barbano, D.M.: Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.*, 1993, 76 (6): 1753-1771.
56. Pešek, M., Špička, J., Samková, E.: Comparison of fatty acid composition in milk fat of Czech Pied cattle and Holstein cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 2005, 50 (3): 122-128.
57. Pešek, M., Samková, E., Špička, J., Pelikánová, T.: Distribution of hypercholesterolemic fatty acids and atherogenic index in the milk fat of dairy cows. *Milchwissenschaft – Milk Science International*, 2009, 64 (2): 154-157.
58. Pfeuffer, M., Schrezenmeir, J.: Bioactive substances in milk with properties decreasing risk of cardiovascular disease. *Br. J. Nutr.*, 2000, 84: 155-159.

59. Samková, E., Pešek, M., Špička, J.: *Fatty acids of cow milk and factors affecting their composition: A review*. Vědecká monografie 1. vyd. České Budějovice: JU ZF, 2008. 90s. ISBN 978-80-7394-104-8.
60. Samková, E., Pešek, M., Špička, J., Pelikánová, T., Hanuš, O.: The effect of feeding diets markedly differing in proportion of grass and maize silages on bovine milk fat composition. *Czech J. Anim. Sci.*, 2009, 54 (3): 93-100.
61. Samková, E., Špička, J., Šlachta, M., Pešek, M., Frelich, J., Vyleťelová M., Hanuš, O.: Variabilita v zastoupení významných mastných kyselin a jejich skupin v individuálních a bazénových vzorcích syrového kravského mléka. (Variability of important fatty acids and their groups in individual and bulk milk samples). *Mlékařské listy.*, 2010, 119: 18-21.
62. Santos, J.E.P.: Feeding for milk composition. *Spanish assoc. of special. in bovine milk.*, 2002, 163-172.
63. Sarrazin, P., Mustafa, A.F., Chouinard, P.Y., Raghavan, G.S.V., Sotocinal, S.A.: Performance of dairy cows fed roasted sunflower seed. *J. Sci. Food Agric.*, 2004, 84 (10): 1179-1185.
64. Sebedio, J.L.: Composition of milk fat. *Sciences des Aliments*, 2008, 28 (1-2): 5-11.
65. Serra, A., Mele, M., Del Viva, M., Antongiovanni, M., Secchiari, P.: Inclusion of fresh forage in the ration for dairy cows: effect of CLA and *trans* C<sub>18:1</sub> isomers content of milk fat. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2005, 4 (Suppl. 2): 227-229.
66. Shingfield, K.J., Salo-Väänänen, P., Pahkala, E., Toivonen, V., Jaakkola, S., et al.: Effect of forage conservation method, concentrate level and propylene glycol on the fatty acid composition and vitamin content of cows' milk. *J. Dairy Res.*, 2005, 72 (3): 349-361.
67. Steinshamn, H.: Effect of forage legume on feed intake, milk production and milk quality – a review. *Animal Sci. Pap. Reports*, 2010, 28 (3):195-206.
68. Talpur, F.N., Bhangar, M.I., Khuhawar, M.Y.: Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Pakistani cow breeds. *J. Food Compos. Anal.*, 2006, 19 (6-7): 698-703.
69. Vanhatalo, A., Kuoppala, K., Toivonen, V., Shingfield, K.J.: Effect of forage species and stage of maturity on bovine milk fatty composition. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 2007, 109 (8): 856-867.

70. Vanhatalo, A., Kuoppala, K., Ahvenjärvi, S., Rinne, M.: Effects of feeding grass or red clover silage cut at two maturity stages in dairy cows. 1. Nitrogen metabolism and supply of amino acids. *J. Dairy Sci.*, 2009, 92 (11): 5620-5633.
71. Velíšek, J.: *Chemie potravin 1, 2, 3*. 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-86659-03-8.
72. Vlaeminck, B., Fievez, V., Cabrita, A.R.J., Fonseca, A.J.M., Dewhurst, R.J.: Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2006, 131 (3-4): 389-417.
73. Vyhláška MZe ČR 451/2000, kterou se provádí zákon č. 91/1996 Sb., o krmivech, ve znění pozdějších předpisů. 2000.
74. Vyhláška MZe ČR 124/2001, kterou se stanoví požadavky na odběr vzorků a principy metod laboratorního zkoušení krmiv, doplňkových látek a premixů a způsob uchovávání vzorků. 2001.
75. Vyhláška MZe 211/2004 o metodách zkoušení a způsobu odběru a přípravy kontrolních vzorků. 2004.
76. Wales, W.J., Koller, E.S., Egan, A.R., Roche, R.: Effects of strain of Holstein-Friesian and concentrate supplementation on the fatty acid composition of milk fat of dairy cows grazing pasture in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 2009, 92 (1): 247-255.
77. Welch, R.A.S., Burns, D.J.W., Davis, S.R., Popay, A.I., Prosser, C.G.: *Milk Composition, Production and Biotechnology*. CAB Wallingford: CAB International, 1997. 581 s. ISBN 0-85199-161-0.
78. White, S.L., Bertrand, J.A., Wade, M.R., Washburn, S.P., Green, J.T. Jr., Jenkins, T.C.: Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or total mixed ration. *J. Dairy Sci.*, 2001, 84 (10): 2295-2301
79. Wiking, L., Theil, P.K., Nielse, J.H., Sorensen, M.T.: Effect of grazing fresh legume or feeding silage on fatty acids and enzymes involved in the synthesis of milk fat in dairy cows. *J. Dairy Research*. 2010, 77 (3): 337-342.
80. Ye, J.A., Wang, C., Wang, H.F., Ye, H.W., Wang, B.X., Liu, H.Y., Wang, Y.M., Yang, Z.Q., Liu, J.X.: Milk production and fatty acid profile of dairy cows supplemented with flaxseed oil, soybean oil or extruded soybeans. *Acta Agric. Scandinav. Animal Sci.*, 2009, 59 (2): 121-129.



81. Zebeli, Q., Ametaj, B.N., Junck, B., Drochner, W.: Maize silage particle length modulates feeding patterns and milk composition in loose-housed lactating Holstein cows. *Livest. Sci.*, 2009, 124 (1-3): 33-40.
82. Zock, P.L., de Vries, J.H.M., Katan, M.B.: Impact of myristic acid versus palmitic acid on serum lipid and lipoprotein levels in healthy women and men. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.*, 1994, 14 (4): 5567-575.