

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Provozně podnikatelský

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Složení mléčného tuku v závislosti na pořadí laktace

(Effect of parity on the composition of cow milk fat)

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Eva SAMKOVÁ, Ph.D.

Autor diplomové práce:

Klára HANZLÍKOVÁ

Konzultant diplomové práce:

doc. Ing. Jiří ŠPIČKA, CSc.

České Budějovice

2012

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

Jméno a příjmení: Klára HANZLÍKOVÁ
Osobní číslo: Z07536
Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Provozně podnikatelský obor
Název tématu: Složení mléčného tuku skotu v závislosti na pořadí laktace
Zadávací katedra: ***Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

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

Zastoupení mastných kyselin (MK), které jsou hlavní součástí mléčného tuku je již řadu let předmětem výzkumu v souvislosti s jejich významem pro nutriční, technologické a senzorické vlastnosti mléka a mléčných produktů. Znalost působení faktorů, které spektrum MK ovlivňují, pak dává do určité míry možnost měnit složení mléčného tuku, který je v současné době hodnocen spíše negativně a je jedním z důvodů snížené spotřeby mléka.

Cílem diplomové práce bude posouzení spektra MK mléčného tuku dojnic ve vybraném zemědělském podniku v závislosti na pořadí laktace a vysvětlení příčin rozdílů.

Diplomová práce je součástí řešení projektu QH 81210 a bude vypracována na základě pokynů uvedených na www.zf.jcu.cz/studenti/informace-pro-studujici/ podle následující 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, 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- shrnutí výsledků práce, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky
6. Summary - přehled a 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: 10-20 stran (tabulky a grafy)
Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stran textu
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

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

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

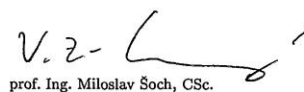
WELCH, R.A.S. et al.: Milk composition, production and biotechnology. CAB Wallingford: CAB International, 1997. 581 s. ISBN 0-85199-161-0

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, příp. sborníky Den mléka (Praha: ČZU), Mléko a sýry (Praha: VŠCHT), Ingrový dny (Brno: MENDELU) aj.


Databáze

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

Vedoucí diplomové práce: Ing. Eva Samková, Ph.D.
***Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů
Konzultant diplomové práce: doc. Ing. Jiří Špička, CSc.
Katedra aplikované chemie
Datum zadání diplomové práce: 25. března 2010
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2012


prof. Ing. Miloslav Soch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH
ZEMĚLELSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 25. března 2010

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Složení mléčného tuku v závislosti na pořadí laktace“ vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, uvedených v seznamu literatury. Dále prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponenta práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 27. dubna 2012

.....
Klára Hanzlíková

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování za odbornou pomoc, cenné připomínky a rady při zpracování a řešení mé diplomové práce patří obzvláště Ing. Evě Samkové, Ph.D. Děkuji i mé rodině a přátelům, kteří mě po dobu pětiletého studia podporovali.

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1	LAKTACE A JEJÍ PRŮBĚH.....	10
2.2	MLÉČNÝ TUK.....	13
2.3	MASTNÉ KYSELINY V MLÉČNÉM TUKU A JEJICH VÝZNAM.....	14
2.4	VYBRANÉ FAKTORY OVLIŇUJÍCÍ SLOŽENÍ MASTNÝCH KYSELIN	16
2.4.1	Výživa a složení krmné dávky	16
2.4.2	Plemeno.....	17
2.4.3	Stádium laktace	18
2.4.4	Pořadí laktace	19
3	MATERIÁL A METODIKA	24
3.1	CÍL PRÁCE.....	24
3.2	CHARAKTERISTIKA FARMY	24
3.3	CHARAKTERISTIKA PLEMEN	25
3.4	ODBĚR A ANALÝZA VZORKŮ.....	26
3.4.1	Analýza vzorků mlék	26
3.4.2	Stanovení mastných kyselin mléka	27
3.5	STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT	28
4	VÝSLEDKY A DISKUZE	31
4.1	ZÁKLADNÍ STATISTICKÉ CHARAKTERISTIKY PRO VYBRANÉ UKAZATELE A ZASTOUPENÍ MASTNÝCH KYSELIN U SLEDOVANÉHO SOUBORU	31
4.2	VLIV POŘADÍ LAKTACE NA DENNÍ DOJIVOST A CHEMICKÉ SLOŽENÍ MLÉKA U PLEMEN ČESKÉ STRAKATÉ A HOLŠTÝNSKÉ.....	32

4.3	VLIV POŘADÍ LAKTACE NA ZASTOUPENÍ VYBRANÝCH MASTNÝCH KYSELIN A JEJICH SKUPIN U PLEMEN ČESKÉ STRAKATÉ A HOLŠTÝNSKÉ	37
5	ZÁVĚR	48
6	SUMMARY	50
7	SEZNAM LITERATURY	52

PŘEHLED ZKRATEK

ALA	α -linolenová kyselina
CLA	konjugovaná linolová kyselina
DHA	dokosahexaenová kyselina
EPA	eikosapentaenová kyselina
HFA	hypercholesterolemické kyseliny
LCFA	mastné kyseliny s dlouhým uhlíkovým řetězcem
LDL	lipoproteiny o nízké hustotě
MCFA	mastné kyseliny se středně dlouhým uhlíkovým řetězcem
MUFA	monoenové nenasycené mastné kyseliny
PUFA	polyenové nenasycené mastné kyseliny
PUFA <i>n-3</i>	polyenové nenasycené mastné kyseliny řady n-3
PUFA <i>n-6</i>	polyenové nenasycené mastné kyseliny řady n-6
SAFA	nasycené mastné kyseliny
SCFA	mastné kyseliny s krátkým uhlíkovým řetězcem
TAG	triacylglyceroly
UFA	nenasycené mastné kyseliny
VA	vakcenová mastná kyselina
VFA	těkavé mastné kyseliny

1 ÚVOD

Mléko a mléčné výrobky představují součást potravy člověka již několik tisíc let. Jsou významným zdrojem řady živin důležitých pro dospělou i dětskou populaci.

Mléčný tuk je z důvodu vyššího obsahu nasycených mastných kyselin často hodnocen nepříznivě, proto je částečně nebo úplně odstředěné mléko více propagováno a doporučováno. Přesto je mléko s vyšším obsahem tuku pro konzumenty více chutné.

Důležitou součástí mléčného tuku jsou mastné kyseliny, které jsou předmětem výzkumu především z důvodu nutričních, technologických a senzorických vlastností mléka a mléčných produktů. V posledních letech lidé upřednostňují u potravin obsah nenasycených mastných kyselin, především polynenasycených mastných kyselin, neboť jsou z hlediska nutričního kladně hodnoceny.

Existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivnit zastoupení mastných kyselin. Většina prací se zabývá změnou obsahu a složení kravského mléka spíše na základě vlivu výživy, protože právě tento činitel ovlivňuje tukovou složku velmi snadno. V souvislosti se změnami v mléčném tuku se rovněž zmiňuje skupina faktorů, které jsou ovlivněny jedincem a do této skupiny můžeme zařadit i faktor plemene a pořadí laktace.

Cílem této diplomové práce bude posouzení spektra mastných kyselin mléčného tuku dojnic plemene české strakaté a holštýnské ve vybraném zemědělském podniku v závislosti na pořadí laktace.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 LAKTACE A JEJÍ PRŮBĚH

Laktací rozumíme složitý fyziologický proces sekrece, shromažďování a spouštění mléka. Tyto funkce mléčné žlázy spolu úzce souvisejí, navazují na sebe, navzájem se ovlivňují a vytvářejí základ produkční schopnosti mléčné žlázy. Laktací se rovněž nazývá období, během kterého zvířata produkují mléko, tj. období od porodu do zaprahnutí, čili do doby, kdy ustane sekrece mléka v důsledku blížícího se dalšího porodu (JELÍNEK & KOUDELA, 2003). Tvorba mléka roste po dobu 4 – 8 týdnů, což se nazývá vzestupnou fází. Poté, co se dostane tvorba mléka ke svému vrcholu, začne produkce postupně klesat, a to označujeme jako fázi sestupnou, kdy denní produkce mléka klesá až do zaprahnutí. Pokles produkce či doba vysoké produkce se označuje slovem perzistence (KOPECKÝ, 1981; DOLEŽAL, 2000). Více v kapitole 2.4.3. – stádium laktace.

HAJIČ et al. (1995) uvádí, že produkce laktace se sleduje při normované (305 dní), celé (pokud je laktace delší než normovaná) a zkrácené laktaci (stodenní či dvousetdenní). Hodnocení za laktaci je nejčastějším hodnocením mléčné užitkovosti (MIKŠÍK & ŽIŽLAVSKÝ, 2005).

Mléčná užitkovost neboli produkce mléka představuje u skotu nejcennější a nejdůležitější vlastnost. Vyjadřuje kvalitu a množství nadojeného mléka (FRELICH, 2001). Kvalitou je myšlen obsah základních složek mléka, jako je tuk, bílkoviny a případně laktóza (mléčný cukr). Pokud klesne produkce mléka v určitém období v porovnání s obdobím předcházejícím méně než o 6 – 7 %, jedná se o vyrovnaný průběh laktační křivky neboli o laktační křivku s velkou perzistencí, která je více ceněna než křivka v opačném případě, kdy můžeme hovořit o nevyrovnaném průběhu laktační křivky, tedy o laktační křivce s malou perzistencí (ŠUBRT & HROUZ, 2009). V **tabulce 1** jsou porovnány chovné cíle mléčné užitkovosti českého strakatého a holštýnského plemene i s ohledem na věk dojnice.

Tabulka 1: Porovnání chovných cílů mléčné užitkovosti

Parametry	český strakatý skot ¹⁾	holštýnský skot ²⁾
produkce mléka (kg)		
- prvotelka	5 500 – 6 200	7000 – 8000
- dospělá kráva	6 000 – 7 500	8500 – 9500
obsah bílkovin (%)	3,50	3,30 a více
obsah tuku (%)	4,0 – 4,1	3,7
poměr bílkovin a tuku	1 : 1,15 – 1,20	1,12
věk při prvním otelení	26 – 29 měsíců	23 – 27 měsíců
produkční využití dojnic	4. – 5. laktace	3. – 4. laktace

Zdroj: SVAZ CHOVA TELŮ ČESKÉHO STRAKATÉHO SKOTU, 2008¹⁾, SVAZ CHOVA TELŮ HOLŠTÝNSKÉHO SKOTU ČR, 2005²⁾

Významný nárůst dojivosti krav je podle BUCKA (2010a) mezi první a druhou laktací a nižší užitkovost na třetí a dalších laktacích v porovnání s druhou laktací. Obsah hlavních složek mléka byl pořadím laktace ovlivněn méně výrazně (**tabulka 2**).

Tabulka 2: Užitkovost krav podle pořadí laktace za rok 2009

Pořadí laktace	Počet laktací	Mléko		Bílkoviny		
		(kg)	%	kg	%	kg
1.	109 423	7 173	3,89	279	3,34	239
2.	80 512	8 033	3,84	308	3,33	268
3. a další	115 443	7 857	3,87	304	3,30	259
Celkem	305 378	7 659	3,87	296	3,32	254

Zdroj: BUCEK (2010a)

Vývoj doplňkových ukazatelů (**tabulka 3**) zjišťovaných v rámci kontroly užitkovosti v letech 1994 až 2011 charakterizuje pokles v počtu dosažených laktací, růst perzistence laktace, pokles věku při prvním otelení a mírný nárůst počtu dnů u mezidobí (BUCEK, 2011). Zhoršující se ukazatele dlouhověkosti dané především průměrným pořadím laktace mají dopad na vyšší náklady na obměnu stáda, na dojivost za laktaci a celoživotní užitkovost krav (BUCEK, 2010b).

Tabulka 3: Doplnkové ukazatele kontroly mléčné užitkovosti krav

Rok	Počet normovaných laktací	Pořadí laktace	Index (P2:1)	1. otelení (měsíců/dnů)	Mezidobí (dnů)
1994	629 593	2,8	78,5	29/02	394
2006	334 928	2,5	86,1	27/23	410
2007	323 020	2,5	87,0	27/15	409
2008	313 366	2,5	87,4	27/10	412
2009	305 378	2,4	87,1	27/03	411
2010	291 595	2,4	87,3	26/29	410
2011	286 000	2,4	87,3	26/24	407

Zdroj: BUCEK (2011)

Uvedenou skutečnost dokládá **tabulka 4**, kde je patrné, že se zvýšil podíl na prvních třech laktacích, a to ze 78,7 % v roce 2007 na 79,2 % v roce 2011. O stejný podíl se snížilo zastoupení na 4. a dalších laktacích (BUCEK, 2011).

Tabulka 4: Zastoupení krav (%) v kontrole užitkovosti podle pořadí laktace

Rok	Počet krav	Pořadí laktace						průměr
		1.	2.	3.	4.	5. až 7.	8. a další	
2007	398,4	35,6	25,7	17,4	10,4	9,7	1,2	2,5
2008	390,1	35,4	25,9	17,3	10,5	9,8	1,1	2,5
2009	373,2	35,6	26,0	17,3	10,3	9,9	0,9	2,4
2010	357,7	35,4	26,3	17,3	10,4	9,8	0,8	2,4
2011	354,3	35,2	26,3	17,7	10,4	9,6	0,8	2,4

Zdroj: BUCEK (2011)

Na mléčnou užitkovost působí dle ŽIŽLAVSKÉHO (2008) vlivy, které rozdělujeme na vnitřní a vnější. Do první skupiny můžeme zařadit vlastní genotyp zvířete, fyziologii mléčné žlázy, dýchací a zaživací činnost, krevní oběh, činnost žláz s vnitřní sekrecí, mezidobí, zdravotní stav, věk a živou hmotnost. Z vnějších faktorů je důležitá výživa, technologie chovu, úroveň odchovu, systém ustájení, technika dojení, lidský faktor, mikroklima stáje atd.

2.2 MLÉČNÝ TUK

Podle chemického složení se lipidy člení na tři základní skupiny: homolipidy, heterolipidy a komplexní lipidy, přičemž v každé uvedené skupině jsou přítomny mastné kyseliny. Homolipidy, neboli sloučeniny mastných kyselin a alkoholů, jsou esterovou vazbou navázány na alkoholy. Heterolipidy obsahují též mastné kyseliny a alkohol, ale i další kovalentně vázané sloučeniny, např. kyselinu fosforečnou (fosfolipidy) nebo galaktózu (glykolipidy). Poslední skupinou jsou komplexní lipidy, kde jsou přítomny jak lipidové složky, tak nelipidový podíl, kterým bývá nejčastěji protein (lipoproteiny). Uhlovodíky, steroidy a vitaminy rozpustné v tucích jsou látky, které souhrnně označujeme jako doprovodné látky lipidů. V přírodních i průmyslových produktech doprovázejí vlastní lipidy. Tyto látky mají některé společné vlastnosti, ale neobsahují mastné kyseliny (SAMKOVÁ et al., 2008).

Mléčný tuk se liší od ostatních lipidů zastoupením mastných kyselin, vysokým podílem (7 – 8 %) mastných kyselin těkajících s vodní parou, specifickou chutí a vůní (KRATOCHVÍL et al., 1985). Složení mléčného tuku zobrazuje **tabulka 5**.

Tabulka 5: Složení mléčného tuku

Složky mléka	Obsah složek (%)
triacylglyceroly	97 – 98
diacylglyceroly	0,3 – 0,6
volné steroly	0,2 – 0,4
fosfolipidy	0,2 – 0,1
volné mastné kyseliny	0,1 – 0,4
monoacylglyceroly	0,02 – 0,04
estery sterolů	stopy
uhlovodíky	stopy

Zdroj: LUKÁŠOVÁ (1999)

2.3 MASTNÉ KYSELINY V MLÉČNÉM TUKU A JEJICH VÝZNAM

Mléčný tuk vzniká syntézou z mastných kyselin. Hlavním zdrojem pro syntézu nižších mastných kyselin je kyselina octová, vznikající fermentační činností v bachoru (MIKŠÍK & ŽIŽLAVSKÝ, 2005). Mnoho autorů rozděluje mastné kyseliny podle délky uhlíkového řetězce různými způsoby, např. mastné kyseliny s krátkým a středním řetězcem (C4 – C16) a mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (C18 a více).

Podle počtu dvojných vazeb se mastné kyseliny dělí na nasycené (saturated fatty acids – SAFA), mononenasycené (monounsaturated fatty acids – MUFA) a polynenasycené mastné kyseliny (polyunsaturated fatty acids – PUFA) (tabulka 6). Podle JENSENA (2002) zaujímají SAFA od 60 do 70 % všech mastných kyselin a nejdůležitějšími zástupci jsou kyseliny palmitová, stearová a myristová. MUFA zaujímají 25 – 35 % a nejběžnější kyselinou je kyselina olejová, která tvoří 20 – 30 % všech mastných kyselin. Zbylá část (5 %) připadá na PUFA, z nichž jsou obsahově nejvíce zastoupeny kyseliny linolová a α -linolenová.

Těkavé mastné kyseliny jako jsou kyseliny máselná, kapronová nebo kaprylová mohou být zodpovědné za sensorické vady, nejčastěji žluklou chuť mléka (VELÍŠEK, 1999).

Tabulka 6: Přehled mastných kyselin v mléčném tuku

Skupina a její označení	Dvojně vazby	Schematická zkratka	Systematický název	Triviální název
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	

pokračování tabulky 6

MUFA	1	C _{14:1n5}	Δ^9 <i>cis</i> -tetradecenová	myristolejová
	1	C _{16:1n7}	Δ^9 <i>cis</i> -hexadecenová	palmitová
	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	VA
	1	C _{22:1n9}	Δ^{13} <i>cis</i> -dokosenová	eruková
	1	C _{20:1n11}	Δ^9 <i>cis</i> -eikosenová	gadolejová
PUFA n6	2	C _{18:2n7}	$\Delta^{9,11}$ <i>cis</i> -, <i>trans</i> - oktadekadienová	CLA
	2	C _{18:2n6}	$\Delta^{9,12}$ <i>cis</i> -, <i>cis</i> - oktadekadienová	linolová
	3	C _{18:3n6}	$\Delta^{6,9,12}$ all- <i>cis</i> - oktadekatrienová	γ -linolenová
	4	C _{20:4n6}	$\Delta^{5,8,11,14}$ all- <i>cis</i> - eikosatetraenová	arachidonová
PUFA n3	3	C _{18:3n3}	$\Delta^{9,12,15}$ all- <i>cis</i> - oktadekatrienová	ALA
	5	C _{20:5n3}	$\Delta^{5,8,11,14,17}$ all- <i>cis</i> - eikosapentaenová	EPA
	6	C _{22:6n3}	$\Delta^{4,7,10,13,16,19}$ all- <i>cis</i> - dokosahexaenová	DHA

Zdroj: SAMKOVÁ et al. (2008)

Kyselina palmitová, laurová a myristová podle některých autorů (REGO et al., 2005) zvyšují hladinu LDL – cholesterolu, který je rizikovým faktorem rozvoje kardiovaskulárních chorob. Z toho důvodu se tyto mastné kyseliny někdy nazývají hypercholesterolemické (hypercholesterolemic fatty acid) nebo mastné kyseliny s nepříznivými zdravotními účinky (health – negative fatty acids) (PEŠEK et al., 2006).

Spektrum mastných kyselin zahrnuje také mastné kyseliny, které mají pozitivní účinky. Patří sem PUFA, především kyselina linolová, která má antiaterogenní účinky snižující hladinu cholesterolu. Kromě toho patří kyselina linolová společně s kyselinou linolenovou mezi esenciální mastné kyseliny, které

si lidské tělo samo nedokáže vytvořit, a tudíž je musí přijímat v potravě (VELÍŠEK, 1999).

V současné době se věnuje největší pozornost konjugované kyselině linolové (CLA), která se vyskytuje ve formě několika isomerů. CLA má potenciální antikarcinogenní efekt a působí na imunitní systém a metabolismus lipidů (OPRZADEK & OPRZADEK, 2003). Pozitivní účinky CLA potvrzují i další studie (KELSEY et al., 2003; JENSEN, 2002).

2.4 VYBRANÉ FAKTORY OVLIŇUJÍCÍ SLOŽENÍ MASTNÝCH KYSELIN

Složení mastných kyselin mléčného tuku je ovlivňováno mnoha faktory, které jsou rozdělovány na faktory biologické určené přímo dojnici či jedincem a na faktory výživy (JENSEN, 1995 a 2002). Mezi biologické faktory patří genetické vlivy, plemeno, stádium laktace, pořadí laktace a zdravotní stav. Úroveň výživy a složení krmné dávky se řadí mezi faktory výživy (ABU_GHAZALEH et al., 2002; KAY & THOMSON, 2003).

KELSEY et al. (2003) se ve svém výzkumu pokusili zjistit, do jaké míry a jak působí společný vliv plemenné příslušnosti, pořadí a stádia laktace. Závěrem bylo, že na zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku nejvíce působí faktor stádia laktace, méně pak pořadí laktace a vliv plemenné příslušnosti. Těmto třem faktorům se věnuje i SAMKOVÁ (2008). Autorka je dále rozšiřuje o další dva faktory – faktor individuality dojnice a faktor krmné dávky. Z tohoto výzkumu vyplynulo, že největší význam má faktor individuality dojnice, následován faktorem krmné dávky a stádiem laktace. Menší vliv má plemenná příslušnost a pořadí laktace. PEŠEK et al. (2006) potvrzují, že spektrum mastných kyselin kolísá i v rámci téhož plemene za stejných podmínek chovu v závislosti na individualitě dojnice. Tyto rozdíly jsou o poznání vyšší než rozdíly mezi plemeny.

2.4.1 Výživa a složení krmné dávky

Výživa a složení krmné dávky patří bezpodmínečně k zásadním vlivům týkajících se změny spektra mastných kyselin. Při přechodu k jiné krmné dávce je změna složení mléčného tuku znatelná již během dvou dní. Dochází i ke

změnám sensorických a technologických vlastností mléka a mléčného tuku (JONES et al., 2005). Přechod na jinou krmnou dávku by měl být uskutečněn pozvolna v průběhu 7 až 10 dnů, aby dojnice i její mikroflóra v bachoru měli dostatečný čas na přijetí této změny. Pokud by se přechod k jiné dávce urychlil, mohlo by dojít k negativnímu ovlivnění metabolismu (JELÍNEK & KOUDELA, 2003).

Vliv výživy, zejména přísun bílkovin a energetických živin ovlivňuje velmi výrazně produkci mléka, ale i obsah tuku. Při podvýživě se snižuje i obsah tuku až o 15 % a současně se v mléčném tuku snižuje podíl mastných kyselin s kratším řetězcem, tj. mastných kyselin syntetizovaných z prekurzorů vznikajících v bachoru. Při značném překrmování se však obsah tuku zvyšuje jen nepatrně. Také změna ročního období souvisí s obsahem a složením mléčného tuku. Podstatné jsou rozdíly v obsahu mastných kyselin C₄ až C₈ a nenasycených mastných kyselin, jejichž obsahy se zvyšují v době zeleného krmení a naopak v zimě klesají (GAJDŮŠEK, 2003).

Obsah tuku v mléce ovlivňuje především skladba krmné dávky - obsah vlákniny a její struktura. Nedostatek vlákniny nebo její nedostatečná strukturovanost snižují obsah tuku. Obsah tuku klesá i při rostoucí dojivosti plemen a v první půli laktace. Podobně známé jsou poklesy při přechodu na pastvu a letní krmení (GAJDŮŠEK, 2003).

2.4.2 Plemeno

GAJDŮŠEK (2003) popisuje vliv plemene na důležitou složku mléka, kterou je tuk. Nejvyšší obsahy tuku v mléce vykazují plemena Jersey a Guernsey, střední obsah mají plemena s kombinovanou užitkovostí a nejnižší pak mléčná plemena skotu. Dochází k odlišnostem v množství mléčného tuku, ale i ve velikosti tukových kuliček. Vysoký obsah tuku a velké tukové kuličky ulehčují odstředování tuku při výrobě smetany a másla, což můžeme pozorovat například u mléka jerseykého plemene.

Většina studií, zabývajících se vlivem plemene na obsah mastných kyselin, byla zaměřena na nejčastěji chované mléčné plemeno, holštýnské. Při porovnání s plemenem Brown Swiss se prokázaly vyšší obsahy u mastných kyselin C_{4:0} až C_{14:0}, C_{18:2n6} a CLA u plemene Brown Swiss (KELSEY et al.,

2003). Porovnání složení mléčného tuku u holštýnského a jerseykého plemene vedlo ke zjištění, že obsah mastných kyselin (zejména mastných kyselin C₈ až C₁₂) je výrazně vyšší u plemene Jersey (BEAULIEU & PALMQUIST, 1995). Naopak obsahy kyselin C_{18:1} (WHITE et al., 2001), C_{18:2n6} (TOWNSEND et al., 1997) a C_{18:3n3} (DRACKLEY et al., 2001) jsou vyšší u holštýnského plemene. U českého strakatého skotu, jakožto zástupce kombinovaných plemen, byl prokázán výrazně nižší podíl SAFA (PEŠEK et al., 2005).

2.4.3 Stádium laktace

Různá stádia laktace mají vliv na odlišné složení mléčného tuku (JELÍNEK & KOUDELA, 2003).

V prvních 5 až 7 dnech po porodu produkuje dojnice mlezivo (kolostrum), které je řazeno mezi tzv. mléka nezralá. Rozdíly mezi mlezivem a zralým mlékem jsou především ve vysokém obsahu bílkovin (především globulinů) a v nízkém obsahu laktózy (v mlezivu). Dále se mlezivo liší vyšším obsahem vitamínu a minerálních látek (ŠUBRT & HROUZ, 2009). Mléčný tuk v kolostru se výrazně liší chemickým složením (méně VFA a vyšší podíl UFA). Zralé mléko pak obsahuje zvýšený podíl VFA (GAJDŮŠEK, 2003). Mlezivo se stává zralým mlékem v průběhu 3 – 6 dní, záleží na individualitě dojnic (ŠUBRT & HROUZ, 2009).

S pokračující laktací má obsah mléčného tuku, bílkovin a laktózy tendenci mírně vzrůstat (DOLEŽAL, 2000). MIKŠÍK & ŽIŽLAVSKÝ (2005) však tvrdí, že při vzestupné fázi klesá obsah bílkovin a tuku a naopak při sestupné fázi se obsah složek zvyšuje. Obsah laktózy je poměrně stálý. Podle FRELICHA (2001) je nejnižší tučnost mléka ve 2. a 3. měsíci laktace a od 5. měsíce laktace se tučnost mléka mírně zvyšuje.

Dle SAMKOVÉ et al. (2008) autoři nejčastěji sledují vliv stádia laktace na zastoupení mastných kyselin ve třech obdobích: první období trvá 100 dní, další probíhá mezi 100. až 200. dnem a poslední úsek je nad 200 dní. BAER (1991) uvádí, že změny v zastoupení mléčného tuku na začátku laktace (10 týdnů) jsou převážně malé. Podle JELÍNKY & KOUDELY (2003) je v tomto ohledu pestřejší spíše konec laktace, kdy dochází ke zvyšování zastoupení UFA. Podle PIVY et al. (1993) je na začátku laktace (60 dní) v porovnání s koncem

laktace vyšší celkový obsah C_4 až C_{10} a naopak nižší obsah mají kyseliny C_{12} až C_{16} . KOMPRDA et al. (2001) pozorovali rozdíly v zastoupení mastných kyselin v první třetině laktace (21., 41. a 100. den laktace). Došli k závěru, že docházelo ke zvýšení zastoupení kyseliny $C_{14:0}$ a ke snížení $C_{18:0}$. Další studie tohoto autora (KOMPRDA et al., 2005) uvádí, že celkové zastoupení SAFA stoupá do 90. dne, zastoupení MUFA a PUFA klesá, ale rozdíly nejsou statisticky průkazné. KELSEY et al. (2003) shledali, že stádium laktace má vliv na všechny mastné kyseliny, nevýznamný vliv byl vzhledem k zastoupení zjištěn u $C_{18:1}$.

2.4.4 Pořadí laktace

Dojnice můžeme dělit podle pořadí laktace na prvotelky, to jsou ty, u nichž probíhá první laktace, a na ty, u kterých probíhá druhá a další laktace (SAMKOVÁ et al., 2008).

Jak dojnice dospívá, zvětšuje se její tělesný rámec, živá hmotnost a vyvíjí se mléčné žlázy a celé vemeno. V důsledku tohoto dospívání se s pořadím laktací zvyšuje množství mléka za laktaci (VEJČÍK, 2001). KOPECKÝ (1981) uvádějí, že ke zvyšování mléčné užitkovosti dochází od první do třetí laktace. Pozvolnější vzestup probíhá i do páté laktace, kde dosahuje maximálních hodnot. Ve věku 6 – 8 roků je užitkovost nejvyšší. Podle názoru ŠUBRTA & HROUZE (2009) nejvyšší mléčné užitkovosti dosahují dojnice kolem 5. – 6. laktace v závislosti na plemeni a užitkovém typu. Naproti tomu MIKŠÍK & ŽIŽLAVSKÝ (2005) uvádějí, že maximální mléčnou užitkovost mají dojnice na 3. až 4. laktaci.

Pořadí laktace souvisí s věkem při prvním otelením, tedy věkem prvotetek. Mezidobí, což znamená období mezi dvěma porody, trvá u skotu přibližně 365 dní. To představuje narození jednoho zdravého telete od každé krávy za rok. Platí tedy, že pokud je prvotelka ve věku 24 měsíců, tak ve věku 36 měsíců je na druhé laktaci, ve věku 48 měsíců na třetí laktaci a tak to pokračuje dále.

VACEK (1995) uvádí, že jalovice, jež mají první tele ve věku 23 – 24 měsíců, produkují méně kvalitní mléko oproti dojnicím telicím se v pozdějším věku. Také JEŽKOVÁ & DŘEVO (2002) poukazují na nižší užitkovost na následných laktacích při zabřeznutí ve věku 23 nebo 24 měsících, než při porodu ve vyšším věku. To, že vysoká mléčná užitkovost v první laktaci je závislá na

věku prvotetek, potvrzuje i ŽIŽLAVSKÝ (2008). Z výzkumu, který věk je tedy pro prvotelku vhodný, vyplynulo, že optimální věk je kolem 26 – 28 měsíců. Podle výsledků ETTEMY & SANTOSE (2004) by se měla většina jalovic otelit dříve - ve věku 23 - 24,5 měsíců věku, to pak přináší nejvyšší ekonomickou návratnost. VEJČÍK (2001) ovšem uvádí jako optimální věk při prvním zapuštění 16 - 18 měsíců (400 - 450 kg živé hmotnosti). Pozdní zapouštění, vynucené nižší úrovní výživy, nepřispívá k dokonalému vývinu a nepůsobí také pozitivně na následnou mléčnou užitkovost. Propočet celoživotní produkce na jeden den života dojnice je příznivější pro rané otelení. Z výsledků ZAVADILOVÉ & ŠTÍPKOVÉ (2011) lze konstatovat, že vyšší věk při prvním otelení holštýnských plemenic prokazatelně souvisí s kratším produkčním věkem. Vzhledem k dlouhověkosti lze tedy doporučit, aby byl věk prvotetek do 26 měsíců a nižší.

Dle SAMKOVÉ et al. (2008) se vlivem pořadí laktace na složení mastných kyselin zabývalo velice málo studií a závěry nejsou jednoznačné. Nicméně THOMSON et al. (2000) prokázali rozdíly v zastoupení mastných kyselin mezi laktacemi. Na první laktaci bylo zjištěno vyšší zastoupení $C_{18:1}$ i celkové zastoupení UFA než na druhé a vyšší laktaci.

KELSEY et al. (2003) zjistili při svém výzkumu výrazné odlišnosti v zastoupení mastných kyselin, které mají v mléčném tuku významné zastoupení (s výjimkou $C_{16:0}$, $C_{18:2n6}$ a $C_{18:3n6}$). Zhodnocení vlivu pořadí laktace na jednotlivé mastné kyseliny a celková variabilita mastných kyselin znázorňuje **tabulka 7**. SAFA do počtu atomů uhlíků 18, s výjimkou $C_{16:0}$, mají nižší obsah na první laktaci v porovnání s dalšími laktacemi. U ostatních mastných kyselin byly objeveny rozdíly mezi první a dalšími laktacemi u $C_{14:1}$, $C_{16:1}$ a $C_{18:1}$. K těmto závěrům dospěli i AKERLIND et al. (1999) a zdůvodňují nízký obsah SAFA na první laktaci tím, že není dokončen vývoj mléčné žlázy.

Tabulka 7: Přehled významnosti vlivu pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin a celková variabilita jednotlivých mastných kyselin

Mastná kyselina	Významnost	Celková variabilita (%)	Variabilita pořadí laktace (%)
4:0	***	23,1	17,7 – 25,3

pokračování tabulky 7

6:0	**	17,0	27,2 – 37,5
8:0	***	22,7	30,4 – 33,4
10:0	***	24,1	38,1 – 42,2
12:0	***	28,8	26,0 – 33,1
14:0	***	22,9	19,3 – 25,1
14:1, <i>cis</i> -9	***	34,9	7,9 – 15,0
15:0	*	9,5	14,6 – 18,2
16:0		9,8	1,9 – 3,8
16:1, <i>cis</i> -9	***	26,8	7,1 – 13,6
17:0	**	35,8	6,1 – 12,1
18:0	*	30,0	1,4 – 4,9
18:1, <i>trans</i>-4	***	12,6	35,0 – 40,7
18:1, <i>trans</i> -5		13,3	4,4 – 7,5
18:1, <i>trans</i> -6 až 8		28,0	3,5 – 4,0
18:1, <i>trans</i> -9		24,8	0,5 – 1,7
18:1, <i>trans</i> -10		18,3	2,9 – 4,1
18:1, <i>trans</i> -11		33,3	0,0 – 0,5
18:1, <i>trans</i> -12		21,1	1,7 – 3,2
18:1, <i>cis</i>-9	**	9,1	31,6 – 44,7
18:2, <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12		7,5	12,5 – 15,7
18:3, <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12, <i>cis</i> -15		2,5	5,5 – 8,5
20:0		14,3	7,6 – 14,6
<i>cis</i> -9, <i>trans</i> -11 CLA		2,2	7,7 – 14,5
Ostatní		12,1	6,7 – 8,7
Desaturační index			
<i>cis</i> -9 14:1	*	30,6	2,9 – 8,4
<i>cis</i> -9 16:1	***	23,6	6,6 – 13,3
<i>cis</i> -9 18:1		32,2	0,0 – 0,7
CLA	***	54,9	0,0 – 1,5

* = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$.

Zdroj: KELSEY et al. (2003)

Procento variability vysvětluje model jednotlivých vlivů s ohledem na zastoupení jednotlivých mastných kyselin v mléčném tuku. Faktory jsou plemeno, pořadí a stádium laktace a zahrnují méně než 25 % celkové variability. Obecně vzato model vysvětlil 25 % celkové variability a nevysvětlená část zaujímá 75 %. Například C_{16:0} se podílí na celkové variabilitě 9,8 %, což představuje 100 % a tato část je rozdělena na výše zmíněné faktory. Z toho vyplývá, že pořadí laktace zaujímá v tomto modelu 1,9 – 3,8 % (KELSEY et al., 2003).

Jak již bylo řečeno v kapitole 2.4.2., KELSEY et al. (2003) porovnávali ve svém výzkumu dvě plemena (Brown Swiss a Holštýn) a zjišťovali mimo jiné, jaký vliv má pořadí laktace na CLA. Došli k závěru, že pořadí laktace má minimální nebo žádný vliv na zastoupení CLA v mléčném tuku. Nebyl pozorován žádný rozdíl mezi prvotelkami a dojnicemi na druhé a vyšší laktaci. Pořadí laktace zaujímá méně než 0,3 % celkové variability v zastoupení CLA v mléčném tuku. Pro zajímavost plemeno zaujímá méně než 0,1 % a fáze laktace 2 %. Naopak SECCHIARI et al. (2003) prokázali vyšší obsah CLA u prvotelek. Mezi ostatními mastnými kyselinami nebyl zjištěn žádný významný rozdíl mezi první a druhou a vyšší laktací (**tabulka 8**). Také CASTILLO et al. (2006) nezjistili žádný významný rozdíl v zastoupení mastných kyselin mezi první a druhou laktací.

Tabulka 8: Vliv pořadí laktace na složení mléčného tuku (g/100 g tukového extraktu)

Mastná kyselina	1. laktace	2. a vyšší laktace
14:0	10,12 ± 0,26	9,90 ± 0,21
14:1	0,81 ± 0,05	0,78 ± 0,04
16:0	24,99 ± 0,63	24,55 ± 0,52
16:1	1,24 ± 0,06	1,30 ± 0,05
18:0	10,26 ± 0,37	9,90 ± 0,28
18:1 cis9	18,91 ± 0,55	18,56 ± 0,44
18:1 trans11	1,41 ± 0,07	1,29 ± 0,05
18:2 cis9, trans11	0,80 ± 0,03	0,75 ± 0,02
18:2 cis9, cis 11	2,85 ± 0,11	3,1 ± 0,42

Zdroj: SECCHIARI et al. (2003)

TOWNSEND et al. (1997) se zabývali vlivem věku krav a zjistili, že věk nijak nepůsobí na změnu v zastoupení mastných kyselin s výjimkou C_{18:1}. U této kyseliny bylo prokázáno nižší zastoupení u starších dojnic.

Také různá úroveň produkce u dojnic na jednotlivých laktacích, kam patří zvýšení dojivosti či snížení tučnosti, může mít za následek rozdílné složení mastných kyselin u prvotek a dojnic na vyšších laktacích (AKERLIND et al., 1999; BRADFORD & ALLEN, 2004).

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo posouzení spektra mastných kyselin mléčného tuku dojnic ve vybraném zemědělském podniku v závislosti na pořadí laktace a vysvětlení příčin rozdílů.

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 bylo 2636 ha, luk a pastvin 547 ha. Hlavním oborem podnikání byla rostlinná a živočišná výroba (tabulka 9).

Tabulka 9: 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/rok
jalovice	451	740 g/ks/rok
hovězí žír	110	750 g/ks/rok
prasnice	548	20,49 ks/prasnici
plemenné prasničky	494	760 g/ks/rok
vepřový žír	620	620 g/ks/rok
selata předvýkrm	6000	340 g/ks/rok

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; Bohemia Spotted cattle; Czech Pied cattle). Na celkových stavech skotu ČR se podílí v současné době téměř jednou polovinou (cca 48 %) (KVAPILÍK et al., 2008). Chovný cíl plemene je uveden v tabulce 1.

Holštýnský skot

Původně černostrakatý skot vznikl v severozápadní Evropě, v nížinných oblastech Fríska a Šlesvicko – Holštýnka. 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 v 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 1.

3.4 ODBĚR A ANALÝZA 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**. Při každém odběru byly odebrány dva vzorky, jeden na stanovení základního chemického složení mléka, druhý pro stanovení mastných kyselin v mléčném tuku.

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

Pořadí laktace	Plemeno	
	české strakaté	holštýnské
1.	76	67
2.	84	74
3.	52	57
4.	7	19

3.4.1 Analýza vzorků mlék

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.

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

3.4.2 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 materiálu

Vzorek mléka (30 ml) byl umístěn do 150 ml kádinky a zmražen při teplotě $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Následovala lyofilizace po dobu 48 hodin při teplotě $-46\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ do vlastní analýzy.

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 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 metanolu a směs byla zahřívána 2 minuty ve vodní lázni o teplotě $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Do vychlazené směsi se přidalo 400 μl 1M HCl v metanolu 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	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

3.5 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Rozdělení identifikovaných mastných kyselin do skupin

Pro statistické vyhodnocení jednotlivých vlivů byly s využitím programu Microsoft Excel z obsahů jednotlivých identifikovaných mastných kyselin mléčného tuku 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 (SFA)	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} ;
hypercholesterolemické (HFA)	3	C _{12:0} ; C _{14:0} ; C _{16:0} ;
nenasyčené (UFA), z toho:	19	
monoenové (MUFA)	6	C _{10:1} ; C _{12:1} ; C _{14:1} ; C _{16:1} ; C _{18:1} ; C _{20:1} ;
polyenové (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} ;
s krátkým řetězcem (SCFA)	8	C _{4:0} ; C _{6:0} ; C _{8:0} ; C _{10:0} ; C _{10:1} ; C _{11:0} ; C _{12:0} ; C _{12:1} ;
se středním řetězcem (MCFA)	16	C _{13:0i} ; C _{13:0} ; C _{14:0i} ; C _{14:0} ; C _{14:1} ; C _{15:0i} ; C _{15:0ai} ; C _{15:0} ; C _{16:0i} ; C _{16:0} ; C _{16:1} ; C _{16:2n4} ; C _{16:3n4} ; C _{17:0i} ; C _{17:0ai} ; C _{17:0} ;
s dlouhým řetězcem (LCFA)	17	C _{18:0} ; C _{18:1} ; C _{18:2n6} ; C _{18:3n6} ; C _{18:3n4} ; C _{18:3n3} ; CLA ¹⁾ ; C _{20:0} ; C _{20:1} ; C _{20:3n6} ; C _{20:4n6} ; C _{20:4n3} ; C _{20:5n3} ; C _{22:0} ; C _{22:4n6} ; C _{22:5n3} ; C _{24:0} ;

¹⁾ směs isomerů konjugované kyseliny linolové ($\Delta^{9,11}$ *cis*-, *trans*-; $\Delta^{9,11}$ *trans*-, *cis*-oktadekadienová)

Statistická analýza

Pro účely statistického vyhodnocení byly použity jako:

- **nezávisle proměnné (faktory):**
 - plemeno: české strakaté a holštýnské
 - pořadí laktace (1., 2., 3., 4. laktace)
 - pořadí laktace (1. a 2. a vyšší laktace)

- **závisle proměnné:**

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

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.

Pro porovnání (post – hoc testy) ve skupinách byl použit Fisherův LSD test na obvyklých hladinách významnosti (0,05; 0,01; 0,001).

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

4.1 ZÁKLADNÍ STATISTICKÉ CHARAKTERISTIKY PRO VYBRANÉ UKAZATELE A ZASTOUPENÍ MASTNÝCH KYSELIN U SLEDOVANÉHO SOUBORU

Mléčný tuk obsahuje podle JENSENA (2002) 60 – 70 % SAFA, 25 – 35 % MUFA a 5 % PUFA. Nejvíce zastoupenými mastnými kyselinami ve skupině SAFA jsou kyseliny $C_{16:0}$, $C_{18:0}$ a $C_{14:0}$. Kyselina $C_{18:1}$ je nejběžnější kyselinou ve skupině MUFA a zaujímá 20 – 30 % všech mastných kyselin. Kyseliny $C_{18:2n6}$ a $C_{18:3n3}$ jsou v nejvyšším zastoupení ve skupině PUFA.

Ve sledovaném souboru (**tabulka 13**) byla zjištěna následující průměrná zastoupení obsahově bohatých mastných kyselin. Kyselina $C_{16:0}$ zaujímá v mléčném tuku českého strakatého plemene 31,57 % a u holštýnského plemene 33,17 % všech mastných kyselin a má v mléčném tuku největší zastoupení, i přes její negativní hodnocení ze zdravotního hlediska. Vliv plemene českého strakatého a holštýnského byl vyhodnocen jako statisticky velmi významný ($p < 0,001$). Naopak HANUŠ (2004) zjistil vyšší podíl $C_{16:0}$ v mléčném tuku českého strakatého plemene (32,13 % u českého strakatého a 30,67 % u holštýnského plemene). Autor dále stanovil vyšší podíly v mléčném tuku u českého strakatého plemene u $C_{12:0}$ (3,68 % u českého strakatého a 3,34 % u holštýnského plemene) a $C_{14:0}$ (11,23 % pro české strakaté a 10,77 % pro holštýnské plemeno). Vyšší podíl v mléčném tuku u holštýnského plemene našel u $C_{18:0}$. Zastoupení kyseliny $C_{18:1}$ v mléčném tuku, která je naopak pozitivně hodnocenou mastnou kyselinou, je 22,51 % u českého strakatého plemene a 21,65 % u holštýnského plemene ($p < 0,05$). Zastoupení kyselin $C_{16:0}$ a $C_{18:1}$ v mléčném tuku se shoduje s výsledky SAMKOVÉ et al. (2008) (české strakaté plemeno – 31,60 % a 22,50 %, holštýnské plemeno – 33,20 % a 21,70 %).

Holštýnské plemeno má sice vyšší mléčnou užitkovost (22,5 kg) než plemeno české strakaté (18,7 kg), ale obsah bílkovin a tuku v mléce je nižší než u plemene české strakaté. Obsah tuku v mléce byl u českého strakatého plemene 4,34 % a u holštýnského plemene 4,20 %. Ve výsledcích TICHÉ & ŘEŘUCHOVÉ (2005) byl zjištěn obsah tuku v mléce u českého strakatého plemene 4,29 % a u holštýnského plemene 3,99 %, což značí výraznější rozdíl

v obsahu složek mezi zmíněnými plemeny. Mnoho autorů porovnávalo obsah mléčného tuku u mnoha různých plemen. Například PALLADINO et al. (2010) prokázali vyšší obsah mléčného tuku u plemene Jersey v porovnání s holštýnským skotem. Holštýnsko-fríské plemeno ze Severní Ameriky a z Nového Zélandu porovnávali WALES et al. (2009) a došli k závěru, že dojnice plemene ze Severní Ameriky měly nižší obsah mléčného tuku. Značný rozdíl mezi plemenem českým strakatým a holštýnským byl zpozorován u obsahu bílkovin (3,57 % a 3,40 %). Vliv plemene na denní dojivost a obsah bílkovin v mléce byl statisticky velmi významný ($p < 0,001$).

4.2 Vliv pořadí laktace na denní dojivost a chemické složení mléka u plemen české strakaté a holštýnské

Denní dojivost a základní chemické složení mléka (tuk, bílkovina a laktóza) v závislosti na působení pořadí laktace u českého strakatého a holštýnské plemene znázorňuje **tabulka 14** (1., 2., 3. a 4. laktace) a **15** (1. a 2. a vyšší laktace).

Tabulka 13: Základní statistické charakteristiky pro vybrané ukazatele a zastoupení mastných kyselin u sledovaného souboru

Ukazatele	Jednotky	Plemeno								p
		české strakaté				holštýnské				
			S _x	X _{min}	X _{max}		S _x	X _{min}	X _{max}	
dny laktace	-	148	81	5	332	157	87	10	381	0,1960
denní dojivost	kg	18,7	6,1	4,6	36,4	22,5	7,4	4,5	44,3	0,0000
tuk	%	4,34	0,82	2,32	6,87	4,20	0,83	2,1	6,70	0,0611
bílkovina	%	3,57	0,44	2,37	4,84	3,40	0,42	2,38	4,83	0,0000
laktóza	%	4,82	0,33	3,30	5,50	4,79	0,25	3,90	5,40	0,3505
C16:0	%	31,57	3,60	22,48	43,51	33,17	4,05	24,80	44,04	0,0000
C18:1	%	22,51	4,34	12,62	42,55	21,65	4,59	12,55	37,81	0,0439
SAFA	%	67,98	4,74	46,14	79,89	68,69	4,76	52,64	78,64	0,1196
VFA	%	8,82	1,41	4,42	12,81	8,64	1,36	2,91	12,59	0,1685
HFA	%	49,33	5,33	29,28	66,54	50,62	5,66	34,89	62,73	0,0148
UFA	%	29,25	4,72	17,91	51,31	28,65	4,80	18,86	45,22	0,1943
MUFA	%	25,89	4,36	16,00	46,51	25,42	4,42	17,16	41,10	0,2555
PUFA	%	3,35	0,66	1,69	6,59	3,24	0,64	1,39	5,47	0,0691
SCFA	%	13,62	2,14	6,21	19,02	13,32	2,19	4,12	18,35	0,1531
MCFA	%	52,88	4,92	36,40	68,09	54,59	5,48	41,11	66,05	0,0006
LCFA	%	33,28	5,94	17,64	57,08	31,89	6,54	17,14	54,25	0,0201
C ₄ – C ₁₅	%	30,68	3,75	13,21	37,87	30,44	4,12	10,97	41,26	0,5192
SAFA/UFA	-	2,40	0,51	0,90	4,46	2,48	0,53	1,16	4,17	0,1093

Tabulka 14: Denní dojivost (kg) a základní chemické složení mléka (%) v závislosti na působení pořadí laktace (1., 2., 3. a 4.) u českého strakatého a holštýnského plemene

Plemeno	Pořadí laktace												p
	1.			2.			3.			4.			
české strakaté	n		S _x	n		S _x	n		S _x	n		S _x	
dny laktace	76	140 ^{ab}	82	84	160 ^b	77	52	149 ^{ab}	87	7	91 ^a	54	0,1049
denní dojivost	76	18,2 ^a	5,1	84	18,0 ^a	5,9	52	19,5 ^a	7,2	7	26,2 ^b	3,7	0,0020
tuk	73	4,41 ^a	0,88	84	4,34 ^a	0,73	51	4,27 ^a	0,87	7	4,19 ^a	0,85	0,7455
bílkovina	73	3,60 ^a	0,44	84	3,55 ^a	0,42	51	3,61 ^a	0,48	7	3,32 ^a	0,22	0,3842
laktóza	73	4,88 ^b	0,25	84	4,80 ^{ab}	0,29	51	4,73 ^a	4,44	7	5,14 ^c	0,08	0,0036
holštýnské	n		S _x	n		S _x	n		S _x	n		S _x	
dny laktace	67	172 ^a	93	74	163 ^a	80	57	129 ^b	86	19	161 ^{ab}	77	0,0331
denní dojivost	67	19,8 ^b	5,6	74	23,8 ^a	7,4	57	24,3 ^a	8,2	19	21,9 ^{ab}	7,8	0,0040
tuk	64	4,21 ^a	0,81	73	4,22 ^a	0,86	54	4,16 ^a	0,93	19	4,23 ^a	0,49	0,9855
bílkovina	64	3,38 ^a	0,39	73	3,38 ^a	0,46	54	3,36 ^a	0,37	19	3,61 ^b	0,51	0,1242
laktóza	64	4,86 ^a	0,19	73	4,78 ^a	0,25	56	4,77 ^a	0,26	19	4,64 ^b	0,29	0,0072

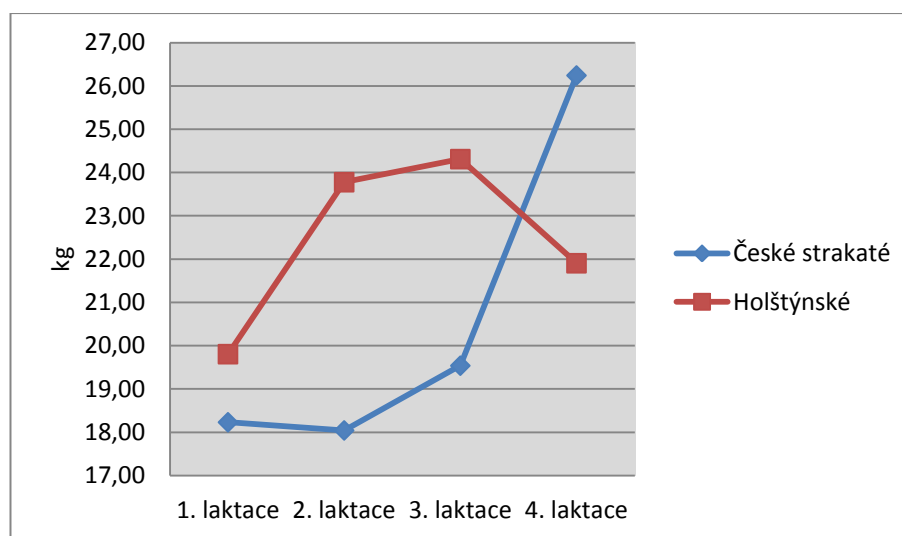
^{a, b, c} průměry s odlišnými horními indexy v řádce se statisticky významně liší na hladině významnosti 0,05

Tabulka 15: Denní dojivost (kg) a základní chemické složení mléka (%) v závislosti na působení pořadí laktace (1. a 2 a vyšší) u českého strakatého a holštýnského plemene

Plemeno	Pořadí laktace						p
	1. laktace			2. a vyšší laktace			
české strakaté	n		S _x	n		S _x	
dny laktace	76	140	82	143	152	81	0,3642
denní dojivost	76	18,2	5,1	143	19,0	6,5	0,3010
tuk	73	4,41	0,88	142	4,31	0,78	0,3617
bílkovina	73	3,60	0,44	142	3,56	0,44	0,5737
laktóza	73	4,88	0,25	142	4,79	0,36	0,0740
holštýnské	n		S _x	n		S _x	
dny laktace	67	172	93	150	150	83	0,1373
denní dojivost	67	19,8	5,6	150	23,7	7,8	0,0006
tuk	64	4,21	0,81	146	4,20	0,84	0,8131
bílkovina	64	3,38	0,39	146	3,41	0,44	0,7794
laktóza	64	4,86	0,19	148	4,76	0,26	0,0116

Růst denní dojivosti v závislosti na pořadí laktace znázorňuje **graf 1**. Je patrné, že dojivost u obou plemen roste v průměru do 3. laktace. U holštýnského plemene však dochází na 4. laktaci k poklesu denní dojivosti (na 21,9 kg) a u českého strakatého naopak k výraznému růstu v porovnání s 3. laktací (19,1 kg a 26,2 kg). Vliv pořadí laktace na denní dojivost byl statisticky významný ($p < 0,01$).

Graf 1: Denní dojivost v závislosti na pořadí laktace u českého strakatého a holštýnského plemene



Dle tabulky 15 je obsah tuku v mléce prvotek českého strakatého plemene vyšší (4,41 %) než u dojnic na 2. a vyšších laktacích (4,31 %). V mléce holštýnského plemene se snížil obsah velmi nepatrně ze 4,21 % na 4,20 %. Obsahy bílkovin v mléce se u českého strakatého také snižují (z 3,60 % na 3,56 %), ale u holštýnského plemene je zaznamenán mírný nárůst z hodnoty 3,38 % na 3,41 %. I JEŽKOVÁ & DŘEVO (2002) prokázali, že s postupující laktací dochází ke snižování obsahů základních složek mléka – tuky a bílkoviny. V závěru uvedli, že významný pokles je u tukové složky mezi druhou a třetí laktací u holštýnského plemene, což se v těchto výsledcích prokázalo (4,22 % a 4,16 %). Zajímavé je, že zatímco v mléce českého strakatého plemene je na čtvrté laktaci obsah bílkovin nejnižší, u holštýnského plemene je obsah bílkovin nejvyšší (tabulka 14). Vliv pořadí laktace byl vyhodnocen jako statisticky významný pouze u obsahu laktózy ($p < 0,05$). TICHÁ & ŘEŘUCHOVÁ (2005) také sledovaly v mléce obou plemen obsah tuku a bílkovin pro dojnice na 1., 2.

a 3. a vyšší laktaci a celkem. Hodnoty tuku a bílkovin byly vysoce významně vyšší v mléce prvotetek a při celkovém součtu u dojnic českého strakatého plemene. Mezi dojnicemi na 2. a 3. a vyšší laktaci nebyly statisticky významné rozdíly.

4.3 VLIV POŘADÍ LAKTACE NA ZASTOUPENÍ VYBRANÝCH MASTNÝCH KYSELIN A JEJICH SKUPIN U PLEMEN ČESKÉ STRAKATÉ A HOLŠTÝNSKÉ

Podle JENSENA (2002) se mléčný tuk nejčastěji hodnotí podle jeho nasycenosti, tj. poměrem nasycených a nenasycených mastných kyselin (SAFA/UFA). V **tabulce 16 a 17** je vidět, že index nasycenosti je u prvotetek v porovnání s dojnicemi na druhé a vyšší laktaci nižší. Znamená to, že obsah UFA, které jsou oproti SAFA pozitivně hodnoceny, je v mléčném tuku dojnic na první laktaci vyšší než u dojnic na vyšších laktacích. Zvyšování poměru nasycenosti značí snižování UFA v mléčném tuku.

Tabulka 16: Poměr nasycených a nenasycených mastných kyselin v závislosti na pořadí laktace (1., 2., 3. a 4.)

Pořadí laktace	Plemeno									
	české strakaté					holštýnské				
	n	S _x	X _{min}	X _{max}	n	S _x	X _{min}	X _{max}		
1.	76	2,23	0,50	0,90	3,26	67	2,35	0,47	1,21	3,39
2.	84	2,45	0,49	1,23	4,46	74	2,58	0,56	1,16	4,17
3.	52	2,55	0,48	1,34	3,64	57	2,50	0,54	1,19	3,87
4.	7	2,63	0,65	1,76	3,30	19	2,56	0,59	1,48	3,48

Tabulka 17: Poměr nasycených a nenasycených mastných kyselin v závislosti na pořadí laktace (1. a 2. a vyšší)

Pořadí laktace	Plemeno									
	české strakaté					holštýnské				
	n	S _x	X _{min}	X _{max}	n	S _x	X _{min}	X _{max}		
1.	76	2,23	0,50	0,90	3,26	67	2,35	0,47	1,21	3,39
2. a vyšší	143	2,49	0,49	1,23	4,46	150	2,54	0,55	1,16	4,17

Vliv pořadí laktace na zastoupení vybraných mastných kyselin a jejich skupin (% všech mastných kyselin) v mléčném tuku dojnic plemen české strakaté a holštýnské znázorňuje **tabulka 18**. Vzhledem k tomu, že byly největší rozdíly mezi jednotlivými laktacemi zaznamenány mezi 1. a 2. a vyšší laktací je k dispozici **tabulka 19**. Příkladem je zastoupení PUFA v mléčném tuku českého strakatého plemene, kde je na 1. laktaci zastoupení 3,47 % a na 2. a vyšší laktaci 3,29 % ($p < 0,05$). U vyhodnocení vlivu pořadí jednotlivých laktací (1., 2., 3. a 4.) se statistická významnost však neprokázala.

Tabulka 18: Vliv pořadí laktace (1., 2., 3. a 4.) na zastoupení vybraných mastných kyselin a jejich skupin (% všech mastných kyselin) v mléčném tuku dojnic plemen české strakaté a holštýnské

Plemeno	Pořadí laktace								p
	1. laktace (n=76)		2. laktace (n=84)		3. laktace (n=52)		4. laktace (n=7)		
české strakaté		S _x		S _x		S _x		S _x	
C16:0	30,44 ^b	3,42	32,08 ^a	3,79	32,34 ^a	3,37	32,08 ^{ab}	1,92	0,0077
C18:1	24,04 ^b	4,91	22,03 ^a	3,61	21,24 ^a	3,87	21,21 ^{ab}	5,11	0,0011
SAFA	66,30 ^b	5,24	68,45 ^a	4,22	69,42 ^a	4,05	69,89 ^a	5,23	0,0008
VFA	8,53 ^b	1,45	8,80 ^b	1,37	9,17 ^a	1,31	9,67 ^a	1,50	0,0272
HFA	47,45 ^b	5,84	49,99 ^a	4,96	50,87 ^a	4,52	50,31 ^{ab}	4,27	0,0013
UFA	30,82 ^b	5,30	28,75 ^a	4,08	27,95 ^a	4,14	27,75 ^{ab}	5,38	0,0025
MUFA	27,35 ^b	4,93	25,51 ^a	3,63	24,62 ^a	3,95	24,25 ^{ab}	5,21	0,0020
PUFA	3,47 ^b	0,60	3,24 ^a	0,76	3,33 ^{ab}	0,58	3,50 ^{ab}	0,42	0,1540
SCFA	13,07 ^a	2,23	13,64 ^{ab}	2,04	14,22 ^b	1,94	14,64 ^{ab}	2,59	0,0130
MCFA	51,38 ^b	5,31	53,64 ^a	4,70	53,86 ^a	4,40	52,69 ^{ab}	3,35	0,0100
LCFA	35,31 ^b	6,68	32,49 ^a	5,31	31,70 ^a	5,11	32,49 ^{ab}	5,56	0,0024
C ₄ – C ₁₅	29,62 ^b	4,31	30,96 ^a	3,26	31,67 ^a	3,15	31,45 ^{ab}	4,89	0,0145
SAFA/UFA	2,23 ^b	0,50	2,45 ^a	0,49	2,55 ^a	0,48	2,63 ^a	0,65	0,0016

^{a, b} průměry s odlišnými horními indexy v řádce se statisticky významně liší na hladině významnosti 0,05

pokračování tabulky 18

Plemeno	Pořadí laktace								p
	1. laktace (n=67)		2. laktace (n=74)		3. laktace (n=57)		4. laktace (n=19)		
holštýnské		S _x		S _x		S _x		S _x	
C16:0	32,38 ^a	3,69	33,87 ^b	4,30	33,10 ^{ab}	4,19	35,51 ^{ab}	3,55	0,1783
C18:1	22,78 ^b	4,41	20,82 ^a	4,47	21,65 ^{ab}	4,68	20,95 ^{ab}	4,89	0,0728
SAFA	67,55 ^a	4,67	69,39 ^b	4,75	68,99 ^{ab}	4,65	69,09 ^{ab}	5,10	0,1206
VFA	8,28 ^a	1,30	8,71 ^{ab}	1,30	8,86 ^b	1,50	8,96 ^{ab}	1,17	0,0558
HFA	49,20 ^b	5,72	51,41 ^a	5,47	50,71 ^{ab}	5,53	52,25 ^a	5,93	0,0624
UFA	29,70 ^b	4,73	27,92 ^a	4,73	28,56 ^{ab}	4,76	28,14 ^{ab}	5,19	0,1605
MUFA	26,37 ^b	4,30	24,67 ^a	4,27	25,33 ^{ab}	4,52	25,18 ^{ab}	4,76	0,1514
PUFA	3,33 ^b	0,62	3,24 ^{ab}	0,69	3,23 ^{ab}	0,58	2,95 ^a	0,67	0,1714
SCFA	12,69 ^b	2,11	13,45 ^a	2,10	13,65 ^a	2,31	14,02 ^a	2,05	0,0270
MCFA	53,37 ^b	5,41	55,53 ^a	5,38	54,22 ^{ab}	5,45	56,39 ^a	5,48	0,0489
LCFA	33,71 ^b	6,53	30,82 ^a	6,32	31,94 ^{ab}	6,36	29,42 ^a	6,81	0,0186
C ₄ – C ₁₅	29,41 ^b	4,12	30,80 ^a	3,85	30,58 ^{ab}	4,21	32,22 ^a	4,28	0,0383
SAFA/UFA	2,35 ^a	0,47	2,58 ^b	0,56	2,50 ^{ab}	0,54	2,56 ^{ab}	0,59	0,0704

^{a, b} průměry s odlišnými horními indexy v řádce se statisticky významně liší na hladině významnosti 0,05

Tabulka 19: Vliv pořadí laktace (1. a 2. a vyšší) na zastoupení vybraných mastných kyselin a jejich skupin (% všech mastných kyselin) v mléčném tuku dojnic plemen české strakaté a holštýnské

Plemeno	Pořadí laktace				p
	1. laktace (n=76)		2. a vyšší (n=143)		
české strakaté		S _x		S _x	
C16:0	30,44	3,42	32,17	3,56	0,0006
C18:1	24,04	4,91	21,70	3,77	0,0001
SAFA	66,30	5,24	68,88	4,21	0,0001
VFA	8,53	1,45	8,98	1,37	0,0235
HFA	47,45	5,84	50,33	4,76	0,0001
UFA	30,82	5,30	28,41	4,16	0,0003
MUFA	27,35	4,93	25,12	3,83	0,0003
PUFA	3,47	0,60	3,29	0,68	0,0490
SCFA	13,07	2,23	13,90	2,04	0,0062
MCFA	51,38	5,31	53,67	4,52	0,0009
LCFA	35,31	6,68	32,21	5,23	0,0002
C ₄ – C ₁₅	29,62	4,31	31,25	3,30	0,0022
SAFA/UFA	2,23	0,50	2,49	0,49	0,0003

pokračování tabulky 19

	1. laktace (n=67)		2. a vyšší laktace (n=150)		P
holštýnské		S _x		S _x	
C16:0	32,38	3,69	33,53	4,16	0,0525
C18:1	22,78	4,41	21,15	4,59	0,0153
SAFA	67,55	4,67	69,20	4,73	0,0180
VFA	8,28	1,30	8,80	1,36	0,0088
HFA	49,20	5,72	51,25	5,54	0,0132
UFA	29,70	4,73	28,19	4,77	0,0321
MUFA	26,37	4,30	24,99	4,41	0,0329
PUFA	3,33	0,62	3,20	0,65	0,1767
SCFA	12,69	2,11	13,60	2,17	0,0044
MCFA	53,37	5,41	55,14	5,44	0,0274
LCFA	33,71	6,53	31,07	6,40	0,0058
C ₄ – C ₁₅	29,41	4,12	30,90	4,05	0,0138
SAFA/UFA	2,35	0,47	2,54	0,55	0,0112

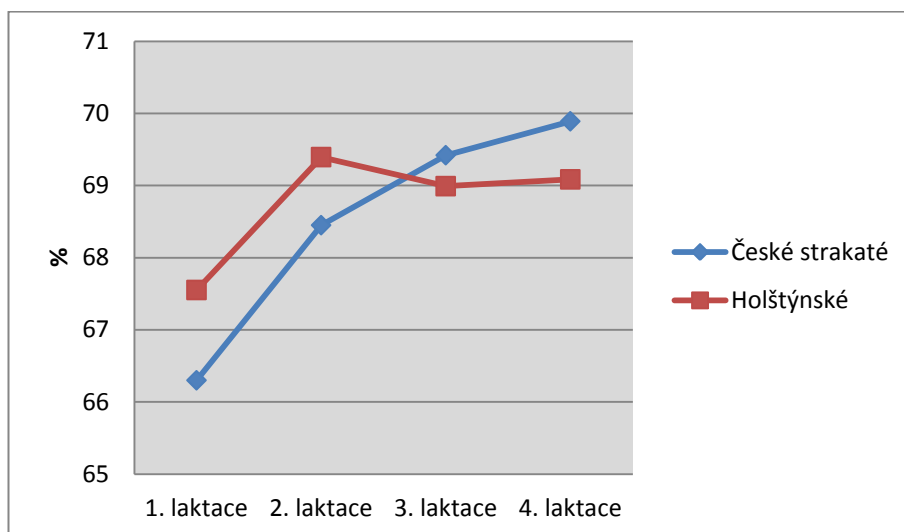
SECCHIARI et al. (2003) prokázali rozdíly mezi první a druhou a vyšší laktací u CLA, ale mezi ostatními mastnými kyselinami nebyl zjištěn žádný významný rozdíl. Také CASTILLO et al. (2006) nezjistili žádné významné rozdíly mezi jednotlivými laktacemi.

Z tabulky 18 je však patrné, že vliv pořadí laktace u českého strakatého plemene byl vyhodnocen jako statisticky významný ($p < 0,05$) u všech vybraných mastných kyselin a jejich skupin s výjimkou PUFA. U plemene holštýnského byl zaznamenán statisticky významný vliv pořadí laktace pouze u skupin mastných kyselin dělených podle počtu uhlíků, nikoliv podle dvojných vazeb. Statisticky velmi významné ($p < 0,001$) byly zaznamenány hodnoty SAFA v mléčném tuku dojnic českého strakatého plemene. Byl zjištěn nejnižší podíl SAFA v mléčném tuku prvotek v porovnání s dojnicemi na dalších laktacích.

Vliv pořadí laktace (1. a 2. a vyšší laktace) v tabulce 19 byl prokázán jako statisticky významný u všech vybraných mastných kyselin a jejich skupin. Pouze u kyseliny $C_{16:0}$ a skupiny PUFA u holštýnského plemene nebyla prokázána statistická významnost. U českého strakatého plemene byla zjištěna velmi významná statistická průkaznost u kyseliny $C_{18:1}$, u skupin SAFA, HFA, UFA, MUFA, MCFA a LCFA a u poměru mezi nasycenými a nenasycenými mastnými kyselinami byl vyhodnocen také velmi významný vliv pořadí laktace.

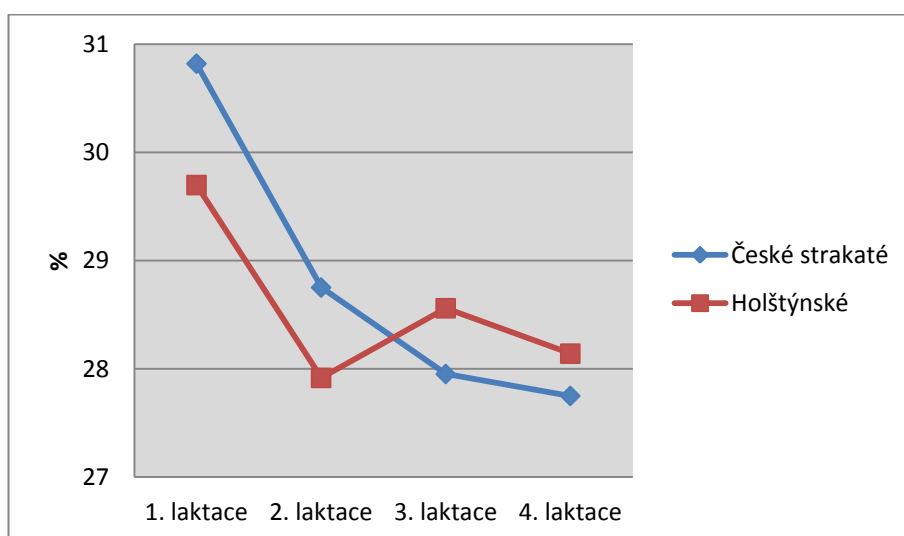
V **grafu 2** je dobře znatelné, že dojnice na první laktaci mají v mléčném tuku nižší obsah SAFA než dojnice na druhé a vyšší laktaci. Stejného názoru je i KELSEY et al. (2003), kteří tvrdí, že SAFA do počtu atomů uhlíků 18 mají nižší obsah na první laktaci v porovnání s dalšími laktacemi. S názorem se ztotožňují i AKERLIND et al. (1999) a zdůvodňují nízký obsah SAFA na první laktaci tím, že není dokončen vývoj mléčné žlázy. V rámci plemene byl prokázán výrazně nižší podíl SAFA v mléčném tuku českého strakatého plemene. Ke stejným výsledkům dospěli i PEŠEK et al. (2005). MAURICE-VAN EIJNDHOVEN et al. (2011) také srovnávali u vybraných plemen podíly SAFA v mléčném tuku, které nejsou pozitivně hodnoceny. Zastoupení bylo nejmenší pro groningské plemeno (68,9 %) ve srovnání s plemeny holandsko-fríské (74,1 %), Mass-rýn-ysselské (72,3 %) a Jersey (74,3 %).

Graf 2: Vliv pořadí laktace na zastoupení nasycených mastných kyselin (% všech mastných kyselin)



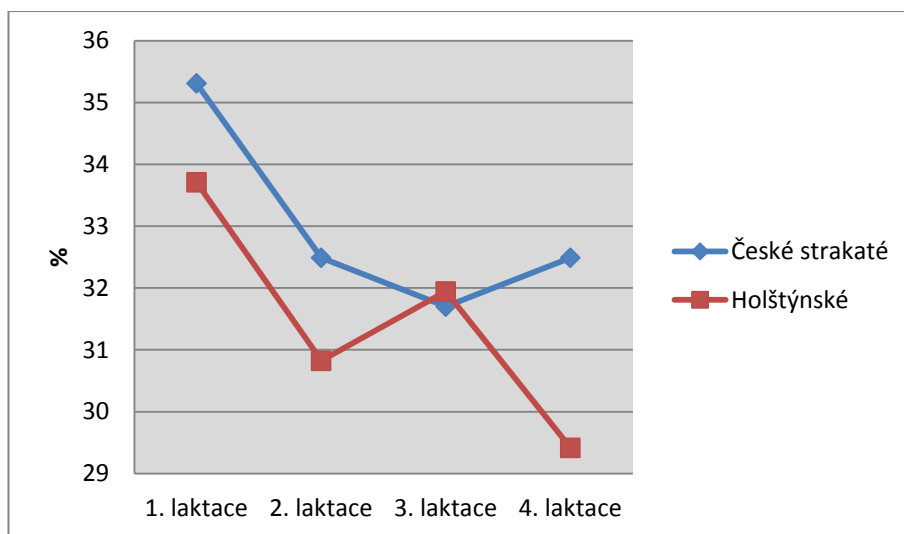
UFA jsou naopak v největším zastoupení v mléčném tuku prvotek v porovnání s dojnícemi na druhé a vyšší laktaci (**graf 3**). Podíl UFA v mléčném tuku prvotek a krav na vyšších laktacích je 30,9 %, resp. 28,4 % u českého strakatého plemene a u holštýnského plemene 29,7 %, resp. 28,2 %. BRAUNER & FICNAR (1985) také zhodnotili z hlediska zastoupení UFA příznivější složení mléčného tuku u prvotek českého strakatého plemene (31,1 %) v porovnání ke kravám na vyšších laktacích (30,5 %).

Graf 3: Vliv pořadí laktace na zastoupení nenasycených mastných kyselin (% všech mastných kyselin)



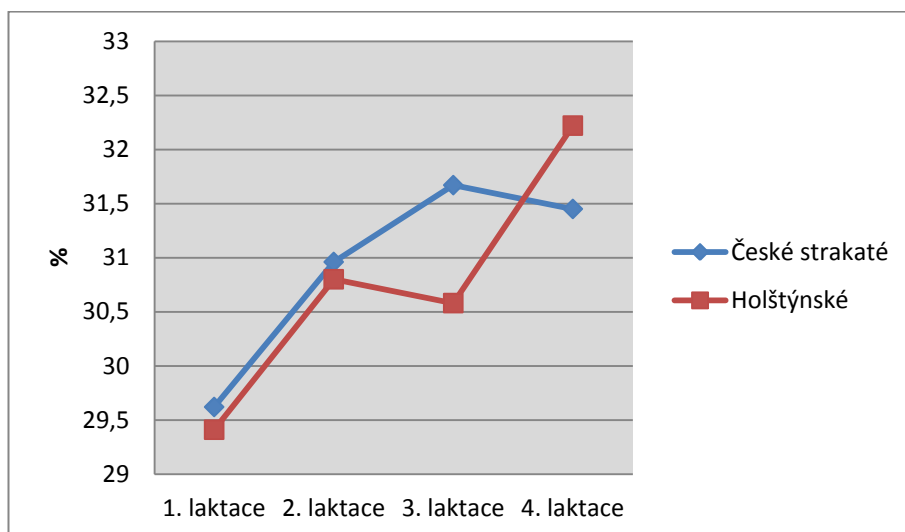
Rozdíly ve složení mléčného tuku se prokázaly nejvíce u mastných kyselin dělených podle počtu uhlíků. **Graf 4** znázorňuje vliv pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin s dlouhým uhlíkovým řetězcem (C18 a více). V mléčném tuku prvotelek je obsah mastných kyselin ve vyšším zastoupení (35,31 % a 32,31 u českého strakatého plemene, 33,71 % a 31,07 % u holštýnského plemene).

Graf 4: Vliv pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin s dlouhým uhlíkovým řetězcem (% všech mastných kyselin)



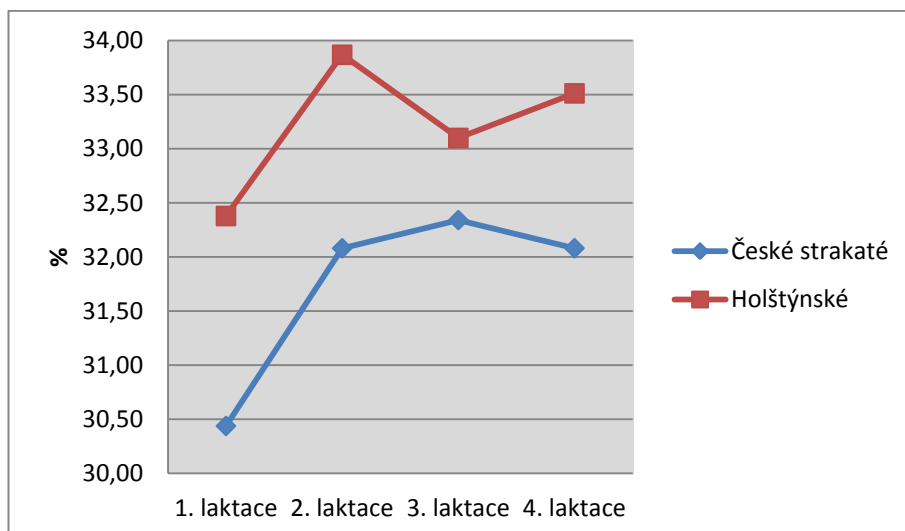
Opačný trend byl stanoven u mastných kyselin s počtem uhlíků do 15 (**graf 5**). V mléčném tuku dojnic na 1. laktaci byly tyto mastné kyseliny prokázány v nízkém zastoupení v porovnání s dojnicemi na vyšších laktacích. Rozdíly v zastoupení jsou u českého strakatého plemene 29,6 % a 31,3 %, u holštýnského plemene 29,41 % a 30,90 %.

Graf 5: Vliv pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin do počtu uhlíků 15 (% všech mastných kyselin)



U $C_{16:0}$ dochází rovněž ke zvyšování obsahu v mléčném tuku dojnic na druhé a dalších laktacích jako u SAFA (**graf 6**). KELSEY et al. (2003) potvrzuje nízký obsah SAFA v mléčném tuku dojnic na první laktaci s výjimkou $C_{16:0}$.

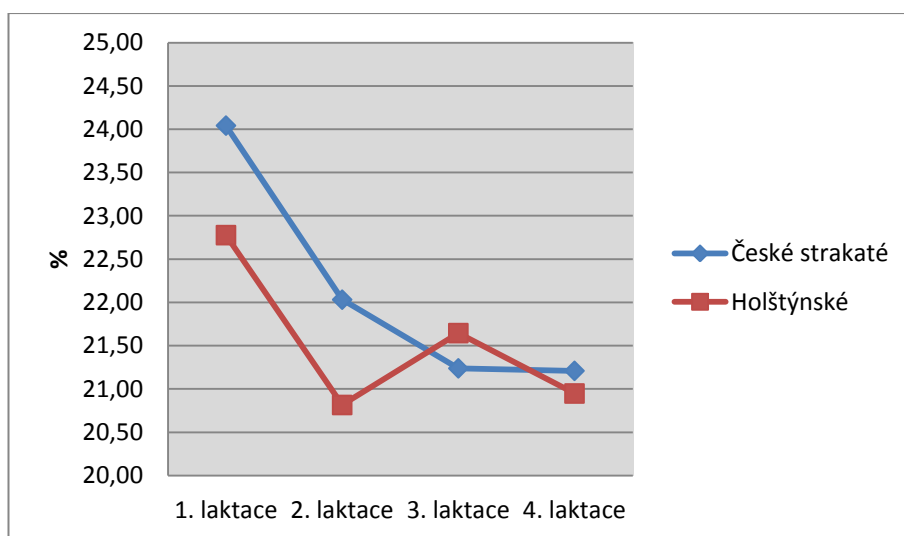
Graf 6: Vliv pořadí laktace na zastoupení kyseliny palmitové (% všech mastných kyselin)



U ostatních mastných kyselin byly objeveny podle KELSEYHO et al. (2003) rozdíly mezi první a dalšími laktacemi u $C_{14:1}$, $C_{16:1}$ a $C_{18:1}$. Kyselina $C_{18:1}$ patří mezi MUFA a je v mléčném tuku pozitivně hodnocena, protože snižuje jak obsah negativně působícího LDL – cholesterolu, tak dochází ke snížení

koncentrace TAG v krevní plazmě (KRIS-ETHERTON et al., 1999). Dojnice na první laktaci mají v mléčném tuku této pozitivně hodnocené mastné kyseliny oproti dojnícím na dalších laktacích nejvíce (**graf 7**). I THOMSON et al. (2000) prokázali vyšší zastoupení C_{18:1} i celkové zastoupení UFA v mléčném tuku prvotetek než u dojnic na druhé a vyšší laktaci. Také TOWNSEND et al. (1997) zjistili nižší zastoupení C_{18:1} v mléčném tuku starších dojnic.

Graf 7: Vliv pořadí laktace na zastoupení kyseliny olejové (% všech mastných kyselin)



5 ZÁVĚR

Mléčný tuk je v dnešní době konzumenty hodnocen spíše negativně pro vysoký obsah SAFA, z nichž některé mastné kyseliny mají vliv na vývoj nemocí oběhových soustav (např. infarkt myokardu nebo mozková mrtvice). Snížení obsahu SAFA v mléčném tuku různými faktory je předmětem mnoha výzkumů. Tématem diplomové práce bylo složení mléčného tuku v závislosti na pořadí laktace, které patří mezi faktory biologické.

Vliv pořadí laktace byl sledován u dojnic plemen české strakaté a holštýnské. Přesto, že holštýnské plemeno má větší užitkovost (22,5 kg) v porovnání s českým strakatým plemenem (18,7 kg), obsahy hlavních složek mléka (tuku a bílkovin) mělo plemeno české strakaté vyšší (4,34 % a 3,57 %) oproti plemeni holštýnskému (4,20 % a 3,40 %). Vliv pořadí laktace na denní dojivost u českého strakatého a holštýnského plemene je nesporný a byl statisticky průkazný ($p < 0,05$). U obsahu složek mléka byla prokázána statistická významnost pouze u obsahů laktózy ($p < 0,05$).

Mnoho autorů hodnotí mléčný tuk podle poměru mezi SAFA a UFA. Tato práce prokázala u českého strakatého a holštýnského plemene, že poměr SAFA a UFA je nejnižší v mléčném tuku dojnic na první laktaci (2,23 a 2,35) v porovnání s dojnicemi na druhé a vyšší laktaci (2,49 a 2,54). Vliv pořadí laktace na index nasycenosti byl statisticky významný ($p < 0,05$) a u českého strakatého plemene dokonce statisticky velmi významný ($p < 0,001$). Mléko prvotetek obsahuje více UFA a je tak zdravotně příznivější, než mléko dojnic na druhé a vyšších laktacích. Z výsledků je také zřejmé, že mléčný tuk dojnic českého strakatého plemene obsahuje méně SAFA než mléčný tuk holštýnských dojnic. S přihlédnutím ke skutečnosti, že rovněž zastoupení obsahově bohaté mastné kyseliny $C_{18:1}$ je v mléčném tuku dojnic českého strakatého plemene vyšší, je možné usuzovat, že mléko tohoto plemene se jeví z nutričního hlediska o něco příznivější než mléko holštýnského plemene.

Při zaměření na vybrané skupiny mastných kyselin se prokázaly rozdíly především u rozdělení mastných kyselin podle počtu uhlíků. LCFA v mléčném tuku prvotetek jsou ve vyšším zastoupení (35,31 % a 33,71 %) než u dojnic na druhé a vyšší laktaci (32,31 % a 31,07 %). Vliv pořadí laktace na zastoupení LCFA byl statisticky velmi významný u českého strakatého plemene ($p < 0,001$).

a u holštýnského plemene statisticky významný ($p < 0,05$). U mastných kyselin do počtu uhlíků 15 byl zjištěn naopak vysoký podíl v mléčném tuku dojnic na druhé a vyšších laktacích (31,25 % a 30,90 %) v porovnání s prvotelkami (29,62 % a 29,41 %) a vliv pořadí laktace se prokázal jako statisticky významný ($p < 0,05$).

6 SUMMARY

The consumers evaluate the high content of SAFA in milk fat negatively because of some fatty acids influence which gives rise to vascular diseases (for example heart attack or stroke). Reduction of SAFA content in milk fat becomes the object of many researches nowadays. The composition of milk fat depending on parity of lactation as a biological factor is the main topic of this thesis.

The influence of lactation number was observed by two cow breeds – Czech Pied and Holstein. However the milk yield of Holstein breed is higher (22,5 kg) in comparison to Czech Pied breed (18,7 kg), the fatty acids content in milk fat was higher by Czech Pied breed (4,34 % and 3,57 %) in comparison to Holstein breed (4,2 % and 3,4 %). The influence of parity of lactation on daily milk yield by both cow breeds was statistically significant ($p < 0,05$). Only the lactose content was proved in the evaluation of milk components content as statistically significant ($p < 0,05$).

Many researchers evaluated the milk fat according to the SAFA and UFA ratio. The thesis proves the SAFA and UFA ratio is the lowest in the milk fat by the first lactation of both breeds (2,23 and 2,35) in comparison to the second and following lactations (2,49 and 2,54). The parity of lactation influence on saturation index was also statistically significant ($p < 0,05$). The statistical significance by the Czech Pied breed had $p\text{-level} < 0001$. Because of the higher content of UFA in the first lactation milk its influence on the human health is more favorable than the influence of milk from the second and following parity of lactations. The results show the milk of Czech Pied breed has lower content of SAFA in comparison to Holstein breed. The higher nutritional value of milk from Czech Pied breed in comparison to the Holstein breed was caused by its richness on fatty acid C18:1.

The differences among the fatty acids were proved due to the focus on the carbon atoms amounts in fatty acid molecular chains. There is the higher content of LCFA by the first lactation (35,31 % and 33,71 %) in comparison to the following parity of lactation (the second lactation contains 32,21 % and 31,07 % of LCFA). The statistical significance of parity of lactation according to the LCFA content was proved by Czech Pied breed ($p < 0,001$) and also by Holstein breed ($p < 0,05$). The content of fatty acids with chains no longer than 15 carbon

atoms was proved higher by the second and following lactations (31,25 % and 30,90 %) in comparison to the first lactation (29,6 % and 29,41 %), what proved the statistical significance ($p < 0,05$) of the parity of lactation influence.

Keywords: cow; milk yield; milk composition; milk fat; fatty acids; parity; lactation; breed

7 SEZNAM LITERATURY

1. **Abu_Ghazaleh, A. A., Schingoethe, D. J., Hippen, A. R., Kalscheur, K. F., Whitlock, L. A. 2002.** Fatty acid profiles of milk and rumen digesta from cows fed fish oil, extruded soybeans or their blend. *Journal of Dairy Science*, 85(9), 2266 – 2276.
2. **Akerlind, M., Holtenius, K., Bertilsson, J., Emanuelson, M. 1999.** Milk composition and feed intake in dairy cows selected for high and low milk fat percentage. *Livestock Production Science*, 59(1), 1 – 11.
3. **Baer, R. J. 1991.** Alteration of the fatty acid content of milk fat. *Journal of Food Protection*, 54(5), 383 – 386.
4. **Beaulieu, A. D., Palmquist, D. L., 1995.** Differential effects of high-fat diets on fatty acid composition in milk of Jersey and Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 78(6), 1336 – 1344.
5. **Bradford, B. J., Allen, M. S. 2004.** Milk fat responses to a change in diet fermentability vary by production level in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 87(11), 3800 – 3807.
6. **Brauner, J., Ficnar, J. 1985.** Milk fat composition in first-calvers and older cows. *Czech Journal of Animal Science*, 30 (7), 585 – 594.
7. **Bucek, P. 2010 a).** Výsledky kontroly užítkovosti dojených krav v roce 2009. *Náš chov*, 1, 20 – 21.
8. **Bucek, P. 2010 b).** Kontrola mléčné užítkovosti 2009/2010. *Náš chov*, 12, 26 – 28.
9. **Bucek, P. 2011.** Kontrola mléčné užítkovosti krav v ČR v roce 2011. *Náš chov*, 12, 22 – 24.
10. **Castillo, A. R., Taverna, M. A., Paez, R. R., Cuatrin, A., Colombatto, D., Bargo, F. et al. 2006.** Fatty acid composition of milk from dairy cows fed fresh lucerne based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 131(3-4), 241 – 254.
11. **Doležal, A. 2000.** Mléko, dojení, dojírny. Praha: AGROSPÓJ, 241 s.
12. **Drackley, J. K., Beaulieu, A. D., Elliot, J. P. 2001.** Responses of milk fat composition to dietary fat or nonstructural carbohydrates in Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, 84 (5), 1231 – 1237.

13. **Ettema, J. F., Santos, J. E. P. 2004.** Impact of age at calving on lactation, reproduction, health and income in first-parity holsteins on commercial farms. *Journal of Dairy Science*, 87(8), 2730 – 2742.
14. **Frelich, J. 2001.** Chov skotu. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 211 s.
15. **Gajdůšek, S. 2003.** Laktologie. Brno: MZLU, 78 s.
16. **Hajič, F., Košvanec, K., Čítek, J. 1995.** Obecná zootechnika. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 165 s.
17. **Hanuš, O. 2004.** Průběžné vyhodnocení výsledků řešení projektu NAZV, MZe – ČR. TEZ_2004_1B 44036_3. Rapotín: Výzkumný ústav pro chov skotu, 10 s.
18. **Jelínek, P., Koudela, K. 2003.** Fyziologie hospodářských zvířat. Brno: MZLU, 409 s.
19. **Jensen, R. G. 1995.** Handbook of milk Composition. San Diego, California: Academic Press, Inc, 919 pp.
20. **Jensen, R. G. 2002.** The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*, 85(2), 295 – 350.
21. **Ježková, A., Dřevo, V. 2002.** The breeding of various performance types of cattle in identical technological conditions. *Journal of Central European Agriculture*, 3(4), 363 – 376.
22. **Jones, E. L., Shingfield, K. J., Kohen, C., Jones, A. K., Lupoli, B. et al. 2005.** Chemical, physical, and sensory properties of dairy products enriched with conjugated linoleic acid. *Journal of Dairy Science*, 88(8), 2923 – 2937.
23. **Kay, J. K., Thomson, N. A. 2003.** Pasture, fish oil and sunflower oil: The perfect combination for healthier milk. *Australia Journal of Dairy Technology*, 58(2), 183 pp.
24. **Kelsey, J. A., Corl, B. A., Collier, R. J., Bauman, D. E. 2003.** The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86(8), 2588 – 2597.
25. **Komprda, T., Šustová, K., Dvořák, R., Tieffová, P., Poul, J. 2001.** Changes fatty acid pattern, composition and technological parameters of

- milk in dairy cows fed heat-treated rapeseed cakes in the first stage of lactation. *Czech Journal of Animal Science*, 46(5), 231 – 239.
26. **Komprda, T., Dvořák, R., Fialová, M., Šustová, K., Pechová, A. 2005.** Fatty acid content in milk of dairy cows on a diet with high fat content derived from rapeseed. *Czech Journal of Animal Science*, 50(7), 311 – 319.
27. **Kopecký, J. 1981.** Chov skotu. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 500 s.
28. **Kratochvíl, L., Zadražil, K., Pešek, M. 1985.** Mlékařství a hodnocení živočišných výrobků. Praha: Vysoká škola zemědělská Praha, 321 s.
29. **Kris-Etherton, P. M., Pearson, T. A., Wan, Y., Hargrove, R. L., Moriarty, K., Fishell, V., Etherton, T. D. 1999.** High-monounsaturated fatty acids diets lower both plasma cholesterol triacylglycerol concentration. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(6), 1009 – 1015.
30. **Kvapilík, J., Růžička, Z., Bucek, P. 2008.** Chov skotu v České republice: Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2007. Českomoravská společnost, 94 s.
31. **Lukášová, J. 1999.** Hygiena a technologie produkce mléka. Brno: VFU, 101 s.
32. **Maurice-Van Eijndhoven, M. H. T., Hiemstra, S. J., Calus, M. P. L. 2011.** Milk fat composition of 4 cattle breeds in the Netherlands. *Journal of Dairy Science*, 94(2), 1021 – 1025.
33. **Mikšík, J., Žižlavský, J. 2005.** Chov skotu. Brno: MZLU, 149 s.
34. **Oprzadek, J., Oprzadek, A. 2003.** Modifications of fatty acids composition in ruminants. *Medycyna - Weterynaryjna*, 59(6), 492 – 495.
35. **Palladino, R. A., Buckley, F., Prendiville, R., Murény, J. J., Allan, J., Kenny, D. A. 2010.** A comparison between Holstein-Friesian and Jersey dairy cows and their F₁ hybrid on milk fatty acid composition under grazing conditions. *Journal of Dairy Science*, 93(5), 2176 – 2184.
36. **Pešek, M., Špička, J., Samková, E. 2005.** Comparison of fatty acid composition in milk fat of Czech Pied cattle and Holstein cattle. *Czech Journal of Animal Science*, 50(3), 122 – 128.

37. **Pešek, M., Špička, J., Samková, E. 2006.** Fatty acids and composition of their important groups in milk fat of Czech Pied cattle. *Czech Journal of Animal Science*, 51(5), 181 – 188.
38. **Piva, G., Fusconi, G., Prandini, A., Capri, E. 1993.** Composizione acidica del grasso del latte: fattori di variabilità in aziende dell'area padana. *Scienza e Tecnica Lattiero Casearia*, 44(5), 309 – 323.
39. **Rego, O. A., Rosa, H. J. D., Portugal, P. V., Franco, T., Vouzela, C. M., Borba, A. E. S., Bessa, R. J. B. 2005.** The effects of supplementation with sunflower and soybean oils on the fatty acid profile of milk fat from grazing dairy cows. *Animal Research*, 54(1), 17 – 24.
40. **Samková, E., Pešek, M., Špička, J. 2008.** Mastné kyseliny mléčného tuku skotu a faktory ovlivňující jejich zastoupení. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 90 s.
41. **Samková, E. 2008.** Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku dojníc v závislosti na vybraných zootechnických faktorech: Doktorská disertační práce. Brno: MZLU, Agronomická fakulta, 186 s.
42. **Secchiari, P., Mele, M., Serra, A., Buccioni, A., Paoletti, F., Antongiovanni, M. 2003.** Effect of breed, parity and stage of lactation on milk conjugated linoleic acid content in Italian Friesian and Reggiana cows. *Italian Journal of Animal Science*, 2(1), 269 – 271.
43. **Šubrt, J., Hrouz, J. 2009.** Obecná zootechnika. Brno: MZLU, 205 s.
44. **Thomson, N. A., Poel, W. van der, Peterson, S. W. 2000.** Seasonal variation of the fatty acid composition of milk fat from Friesian cows grazing pasture. In *Proceeding of New Zealand Society of Animal Production*, 60, 314 – 317.
45. **Tichá, M., Řeřuchová, M. 2005.** Srovnání dojníc českého strakatého skotu a holštýnského skotu. *Náš chov*, 9, 24 – 26.
46. **Townsend, S. J., Siebert, B. D., Pitchford, W. S. 1997.** Variation in milk fat content and fatty acid composition of Jersey and Friesian cattle. In *Breeding responding to Client Needs. Proc. 12th Conf. Dubbo Australia*, 6 – 10 April, 1997. Armidale, Australia: AAABG Distribution Service, Part 1, 283 – 291.
47. **Vacek, M. 1995.** Optimalizace plemenářské práce a techniky chovu ve stádech dojeného skotu. Uhřetěves: VÚŽV, 81 s.

48. **Vejčík, A., 2001.** Chov hospodářských zvířat. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 178 s.
49. **Velíšek, J. 1999.** Chemie potravin I. Tábor: OSSIS, 328 s.
50. **Wales, W. J., Koller, E. S., Egan, A. R., Roche, R. 2009.** 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. *Journal of Dairy Science*, 92(1), 247 – 255.
51. **White, S. L., Bertrand, J. A., Wade, M. R., Washburn, S. P., Green, J. T. JR., Jenkins, T. C. 2001.** Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 84(10), 2295 – 2301.
52. **Zavadilová, L., Štípková, M. 2011.** Vztah věku při prvním otelení a dlouhověkosti krav. *Náš chov*, 5, 29 – 30.
53. **Žižlavský, J. 2008.** Chov hospodářských zvířat. Brno: MZLU, 210 s.

Vyhlášky

54. Vyhláška MZe ČR 211/2004, o metodách zkoušení a způsobu odběru a přípravy kontrolních vzorků. 2004.

Zdroje online

55. Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR. *Šlechtění holštýnského skotu (Motyčka, J.)* [online]. 2005. Dostupné z: http://www.holstein.cz/soubory/nastroje_chovatel/Slechteni_holstynskeho_skotu.pdf
56. Svaz chovatelů českého strakatého skotu. *Šlechtění / Šlechtění a reprodukce: Chovný cíl* [online]. 2008. Dostupné z: <http://www.cestr.cz/ke-stazeni.html>