

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 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-Uhřetěvsi

Databáze CASLIN, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PRO-QUEST (<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	6
1 ÚVOD	7
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	8
2.1 SLOŽENÍ MLÉČNÉHO TUKU.....	8
2.1.1 Lipidy	8
2.1.2 Mléčný tuk	8
2.1.3 Mastné kyseliny v mléčném tuku skotu.....	9
2.2 VÝZNAM MASTNÝCH KYSELIN MLÉČNÉHO TUKU	14
2.3 VLIVY PŮSOBÍCÍ NA SPEKTRUM MASTNÝCH KYSELIN V MLÉČNÉM TUKU SKOTU.....	15
2.3.1 Plemeno.....	16
2.4 VLIV KRMNÉ DÁVKY NA SPEKTRUM MASTNÝCH KYSELIN V MLÉČNÉM TUKU SKOTU.....	17
2.4.1 Vliv objemného krmiva.....	17
2.4.2 Vliv jaderného krmiva a doplňkových tuků.....	19
3 MATERIÁL A METODY	21
3.1 CÍL PRÁCE	21
3.2 CHARAKTERISTIKA FARMY	21
3.3 CHARAKTERISTIKA PLEMEN	22
3.4 CHARAKTERISTIKA KRMNÝCH DÁVEK.....	23
3.5 ODBĚR VZORKŮ	25
3.6 ANALÝZA VZORKŮ.....	26
3.6.1 Analýza vzorků mléka.....	26
3.6.2 Stanovení mastných kyselin mléka	26
3.7 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT	28
4 VÝSLEDKY A DISKUSE	30

4.1	VLIV ČESKÉHO STRAKATÉHO A HOLŠTÝNSKÉHO PLEMENE NA ZASTOUPENÍ MASTNÝCH KYSELIN V MLÉČNÉM TUKU	33
4.2	VLIV KRMNÉ DÁVKY NA ZASTOUPENÍ MASTNÝCH KYSELIN V MLÉČNÉM TUKU ČESKÉHO STRAKATÉHO A HOLŠTÝNSKÉHO SKOTU	35
5	ZÁVĚR	41
6	SUMMARY	42
7	PŘEHLED LITERATURY	43

PŘEHLED ZKRATEK

ALA	α -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 _{n3}	polyenové nenasycené mastné kyseliny řady <i>n3</i>
PUFA _{n6}	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

1 ÚVOD

Mléko je důležitou složkou lidské výživy. Složení mléčného tuku je předmětem výzkumu v souvislosti s jeho nutričním významem i vlivem na technologické a senzorické vlastnosti mléka a mléčných výrobků. Znalost dopadu vlivů působících na spektrum mastných kyselin dává do určité míry možnost optimalizovat složení mléčného tuku, který je v současné době hodnocen převážně negativně a přispívá ke snížení konzumace mléka. Mléčný tuk je přirozeně chutný, ale přispívá ke zvýšenému příjmu tuku, který je spojován ve vyspělém světě s problémy aterosklerózy a srdečními onemocněními.

V současné době panuje zákaznická poptávka po nenasycených mastných kyselinách (UFA), které jsou považovány za zdravější v porovnání s mastnými kyselinami nasycenými (SAFA). Z těchto důvodů je zde i snaha ovlivňovat také profil mastných kyselin (FA) v mléčném tuku.

Významnou roli z hlediska zdravotního má konjugovaná kyselina linolová (CLA), která se nachází jen v mase a mléce přežvýkavců. K nejdůležitějším vlastnostem konjugované kyseliny linolové z hlediska lidského zdraví patří protikarcinogenní účinky, omezování aterosklerózy, snižování podílu tuků v těle a další zdravotní účinky.

Cílem této diplomové práce je posouzení zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku skotu ve vybraném zemědělském podniku při změnách krmné dávky, vysvětlení příčin rozdílů v obsazích mastných kyselin a doporučení optimálních variant pro současné podmínky prvovýroby.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 SLOŽENÍ MLÉČNÉHO TUKU

2.1.1 *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).

2.1.2 *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 je tvořen (**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 ^a	0,86
glykolipidy (cerebrosidy)		0,09
cholesterol	0,48 ^b	0,43
volné mastné kyseliny	0,28	0,24

^a včetně sfingomyelinu; ^b včetně esterů cholesterolu;

upraveno: SAMKOVÁ et al. (2008); ¹⁾ JENSEN (2002); ²⁾ 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).

2.1.3 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_N: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
NASYCENÉ				
(saturated, SAFA)				
	-	C _{4:0}	butanová	máselná
	-	C _{6:0}	hexanová	kapronová
	-	C _{8:0}	oktanová	kaprylová
	-	C _{10:0}	dekanová	kaprinová
	-	C _{12:0}	dodekanová	laurová
	-	C _{14:0}	tetradekanová	myristová
	-	C _{16:0}	hexadekanová	palmitová
	-	C _{18:0}	oktadekanová	stearová
	-	C _{20:0}	eikosanová	arachová
	-	C _{22:0}	dokosanová	behenová
NENASYCENÉ				
(unsaturated, UFA)				
monoenové (monounsaturated, MUFA)	1	C _{14:1n5}	Δ^9 <i>cis</i> - tetradecenová	myristolejová
	1	C _{16:1n7}	Δ^9 <i>cis</i> - hexadecenová	palmitolejová
	1	C _{18:1n9}	Δ^9 <i>cis</i> - oktadecenová	olejová
	1	C _{18:1n9}	Δ^9 <i>trans</i> - oktadecenová	elaidová
	1	C _{18:1n7}	Δ^{11} <i>trans</i> - oktadecenová	vakcenová (VA)
	1	C _{22:1n9}	Δ^{13} <i>cis</i> -dokosenová	eruková
	1	C _{20:1n11}	Δ^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 _{18:2n7}	$\Delta^{9,11}$ <i>cis-, trans-</i> oktadekadienová	isomer konjugované linolové (CLA)
řada	2	C _{18:2n6}	$\Delta^{9,12}$ <i>cis-, cis-</i> oktadekadienová	linolová
<i>n6</i>	3	C _{18:3n6}	$\Delta^{6,9,12}$ <i>all-cis-</i> oktadekatrienová	γ -linolenová
	4	C _{20:4n6}	$\Delta^{5,8,11,14}$ <i>all-cis-</i> eikosatetraenová	arachidonová
řada	3	C _{18:3n3}	$\Delta^{9,12,15}$ <i>all-cis-</i> oktadekatrienová	α -linolenová (ALA)
<i>n3</i>	5	C _{20:5n3}	$\Delta^{5,8,11,14,17}$ <i>all-cis-</i> eikosapentaenová	EPA
	6	C _{22:6n3}	$\Delta^{4,7,10,13,16,19}$ <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 (C₄, C₆) a středně dlouhé řetězce (C₈ - C₁₄) a stejně tak mastné kyseliny rozvětvené a mastné kyseliny s lichým počet 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 _{4:0}	2,2 – 5,5	3,4	2,8 – 4,0
C _{6:0}	1,3 – 3,3	2,1	1,4 – 3,0
C _{8:0}	0,5 – 1,9	1,2	0,5 – 1,7
C _{10:0}	0,3 – 3,0	2,6	1,7 – 3,2
C _{12:0}	2,6 – 7,7	3,0	2,2 – 4,5
C _{14:0}	9,7 – 22,6	10,6	5,4 – 14,6
C _{16:0}	25,8 – 28,4	27,7	26 -41
C _{18:0}	11,8 – 12,2	12,8	6,1 – 12,1
C _{18:1}	20,4 – 34,6	26,6	18,7 – 33,4
C _{18:2}	2,1 – 2,7	2,3	0,9 – 3,7
C _{18:3}	0,7 – 1,3	1,6	0,1 – 1,4
C _{20:0}			0,95 -2,4
C _{20:4}			0,8 – 3,0

¹⁾ KRATOCHVÍL et al. (1985); ²⁾ WELCH et al. (1997); ³⁾ VELÍŠEK (2002)

Nenasycené mastné kyseliny (UFA)

Monoenové nenasyčené 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 dvojně vazby rozumíme umístění dvojně vazby v řetězci (počítáno od karboxylové skupiny), v literatuře se často užívá symbol Δ^a , kde a 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 dvojně vazby, označujeme takovou konfiguraci předponou *cis*. Opačná konfigurace je pak označována předponou *trans*.

Monoenové nenasycené mastné kyseliny $C_{14} - C_{18}$ 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- $C_{18:1}$). 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 dvojně vazby oddělené alespoň dvěma vazbami jednoduchými), *konjugované* (dvojně vazby jsou ob jeden atom uhlíku, tzn. oddělené jednou vazbou jednoduchou) a *kumulované* (dvojně vazby jsou vedle sebe).

Dělení PUFA na řady $n3$ a $n6$ je podle polohy první dvojně vazby od methylového konce uhlíkového řetězce (CH_3). Často se také pro toto označení používá symbol ω (omega).

Polyenové nenasycené mastné kyseliny nad C_{18} se v mléčném tuku vyskytují v množství 2 – 6 % všech mastných kyselin (tabulka 3). Nejvíce zastoupené jsou kyseliny linolová a α -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 $C_{5:0}$ až $C_{11:0}$ 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).

2.2 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_{18:1}; VA). Její význam je značný, neboť je prekurzorem bioaktivního isomeru, a to konjugované kyseliny linolové (*cis*9, *trans*11- C_{18:2}; 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_{18:1}) 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_{18:2n6}) a α -linolenová (C_{18:3n3}) 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_{n6} a PUFA_{n3} – tabulka 2. Kyselina arachidonová (C_{20:4n6}) a EPA (C_{20:5n3}) 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).

2.3 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**).

2.3.1 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_{10:0} (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_{4:0} až C_{14:0} 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).

2.4 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).

2.4.1 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 $C_{16:0}$.

KALACĀ 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 (KALACĀ 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 (C₁₂ - C₁₆) 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_{18:3} 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_{18:2}, C_{18:3}) 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).

2.4.2 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 přidavku tuků nebo olejů

Přídavek/semena	Zdroj
kanola	CHICHLAWSKI 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_{n3} 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_{18:2n6} (slunečnicový, sójový atd.) zvyšují zejména *trans*10- C_{18:1} a CLA, zatímco ty bohaté na C_{18:3n3} (lněný) posilují zejména *trans*13-/*trans*14- C_{18:1}, *cis*9-, *trans*12- C_{18:2} (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 C₆ až C₁₆, což značí, že potlačení mléčného tuku je charakterizováno poklesem mastných kyselin, syntetizovaných v mléčné žláze (SANTOS, 2002) a zvýšením nenasycených mastných kyselin nad C₁₈ (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_{n3}, CLA) – (DePETERS et al., 2001; SAMKOVÁ et al., 2008).

3 MATERIÁL A METODY

3.1 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo posoudit zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku skotu 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 – Analýza možností zvýšení hladiny zdraví prospěšných mastných kyselin v syrovém mléce prostřednictvím cílených chovatelských postupů.

3.2 CHARAKTERISTIKA FARMY

Změny v zastoupení mastných kyselin mléčného tuku dojnic byly sledovány na farmě Čejkovice Zemědělské společnosti Dubné, kde byly obě hlavní dojená plemena v České republice (český strakatý a holštýnský skot) chovaná za stejných podmínek. V současné době je farma Čejkovice nečinná.

Zemědělská společnost Dubné, a.s., se sídlem v Žabovřeskách v době, kdy byly odebírány vzorky, hospodařila na výměře 3184 ha zemědělské půdy v nadmořské výšce 410 - 440 m, z toho orné půdy je 2636 ha, luk a pastvin 547 ha. Hlavním oborem podnikání je rostlinná a živočišná výroba (**tabulka 6**).

Tabulka 6: Přehled hospodaření ZS Dubné v rostlinné a živočišné výrobě

Rostlinná výroba - plodina	Výměra (ha)	Výnos (t)
pšenice ozimá	883	4,75
ječmen ozimý	343	2,15
řepka ozimá	267	3,05
kukuřice zrno	123	8,67
kukuřice zelená hmota	300	39,23
pícniny na orné půdě	365	54,62
louky a pastviny	547	19,25
ostatní (ječmen jarní, kmín, vojtěška)	355	-

Živočišná výroba - kategorie	Stav (ks)	Užitkovost
dojnice	907	6552 l/ks/rok
telata	245	740 g/ks/den
jalovice	451	740 g/ks/den
hovězí žír	110	750 g/ks/den
prasnice	548	20,49 ks/prasnici
plemenné prasničky	494	760 g/ks/den
vepřový žír	620	620 g/ks/den
selata předvýkrm	6000	340 g/ks/den

3.3 CHARAKTERISTIKA PLEMEN

Český strakatý skot

Český strakatý skot je původním plemenem skotu na území České republiky. Je kombinovaného užitkového typu a je součástí celosvětové populace strakatých plemen shodného fylogenetického původu, rozšířené pro svoje vynikající vlastnosti a široké využití na všech kontinentech. Od roku 1967 se populace nazývá české strakaté plemeno (Czech Fleckvieh; Bohemian Spotted cattle; Czech Pied cattle). Na celkových stavech skotu v ČR se podílí v současné době téměř jednou polovinou (cca 48 %) – KVAPILÍK et al. (2008). Chovný cíl plemene je uveden v **tabulce 7**.

Holštýnský skot

Původně černostrakatý skot vznikl v severozápadní Evropě, v nížinných oblastech Fríska a Šlesvicko-Holštýnska. Ve druhé polovině 19. století byl importován do Severní Ameriky, kde byl intenzivně šlechtěn na mléčnou užitkovost a velký tělesný rámec. Evropská populace černostrakatého skotu zůstávala středního tělesného rámce a kombinované užitkovosti. Od poloviny 20. století se v Evropě zpětně začalo využívat krve americké populace (tzv. „holštýnizace“). Naše holštýnská populace vznikla převážně na základě převodného křížení českého strakatého skotu (v roce 1983 uznaná jako černostrakaté plemeno, od roku 2001 jako holštýnské plemeno) a v současné době představuje necelou polovinu stavu dojených krav ČR (cca 45 %) - KVAPILÍK et al. (2008). Významnou roli měly a dále mají dovozy zvířat, embryí a semene ze zahraničí. Základní ukazatele chovného cíle jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7: Porovnání chovných cílů - základní ukazatele mléčné užitkovosti a plodnosti u plemen české strakaté (C) a holštýnské (H)

	C	H
	dospělé krávy	dospělé krávy
Dojivost v normované laktaci (kg)	6000 – 7500	8500 – 9500
Obsah bílkovin (%)	3,5	3,30 a více
Obsah tuku (%)	4,0 - 4,1	3,7
Poměr obsahu bílkovin a tuku v mléce	1 : 1,15 - 1,20	1,12
Počet ukončených laktací	4 - 5	neměl by se dále rozšiřovat 3 – 4
Mezidobí (dny)	380 – 390	do 400

3.4 CHARAKTERISTIKA KRMNÝCH DÁVEK

Základní krmná dávka na kus a krmný den (**tabulka 8**) je sestavována na živou hmotnost 600 kg, denní užitkovost 25 kg s obsahem tuku 4,2 % a bílkovin 3,5 %. Výživná hodnota a složení jednotlivých druhů krmiv jsou uvedeny v **tabulce 9**. Produkční doplňková směs byla složena z pšenice (32 %), ječmene (32 %), sójového extrahovaného šrotu (32 %), soli, vitaminů a minerálních látek (4 %).

Tabulka 8: Složení základní krmné dávky v průběhu dvou měsíců

	Krmná dávka (KD) ¹⁾	
	KD 1	KD 2
Složení základní krmné dávky (kg)		
krmivo celkem, z toho:	35,3	34,4
siláž celkem, z toho:	22,4	32,7
- kukuřičná	11,2	19,4
- směska ²⁾	11,2	13,3
vojtěška setá	11,1	
seno luční	0,6	0,5
oves krmný (mačkaný)	1	1
Rindamin T		0,2
MKP Zita	0,2	

	Krmná dávka (KD) ¹⁾	
	KD 1	KD 2
Obsah hlavních živin základní krmné dávky		
sušina (kg)	11	12,7
NEL (MJ) ³⁾	5,8	5,9
dusíkaté látky (g)	125	100
vNs (g) ⁴⁾	130	127

¹⁾ KD 1 (červen 2005); KD 2 (červenec 2005); ²⁾ vojtěško-travní (35 %) + bob (35 %) + slunečnice (30 %); ³⁾ netto energie laktace; ⁴⁾ ve střevě stravitelné dusíkaté látky vypočtené dle vzorce: $(11,93 - (6,82 \times (\text{UDP}/\text{NL}))) \times \text{ME} + 1,03 \times \text{UDP}$, kde UDP - nestravitelný protein v bacheru v g/kg sušiny (zjištěný laboratorně či dle koeficientů - pro senáže 15 %, kukuřičné siláže 25%, CCM 35%, obilí 15%), NL - dusíkaté látky v g/kg sušiny zjištěné rozborem krmiva; ME - metabolizovatelná energie pro skot (MJ/kg sušiny)

Tabulka 9: Výživná hodnota použitých druhů krmiv

	Kukuřičná siláž (vysoká sušina)	Siláž směska ¹⁾	Vojtěška setá	Seno luční	Oves krmný
Výživná hodnota					
sušina (g/kg)	356,4	326,5	170	897	870
obsah v sušině (g/kg)					
dusíkaté látky (NL)	79	133,8	219	71,4	132,2
SNL ²⁾	47,4	78,2			
tuk	42,4	19,8	31	18,9	42,5
vláknina (VL)	179,5	262,1	238	309,1	141,4
popel	41,5	98,5	106	63,1	33,6
BNLV ³⁾	657,6	496			
Ca	1,88	10,01	10	3,69	1,49
P	1,97	3,65	2,82	2,37	4,37
Na	0,06	0,45	0,18	0,21	0,46
K	10,26	25,72	30	19,58	5,17
Mg	1,36	2,42	2,88	1,2	1,38

	Kukuřičná siláž (vysoká sušina)	Siláž směska ¹⁾	Vojtěška setá	Seno luční	Oves krmný
PDIA ⁴⁾	17,17	22,36			
PDIN ⁵⁾	48,54	70,32			
PDIE ⁵⁾	70,85	57			
BE (MJ/kg) ⁶⁾	18,69	17,95			
MEs (MJ/kg) ⁷⁾	10,94	8,53	9,82	7,49	11,3
NEL (MJ/kg) ⁸⁾	6,62	4,93	5,82	4,18	6,83
vNs ⁹⁾	133	123	141	94	144

¹⁾ vojtěško-travní (35 %) + bob (35 %) + slunečnice (30 %); ²⁾ stravitelné dusíkaté látky; ³⁾ bezdusíkaté látky výtažkové; ⁴⁾ nedegradované dusíkaté látky krmiva (NdNL) skutečně stravitelné v tenkém střevě; ⁵⁾ PDI (protein stravitelný v tenkém střevě) = PDIN + PDIE (nesčítá se, použije se nižší hodnota); ⁶⁾ brutto energie; ⁷⁾ metabolizovatelná energie - skot; ⁸⁾ netto energie laktace; ⁹⁾ ve ve střevě stravitelné dusíkaté látky vypočtené dle vzorce: $(11,93 - (6,82 \times (\text{UDP/NL}))) \times \text{ME} + 1,03 \times \text{UDP}$, kde UDP - nestravitelný protein v bacheru v g/kg sušiny (zjištěný laboratorně či dle koeficientů - pro senáže 15 %, kukuřičné siláže 25%, CCM 35%, obilí 15%), NL - dusíkaté látky v g/kg sušiny zjištěné rozбором krmiva; ME - metabolizovatelná energie pro skot (MJ/kg sušiny)

3.5 ODBĚR VZORKŮ

Individuální vzorky syrového kravského mléka byly odebírány podle příslušných předpisů (VYHLÁŠKA MZe 211/2004, ČSN 57 0529) v rámci pravidelné kontroly užitkovosti prováděné plemenářskou organizací – **tabulka 10**. Od každé ze sledovaných dojnic byly odebrány dva vzorky, jeden na stanovení základního chemického složení mléka, druhý pro stanovení mastných kyselin v mléčném tuku (kapitola 3.6.2).

Tabulka 10: Přehled počtu odebraných vzorků mléka v průběhu sledovaného období

	Plemeno		Celkem
	české strakaté	holštýnské	
	39	38	77
červen 2005	19	19	38
červenec 2005	20	19	39

3.6 ANALÝZA VZORKŮ

3.6.1 *Analýza vzorků mléka*

Denní dojivost v kg se zjišťovala přímo v chovu pomocí speciální odměrné nádoby na mléko. Analýzu chemického složení mléka provedli pracovníci laboratoře pro rozbor mléka v Buštěhradě (Českomoravská společnost chovatelů, a.s.). Obsahy tuku, bílkovin a laktózy byly stanoveny infračerveným absorpčním analyzátozem MilkoScan (Foss, Hillerød, Dánsko) dle ČSN 570536.

Analýzy krmiv včetně hodnocení siláží byly provedeny v laboratoři "AGRO-LA" se sídlem v Jindřichově Hradci podle příslušných předpisů a směrnic (VYHLÁŠKA MZe ČR 451/2000, VYHLÁŠKA MZe ČR 124/2001).

Analýza obsahu a zastoupení mastných kyselin mléčného tuku se prováděla na katedře aplikované chemie (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta).

3.6.2 *Stanovení mastných kyselin mléka*

Zastoupení mastných kyselin ve vzorcích mléka a krmiv bylo stanoveno metodou plynové chromatografie (GLC) po předchozí lyofilizaci materiálu, extrakci tuku a derivatizaci mastných kyselin.

Lyofilizace materiálů

Vzorek mléka (30 ml) byl umístěn do 150 ml kádinky a zmražen při teplotě -18 °C. Následovala lyofilizace po dobu 48 hodin při teplotě -46°C a tlaku 0,07 mbar. Pro lyofilizaci byl použit přístroj Alpha 1-4 LD (Christ, Německo). Lyofilizovaný materiál byl převeden do plastových vzorkovnic a uchováván při -18°C do vlastní analýzy.

Vzorek krmných směsí byl lyofilizován 24 hodiny za stejných podmínek jako vzorky mléka.

Extrakce tuku

Ke vzorku 0,5 g lyofilizovaného mléka ve vialce objemu 8 ml bylo přidáno 5 ml petroletheru. Vialky byly umístěny při laboratorní teplotě do třepačky na tři hodiny. Po sedimentaci byl petroletherový extrakt přímo použit k derivatizaci.

5 g lyofilizovaného krmiva bylo extrahováno 10 ml petroletheru 24 hodiny při laboratorní teplotě za stálého třepání ve vialce objemu 40 ml. Extrahovaná směs byla po usazení filtrována přes papírový filtr za sníženého tlaku. Zbytek byl propláchnut 5 ml petroletheru a opět zfiltrován, filtráty byly dále zpracovávány společně. Z filtrátu byl při teplotě 60 °C odpařen petrolether v ochranné dusíkové atmosféře, ze zbylého tuku bylo odváženo cca 50 mg, rozpuštěno v 1 ml petroletheru a tento roztok byl použit k derivatizaci.

Derivatizace mastných kyselin

Mastné kyseliny byly převedeny na methylestery reesterifikací petroletherového extraktu tuku methanolovým roztokem hydroxidu draselného.

K 1,5 ml petroletherového extraktu mléka nebo 1 ml petroletherového extraktu krmiva bylo přidáno 200 µl 2M roztoku KOH v methanolu a směs byla zahřívána 2 minuty ve vodní lázni o teplotě 60 °C. Do vychlazené směsi se přidalo 400 µl 1M HCl v methanolu k neutralizaci KOH a 1 ml petroletheru. K analýze plynovou chromatografií byl odebírán 1 µl petroletherového roztoku.

Stanovení mastných kyselin

Stanovení mastných kyselin bylo provedeno na přístroji Varian 3300, parametry chromatografické analýzy jsou uvedeny v **tabulce 11**. Identifikace mastných kyselin v mléčném tuku byla provedena pomocí standardů firmy Supelco.

Celkem bylo v mléčném tuku zjištěno 44 a identifikováno 41 mastných kyselin. Zastoupení jednotlivých mastných kyselin bylo určeno z poměru ploch jejich píků k celkové ploše píků všech zjištěných mastných kyselin.

Tabulka 11: Parametry chromatografické analýzy

Parametr	Hodnota
Kolona	Omegawax 530, 30 m/0,53 mm
Detektor	FID (plamenově ionizační)
Teplota: - kolona	¹⁾ 40 °C – prodleva 3 min; nárůst po 20 °C /min do 150 °C; nárůst po 2,5 °C /min do 240 °C;
- injektor	250 °C
- detektor	250 °C
Průtok dusíku	6 ml/min
Nástřík	1 µl

¹⁾ teplotní režim pro mléčný tuk

3.7 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Rozdělení identifikovaných mastných kyselin do skupin

Pro statistické vyhodnocení jednotlivých vlivů (kapitola 4) byly s využitím programu Microsoft Excel z obsahů jednotlivých identifikovaných mastných kyselin mléčného tuku (kapitola 3.6.2) vypočteny také celkové obsahy některých skupin mastných kyselin významných z hlediska zdravotního, sensorického a technologického (**tabulka 12**).

Tabulka 12: Přehled významných skupin mastných kyselin mléčného tuku

Skupina mastných kyselin	Počet	Identifikované mastné kyseliny
nasyčené (SAFA)	15	C _{4:0} ; C _{6:0} ; C _{8:0} ; C _{10:0} ; C _{11:0} ; C _{12:0} ; C _{13:0} ; C _{14:0} ; C _{15:0} ; C _{16:0} ; C _{17:0} ; C _{18:0} ; C _{20:0} ; C _{22:0} ; C _{24:0} ;
z toho:		
těkavé (VFA)	4	C _{4:0} ; C _{6:0} ; C _{8:0} ; C _{10:0} ;
nenasyčené (UFA), z toho:	19	
monoenoové (MUFA)	6	C _{10:1} ; C _{12:1} ; C _{14:1} ; C _{16:1} ; C _{18:1} ; C _{20:1} ;
polyenoové (PUFA)	13	C _{16:2n4} ; C _{16:3n4} ; C _{18:2n6} ; C _{18:3n6} ; C _{18:3n4} ; C _{18:3n3} ; CLA ¹⁾ ; C _{20:3n6} ; C _{20:4n6} ; C _{20:4n3} ; C _{20:5n3} ; C _{22:4n6} ; C _{22:5n3} ;

¹⁾ směs isomerů konjugované kyseliny linolové (*cis*9-, *trans*11-; *trans*9-, *cis*11- C_{18:2})

Statistická analýza

Pro účely statistického vyhodnocení byly jako **nezávislé proměnné (faktory)** použity:

- plemeno: české strakaté (C) a hoštýnské (H)
- krmná dávka: červen 2005 (KD 1); červenec 2005 (KD 2)

Sledované ukazatele (závislé proměnné) byly:

- množství nadojeného mléka (kg)
- obsah tuku, bílkovin a laktózy (%)
- zastoupení a množství jednotlivých mastných kyselin mléčného tuku a jejich skupin

Pro statistické výpočty a analýzy byla využita nabídka programu Statistica Cz 9.0 (StatSoft s.r.o.). U souboru byly vyhodnoceny předpoklady pro užití parametrických metod a k analýze jednotlivých vlivů nezávislých proměnných (faktorů) byla použita vícefaktorová analýza rozptylu podle následujícího modelu:

$$X_{ijm} = \mu + P_i + KD_j + P*KD_{ij} + \varepsilon, \text{ kde}$$

X_{ijm}	celková variabilita závislé proměnné
μ	společný průměr
P	plemeno (i = C - český strakatý skot, H - holštýnský skot)
KD	krmná dávka (m = KD 1 - červen 2005, KD 2 - červenec 2005)
ε	nevysvětlená variabilita.

Pro porovnání (post-hoc testy) ve skupinách byl použit Tukeyho test (HSD).

4 VÝSLEDKY A DISKUSE

Faktory, které ovlivňují složení mléčného tuku, se většinou rozdělují do dvou skupin, na faktory biologické (genetický původ, plemeno, stádium laktace a zdravotní stav) a faktory výživy (složení krmné dávky, kvalita výživy, objemná a koncentrovaná krmiva a doplňkové tuky a oleje). Při hodnocení zastoupení mastných kyselin jsem se zaměřila zejména na obsahově významné mastné kyseliny a na mastné kyseliny významné z nutričního hlediska. Zvláštní pozornost jsem věnovala PUFA – esenciálním mastným kyselinám $C_{18:2n6}$, $C_{18:3n3}$ (ALA) a konjugované kyselině linolové (CLA), které by mohly hrát pozitivní roli pro lidské zdraví. Dále jsem hodnotila obsahově nejvíce zastoupené mastné kyseliny, i když negativně hodnocené ze zdravotního hlediska ($C_{14:0}$, $C_{16:0}$) a pozitivně hodnocenou $C_{18:1}$.

V **tabulce 13** a **14** jsou uvedeny počty dnů laktace, pořadí laktace, denní dojivost a základní chemické složení mléka českého strakatého a holštýnského skotu v závislosti na působení vlivu plemene a krmné dávky.

Tabulka 13: Pořadí laktace, dny laktace u českého strakatého (C) a holštýnského (H) skotu v závislosti na působení vlivu plemene a krmné dávky (KD 1 a KD 2)

	Plemeno										Krmná dávka										Pleme- no p	Krmná dávka p
	C; (n=39)					H; (n=38)					KD 1 - červen; (n=38)					KD 2 - červenec; (n=39)						
	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %		
pořadí laktace	1,87	0,77	1,00	3,00	41,18	2,24	1,03	1,00	5,00	45,98	2,00	0,90	1,00	5,00	45,00	2,10	0,94	1,00	5,00	44,76	0,0626	0,3651
dny laktace	166,18	65,54	15,00	328,00	39,44	160,13	96,10	11,00	368,00	60,01	171,05	80,62	11,00	345,00	47,13	155,54	82,80	11,00	368,00	53,23	0,2943	0,1478

X = aritmetický průměr; S_x = směrodatná odchylka; X_{min} = dolní hranice sledovaného ukazatele; X_{max} = horní hranice sledovaného ukazatele; v = variační koeficient

Tabulka 14: Denní dojivost (kg) a základní chemické složení mléka (%) v závislosti působení českého strakatého (C) a holštýnského plemene (H) a krmné dávky (KD 1 a KD 2)

	Plemeno										Krmná dávka										Pleme- no p	Krmná dávka p
	C; (n=39)					H; (n=38)					KD 1 - červen; (n=38)					KD 2 - červenec; (n=39)						
	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %		
denní dojivost	17,84	4,37	5,90	27,20	24,50	23,65	6,37	9,40	35,40	26,93	20,42	6,15	5,90	35,40	30,12	20,98	6,22	8,40	32,80	29,65	0,0000	0,1997
tuk	4,43	0,71	2,78	6,60	16,03	4,17	0,82	2,62	6,70	19,66	4,30	0,77	2,64	6,60	17,90	4,32	0,78	2,62	6,70	18,06	0,0208	0,3450
bílkovina	3,58	0,34	2,66	4,31	9,50	3,49	0,43	2,86	4,73	12,32	3,61	0,32	2,66	4,23	5,07	3,47	0,43	2,86	4,73	12,40	0,0514	0,0117
laktóza	4,76	0,37	3,40	5,50	7,77	4,82	0,26	4,40	5,40	5,39	4,76	0,35	3,40	5,40	7,35	4,81	0,30	4,20	5,50	6,24	0,1991	0,2162

X = aritmetický průměr; S_x = směrodatná odchylka; X_{min} = dolní hranice sledovaného ukazatele; X_{max} = horní hranice sledovaného ukazatele; v = variační koeficient

Tabulka 15: Vliv českého strakatého a holštýnského plemene a krmné dávky (KD 1 a KD 2) na zastoupení vybraných mastných kyselin

	Plemeno										Krmná dávka										Pleme- no p	Krmná dávka p
	C; (n=39)					H; (n=38)					KD 1 - červen; (n=38)					KD 2 - červenec; (n=39)						
	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %	X	S _x	X _{min}	X _{max}	v %		
C _{12:0}	4,13	0,75	1,58	5,16	18,16	3,99	0,88	1,07	5,23	22,06	4,08	0,74	2,08	5,23	18,14	4,04	0,90	1,07	5,16	22,28	0,3861	0,3738
C _{14:0}	12,99	1,96	4,96	16,10	15,09	13,08	2,08	5,02	16,20	15,90	13,01	1,66	8,03	15,40	12,76	13,06	2,31	4,96	16,20	17,69	0,2246	0,2505
C _{16:0}	31,38	3,40	21,60	36,50	10,83	33,78	3,65	24,30	41,60	10,81	32,07	3,36	23,20	37,80	10,48	33,04	3,40	21,60	41,60	10,29	0,0000	0,0732
C _{18:0}	8,60	1,61	5,66	13,70	18,72	8,28	2,64	4,59	17,00	31,88	8,56	1,92	5,66	14,40	22,43	8,33	2,42	4,59	17,00	29,05	0,0963	0,1372
C _{18:1}	22,05	5,01	16,60	40,90	22,72	20,67	4,61	14,00	36,10	22,30	21,15	4,17	15,70	36,80	19,72	21,58	5,46	14,00	40,90	25,30	0,0500	0,4953
C _{18:2n6}	1,68	0,38	1,08	3,20	22,62	1,65	0,32	1,08	2,59	19,39	1,80	0,36	1,10	3,20	20,00	1,53	0,29	1,08	2,05	18,95	0,2093	0,0000
C _{18:3n3} (ALA)	0,43	0,16	0,19	0,88	37,21	0,41	0,14	0,20	0,83	34,15	0,52	0,13	0,26	0,88	25,00	0,32	0,08	0,19	0,52	25,00	0,2302	0,0000
CLA ¹⁾	0,44	0,15	0,09	0,80	34,09	0,33	0,11	0,10	0,55	33,33	0,41	0,13	0,13	0,80	31,71	0,36	0,15	0,09	0,70	41,67	0,0000	0,0142
SAFA ²⁾	68,16	5,67	48,20	75,30	8,31	69,77	4,55	55,40	77,10	6,52	68,78	4,71	51,40	75,50	6,85	69,11	5,64	48,20	77,10	8,16	0,0415	0,2560
VFA ³⁾	8,57	1,24	4,25	10,80	14,47	8,29	1,46	2,79	12,40	17,61	8,66	1,08	6,35	11,00	12,47	8,21	1,56	2,79	12,40	19,00	0,3702	0,1741
UFA ⁴⁾	28,94	5,63	22,10	49,30	19,45	27,52	4,66	20,90	42,90	16,93	28,31	4,67	22,10	45,70	16,50	28,16	5,18	20,90	49,30	18,39	0,0585	0,3098
MUFA ⁵⁾	25,46	5,10	19,80	44,70	20,03	24,39	4,04	18,50	39,30	16,56	24,65	4,14	19,30	40,90	16,80	25,21	5,27	18,50	44,70	20,90	0,0895	0,4335
PUFA ⁶⁾	3,48	0,84	2,14	6,39	24,14	3,12	0,64	2,01	5,32	20,51	3,66	0,76	2,55	6,39	20,77	2,95	0,59	2,01	4,61	20,00	0,0000	0,0000
PUFAn ³⁷⁾	0,57	0,20	0,31	1,10	35,09	0,50	0,17	0,26	1,08	34,00	0,66	0,17	0,38	1,10	25,76	0,40	0,09	0,26	0,60	22,50	0,0000	0,0000
PUFAn ⁶⁸⁾	2,00	0,49	1,33	3,91	24,50	1,86	0,40	1,16	3,27	21,51	2,12	0,48	1,36	3,91	22,64	1,74	0,33	1,16	2,44	18,97	0,0393	0,0000

¹⁾ směs isomerů konjugované kyseliny linolové (*cis*9-, *trans*11-, *trans*9-, *cis*11- C_{18:2}); ²⁾ nasycené mastné kyseliny; ³⁾ těkavé mastné kyseliny; ⁴⁾ nenasyčené mastné kyseliny; ⁵⁾ monoenové nenasyčené mastné kyseliny; ⁶⁾ polyenové nenasyčené mastné kyseliny; ⁷⁾ polyenové nenasyčené mastné kyseliny *n*3; ⁸⁾ polyenové nenasyčené mastné kyseliny *n*6; X = aritmetický průměr; S_x = směrodatná odchylka; X_{min} = dolní hranice sledovaného ukazatele; X_{max} = horní hranice sledovaného ukazatele; v = variační koeficient

4.1 VLIV ČESKÉHO STRAKATÉHO A HOLŠTÝNSKÉHO PLEMENE NA ZASTOUPENÍ MASTNÝCH KYSELIN V MLÉČNÉM TUKU

Vliv plemene je jedním z faktorů ovlivňujících zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku skotu.

Vliv plemene českého strakatého a holštýnského byl vyhodnocen jako statisticky významný u denní dojivosti (17,84 a 23,65 kg) a u obsahu tuku v mléce (4,43 a 4,17 %). Z tabulky 14 je patrné, že český strakatý skot měl vyšší obsah mléčného tuku a nižší denní dojivost a holštýnský skot naopak. WALES et al. (2009) ve své práci porovnávali plemeno holštýnsko-fríské ze Severní Ameriky (NA) a z Nového Zélandu (NZ) a zjistili, že dojnice NA měly nižší obsah mléčného tuku než dojnice NZ (3,58 a 3,95 %). PALLADINO et al. (2010) zaznamenali vyšší obsah mléčného tuku u jersejského skotu v porovnání s holštýnským skotem.

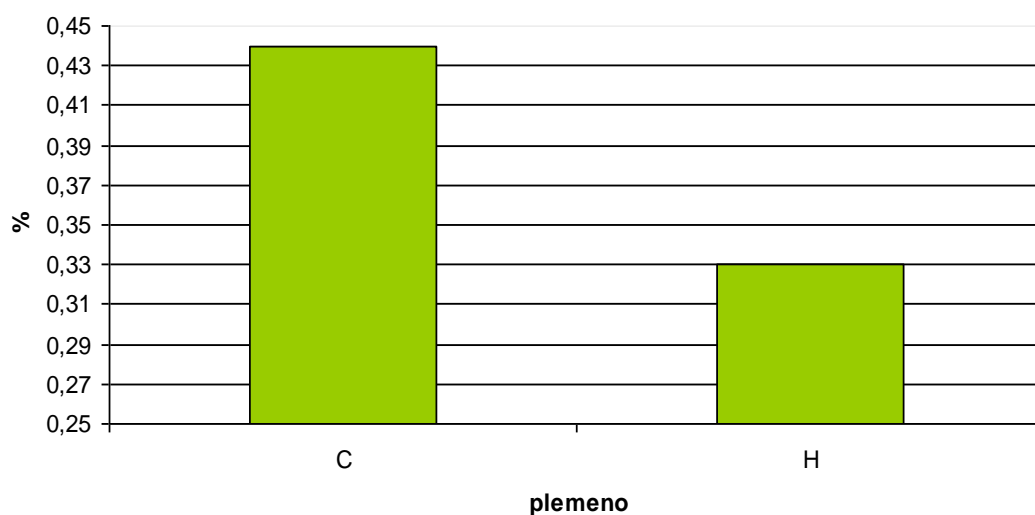
Obsahově nejvíce zastoupené mastné kyseliny v mléčném tuku jsou $C_{14:0}$ (12,99 a 13,08 %), $C_{16:0}$ (31,38 a 33,78 %; $p < 0,05$) a $C_{18:1}$ (22,05 a 20,67 %; $p < 0,001$) v závislosti na působení vlivu českého strakatého a holštýnského plemene (**tabulka 15**). Statisticky významné rozdíly u $C_{18:1}$ mezi holštýnským a jersejským plemenem zaznamenali DRACKLEY et al. (2001). SAMKOVÁ et al. (2008) ve své publikaci uvádějí, že mastné kyseliny $C_{14:0}$, $C_{16:0}$ a $C_{18:1}$ u českého strakatého (13,40, 31,60 a 22,50 %) a u holštýnského skotu (13,30; 33,20 a 21,70 %) jako obsahově nejvíce zastoupené z celkového počtu identifikovaných mastných kyselin. KELSEY et al. (2003) při sledování holštýnského plemene zjistili hodnoty pro $C_{14:0}$, $C_{16:0}$ a $C_{18:1}$ ($8,15 \pm 0,10$ %; $28,05 \pm 0,13$ % a $25,01 \pm 0,22$ %). Domnívám se, že snížení obsahu $C_{14:0}$ bylo způsobeno krmnou dávkou. CAROLL et al. (2006) dospěli k podobným obsahům mastných kyselin u dojnic plemen Brown Swiss, holštýnský a jersejský skot.

Mastné kyseliny vykazující příznivou biologickou aktivitu a zvyšující tak biologickou hodnotu potravin se označují jako esenciální mastné kyseliny. Zaznamenané obsahy esenciální mastné kyseliny $C_{18:2n6}$ byly u českého strakatého (1,68 %) a holštýnského plemene (1,65 %). PEŠEK et al. (2005) naměřili hodnoty $C_{18:2n6}$ u českého strakatého a holštýnského skotu (3,92 a 3,64 %), tyto hodnoty jsou srovnatelné s výsledky jiných autorů (DRACKLEY et al., 2001 atd.). Zjištěné obsahy

esenciální mastné kyseliny ALA byly u plemen českého strakatého 0,43 % a holštýnského 0,41 %. KELSEY et al. (2003) naměřili nižší hodnoty ALA u plemena holštýnského a Brown Swiss 0,39 a 0,38 %.

Statistická průkaznost ($p < 0,001$) byla stanovena v obsahu CLA u plemene české strakaté 0,44 %, u plemene holštýnské 0,33 % (**graf 1**). SAMKOVÁ et al. (2008) ve své práci uvádějí podobné obsahy pro stejná plemena. KELSEY et al. (2003) zjistili u holštýnského skotu 0,44 % a u Brown Swiss 0,41 %. FERLAY et al. (2006) zjistili zvýšené obsahy CLA u plemene montbéliárdského (0,71 %), u plemene Tarentaise (0,73 %).

Graf 1: Vliv plemene českého strakatého (C) a holštýnského (H) na obsah CLA v mléčném tuku



Hodnoty SAFA (68,16 a 69,77 %) pro české strakaté a holštýnské plemeno byly statisticky významné ($p < 0,05$). Podíl SAFA, který je pro lidské zdraví nepříznivý, byl pro plemeno Groningen White Headed (GWH) menší (68,9 %) ve srovnání s plemeny Dutch Friesian (DF) - (74,1 %), Meuse–Rhine–Yssel (MRY) – (72,3 %) a jersey (YER) - (74,3 %). Hodnoty CLA a indexu UFA, které jsou spojeny s pozitivním vlivem na lidské zdraví, byly nejvyšší u plemene GWH. Tento výzkum byl proveden v Nizozemí (MAURICE-VAN EIJNDHOVEN et al., 2011).

V obsazích PUFA byla zjištěna statistická významnost mezi plemeny český strakatý (3,48 %) a holštýnský skot (3,12 %), podobně jako v obsazích PUFA_{n3} (0,57 a 0,50 %) a PUFA_{n6} (2,00 a 1,86 %). Rovněž PEŠEK et al. (2005)

zaznamenali vyšší obsahy PUFA pro plemeno české strakaté (6,67 %) v porovnání s holštýnským plemenem (6,35 %).

V obsazích VFA (8,57 a 8,29 %), UFA (28,94 a 27,52 %) a MUFA (25,46 a 24,39 %) nebyly mezi oběma plemeny zjištěny statistické významnosti.

4.2 VLIV KRMNÉ DÁVKY NA ZASTOUPENÍ MASTNÝCH KYSELIN V MLÉČNÉM TUKU ČESKÉHO STRAKATÉHO A HOLŠTÝNSKÉHO SKOTU

Složení krmiv, kterými jsou dojnice krmeny, ovlivňuje nutriční i senzoričné vlastnosti mléka a mléčných výrobků.

Krmná dávka 2 (KD 2) obsahovala kukuřičnou siláž a siláž směsku (vojtěško-travní (35 %) + bob (35 %) + slunečnice (30 %)). Krmná dávka 1 (KD 1) navíc obsahovala čerstvou píci (vojtěška setá).

Tabulka 16: Pořadí laktace, dny laktace českého strakatého (C) a holštýnského (H) plemene při vlivu krmné dávky (KD 1 a KD 2)

	KD 1				KD 2			
	C; (n=19)		H; (n=19)		C; (n=20)		H; (n=19)	
	X	S _x	X	S _x	X	S _x	X	S _x
pořadí laktace	1,95	0,78	2,05	1,03	1,80	0,77	2,42	1,02
dny laktace	168,58	65,01	173,53	95,51	163,90	67,65	146,74	97,39

X = aritmetický průměr; S_x = směrodatná odchylka

Tabulka 17: Denní dojivost (kg) a základní chemické složení mléka (%) českého strakatého (C) a holštýnského (H) plemene při vlivu krmné dávky

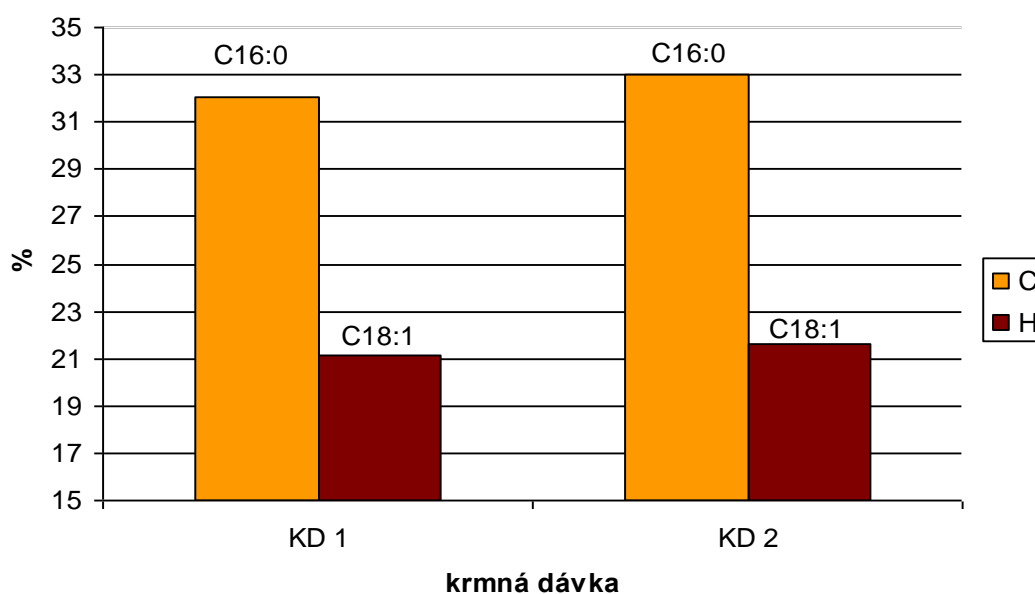
	KD 1				KD 2			
	C; (n=19)		H; (n=19)		C; (n=20)		H; (n=19)	
	X	S _x	X	S _x	X	S _x	X	S _x
denní dojivost	18,28 ^{ab}	4,52	22,56 ^{bc}	6,90	17,42 ^a	4,30	24,74 ^c	5,77
tuk	4,44	0,76	4,16	0,77	4,43	0,67	4,18	0,89
bílkovina	3,60 ^a	0,32	3,63 ^a	0,33	3,57 ^a	0,36	3,35 ^b	0,48
laktóza	4,75	0,43	4,77	0,25	4,77	0,31	4,87	0,28

^{ab} - průměrné hodnoty v řádcích se statisticky významně liší na hladině významnosti $p < 0,05$; X = aritmetický průměr; S_x = směrodatná odchylka

V **tabulce 16** a **17** jsou uvedeny počty dnů laktace, pořadí laktace, denní dojivost a základní chemické složení mléka českého strakatého a holštýnského skotu při vlivu krmné dávky KD 1 a KD 2. Při podávání KD 2 byla zaznamenána průkazně vyšší hodnota dojivosti (24,74 kg) než při KD 1 (17,42 kg) – ($p < 0,05$). Stanovený obsah bílkoviny v mléce byl nejvyšší u KD1 (3,63 %) a nejnižší u KD 2 (3,35 %) - ($p < 0,05$).

Obsahově nejvíce zastoupené mastné kyseliny v mléčném tuku skotu při podávání krmných dávek (KD 1, KD 2) byly $C_{14:0}$ (13,01 a 13,06 %), $C_{16:0}$ (32,07 a 33,04 %) a $C_{18:1}$ (21,15 a 21,58 %) – **graf 2**. V případě přídatku čerstvé píce do krmné dávky dojnicím se obsahy $C_{16:0}$ snížily (KD 1 - 32,07 %) na rozdíl od KD 2 (33,04 %), která obsahovala kukuřičnou siláž a siláž směsku.

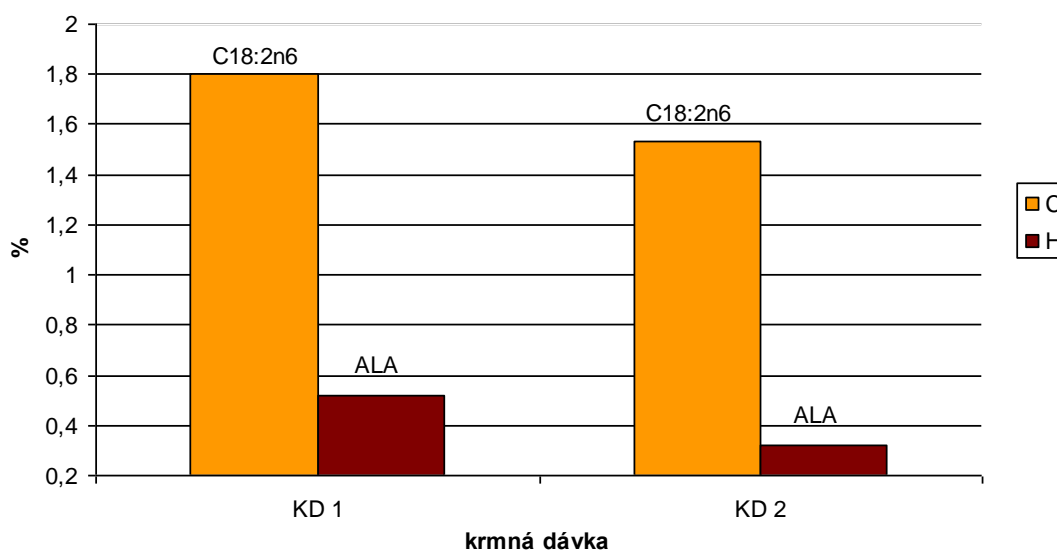
Graf 2: Obsahy mastných kyselin $C_{16:0}$ a $C_{18:1}$ u českého strakatého (C) a holštýnského (H) skotu v závislosti na působení krmné dávky s přídatkem (KD 1) a bez přídatku (KD 2) čerstvé píce



Esenciální mastné kyseliny musí lidé přijímat v potravě, jelikož si je sami neumí syntetizovat a jejich nedostatek způsobuje poškození kůže, poruchy reprodukce, snížení duševních schopností a deprese. Jsou nezbytné pro zdravý růst a funkci buněk celého těla, zejména pak pro růst svalů, vývoj nervů a vnitřních orgánů.

V případě přidavku čerstvé píce (vojtěška setá) do krmné dávky (KD 1) dojnicím se obsahy obou esenciálních mastných kyselin $C_{18:2n6}$ (1,80 %) a ALA (0,52 %) a stejně tak i CLA (0,41 %) průkazně zvýšily na rozdíl od KD 2 ($C_{18:2n6}$ - 1,53 %, ALA - 0,32 % a CLA - 0,36 %), která obsahovala kukuřičnou siláž a siláž směsku – **graf 3**. Po přidavku čerstvé píce ke konzervovaným krmivům se obvykle obsah $C_{18:2n6}$ a ALA zvyšuje a např. obsah CLA může po přidavku zelené píce přesahovat 1 % z celkového obsahu všech mastných kyselin (COUVREUR et al., 2006). Zvyšuje se také celkový obsah PUFA (KAY a THOMSON, 2003).

Graf 3: Obsahy esenciálních mastných kyselin $C_{18:2n6}$ a ALA u českého strakatého (C) a holštýnského (H) skotu v závislosti na působení krmné dávky s přidavkem (KD 1) a bez přidavku (KD 2) čerstvé píce



V případě přidavku čerstvé píce do krmné dávky (KD 1) dojnicím se obsahy SAFA snížily (68,78 %) v porovnání s KD 2 (69,11 %), která obsahovala pouze kukuřičnou siláž a siláž směsku. Zaznamenané obsahy SAFA však nebyly statisticky průkazné. Celkový obsah SAFA při zkrmování kukuřičné siláže je srovnatelný s obsahem SAFA (67,60 %), který uvádějí SAMKOVÁ et al. (2009).

Celkové obsahy zjištěné ve skupině UFA (28,31 a 28,16 %) a MUFA (24,65 a 25,21 %) při podávání KD 1 a KD 2 rovněž nebyly statisticky významné.

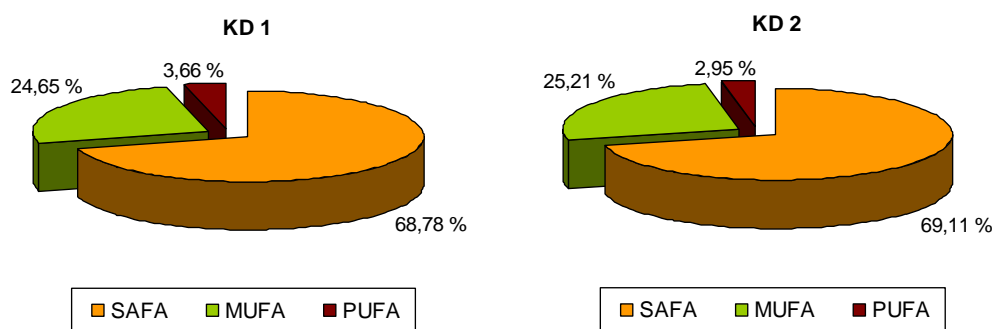
Na druhé straně, z tabulky 15 vyplývá, že při přidavku čerstvé píce (vojtěška setá) do krmné dávky (KD 1) bylo ve srovnání s kukuřičnou siláží (KD 2) dosaženo

průkazně vyšších obsahů u PUFA (3,66 a 2,95 %), PUFA_{n3} (0,66 a 0,40 %), PUFA_{n6} (2,12 a 1,74 %).

Podle PEŠKA et al. (2009) sestavením a aplikací vhodné krmné dávky lze docílit významného zvýšení MUFA, PUFA i CLA.

Grafické znázornění obsahů skupin mastných kyselin SAFA, MUFA a PUFA při zkrmování KD 1 a KD 2 je uvedeno v **grafu 4**.

Graf 4: Obsahy nasycených mastných kyselin (SAFA), mononenasycených mastných kyselin (MUFA) a polynenasycených mastných kyselin (PUFA) u českého strakatého (C) a holštýnského (H) skotu v závislosti na působení krmné dávky s přídatkem (KD 1) a bez přídatku (KD 2) čerstvé píče



Z **tabulky 18** je zřejmé, že obsah C_{16:0} byl nejvyšší u holštýnského skotu při KD 2 (34,50 %), u českého strakatého skotu při KD 1 (31,10 %) byl nejnižší. Ve stejném pořadí na tom byly i obsahy C_{18:1} (22,40 a 20,60 %).

Při zkrmování KD 1 byly zjištěny nejvyšší obsahy C_{18:2n6} (1,84 %), ALA (0,54 %) u českého strakatého skotu. Skutečnost, že obsahy těchto mastných kyselin byly nejvyšší u KD 1, je způsobena tím, že do krmné dávky byla přidávána čerstvá píče (vojtěška setá). Podobně STEINSHAMN (2010) uvádí ve své práci vyšší obsahy C_{18:2n6} (1,67 %; p<0,01) a ALA (0,91 %; p<0,01) při zkrmování jetele lučního oproti zkrmování travní siláže.

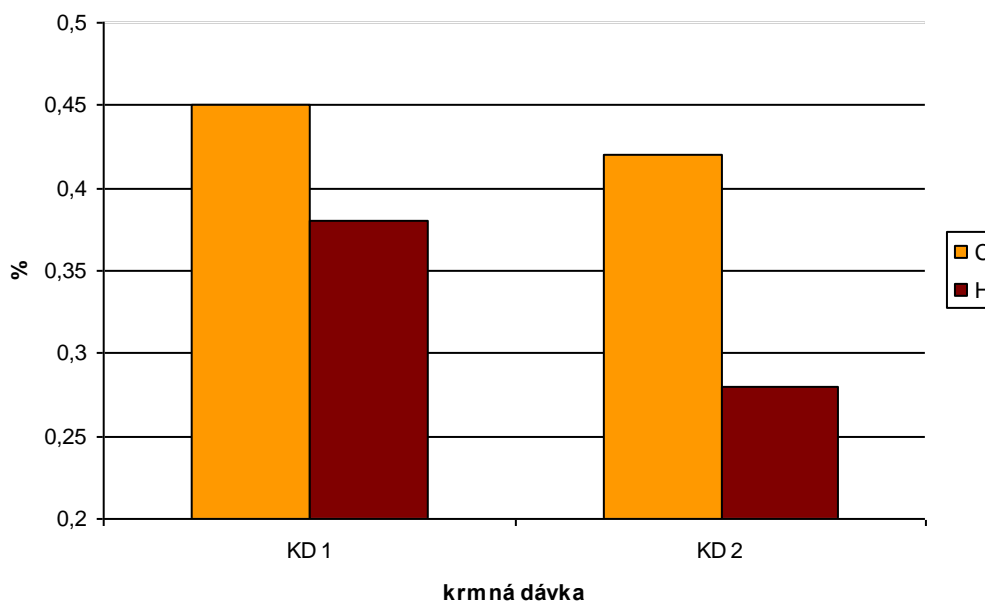
Tabulka 18: Vliv krmné dávky s přidavkem (KD 1) a bez přidavku (KD 2) čerstvé píce na zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku českého strakatého (C) a holštýnského (H) plemene

	KD 1				KD 2			
	C; (n=19)		H; (n=19)		C; (n=20)		H; (n=19)	
	X	S _x	X	S _x	X	S _x	X	S _x
C _{12:0}	4,15	0,63	4,00	0,85	4,12	0,87	3,97	0,94
C _{14:0}	13,00	1,57	13,00	1,79	13,00	2,30	13,10	2,38
C _{16:0}	31,10 ^a	3,10	33,00 ^{ab}	3,39	31,70 ^a	3,72	34,50 ^b	3,84
C _{18:0}	8,50	1,37	8,61	2,38	8,69	1,84	7,95	2,90
C _{18:1}	21,70	4,36	20,60	4,03	22,40	5,66	20,70	5,25
C _{18:2n6}	1,84 ^b	0,42	1,76 ^{ab}	0,30	1,53 ^a	0,29	1,53 ^a	0,29
C _{18:3n3} (ALA)	0,54 ^b	0,14	0,50 ^b	0,12	0,32 ^a	0,08	0,32 ^a	0,08
CLA ¹⁾	0,45 ^a	0,15	0,38 ^a	0,10	0,42 ^a	0,15	0,28 ^b	0,11
SAFA ²⁾	68,10	5,20	69,50	4,18	68,20	6,19	70,10	4,99
VFA ³⁾	8,91	1,07	8,40	1,06	8,24	1,33	8,19	1,80
UFA ⁴⁾	28,90	5,10	27,70	4,23	28,90	6,23	27,30	5,16
MUFA ⁵⁾	25,10	4,52	24,20	3,81	25,80	5,69	24,50	4,86
PUFA ⁶⁾	3,87 ^c	0,85	3,45 ^{bc}	0,62	3,11 ^{ab}	0,65	2,79 ^a	0,49
PUFA _{n3} ⁷⁾	0,71 ^b	0,17	0,61 ^b	0,16	0,43 ^a	0,09	0,38 ^a	0,09
PUFA _{n6} ⁸⁾	2,23 ^b	0,52	2,01 ^{ab}	0,42	1,78 ^a	0,35	1,70 ^a	0,31

^{ab} – průměrné hodnoty v rádcích se statisticky významně liší na hladině významnosti $p < 0,05$; ¹⁾ směs isomerů konjugované kyseliny linolové (*cis*9-, *trans*11-, *trans*9-, *cis*11- C_{18:2}); ²⁾ nasycené mastné kyseliny; ³⁾ těkavé mastné kyseliny; ⁴⁾ nenasycené mastné kyseliny; ⁵⁾ monoenové nenasycené mastné kyseliny; ⁶⁾ polyenové nenasycené mastné kyseliny; ⁷⁾ polyenové nenasycené mastné kyseliny *n3*; ⁸⁾ polyenové nenasycené mastné kyseliny *n6*; X = aritmetický průměr; S_x = směrodatná odchylka

Nejvyšší obsah CLA (0,45 %) byl u českého strakatého skotu při KD 1 a nejnižší (0,28 %) byl u holštýnského skotu při KD 2 (**graf 6**). Vyšší obsah CLA je ovlivněn tím, že ke konzervovanému krmivu byla přidána čerstvá píce. Příjem zelené píce zvyšuje koncentraci konjugované kyseliny linolové (CLA) – CHILLIARD et al. (2001).

Graf 5: Obsah CLA u českého strakatého (C) a holštýnského (H) skotu v závislosti na působení krmné dávky s přídatkem (KD 1) a bez přídatku (KD 2) čerstvé píce



Nejvyšší obsahy SAFA (70,10 %) byly zaznamenány u KD 2 a nejnižší obsahy UFA (27,30 %) byly u holštýnského skotu při KD 2. Podle CHILLIARDA et al. (2001) zkrmování pouze siláží způsobuje zvýšení SAFA ($C_6 - C_{12}$). Nižší podíl SAFA mléčného tuku se zdá být příznivý pro lidské zdraví, z důvodu jejich negativní role při arterioskleróze (PFEUFFER a SCHREZENMEIR, 2000).

Při zkrmování KD 1 a KD 2 byly z uvedených skupin mastných kyselin statisticky významné pouze PUFA ($p < 0,001$) a jejich obsahy byly nejvyšší u českého strakatého skotu při KD 1 (3,87 %) a nejnižší u holštýnského skotu při KD 2 (2,79 %). Vyšší obsahy PUFA byly způsobeny tím, že při zkrmování KD 1 byla do krmné dávky přidávána vojtěška setá. FRELICH et al. (2009) publikují zvýšení obsahu PUFA při pastvě oproti zimnímu období, kdy jsou dojnice ve stáji a krmené pouze siláží.

Nejvyšší obsahy PUFA n_3 , PUFA n_6 (0,71 a 2,23 %; $p < 0,001$) byly u českého strakatého skotu při KD 1 a nejnižší byly u holštýnského skotu při KD 2 (0,38 a 1,70 %), což znamená, že pozitivní vliv na zvýšení PUFA n_3 , PUFA n_6 měl přídatek zelené píce do KD 1.

5 ZÁVĚR

Z hlediska nutričního je mléčný tuk skotu negativně hodnocen s ohledem na vztah mezi SAFA a vývojem nemocí oběhového systému, a proto je změna složení mléčného tuku dlouhodobým záměrem výzkumu.

Tato diplomová práce se zabývá složením mléčného tuku a zastoupením mastných kyselin v mléčném tuku skotu. Dále se věnuje faktorům, které ovlivňují zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku – zejména vlivu krmné dávky. Ve výsledcích je zmíněn i jeden z biologických faktorů – vliv plemene.

Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku lze poměrně snadno ovlivnit složením krmné dávky. Dojnicím českého strakatého a holštýnského plemene byly podávány 2 krmné dávky. Při zkrmování čerstvé píce (vojtěška setá), která byla přidavkem ke konzervovanému krmivu v krmné dávce 1 (KD 1) byly zjištěny průkazně vyšší obsahy $C_{18:2n6}$ (1,80 a 1,53 %; $p < 0,001$), ALA (0,52 a 0,32 %; $p < 0,001$), CLA (0,41 a 0,36 %; $p < 0,001$) a PUFA (3,66 a 2,95 %; $p < 0,05$) ve srovnání se zkrmováním krmné dávky 2 (KD2), která obsahovala pouze konzervovaná krmiva. Pozitivní vliv přidavku čerstvé píce do krmné dávky byl zjištěn u českého strakatého i holštýnského plemene. Specifickou předností mléčného tuku přežvýkavců je obsah konjugované kyseliny linolové (CLA), která má řadu příznivých fyziologických účinků. Za stěžejní jsou nyní považovány antiaterogenní a antikarcinogenní vlivy. I když píce obsahuje poměrně nízké množství lipidů, je nejlevnějším a vesměs hlavním zdrojem UFA v krmných dávkách skotu, které jsou prospěšné z hlediska lidského zdraví.

Vliv českého strakatého a holštýnského plemene na zastoupení mastných kyselin byl statisticky průkazný u obsahů $C_{16:0}$ (31,38 a 33,78 %; $p < 0,001$), $C_{18:1}$ (22,05 a 20,67 %; $p < 0,05$), CLA (0,44 a 0,33 %; $p < 0,001$), SAFA (68,16 a 69,77 %; $p < 0,05$) a PUFA (3,48 a 3,12 %; $p < 0,001$).

Výsledky studie ukázaly, že mléčný tuk od dojnic krmených čerstvou pící měl vyšší obsah PUFA, zejména esenciálních mastných kyselin ($C_{18:2n6}$ a ALA) a CLA než mléčný tuk dojnic krmených pouze siláží. Zjištěné výsledky mohou být využity k pozitivním změnám ve složení mléčného tuku dojnic.

6 SUMMARY

In terms of nutrition, milk fat cattle negatively evaluated the relationship between SAFA and the development of cardiovascular diseases, and thus change the composition of milk fat long-term goal of research.

This thesis deals with the composition of milk fat and the proportion of fatty acids in bovine milk fat. Then we evaluated factors that affect the fatty acids in milk fat - in particular the effect of diet. In results is as well mentioned one of the biological factors - the effect of the breed.

Fatty acids in milk fat can be relatively easily influenced by diet composition. Dairy cows of Czech Pied and Holstein cows were administered 2 diets (D). The feeding of fresh forage (lucerne), which was added to a conserved feed in diet 1 (D 1) were found significantly higher levels of $C_{18:2n6}$ (1,80 and 1,53 %; $p < 0,001$), ALA (0,52 and 0,32 %; $p < 0,001$), CLA (0,41 and 0,36 %; $p < 0,001$) and PUFA (3,66 and 2,95 %; $p < 0,05$) compared to feeding diet 2 (D 2), which contained only silage. The positive effect of addition of fresh forage in the diet was found for Czech Pied and Holstein breed. Specific advantage of ruminant milk fat is content of conjugated linoleic acid (CLA), which has many beneficial physiological effects. The core is now considered antiatherogenic and anticarcinogenic effects. Although the forage has a relatively low amount of lipids, it is the cheapest and generally the main source of UFA in the diets of cattle, which are beneficial for human health.

Effect of Czech Pied and Holstein breed on fatty acids was statistically significant at the contents of $C_{16:0}$ (31.38 and 33.78%, $p < 0.001$), $C_{18:1}$ (22.05 and 20.67%, $p < 0,05$), CLA (0.44 and 0.33%, $p < 0.001$), SAFA (68.16 and 69,77%, $p < 0.05$) and PUFA (3.48 and 3.12%, $p < 0.001$).

The study results showed that milk fat from cows fed on fresh forage had a higher content of PUFA, especially essential fatty acids ($C_{18:2n6}$ and ALA) and CLA milk fat than cows fed only silage. Results may be used for positive changes in the composition of milk fat of dairy cows.

Keywords: fatty acids; milk fat; CLA; diet; breed; fresh forage; silage

7 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](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 biohyragement 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 F₁ 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_{18:1} 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.

