

# VZTAH KONCENTRACE ZDRAVOTNĚ VÝZNAMNÝCH SKUPIN MASTNÝCH KYSELIN KE SLOŽKÁM A TECHNOLOGICKÝM VLASTNOSTEM KRAVSKÉHO MLÉKA

O. Hanuš, E. Samková, J. Špička, K. Sojková, K. Hanušová, T. Kopec,  
M. Vyleťlová, R. Jedelská

**Došlo: 25. května 2010**

## Abstract

HANUŠ, O., SAMKOVÁ, E., ŠPIČKA, J., SOJKOVÁ, K., HANUŠOVÁ, K., KOPEC, T., VYLETĚLOVÁ, M., JEDELSKÁ, R.: *Relationship between concentration of health important groups of fatty acids and components and technological properties in cow milk*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2010, LVIII, No. 5, pp. 137–154

Groups of fatty acids (FAs) in milk fat can have positive and negative impact on consumer health. Profile of FAs could be influenced by dairy cow nutrition, breed, milk yield level et cetera. The question is what relationships the FAs could have to quality of milk products? Relationships between FAs and their groups to selected milk indicators were studied in Czech Fleckvieh and Holstein cows (64 bulk milk samples). There were 8 herds in 2-year investigation during winter and summer season. The relationship of saturated FAs (SAFA; 66.22%) was significant only to lactose (L) content (0.290;  $P < 0.05$ ). The relationships of monounsaturated FAs (MUFA; 29.21%) to milk indicators (MIs) were insignificant ( $P > 0.05$ ). The relationships of polyunsaturated FAs (PUFA, beneficial for consumer health; 4.53%) to MIs were narrower: fat (T, 0.321;  $P < 0.05$ ); lactose (L, 0.458;  $P < 0.01$ ); milk alcohol stability (AL, 0.447;  $P < 0.01$ ); titration acidity (SH, 0.342;  $P < 0.01$ ); cheese curd quality (KV, 0.427;  $P < 0.01$ ); milk fermentationability (JSH, 0.529;  $P < 0.001$ ), streptococci count in yoghurt (Strepto, 0.316;  $P < 0.05$ ); total count of noble bacteria in yoghurt (CPMUK, 0.314;  $P < 0.05$ ); streptococci/lactobacilly ratio (StreptoLacto, 0.356;  $P < 0.01$ ). The relationships of conjugated linoleic acid (CLA; markedly beneficial for health; 0.68%) to MIs were: T (0.379;  $P < 0.01$ ); L (–0.542;  $P < 0.001$ ); AL (0.266;  $P < 0.05$ ); KV (0.411;  $P < 0.01$ ); Strepto (0.260;  $P < 0.05$ ); StreptoLacto (0.270;  $P < 0.05$ ). The higher CLA levels were connected in this way with: higher fat content; lower lactose content; lower alcohol stability; lower streptococci count in yoghurt; lower streptococci/lactobacilly ratio in yoghurt. The PUFA and CLA representation decreased with L increase. Simultaneously some technological milk properties such as alcohol stability and fermentationability were slightly improved.

cow, milk, fat, health important groups of fatty acids, conjugated linoleic acid, milk fermentation

Masné kyseliny vázané estericky s glycerolem do triglyceridů tvoří základní molekuly tukových kuliček mléka. Tento tuk je syntetizován v buňkách sekrečního epitelu mléčné žlázy, přičemž část mastných kyselin z krve může přejít do mléka v podobě volných mastných kyselin, které jsou pak obsaženy v malém podílu také v mléčném tuku. Za určitých okolností, jako zhoršená energetická výživa krav, horší hygiena mléka (Vyleťlová *et al.*, 2000) nebo zhoršené zacházení s mlékem a jeho neade-

kvátní mechanické namáhání (Hanuš *et al.*, 2008 c), může dojít k oddělování mastných kyselin z tuku a vzrůstu koncentrace volných mastných kyselin. To může zhoršovat kvalitu mléka a trvanlivost výrobků.

Vlastnosti mléčného tuku jsou závislé na zastoupení mastných kyselin. Mezi vlivy působící na mléčný tuk, a tudíž i na zastoupení mastných kyselin, patří druh savce, plemeno a podnebí, roční období, laktace doba a v největší míře výživa (Klíčnický, 1978). Významným vlivem na variabilitu za-

stoupení mastných kyselin v mléčném tuku je rovněž individualita dojnice (Soyeurt *et al.*, 2006; Pešek *et al.*, 2009 a, b). Skladba mléčného tuku z hlediska mastných kyselin je tedy do značné míry ovlivněna výživou krav. Krmivo bohaté na tuk se projevuje tím, že vlastnosti mléčného tuku se pak blíží vlastnostem tuku krmiva. Je-li však krmivo chudé tukem a bohaté na sacharidy a bílkoviny, blíží se mléčný tuk svými vlastnostmi více vlastnostem tělesného tuku zvířete. Některé mastné kyseliny zastoupené ve zvýšeném množství v krmivu se pak mohou objevit ve zvýšeném množství i v mléčném tuku. Například značné dávky lněného oleje v krmivu mají za následek větší podíl kyseliny linolové v mléčném tuku. Největší výkyvy ve složení mléčného tuku vyvolává zastoupení těkavých mastných kyselin ve vodě rozpustných a nenasycených mastných kyselin, zejména kyseliny olejové (Prokš, 1964). Vliv krmiva, resp. tuků v něm obsažených se u přežvýkavců uplatňuje na složení mléčného tuku jen v omezené míře. Böttcher (1958) ve starších výsledcích uvedl, že mléčný tuk kravský má asi 2 % kyseliny linolové, žádnou linolenovou a asi 30 % olejové. Přitom oleje v travách zelené píce obsahují nejméně 50 % kyseliny linolenové a kolem 30 % jiných nenasycených mastných kyselin, zejména olejové a linolové. Podle něj dochází v bachoru krávy a jiných přežvýkavců k dalekosáhlé hydrogenaci těchto nenasycených mastných kyselin bakteriemi, přitom je hlavním produktem kyselina stearová, která je nasycená.

Profil skladby mastných kyselin mléčného tuku má nezastupitelnou roli v lidské výživě. Nasycené (SAFA) mastné kyseliny a nenasycené (USFA) mastné kyseliny (mononenasycené a polynenasycené, MUFA a PUFA) jsou známé pro svůj vliv na zdraví člověka, SAFA v negativním a USFA v pozitivním smyslu (Oprzadek a Oprzadek, 2003; Pešek *et al.*, 2005, 2006; Janů *et al.*, 2007 b). Mezi nejvýznamnější SAFA patří kyselina palmitová a stearová. Mezi významné MUFA se řadí kyselina olejová a mezi PUFA patří konjugovaná kyselina linolová (CLA). Některé nedávné výzkumy (Parodi, 1997, 2004; Korhonen, 2003) naznačily také protirakovinný účinek sfingolipidových složek a CLA mléčného tuku. CLA je typická ve vyšším obsahu pouze pro mléko a maso přežvýkavců (5,5 mg/g tuku mléka oproti 0,7 mg/g tuků rostlinných nebo nepřežvýkavých zvířat; Chin *et al.*, 1992). O CLA a nenasycených mastných kyselinách je známo, že jejich obsahy v mléčném tuku lze zvyšovat pomocí zvýšeného obsahu polynenasycených mastných kyselin v krmné dávce (Komprda *et al.*, 2000; DePeters *et al.*, 2001; Ryhänen *et al.*, 2005). Podobně pak také aplikace vyššího podílu objemných krmiv na úkor krmiv jadrných v sušině krmné dávky, zejména travní pastvy (Lock a Garnsworthy, 2003; Frelich *et al.*, 2009 a, b; Samková *et al.*, 2009 ), často však tím při nižší mléčné užitkovosti (Hanuš *et al.*, 2008 a, b). Hermansen a Lund (1990) našli vzrůst podílu C16:0 v mléčném tuku u černostrakatých dánských krav

krmených vysokými dávkami vápníkem zmýdelněného palmového oleje (1 kg mýdla na den).

Sezonní změny ve skladbě mastných kyselin sledovali Thomson *et al.* (2000) a potvrdili rozdílné obsahy PUFA na jaře a na konci léta (32,8, resp. 30,4 %) oproti zimnímu období (24,5 %). Ellis *et al.* (2006) ve studii složení mléčného tuku v průběhu roku zjistili i rozdíly v PUFA u mléka dojníc z tradičního chovu a chovu v podmínkách ekologického hospodaření (vyšší PUFA). Rovněž v obsazích isomerů mastných kyselin se projevil rozdíl ovlivněný pastvou. Vyšší množství CLA (0,64–0,69 %) u mléka pasených krav zjistili White *et al.* (2001) v porovnání s mlékem dojníc krmených běžnou krmnou dávkou, kde byl obsah CLA 0,31–0,35 %. Významné rozdíly v obsazích CLA v zimním (0,48 %) a letním (0,68 %) období shledali i Thorsdottir *et al.* (2004), popř. Floris *et al.* (2006), Frelich *et al.*, (2009 a, b) aj.

Edwards *et al.* (1973) analyzovali složení mléčného tuku podle mastných kyselin u ayrshirských jednovaječných a dvouvaječných dvojčat. Uvedli, že proporce různých mastných kyselin jsou předmětem vysokého stupně genetické kontroly. Renner a Kosmack (1974 a, b, c) uvedli, že relativně vyšší heritabilita byla zjištěna pro množství mastných kyselin s krátkým (SCFA) a středně dlouhým řetězcem (MCFA), avšak dědivosti pro nenasycené mastné kyseliny nad C18 (LCFA) byly nízké. Vztahy mezi objemem produkovaného mléka a skupinami mastných kyselin byly nízké; jak vzrůstalo procento tuku v mléce, klesala proporce nenasycených mastných kyselin C18, což je základem ke genetickým korelacím. Brauner a Ficnar (1985) hodnotili zejména podíl chovatelských faktorů, např. stadia a pořadí laktace na zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku. Příznivější složení mléčného tuku uvedli u prvoteků Českého strakatého plemene v porovnání ke kravám na vyšších laktacích, především pokud se týkalo USFA (31,1:30,5 %). Vyšší podíl kyseliny palmitové a myristové u českého strakatého skotu uvedli Pešek *et al.* (2005). Palmquist *et al.* (1993) srovnávali tentýž údaj mezi plemeny Holštýn a Jersey, kde podíl SAFA C6:0 až C14:0 byl vyšší u plemene Jersey (rovněž Peters *et al.*, 1995).

Grummer (1991) citoval, že ideální mléčný tuk pro výživu by měl obsahovat 10 % PUFA, 8 % SAFA a 82 % MUFA. Toho nelze dosáhnout ani výraznou změnou diety dojníc. Je však např. možné zvýšit výrazně obsah mononenasycené mastné kyseliny C18:1, popř. PUFA pomocí krmných tuků a olejů bohatých na USFA s dlouhým řetězcem. Rovněž krmné dávky s nižším podílem objemných krmiv a s vyšším podílem koncentrovaných krmiv zvyšují podíl C18:1 v mléčném tuku.

Pro dietetické aplikace CLA byla popsána redukce atherogeneze (Haumann, 1996; Nicolosi *et al.*, 1997). Uvedený efekt však všechny práce nepotvrdily (Munday *et al.*, 1999). Spotřeba mléčného tuku je přesto stále omezována z obavy před zvýšeným příjmem cholesterolu a nasycených mastných kyselin a v důsledku toho z obavy před výskytem kardiovaskulárních onemocnění. Výsledky prací o příznivých

zdravotních efektech CLA však postupně omezují zmíněné negativní vnímání mléčného tuku.

V různých pracích byl tedy prokázán příznivý vliv některých mastných kyselin mléčného tuku a jejich skupin, zejména CLA, na lidské zdraví. Řešeny byly také otázky možné modifikace profilu mastných kyselin (MK) mléčného tuku prostřednictvím řízení výživy dojníc za účelem zvýšení obsahu zdraví prospěšných skupin MK. Otázkou však zůstává také perzistence případně zvýšeného obsahu CLA a zdraví prospěšných mastných kyselin v mléčném tuku během fermentace na mléčné výrobky. To je třeba ověřit experimentálně. Při uvedených úvahách a v dané souvislosti by ovšem mohl hrát roli i původní přirozený vztah skupin mastných kyselin v mléčném tuku k některým technologickým vlastnostem mléka během fermentace, je-li ovšem jaký. Cílem práce proto bylo provést analýzu možného vztahu koncentrace účelových skupin mastných kyselin

v mléčném tuku k fermentačním schopnostem na definovaném souboru bazénových vzorků kravského mléka.

## MATERIÁL A METODY

### Zvířata, stáda, prostředí a bazénové vzorky mléka

Bazénové vzorky mléka (BVM) byly získávány pravidelně dvakrát v zimním a dvakrát v letním krmném období v osmi komerčních stádech dojníc po dva roky. Celkem se jednalo o 64 BVM. Čtyři stáda byla s dojnicemi plemene České strakaté (CF) a čtyři s dojnicemi plemene Holštýn (H). Průměrná velikost stáda činila  $185 \pm 149$  (66 až 439) dojníc a mléčná užitkovost byla  $6\,200,6 \pm 1\,455,1$  (3 836 až 8 124) kg (Tab. I a II). Krávy byly krmeny typickým způsobem pro podmínky České republiky, to znamená kukuřičnou, vaječkovou, jetelovou a travní siláží, senem,

I: Základní skladba krmných dávek dojníc pokusných stád

I: Basic composition of feeding rations of dairy cows in experimental herds

Chov	n	ustájení	dojení	letní							zimní			celoroční							
				KD	pastva	seno	senáž	siláž	JK	MS	ML	GPS	siláž	senáž	JS	seno	MS	ML	M	JK	RR
1	315	volné	dojírna		ne							4	10	9		1,5	0,2	7		1,5	
2	68	volné	dojírna		ne								17	19		1,5	0,1			4,5	2,0
7	73	vazné	stání	ano 50	3,0			2,0	0,10			40				5,0	0,1			2,5	
8	75	vazné	stání	ano 50	2,5			2,5	0,15	5				35		5,0	0,2	2	0,6	2,5	
3	125	volné	dojírna	ano 25		12	10	4,0	0,15			22		15	0,7		0,8			4,7	0,9
4	66	volné	dojírna	ano 40		5	5	0,5	0,10					25		3,0	0,1	12		0,5	
5	439	volné	dojírna		ne							20		14		0,7	0,2			2,6	1,4
6	318	volné	dojírna		ne								17	13	0,5	0,5	0,5			6,0	7,0

Údaje v kg; n = počet krav; KD = krmná dávka; JK = jaderné krmivo; MS = minerální směs; JS = ječná sláma; RR = řepné řízky; ML = mláto; M = melasa; GPS = siláž z celých rostlin ve voskové zralosti zrna (kukuřice); pastva travní a bylinná; seno luční; senáž jetelotravní; siláž kukuřičná

II: Základní údaje o prostředí souboru chovů dojníc

II: Basic figures about environment of dairy cow herds

Číslo chovu	Plemeno	Nadmořská výška stáje		Roční úhrn vodních srážek	Průměrná roční teplota vzduchu	Průměrná mléčná užitkovost za laktaci
		m	mm			
1	CF	440	650	7,90	6445	
2	CF	360	700	7,00	6735	
7	CF	550	900	4,50	4526	
8	CF	680	1140	7,40	3836	
	x	507,5	847,5	6,7	5385,5	
	sd	138,9	222,9	1,52	1424,0	
3	H	250	700	7,80	6790	
4	H	520	720	4,80	5638	
5	H	390	650	5,50	7511	
6	H	286	670	9,60	8124	
	x	361,5	685,0	6,9	7015,8	
	sd	121,2	31,1	2,20	1068,1	
Celkem	x	434,5	766,3	6,8	6200,6	
	sd	143,7	171,0	1,75	1455,1	

x = aritmetický průměr; sd = směrodatná odchylka; H = Holštýn; CF = České strakaté

jadrnými krmivy a minerálními krmnými doplňky podle potřeby živin k aktuální doživosti, podle doporučení krmných norem. Krmné dávky však byly poměrně různorodé. Kompletní přehled krmných dávek stád dojnic je uveden v Tab. I. Některá stáda byla rovněž pasena během letní krmné sezony. Všechny krávy byly dojeny dvakrát denně. Základní údaje o prostředí chovů dojnic prezentuje Tab. II.

### Analýzy profilu mastných kyselin mléčného tuku

Pro analýzu profilu mastných kyselin (MK) byl mléčný tuk izolován pomocí extrakce v petroléteru metodou podle Röse-Gottlieba a následně reesterifikován. Metylestery mastných kyselin byly analyzovány prostřednictvím plynové chromatografie (přístroj GC, Varian 3300, Techtron, Australia). Na chromatogram bylo izolováno 54 MK včetně příslušných izomerů a tyto byly vyjádřeny relativně v procentech (Pešek *et al.*, 2005, 2006, 2009 a, b; Třináctý *et al.*, 2006; Janů *et al.*, 2007 b). Sestavení skupin MK pro vyhodnocení bylo provedeno podle tradičních strukturálně-chemických a nutričních kritérií v souladu s předchozími pracemi (Janů *et al.*, 2007 b; Pešek *et al.*, 2009 b; Samková *et al.*, 2008, 2010): SAFA = nasycené MK; CLA = konjugovaná kyselina linolová; MUFA = mononenasycené MK; PUFA = polynenasycené MK včetně CLA; USFA = nenasycené MK včetně CLA; HCFA = hypercholesterolemické MK, tj. suma C12:0, C14:0 a C16:0; SCFA = MK s krátkým řetězcem, C4 až C11; MCFA = MK se středním řetězcem, C12 až C16; LCFA = MK s dlouhým řetězcem, C18 a více; C16:0 = kyselina palmitová (nejvýznamnější nasycená MK); C18:1 = kyselina olejová (nejvýznamnější nenasycená MK).

### Ostatní mléčné analýzy

BVM byly analyzovány na další mléčné ukazatele v akreditované Národní referenční laboratoři pro syrové mléko (podle ČSN EN ISO/IEC 17025) ve Výzkumném ústavu pro chov skotu v Rapotíně. Vedle základních složek a vlastností mléka byly stanoveny technologické parametry, zejména syřitelnosti a kysací schopnosti mléka podle následující identifikace: T = obsah tuku (%); L = obsah monohydrátu laktózy (%); HB = obsah hrubých bílkovin (%); PSB = počet somatických buněk ( $\text{tis.ml}^{-1}$ ); log PSB = logaritmicky transformovaný ( $\log_{10}$ ) PSB; AL = alkalická stabilita mléčných bílkovin (spotřeba v ml 96% etanolu do vytvoření prvních viditelných vloček srážených mléčných bílkovin na 5 ml mléka); SH = titrační kyselost podle Soxhlet-Henkela ( $\text{v ml} \times 2,5 \text{ mmol.l}^{-1}$  roztoku NaOH, ČSN 570530); Čas = čas enzymatické koagulace mléka (sekunda); KV = kvalita sýřeny (subjektivní odhad, aspekty a palpací, 1 = výborná až 4 = špatná); PEV = pevnost sýřeny po enzymatickém sýření (v cm propadu tělíska koláčem sýřeny za konstantních podmínek, čím méně cm, tím pevnější sýřenina); SYR = objem syrovátky vypuzené koláčem sýřeny z 50 ml mléka v procesu synergeze (ml); JSH = kysací schopnost mléka, hodnota jogurtového testu (JT, ON

570534 s lehce modifikovaným postupem s termofilní jogurtovou kulturou YC-180-40-FLEX = *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* a *L. d.* subsp. *bulgaricus*) ve stupních podle Soxhlet-Henkela ( $\text{ml} \times 2,5 \text{ mmol.l}^{-1}$  roztoku NaOH); JpH = kysací schopnost mléka, hodnota JT vyjádřená aktivní kyselostí; Lacto = kysací schopnost mléka, hodnota JT, počet laktobacilů ( $\text{CFU.ml}^{-1}$  v koloniformních jednotkách na ml, ČSN ISO 6610); log Lacto = logaritmická transformace ( $\log_{10}$ ) hodnoty Lacto; Strepto = kysací schopnost mléka, hodnota JT, počet streptokoků ( $\text{CFU.ml}^{-1}$  v koloniformních jednotkách na ml); log Strepto = logaritmická transformace hodnoty Strepto; CPMUK = kysací schopnost mléka, hodnota JT, celkový počet mikroorganismů ušlechtilé kultury ( $\text{CFU.ml}^{-1}$  v koloniformních jednotkách na ml); log CPMUK = logaritmická transformace hodnoty CPMUK; StreptoLacto = poměr Strepto/Lacto.

Ukazatele T, L a HB byly stanoveny na pravidelně kalibrovaném (ČSN 570536) zařízení Milko-Scan 133 B (Foss Electric, Dánsko). PSB byl stanoven na pravidelně kontrolovaném (ČSN EN ISO 13366-3) přístroji Fossomatic 90 (Foss Electric, Dánsko).

### Statistické zpracování dat

Datový soubor byl dobře vyvážen ve smyslu zastoupení plemen, sezony vzorkování, krmení směsné krmné dávky a pastvy podle plemen a také úrovně mléčné užitkovosti. V souboru byly hodnoceny BVM plemen České strakaté a Holštýn (1:1) společně, neboť také svoz mléka ke zpracování na potraviny je v České republice zpravidla realizován jako směs mléka od obou dojených plemen. Pro daný účel hodnocení byl tento postup proto racionálnější. Zpracování statistických dat zahrnuje určení základních statistických parametrů: aritmetický průměr ( $\bar{x}$ ); geometrický průměr ( $\bar{x}_g$ ); směrodatná odchylka ( $s_d$ ); variační koeficient ( $v_x$ ); medián ( $m$ ). Následně byla provedena lineární a nelineární (logaritmická (LIN), mocninová (MOC) a exponenciální (EXP)) regresní analýza vzájemných vztahů mezi definovanými skupinami MK a technologickými ukazateli korespondujících BVM. Prezentovány byly vztahy s nejvyšším koeficientem determinace v případě významnosti ( $P \leq 0,05$ ) a lineární v případě obecné nevýznamnosti ( $P > 0,05$ ) jako korelační koeficienty nebo indexy. K hodnocení byl použit program Microsoft Excel.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### Základní statistické parametry mléčných ukazatelů a mastných kyselin v mléčném tuku

Průměrné hodnoty a ostatní základní statistické parametry sledovaných mléčných ukazatelů jsou uvedeny v Tab. III. Jak z výsledků vyplývá, složení a kvalita mléka byly na dobré úrovni a odpovídaly chovatelským podmínkám České republiky. Zastoupení vybraných MK a skupin MK bylo dobře srovnatelné i s výsledky jiných autorů v našich podmínkách.



III: Základní statistické parametry sledovaných mléčných ukazatelů ( $n = 64$ )III: Basic statistical parameters of investigated milk indicators ( $n = 64$ )

Ukazatel	Jednotka	x	xg	sd	vx	min.	max.	m
<b>T</b>	%	3,81		0,342	9,0	2,83	4,36	3,82
<b>L</b>	%	4,90		0,117	2,4	4,49	5,15	4,93
<b>HB</b>	%	3,31		0,148	4,5	3,04	3,66	3,32
<b>PSB</b>	tis.ml <sup>-1</sup>	263	239	108,106	41,1	57	559	256
<b>log PSB</b>		2,3792		0,202		1,7559	2,7474	2,4082
<b>AL</b>	ml	0,45		0,181	39,9	0,17	0,90	0,40
<b>SH</b>	SH	7,80		0,676	8,7	6,71	9,97	7,59
<b>Cas</b>	sec.	118		21,322	18,1	70	190	122
<b>KV</b>	třída	3		0,733	28,8	1	4	3
<b>PEV</b>	cm	1,82		0,067	3,7	1,60	1,90	1,80
<b>SYR</b>	ml	34		1,300	3,8	32	38	34
<b>JSH</b>	°SH	22,69		7,067	31,1	9,85	32,56	21,27
<b>JpH</b>		4,81		0,1423	3,0	4,47	5,13	4,81
<b>Lacto</b>	CFU.ml <sup>-1</sup>	30889063	26491444	17505020	56,7	7000000	77000000	29000000
<b>log Lacto</b>		7,4231		0,2473		6,8451	7,8865	7,4624
<b>Strepto</b>	CFU.ml <sup>-1</sup>	1135625000	796034096	2003740054	176,4	310000000	13000000000	710000000
<b>log Strepto</b>		8,9009		0,2664		8,4914	10,1139	8,8513
<b>CPMUK</b>	CFU.ml <sup>-1</sup>	1166514063	827233055	2012428564	172,5	327000000	13074000000	738500000
<b>log CPMUK</b>		8,9176		0,2627		8,5145	10,1164	8,8684
<b>StreptoLacto</b>		37,3078		30,0005	80,4	9,6875	175,6757	27,8556
<b>C 16:0</b>	%	31,52		3,749	11,9	25,10	43,86	30,66
<b>C 18:1</b>	%	25,32		4,328	17,1	2,21	32,85	25,61
<b>C18:2 CLA 9,11</b>	%	0,68		0,448	66,3	0,11	2,34	0,54
<b>SAFA</b>	%	66,22		4,517	6,8	55,80	86,49	66,42
<b>MUFA</b>	%	29,21		4,196	14,4	19,08	36,75	29,17
<b>PUFA+CLA</b>	%	4,53		1,051	23,2	2,46	7,89	4,50
<b>USFA+CLA</b>	%	33,74		4,512	13,4	20,50	44,07	33,56
<b>HCFA</b>	%	45,96		4,815	10,5	34,22	57,08	46,27
<b>SCFA</b>	%	9,16		1,790	19,5	6,05	14,14	9,00
<b>MCFA</b>	%	53,36		5,181	9,7	41,12	65,80	53,79
<b>LCFA</b>	%	37,44		6,226	16,6	24,15	52,79	36,86

T tuk; L laktóza; HB hrubé bílkoviny; PSB počet somatických buněk; log PSB (log10) PSB; AL alkoholová stabilita; SH titrační kyselost (ml × 2,5 mmol.l<sup>-1</sup> roztoku NaOH (°SH)); Čas enzymatické koagulace mléka (sekunda); KV kvalita sýřeniny (1 výborná až 4 špatná); PEV pevnost sýřeniny; SYR objem syrovátky; JSH kysací schopnost mléka (jogurtový test (JT)); JpH kysací schopnost mléka (pH); Lacto, JT, počet laktobacilů; log Lacto (log10) Lacto; Strepto, JT, počet streptokoků; log Strepto (log10) Strepto; CPMUK, JT, celkový počet mikroorganismů ušlechtilé kultury; log CPMUK (log10) CPMUK; StreptoLacto poměr Strepto/Lacto; SAFA nasycené mastné kyseliny (MK); CLA konjugovaná kyselina linolová; MUFA mononenasycené MK; PUFA polynenasycené MK včetně CLA; USFA nenasycené MK včetně CLA; HCFA hypercholesterolemické MK, tj. suma C 12:0, C 14:0 a C 16:0; SCFA MK s krátkým řetězcem, C 4 až C 11; MCFA MK se středním řetězcem, C 12 až C 16; LCFA MK s dlouhým řetězcem, C 18 a více; C 16:0 = kyselina palmitová; C 18:1 = kyselina olejová; x aritmetický průměr; xg geometrický průměr; sd směrodatná odchylka; vx variační koeficient; m medián; min. minimum; max. maximum.

kách (Pešek *et al.*, 2005, 2006, 2009 a, b; Janů *et al.*, 2007 b; Hejtmánková *et al.*, 2009; Samková *et al.*, 2008, 2009 a 2010). Obecně lze konstatovat vyšší míru variability u PSB, u MK s nižším zastoupením jako je CLA a také u některých technologických ukazatelů (AL a JSH), zejména u kysací schopnosti mléka (jako jogurtový test (JT)), především po jejím hodnocení podle mikrobiologických ukazatelů (Lacto, Strepto, CPMUK, StreptoLacto). Kromě hodnot Strepto, CP-

MUK a StreptoLacto se velmi dobře shodovaly hodnoty aritmetických průměrů mléčných ukazatelů s jejich hodnotami mediánů. To znamená, že použité statistické postupy hodnocení byly relevantní a u Strepto a CPMUK, stejně jako u Lacto a PSB byla ještě použita logaritmická transformace hodnot a geometrické průměry (Ali a Shook, 1980; Shook, 1982; Raubertas a Shook, 1982; Reneau, 1986; Wiggins a Shook, 1987).

### Vztahy mezi mléčnými ukazateli a zastoupením mastných kyselin a jejich skupin

#### Vztahy mezi zastoupením nasycených mastných kyselin a mléčnými ukazateli

Vztahy SAFA (66,22%; Tab. III) k mléčným ukazatelům jsou popsány v Tab. IV. Významný vztah byl zjištěn pouze k obsahu laktózy (0,290;  $P < 0,05$ ). Ostatní vztahy byly nevýznamné ( $P > 0,05$ ). To znamená, že s rostoucím obsahem L, kdy obvykle souběžně vzrůstá mléčná užitkovost, obvykle geneticky a výživou (např. vyšší podíl sušiny krmné dávky pocházející z jaderných krmiv nebo podle stadia laktace, kdy L je na počátku vyšší), ale také při poklesu frekvence poruch sekrece, roste rovněž koncentrace pro zdraví konzumentů méně prospěšných nasycených MK.

#### Vztahy mezi zastoupením mononenasycených mastných kyselin a mléčnými ukazateli

Vztahy MUFA (29,21%; Tab. III) k vybraným mléčným ukazatelům byly analýzou označeny všechny za statisticky nevýznamné (Tab. V;  $P > 0,05$ ).

#### Vztahy mezi zastoupením polynenasycených mastných kyselin a mléčnými ukazateli

Vztahy pro zdraví konzumentů prospěšných PUFA (4,53%; Tab. III) k mléčným ukazatelům (Tab. VI) byly těsnější. Celkem byly významné pro T (0,321;  $P < 0,05$ ), L (0,458;  $P < 0,01$ ), AL (0,447;  $P$

$< 0,01$ ), SH (0,342;  $P < 0,01$ ), KV (0,427;  $P < 0,01$ ), JSH (0,529;  $P < 0,001$ ), Strepto (0,316;  $P < 0,05$ ), (0,321;  $P < 0,05$ ); CPMUK (0,314;  $P < 0,05$ ) a StreptoLacto (0,356;  $P < 0,01$ ). Při vyšší hodnotě zdraví prospěšných PUFA v kravském mléčném tuku bylo tedy souběžně zjištěno: vyšší obsah tuku v mléce; nižší obsah laktózy; nižší alkoholová stabilita mléčných bílkovin; vyšší titrační kyselost mléka; horší kvalita syřeniny; nižší titrační kyselost jogurtového testu (kysací schopnosti mléka); nižší počet streptokoků a celkové ušlechtilé mikroflóry; nižší poměr streptokoků vůči laktobacilům. Při vyšších PUFA bylo tedy patrné určité souborné zhoršení některých technologických ukazatelů. U kysací schopnosti mléka lze 27,9% variability vysvětlit variabilitou v zastoupení PUFA. Všechny uvedené projevy jakoby ukazují na průvodní jevy určitého energetického deficitu zvířat (Hanuš *et al.*, 1993 b, 1995).

#### Vztahy mezi zastoupením nenasycených mastných kyselin a mléčnými ukazateli

Vztahy pro zdraví konzumentů prospěšných USFA (33,74%; Tab. III) k mléčným ukazatelům (Tab. VII) byly více podobné četněji zastoupeným MUFA (29,21%; Tab. III) než vzácnějším PUFA (4,53%; Tab. III). Významný vztah ( $-0,252$ ;  $P < 0,05$ ; Tab. VII) byl pozorován pouze k laktóze. Vyšší USFA provázely nižší koncentrace laktózy, jako možný důsledek nižší efektivity výživy a dojivosti s podobně možným vysvětlením jako u PUFA.

IV: Vztahy zastoupení nasycených mastných kyselin (SAFA) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům  
IV: Relationships between proportion of saturated fatty acids (SAFA) in milk fat and selected milk indicators

SAFA	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
T	Lineární	$y = -0,0078x + 4,327$	0,0106	-0,103	ns
L	Mocninná	$y = 3,165x^{0,1044}$	0,0842	0,290	*
HB	Lineární	$y = 0,0043x + 3,024$	0,0168	0,130	ns
PSB	Lineární	$y = -0,793x + 315,79$	0,0011	-0,033	ns
log PSB	Lineární	$y = -0,0019x + 2,5064$	0,0019	-0,044	ns
AL	Lineární	$y = -0,0047x + 0,7631$	0,0138	-0,118	ns
SH	Lineární	$y = 0,0031x + 7,5946$	0,0004	0,020	ns
Cas	Lineární	$y = -0,4875x + 150,2$	0,0107	-0,103	ns
KV	Lineární	$y = -0,0056x + 2,9158$	0,0012	-0,035	ns
PEV	Lineární	$y = -0,0022x + 1,9673$	0,0223	-0,149	ns
SYR	Lineární	$y = 0,0304x + 32,333$	0,0111	0,105	ns
JSH	Lineární	$y = 0,1456x + 13,047$	0,0087	0,093	ns
JpH	Lineární	$y = -0,0052x + 5,1595$	0,0278	-0,167	ns
Lacto	Lineární	$y = 129793x + 2E+07$	0,0011	0,033	ns
log Lacto	Lineární	$y = 0,0002x + 7,4117$	0,00001	0,003	ns
Strepto	Lineární	$y = 1E+07x + 5E+08$	0,0005	0,022	ns
log Strepto	Lineární	$y = -0,0004x + 8,9287$	0,00005	-0,007	ns
CPMUK	Lineární	$y = 1E+07x + 5E+08$	0,0005	0,022	ns
log CPMUK	Lineární	$y = -0,0004x + 8,9415$	0,00004	-0,006	ns
StreptoLacto	Lineární	$y = 0,1596x + 26,739$	0,0006	0,025	ns

R<sup>2</sup> = koeficient determinace; r = koeficient nebo index korelace; n = 64; s = významnost (ns =  $P > 0,05$ ; \* =  $P \leq 0,05$ ; \*\* =  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* =  $P \leq 0,001$ )

**Vztahy mezi zastoupením hypercholesterolemických mastných kyselin a mléčnými ukazateli**

Vztahy pro zdraví konzumentů méně výhodných HCFA (45,96%; Tab. III) k mléčným ukazatelům

(Tab. VI) byly jen sporadicky významné: L (0,281;  $P < 0,05$ ); SH (-0,319;  $P < 0,05$ ); JSH (0,374;  $P < 0,01$ ). Vyšší zastoupení HCFA bylo spojeno s vyšší laktózou a možná vyšší dojivostí s intenzivnější výži-

V: Vztahy zastoupení mononenasycených mastných kyselin (MUFA) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům

V: Relationships between proportion of monounsaturated fatty acids (MUFA) in milk fat and selected milk indicators

MUFA	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
T	Lineární	$y = 0,0022x + 3,7448$	0,0008	0,028	ns
L	Lineární	$y = -0,0044x + 5,0323$	0,0248	-0,158	ns
HB	Lineární	$y = -0,0054x + 3,4643$	0,0234	-0,153	ns
PSB	Lineární	$y = 0,3369x + 253,44$	0,0002	0,014	ns
log PSB	Lineární	$y = 0,0009x + 2,3538$	0,0003	0,017	ns
AL	Lineární	$y = 0,0099x + 0,1636$	0,0528	0,230	ns
SH	Lineární	$y = -0,0147x + 8,2285$	0,0084	-0,092	ns
Cas	Lineární	$y = 0,7437x + 96,2$	0,0214	0,146	ns
KV	Lineární	$y = -0,0117x + 2,8875$	0,0045	-0,067	ns
PEV	Lineární	$y = 0,0022x + 1,756$	0,0190	0,138	ns
SYR	Lineární	$y = -0,0388x + 35,476$	0,0157	-0,125	ns
JSH	Lineární	$y = 0,0386x + 21,561$	0,0005	0,022	ns
JpH	Lineární	$y = 0,0065x + 4,6226$	0,0365	0,191	ns
Lacto	Lineární	$y = -39077x + 3E+07$	0,00009	-0,010	ns
log Lacto	Lineární	$y = -0,0002x + 7,4288$	0,00001	-0,003	ns
Strepto	Lineární	$y = 2E+07x + 5E+08$	0,0019	0,044	ns
log Strepto	Lineární	$y = 0,005x + 8,7541$	0,0063	0,079	ns
CPMUK	Lineární	$y = 2E+07x + 6E+08$	0,0018	0,042	ns
log CPMUK	Lineární	$y = 0,0049x + 8,7754$	0,0060	0,078	ns
StreptoLacto	Lineární	$y = 0,4086x + 25,374$	0,0033	0,057	ns

VI: Vztahy zastoupení polynenasycených mastných kyselin (PUFA+CLA) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům

VI: Relationships between proportion of polyunsaturated fatty acids (PUFA+CLA) in milk fat and selected milk indicators

PUFA+CLA	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
T	Lineární	$y = 0,1042x + 3,3376$	0,1029	0,321	*
L	Exponenciální	$y = 5,1415e^{-0,0105x}$	0,2096	0,458	**
HB	Lineární	$y = 0,0074x + 3,2725$	0,0028	0,053	ns
PSB	Lineární	$y = 8,5532x + 224,5$	0,0069	0,083	ns
log PSB	Lineární	$y = 0,02x + 2,2883$	0,0109	0,104	ns
AL	Mocninná	$y = 1,2861x^{-0,7535}$	0,1995	0,447	**
SH	Mocninná	$y = 6,4537x^{0,125}$	0,1169	0,342	**
Cas	Lineární	$y = -2,7423x + 130,36$	0,0183	-0,135	ns
KV	Mocninná	$y = 1,0345x^{0,5764}$	0,1820	0,427	**
PEV	Lineární	$y = 0,0063x + 1,7916$	0,0098	0,099	ns
SYR	Lineární	$y = 0,0609x + 34,068$	0,0024	0,049	ns
JSH	Mocninná	$y = 65,27x^{-0,7452}$	0,2793	0,529	***
JpH	Lineární	$y = -0,0052x + 4,8355$	0,0015	-0,039	ns
Lacto	Lineární	$y = -2E+06x + 4E+07$	0,0128	-0,113	ns
log Lacto	Lineární	$y = -0,0012x + 7,4284$	0,00003	-0,006	ns
Strepto	Mocninná	$y = 3E+09x^{-0,84}$	0,0997	0,316	*
log Strepto	Mocninná	$y = 9,4326x^{-0,0393}$	0,0988	0,314	*
CPMUK	Mocninná	$y = 3E+09x^{-0,8237}$	0,0985	0,314	*
log CPMUK	Mocninná	$y = 9,4388x^{-0,0385}$	0,0976	0,312	*
StreptoLacto	Logaritmická	$y = -46,333\ln(x) + 106,15$	0,1267	0,356	**

vou dojníc podle pravidel variability L v závislosti na zmíněných faktorech (Hanuš *et al.*, 1992, 1993 a, 1994, 1995, 2007; Janů *et al.*, 2007 a; Sojková *et al.*, 2010 a, b). Poruchy sekrece při daných PSB (Tab. III; xg 239 tis.ml<sup>-1</sup>) pravděpodobně příliš do vztahu neinterferovaly. Vyšší HCFA provázely nižší titrační kyselost a vyšší kysací schopnost mléka. Pešek *et al.* (2009 b) komentovali u výzkumu jednotlivých položek skupiny HCFA, že existující rozdíly mezi kravami by mohly umožnit výběr mléka pro specifickou produkci zdravých potravin.

#### **Vztahy mezi zastoupením konjugované kyseliny linolové a mléčnými ukazateli**

Vztahy pro zdraví konzumentů výrazně prospěšné CLA (0,68%; Tab. III) k mléčným ukazatelům (Tab. IX) byly s ohledem na jejich nižší zastoupení poměrně výrazné: T (0,379; P < 0,01); L (-0,542; P < 0,001); AL (0,266; P < 0,05); KV (0,411; P < 0,01); Strepto (0,260; P < 0,05); StreptoLacto (0,270; P < 0,05). Vyšší hladiny CLA byly tak spojeny s vyšším obsahem tuku, nižším obsahem laktózy, nižší alkoholovou stabilitou, nižším počtem streptokoků v jogurtu a s nižším poměrem streptokoků k laktobacilům v jogurtu. Zejména u laktózy lze vysvětlit 29,32% variabilitu CLA variabilitou mléčného cukru. Zvýšení obsahu laktózy o 0,1% pak odpovídá poklesu v zastoupení CLA v mléčném tuku o 0,71%. Suma všech zmíněných příznaků zejména s nižší laktózou a vyšší hladinou CLA ukazuje rovněž na nižší doživost při nižší efektivitě výživy (Hanuš *et al.*, 1993 b, 1995, 2007, 2008 b; Janů *et al.*, 2007 a).

#### **Vztahy mezi zastoupením kyseliny palmitové a mléčnými ukazateli**

Vztahy mezi nejvýznamnější mléčnou nasycenou mastnou kyselinou C16:0 (31,52%; Tab. III) a vybranými mléčnými ukazateli uvádí Tab. X. Významné vztahy nebyly zaznamenány.

#### **Vztahy mezi zastoupením kyseliny olejové a mléčnými ukazateli**

Vztahy mezi nejvýznamnější mléčnou nenasyčenou mastnou kyselinou C18:1 (25,32%; Tab. III) a vybranými mléčnými ukazateli dokumentuje Tab. XI. Významné vztahy rovněž nebyly nalezeny.

#### **Vztahy mezi zastoupením mastných kyselin s krátkým řetězcem a mléčnými ukazateli**

Významné vztahy SCFA (9,16%; Tab. III) k vybraným mléčným ukazatelům (Tab. XII) byly: L (0,425; P < 0,01); PEV (0,361; P < 0,01); JSH (0,460; P < 0,01). Vyšší hodnoty SCFA tak byly spojeny s vyšším obsahem laktózy, vyšší pevností sýřeni a s vyšší titrační kyselostí kysací schopnosti mléka (jogurtového testu).

#### **Vztahy mezi zastoupením mastných kyselin se středním řetězcem a mléčnými ukazateli**

Významné vztahy MCFA (53,36%; Tab. III) k vybraným mléčným ukazatelům (Tab. XIII) byly: SH (0,426; P < 0,01); KV (0,271; P < 0,05); JSH (0,448; P < 0,01); Strepto (0,250; P < 0,05); log CPMUK (0,251; P < 0,05). Vyšší hodnoty MCFA tak byly spojeny s nižší titrační kyselostí mléka, lepší kvalitou sýřeni, vyšší kysací schopností mléka a s vyšším po-

VII: Vztahy zastoupení nenasycených mastných kyselin (USFA+CLA) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům  
VII: Relationships between proportion of unsaturated fatty acids (USFA+CLA) in milk fat and selected milk indicators

USFA+CLA	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
<b>T</b>	Lineární	y = 0,0076x + 3,5541	0,0101	0,101	ns
<b>L</b>	Lineární	y = -0,0065x + 5,124	0,0633	-0,252	*
<b>HB</b>	Lineární	y = -0,0043x + 3,4506	0,0169	-0,130	ns
<b>PSB</b>	Lineární	y = 0,7554x + 237,79	0,0010	0,032	ns
<b>log PSB</b>	Lineární	y = 0,0018x + 2,3171	0,0017	0,041	ns
<b>AL</b>	Lineární	y = 0,0048x + 0,2912	0,0142	0,119	ns
<b>SH</b>	Lineární	y = -0,0025x + 7,8837	0,0003	-0,017	ns
<b>Cas</b>	Lineární	y = 0,4946x + 101,23	0,0110	0,105	ns
<b>KV</b>	Lineární	y = 0,0054x + 2,3659	0,0011	0,033	ns
<b>PEV</b>	Lineární	y = 0,0022x + 1,7444	0,0229	0,151	ns
<b>SYR</b>	Lineární	y = -0,0302x + 35,364	0,0110	-0,105	ns
<b>JSH</b>	Lineární	y = -0,1521x + 27,82	0,0094	-0,097	ns
<b>JpH</b>	Lineární	y = 0,0053x + 4,6323	0,0285	0,169	ns
<b>Lacto</b>	Lineární	y = -135957x + 4E+07	0,0012	-0,035	ns
<b>log Lacto</b>	Lineární	y = -0,0002x + 7,4309	0,00002	-0,005	ns
<b>Strepto</b>	Lineární	y = -1E+07x + 1E+09	0,0005	-0,022	ns
<b>log Strepto</b>	Lineární	y = 0,0003x + 8,8895	0,00003	0,006	ns
<b>CPMUK</b>	Lineární	y = -1E+07x + 2E+09	0,0005	-0,022	ns
<b>log CPMUK</b>	Lineární	y = 0,0003x + 8,9081	0,00002	0,005	ns
<b>StreptoLacto</b>	Lineární	y = -0,1612x + 42,748	0,0006	-0,025	ns



čtem streptokoků a ušlechtilých mikroorganismů celkem v jogurtovém testu.

**Vztahy mezi zastoupením mastných kyselin s dlouhým řetězcem a mléčnými ukazateli**

Významné vztahy LCFA (37,44%; Tab. III) k vybraným mléčným ukazatelům (Tab. XIV) byly: L

VIII: Vztahy zastoupení hypercholesterolemických mastných kyselin (HCFA) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům  
VIII: Relationships between proportion of hypercholesterolemic fatty acids (HCFA) in milk fat and selected milk indicators

HCFA	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
T	Lineární	$y = -0,0118x + 4,3543$	0,0278	-0,167	ns
L	Mocninná	$y = 3,8408x^{0,0639}$	0,0791	0,281	*
HB	Lineární	$y = 0,0015x + 3,2387$	0,0023	0,048	ns
PSB	Lineární	$y = 0,9416x + 220$	0,0018	0,042	ns
log PSB	Lineární	$y = 0,0013x + 2,3178$	0,0010	0,032	ns
AL	Lineární	$y = 0,0041x + 0,2642$	0,0119	0,109	ns
SH	Lineární	$y = -0,0448x + 9,8573$	0,1018	-0,319	*
Cas	Lineární	$y = 0,0135x + 117,3$	0,000009	0,003	ns
KV	Lineární	$y = -0,0331x + 4,0683$	0,0473	-0,218	ns
PEV	Lineární	$y = -0,0019x + 1,9088$	0,0191	-0,138	ns
SYR	Lineární	$y = 0,0081x + 33,97$	0,0009	0,030	ns
JSH	Logaritmická	$y = 24,978\ln(x) - 72,785$	0,1398	0,374	**
JpH	Lineární	$y = -0,0027x + 4,9373$	0,0085	-0,092	ns
Lacto	Lineární	$y = 240439x + 2E+07$	0,0044	0,066	ns
log Lacto	Lineární	$y = 5E-05x + 7,4207$	0,000001	0,001	ns
Strepto	Lineární	$y = 6E+07x - 2E+09$	0,0222	0,149	ns
log Strepto	Lineární	$y = 0,0107x + 8,407$	0,0377	0,194	ns
CPMUK	Lineární	$y = 6E+07x - 2E+09$	0,0221	0,149	ns
log CPMUK	Lineární	$y = 0,0105x + 8,4361$	0,0369	0,192	ns
StreptoLacto	Lineární	$y = 1,3026x - 22,557$	0,0437	0,209	ns

IX: Vztahy zastoupení konjugované kyseliny linolové (CLA) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům  
IX: Relationships between proportion of conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat and selected milk indicators

CLA	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
T	Logaritmická	$y = 0,2243\ln(x) + 3,9361$	0,1434	0,379	**
L	Lineární	$y = -0,141x + 4,9998$	0,2932	-0,542	***
HB	Lineární	$y = -0,028x + 3,3252$	0,0071	-0,084	ns
PSB	Lineární	$y = 42,071x + 234,87$	0,0304	0,174	ns
log PSB	Lineární	$y = 0,0888x + 2,3192$	0,0389	0,197	ns
AL	Mocninná	$y = 0,3797x^{-0,179}$	0,0705	0,266	*
SH	Lineární	$y = -0,1105x + 7,8731$	0,0054	-0,074	ns
Cas	Lineární	$y = 0,5436x + 117,55$	0,0001	0,010	ns
KV	Mocninná	$y = 2,7587x^{0,2219}$	0,1688	0,411	**
PEV	Lineární	$y = 0,0305x + 1,7997$	0,0414	0,204	ns
SYR	Lineární	$y = -0,4613x + 34,655$	0,0253	-0,159	ns
JSH	Lineární	$y = -2,4042x + 24,313$	0,0232	-0,152	ns
JpH	Lineární	$y = 0,015x + 4,8018$	0,0022	0,047	ns
Lacto	Lineární	$y = -189626x + 3E+07$	0,00002	-0,005	ns
log Lacto	Lineární	$y = 0,0361x + 7,3987$	0,0043	0,066	ns
Strepto	Logaritmická	$y = -9E+08\ln(x) + 6E+08$	0,0678	0,260	*
log Strepto	Lineární	$y = -0,0631x + 8,9436$	0,0113	-0,106	ns
CPMUK	Logaritmická	$y = -9E+08\ln(x) + 7E+08$	0,0674	0,260	*
log CPMUK	Lineární	$y = -0,0607x + 8,9586$	0,0107	-0,103	ns
StreptoLacto	Logaritmická	$y = -14,027\ln(x) + 29,442$	0,0727	0,270	*

(-0,280;  $P < 0,05$ ); SH (0,410;  $P < 0,01$ ); KV (0,266;  $P < 0,05$ ); JSH (-0,492;  $P < 0,001$ ); Strepto (0,257;  $P < 0,05$ ); CPMUK (0,254;  $P < 0,05$ ). Vyšší hodnoty LCFA tak byly spojeny s nižším obsahem laktózy,

vyšší titrační kyselostí mléka, nižší kvalitou sýréniny, nižší kysací schopností mléka a s nižším počtem streptokoků a ušlechtilých mikroorganismů celkem v jogurtovém testu.

X: *Vztahy zastoupení kyseliny palmitové (C16:0) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům*

X: *Relationships between proportion of palmitic acid (C16:0) in milk fat and selected milk indicators*

C16:0	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
T	Lineární	$y = -0,0075x + 4,0455$	0,0067	-0,082	ns
L	Lineární	$y = -0,0003x + 4,9132$	0,00008	-0,009	ns
HB	Lineární	$y = -0,0025x + 3,3845$	0,0039	-0,062	ns
PSB	Lineární	$y = 5,6862x + 84,049$	0,0389	0,197	ns
log PSB	Lineární	$y = 0,0105x + 2,0486$	0,0380	0,195	ns
AL	Lineární	$y = -0,0033x + 0,555$	0,0046	-0,068	ns
SH	Lineární	$y = -0,035x + 8,9025$	0,0377	-0,194	ns
Cas	Lineární	$y = -0,0133x + 118,34$	0,000006	-0,002	ns
KV	Lineární	$y = 0,003x + 2,4512$	0,0002	0,014	ns
PEV	Lineární	$y = 0,0005x + 1,8043$	0,0008	0,028	ns
SYR	Lineární	$y = 0,0313x + 33,358$	0,0081	0,090	ns
JSH	Lineární	$y = 0,089x + 19,884$	0,0022	0,047	ns
JpH	Lineární	$y = -0,0047x + 4,9593$	0,0152	-0,123	ns
Lacto	Lineární	$y = -43620x + 3E+07$	0,00009	-0,010	ns
log Lacto	Lineární	$y = -3E-05x + 7,424$	0,0000002	-0,0004	ns
Strepto	Lineární	$y = 1E+07x + 8E+08$	0,0005	0,022	ns
log Strepto	Lineární	$y = 0,0002x + 8,8955$	0,000006	0,002	ns
CPMUK	Lineární	$y = 1E+07x + 8E+08$	0,0005	0,022	ns
log CPMUK	Lineární	$y = 0,0002x + 8,9122$	0,000006	0,002	ns
StreptoLacto	Lineární	$y = 0,2207x + 30,353$	0,0008	0,028	ns

XI: *Vztahy zastoupení kyseliny olejové (C18:1) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům*

XI: *Relationships between proportion of oleic acid (C18:1) in milk fat and selected milk indicators*

C18:1	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
T	Lineární	$y = 0,0016x + 3,7686$	0,0004	0,020	ns
L	Lineární	$y = -0,0038x + 5,001$	0,0200	-0,141	ns
HB	Lineární	$y = -0,0053x + 3,4405$	0,0239	-0,155	ns
PSB	Lineární	$y = -0,3322x + 271,7$	0,0002	-0,014	ns
log PSB	Lineární	$y = -0,0003x + 2,3873$	0,00005	-0,007	ns
AL	Lineární	$y = 0,0081x + 0,2479$	0,0374	0,193	ns
SH	Lineární	$y = -0,0021x + 7,8509$	0,0002	-0,014	ns
Cas	Lineární	$y = 0,7303x + 99,427$	0,0220	0,148	ns
KV	Lineární	$y = -0,0063x + 2,7059$	0,0014	-0,037	ns
PEV	Lineární	$y = 0,0023x + 1,7611$	0,0228	0,151	ns
SYR	Lineární	$y = -0,0326x + 35,17$	0,0118	-0,109	ns
JSH	Lineární	$y = -0,0635x + 24,297$	0,0015	-0,039	ns
JpH	Lineární	$y = 0,006x + 4,6596$	0,0335	0,183	ns
Lacto	Lineární	$y = -58325x + 3E+07$	0,0002	-0,014	ns
log Lacto	Lineární	$y = -7E-05x + 7,4249$	0,000002	-0,001	ns
Strepto	Lineární	$y = 1E+07x + 8E+08$	0,0007	0,027	ns
log Strepto	Lineární	$y = 0,003x + 8,826$	0,0023	0,048	ns
CPMUK	Lineární	$y = 1E+07x + 9E+08$	0,0007	0,027	ns
log CPMUK	Lineární	$y = 0,0029x + 8,845$	0,0022	0,047	ns
StreptoLacto	Lineární	$y = 0,1959x + 32,347$	0,0008	0,028	ns

**Rámcová interpretace kombinací vybraných vztahů zastoupení MK k mléčným ukazatelům**

Obecně se ukázaly záporné korelační vztahy mezi zastoupením nenasycených MK (MUFA, ale ze-

jména PUFA a USFA; Tab. V, VI a VII; Obr. 1) a CLA (Tab. IX; Obr. 1) v mléčném tuku a koncentrací laktózy. Existuje však také pozitivní korelační vztah laktózy k dojivosti a negativní k PSB (Hanuš *et al.*,

XII: Vztahy zastoupení MK s krátkým řetězcem (SCFA) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům

XII: Relationships between proportion short chain fatty acids (SCFA) in milk fat and selected milk indicators

SCFA	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
T	Lineární	$y = -0,0031x + 3,839$	0,0003	-0,017	ns
L	Mocninná	$y = 4,3634x^{0,0531}$	0,1802	0,425	**
HB	Lineární	$y = 0,015x + 3,1693$	0,0325	0,180	ns
PSB	Lineární	$y = -12,519x + 377,94$	0,0429	-0,207	ns
log PSB	Lineární	$y = -0,0233x + 2,5928$	0,0429	-0,207	ns
AL	Lineární	$y = -0,0057x + 0,5044$	0,0032	-0,057	ns
SH	Lineární	$y = -0,0745x + 8,4804$	0,0389	-0,197	ns
Cas	Lineární	$y = -1,7928x + 134,34$	0,0226	-0,150	ns
KV	Lineární	$y = -0,0803x + 3,282$	0,0384	-0,196	ns
PEV	Exponenciální	$y = 1,9498e^{-0,0076x}$	0,1303	0,361	**
SYR	Lineární	$y = 0,0839x + 33,575$	0,0134	0,116	ns
JSH	Logaritmická	$y = 16,928\ln(x) - 14,492$	0,2117	0,460	**
JpH	Lineární	$y = -0,0112x + 4,9145$	0,0199	-0,141	ns
Lacto	Lineární	$y = 1E+06x + 2E+07$	0,0107	0,103	ns
log Lacto	Lineární	$y = 0,0009x + 7,4151$	0,00004	0,006	ns
Strepto	Lineární	$y = 3E+07x + 9E+08$	0,0007	0,027	ns
log Strepto	Lineární	$y = 0,0289x + 8,6365$	0,0376	0,194	ns
CPMUK	Lineární	$y = 3E+07x + 9E+08$	0,0007	0,027	ns
log CPMUK	Lineární	$y = 0,0282x + 8,6594$	0,0369	0,192	ns
StreptoLacto	Lineární	$y = 2,9096x + 10,658$	0,0301	0,174	ns

XIII: Vztahy zastoupení MK se středním řetězcem (MCFA) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům

XIII: Relationships between proportion medium chain fatty acids (MCFA) in milk fat and selected milk indicators

MCFA	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
T	Lineární	$y = -0,0091x + 4,2985$	0,0193	-0,139	ns
L	Lineární	$y = 0,0045x + 4,6669$	0,0391	0,198	ns
HB	Lineární	$y = 0,0014x + 3,2322$	0,0023	0,048	ns
PSB	Lineární	$y = 1,151x + 201,86$	0,0030	0,055	ns
log PSB	Lineární	$y = 0,0018x + 2,2815$	0,0022	0,047	ns
AL	Lineární	$y = 0,0057x + 0,1486$	0,0267	0,163	ns
SH	Logaritmická	$y = -2,9396\ln(x) + 19,476$	0,1813	0,426	**
Cas	Lineární	$y = 0,094x + 112,91$	0,0005	0,022	ns
KV	Mocninná	$y = 74,453x^{-0,8609}$	0,0733	0,271	*
PEV	Lineární	$y = -0,0019x + 1,9192$	0,0205	-0,143	ns
SYR	Lineární	$y = -0,0037x + 34,542$	0,0002	-0,014	ns
JSH	Logaritmická	$y = 32,344\ln(x) - 105,8$	0,2009	0,448	**
JpH	Lineární	$y = -0,0022x + 4,9277$	0,0062	-0,079	ns
Lacto	Lineární	$y = 279192x + 2E+07$	0,0068	0,083	ns
log Lacto	Lineární	$y = 0,0006x + 7,3885$	0,0002	0,014	ns
Strepto	Mocninná	$y = 2E+06x^{1,5638}$	0,0625	0,250	*
log Strepto	Mocninná	$y = 6,613x^{0,0747}$	0,0643	0,254	*
CPMUK	Lineární	$y = 7E+07x - 2E+09$	0,0308	0,176	ns
log CPMUK	Mocninná	$y = 6,6769x^{0,0727}$	0,0629	0,251	*
StreptoLacto	Lineární	$y = 1,3884x - 36,779$	0,0575	0,240	ns

XIV: Vztahy zastoupení MK s dlouhým řetězcem (LCFA) v mléčném tuku k vybraným mléčným ukazatelům  
 XIV: Relationships between proportion long chain fatty acids (LCFA) in milk fat and selected milk indicators

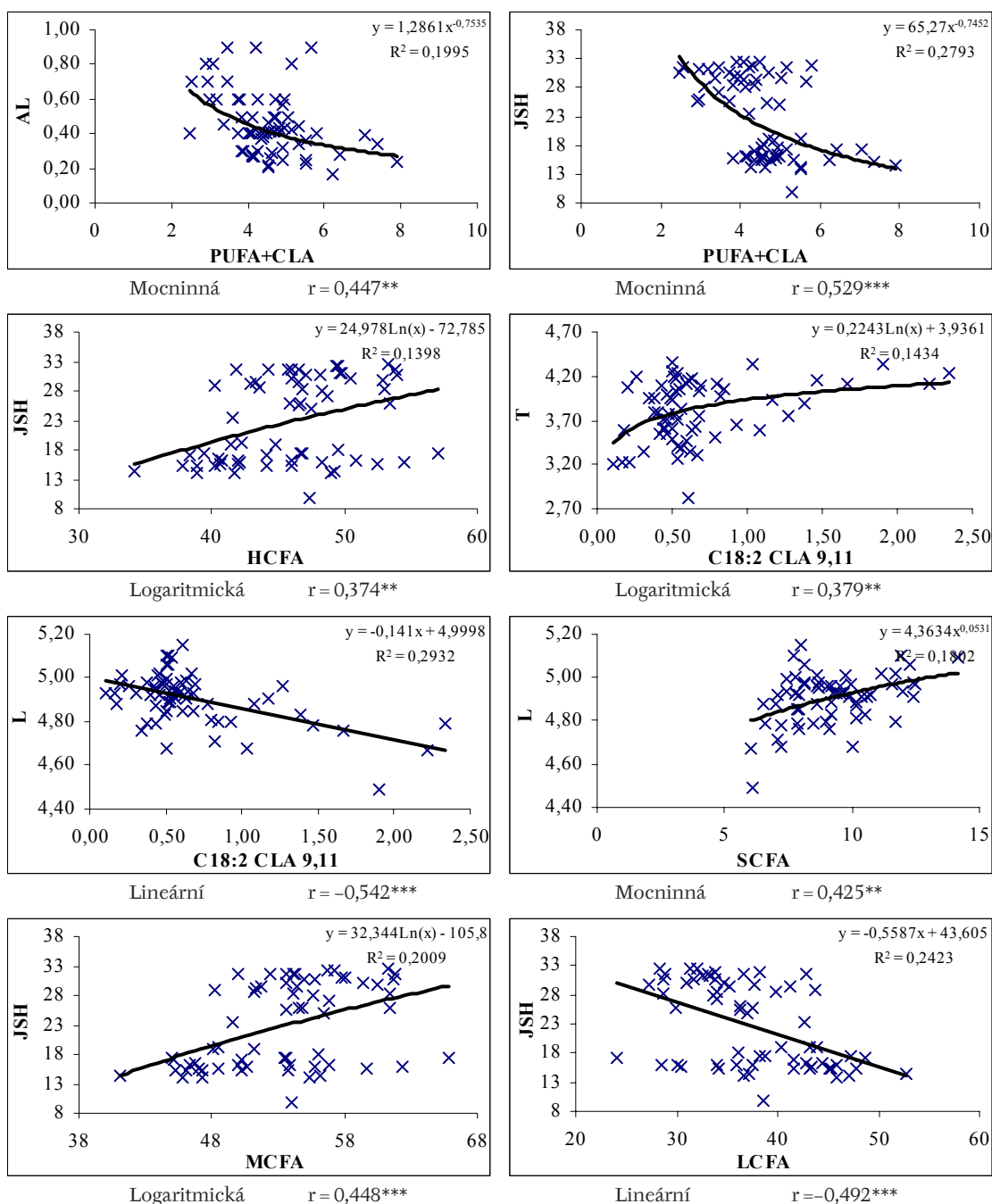
LCFA	Typ regrese	Regresní rovnice	R <sup>2</sup>	r	s
<b>T</b>	Lineární	$y = 0,0065x + 3,5679$	0,0139	0,118	ns
<b>L</b>	Lineární	$y = -0,0052x + 5,101$	0,0785	-0,280	*
<b>HB</b>	Lineární	$y = -0,0022x + 3,3886$	0,0085	-0,092	ns
<b>PSB</b>	Lineární	$y = 0,2164x + 255,18$	0,0002	0,014	ns
<b>log PSB</b>	Lineární	$y = 0,0006x + 2,3562$	0,0004	0,020	ns
<b>AL</b>	Lineární	$y = -0,0034x + 0,5809$	0,0140	-0,118	ns
<b>SH</b>	Lineární	$y = 0,0445x + 6,1325$	0,1680	0,410	**
<b>Cas</b>	Lineární	$y = 0,0862x + 114,7$	0,0006	0,025	ns
<b>KV</b>	Lineární	$y = 0,0313x + 1,3755$	0,0706	0,266	*
<b>PEV</b>	Lineární	$y = 0,0024x + 1,7303$	0,0498	0,223	ns
<b>SYR</b>	Lineární	$y = -0,0043x + 34,503$	0,0004	-0,020	ns
<b>JSH</b>	Lineární	$y = -0,5587x + 43,605$	0,2423	-0,492	***
<b>JpH</b>	Lineární	$y = 0,0025x + 4,7198$	0,0116	0,108	ns
<b>Lacto</b>	Lineární	$y = -280113x + 4E+07$	0,0099	-0,100	ns
<b>log Lacto</b>	Lineární	$y = -0,0006x + 7,4438$	0,0002	-0,014	ns
<b>Strepto</b>	Exponenciální	$y = 2E+09e^{-0,0253x}$	0,0659	0,257	*
<b>log Strepto</b>	Lineární	$y = -0,011x + 9,3122$	0,0659	-0,257	*
<b>CPMUK</b>	Exponenciální	$y = 2E+09e^{-0,0247x}$	0,0645	0,254	*
<b>log CPMUK</b>	Lineární	$y = -0,0107x + 9,3189$	0,0645	-0,254	*
<b>StreptoLacto</b>	Lineární	$y = -1,2025x + 82,325$	0,0623	-0,250	ns

1992, 1993 a, 1994, 2007, 2010; Janů *et al.*, 2007 a; Sojková *et al.*, 2010 a, b). Tyto vazby mohou být sekundárně určovány ztrátou užitkovosti při subklinickém nebo klinickém mastitidním procesu nebo při výskytu poruchy sekrece vůbec. Nicméně, kladná korelace mezi laktózou a mléčnou užitkovostí existuje primárně i při nízkém PSB (Hanuš *et al.*, 2007; Janů *et al.*, 2007 a; Sojková *et al.*, 2010 a, b), tedy při nízkém výskytu poruch sekrece, i když je méně těsná než při mastitidách, které ji případně prohlubují. Uvedený soubor s nižším PSB rovněž ukazoval na nižší frekvenci poruch sekrece mléka (Tab. III). Obecně lze proto vyvozovat, že korelace nenasycených MK k laktóze mohou být rovněž nepřímé, ale přesto vztaženy k výši mléčné užitkovosti. Uvedené může potvrdit předchozí výsledky (Hanuš *et al.*, 2008 a, b), kdy bylo vyšší zastoupení MUFA, PUFA a CLA v mléčném tuku pozorováno souběžně s nižší dojitostí u obou dojených plemen v České republice (České strakaté a Holštýn). Nižší dojitost uvnitř plemen pak ukazovala na nižší koncentraci živin v krmné dávce. Nižší úroveň výživy stád dojníc také ukazovala na často vyšší zastoupení živin pocházejících ze sušiny objemných krmiv (siláže, seno, zelené krmení nebo pastva, popřípadě ekologická koncepce výživy dojníc (Ellis *et al.*, 2006)) než koncentrátů. To je určitá cesta k žádoucímu zvýšení podílu zdravotně prospěšných MK v mléčném tuku. Celou sekvenci úvahy pravděpodobně potvrzuje svou opačnou tendenci korelační index se souběžným zvýšením SAFA a laktózy (Tab. IV). Ryhänen *et al.* (2005) zaznamenali vzrůst MUFA, CLA a PUFA z 25,7, 0,46 a 2,8 na 35,3, 1,02 a 3,9 % v mléč-

ném tuku krav při náhradě obilných koncentrátů řepkovým olejem a současně pokles SAFA. Tato intervence do výživy dojníc může vést k produkci mléčných potravin se zvýšenou koncentrací CLA a dalších, humánnímu zdraví prospěšných MK. Lock a Garnsworthy (2003) zjistili vyšší obsahy CLA v květnu, červnu a červenci při krmení krav trávou oproti zimní směsné krmné dávce. V létě rovněž vzrůstal podíl MK s krátkým řetězcem. Lawless *et al.* (1999) také naznačili některé plemenné vlivy na zastoupení CLA v kravském mléce. Zejména se lišila plemena Montbeliard (>) a Holandské Holštýnsko-Fríské, zatímco ostatní plemena se nelišila (Irské Holštýnsko-Fríské a Normandské). Určité meziple-menné rozdíly zaznamenali také Pešek *et al.* (2005). Maluchová *et al.* (2008) našli kolísání CLA v ovčím mléčném tuku během pastevní sezony, které vztáhli ke kolísání alfa-linolenové kyseliny v travních lipidech, přičemž zastoupení CLA v ovčím mléce bylo dvakrát vyšší oproti našim výsledkům kravského mléka.

Pokud jde o délku řetězce MK, jestliže opět uvažujeme kladnou korelaci laktózy k dojitosti (Hanuš *et al.*, 2007; Janů *et al.*, 2007 a; Sojková *et al.*, 2010 a, b), nižší laktóza a dojitost (v důsledku buď nižší genetické prošlechtěnosti zvířat nebo méně efektivní výživy nebo pro vyšší rozšíření poruch sekrece mléka) zvyšují podíl MK s dlouhým řetězcem, mastné kyseliny se středním řetězcem se pravděpodobně nezmění, ale opačně klesá zastoupení MK s krátkým řetězcem (Tab. XII, XIII, XIV).





1: Vztahy mastných kyselin mléčného tuku k vybraným mléčným ukazatelům  
1: Relationships of fatty acids from milk fat to selected milk indicators

## ZÁVĚR

Vztahy mezi zastoupením strukturálních a nutričně, resp. zdravotně účelových skupin MK v tuku a fermentačními schopnostmi kravského plnotučného mléka byly v některých případech nalezeny. S růstem laktózy klesalo zastoupení nenasycených mastných kyselin a konjugované kyseliny linolové, přičemž se zároveň mírně zlepšily některé technologické vlastnosti mléka s ohledem na alkoholovou stabilitu a jogurtovou fermentaci. Vyhodnocení a interpretace výsledků experimentálního sledování tak doložily, že případná snaha o zvýšení

koncentrace zdraví prospěšných mastných kyselin v mléčném tuku krav prostřednictvím cílených chovatelských, většinou dietetických opatření, s cílem produkovat například surovinu pro funkční mléčné potraviny, by mohla vést místy k mírnému zhoršení jejich technologických vlastností a kvality. Dále pro případnou produkci funkčních mléčných potravin stále zůstává významnou otázkou perzistence zvýšeného obsahu zdraví prospěšných mastných kyselin v mléčném tuku během technologického zpracování.

## SOUHRN

Některé skupiny mastných kyselin (MK) v mléčném tuku mohou mít pozitivní a jiné i negativní vliv na zdraví spotřebitelů. Profil MK lze ovlivnit výživou dojníc, vliv má také plemeno nebo úroveň mléčné užitkovosti. Otázkou je rovněž, jaký mohou mít MK vztah ke kvalitě mléčných výrobků. Byl hodnocen vztah MK a jejich skupin k vybraným ukazatelům a technologickým vlastnostem u 64 bazénových vzorků mléka plemene České strakaté a Holštýn během dvouletého sledování osmi stád v zimní a letní krmné sezoně. Vztah nasycených MK (SAFA; 66,22 %) byl významný jen k obsahu laktózy (0,290;  $P < 0,05$ ). Vztahy mononenasycených MK (MUFA; 29,21 %) k mléčným ukazatelům (MI) byly nevýznamné ( $P > 0,05$ ). Vztahy polynenasycených MK (PUFA, prospěšné pro zdraví konzumentů; 4,53 %) k MI byly těsnější: tuk (T, 0,321;  $P < 0,05$ ); laktóza (L, 0,458;  $P < 0,01$ ); alkoholová stabilita mléka (AL, 0,447;  $P < 0,01$ ); titrační kyselost (SH, 0,342;  $P < 0,01$ ); kvalita sýřeniny (KV, 0,427;  $P < 0,01$ ); kysací schopnost mléka (JSH, 0,529;  $P < 0,001$ ), počet sreptokoků v jogurtu (Strepto, 0,316;  $P < 0,05$ ); celkový počet ušlechtilých mikroorganismů v jogurtu (CPMUK, 0,314;  $P < 0,05$ ); poměr streptokoky/laktobacily (StreptoLacto, 0,356;  $P < 0,01$ ). Při vyšších PUFA bylo patrné určité zhoršení některých technologických ukazatelů. U JSH lze 27,9 % variability vysvětlit variabilitou v zastoupení PUFA. Vztahy nenasycených MK (USFA, zdraví prospěšné; 33,74 %) k MI byly více podobné MUFA než PUFA. Významný vztah byl jen k laktóze (−0,252;  $P < 0,05$ ). Vztahy hypercholesterolemických MK (HCFA, pro zdraví méně výhodné; 45,96 %) k MI byly jen sporadicky významné: L (0,281;  $P < 0,05$ ); SH (−0,319;  $P < 0,05$ ); JSH (0,374;  $P < 0,01$ ). Vyšší zastoupení HCFA bylo spojeno s vyšší laktózou a možná vyšší doživostí s intenzivnější výživou dojníc podle pravidel variability L. Vztahy konjugované kyseliny linolové (CLA; pro zdraví výrazně prospěšná; 0,68 %) k MI byly: T (0,379;  $P < 0,01$ ); L (−0,542;  $P < 0,001$ ); AL (0,266;  $P < 0,05$ ); KV (0,411;  $P < 0,01$ ); Strepto (0,260;  $P < 0,05$ ); StreptoLacto (0,270;  $P < 0,05$ ). Vyšší hladiny CLA byly tak spojeny s vyšším obsahem tuku, nižším obsahem laktózy, nižší alkoholovou stabilitou, nižším počtem streptokoků v jogurtu a s nižším poměrem streptokoků k laktobacilům v jogurtu. Zejména u laktózy lze vysvětlit 29,32 % variability CLA variabilitou mléčného cukru. Zvýšení obsahu laktózy o 0,1 % pak odpovídá poklesu v zastoupení CLA v mléčném tuku o 0,71 %. Vztahy nejvýznamnější nasycené a nenasycené MK C16:0 a C18:1 (palmitová a olejová, 31,52 a 25,32 %) k MI nebyly významné. Významné vztahy MK s krátkým řetězcem (SCFA, 9,16 %) k MI byly: L (0,425;  $P < 0,01$ ); pevnost sýřeniny (PEV, 0,361;  $P < 0,01$ ); JSH (0,460;  $P < 0,01$ ). Významné vztahy MK se středním řetězcem (MCFA, 53,36 %) k MI byly: SH (0,426;  $P < 0,01$ ); KV (0,271;  $P < 0,05$ ); JSH (0,448;  $P < 0,01$ ); Strepto (0,250;  $P < 0,05$ ); log CPMUK (0,251;  $P < 0,05$ ). Významné vztahy MK s dlouhým řetězcem (LCFA, 37,44 %) k MI byly: L (−0,280;  $P < 0,05$ ); SH (0,410;  $P < 0,01$ ); KV (0,266;  $P < 0,05$ ); JSH (−0,492;  $P < 0,001$ ); Strepto (0,257;  $P < 0,05$ ); CPMUK (0,254;  $P < 0,05$ ). Ukázaly se záporné korelační vztahy mezi zastoupením nenasycených MK (MUFA, ale zejména PUFA a USFA) a CLA v mléčném tuku a koncentrací laktózy. Existuje však také pozitivní korelační vztah laktózy k doživosti a negativní k PSB. Lze proto vyvozovat, že korelace nenasycených MK k laktóze mohou být rovněž nepřímou vztaženy k výši mléčné užitkovosti. Dříve bylo vyšší zastoupení MUFA, PUFA a CLA v mléčném tuku pozorováno souběžně s nižší doživostí u obou dojených plemen v České republice. Nižší doživost uvnitř plemen pak ukazovala na nižší koncentraci živin v krmné dávce. Nižší úroveň výživy stád dojníc také ukazovala na často vyšší zastoupení živin pocházejících ze sušiny objemných krmiv než koncentrátů. To je určitá cesta k žádoucímu zvýšení podílu zdravotně prospěšných MK v mléčném tuku. Uvedené pravděpodobně potvrzuje opačnou tendenci korelační index se souběžným zvýšením SAFA a laktózy. Pokud jde o délku řetězce MK, jestliže uvažujeme kladnou korelaci laktózy k doživosti, nižší laktóza a doживost (v důsledku buď nižší genetické prošlechtěnosti zvířat nebo méně efektivní výživy nebo pro vyšší rozšíření poruch sekrece mléka) zvyšují podíl MK s dlouhým a snižují zastoupení MK s krátkým řetězcem. S růstem L klesalo zastoupení PUFA a CLA, zároveň se mírně zlepšily některé technologické vlastnosti mléka, alkoholová stabilita a jogurtová fermentace. Případná snaha o zvýšení koncentrace zdraví prospěšných MK v mléčném tuku krav (prostřednictvím cílených chovatelských, většinou dietetických opatření) by mohla vést také k mírnému zhoršení technologických vlastností.

kráva, mléko, tuk, zdravotně významné skupiny mastných kyselin, konjugovaná kyselina linolová, kysací schopnost mléka

## SUMMARY

Some groups of fatty acids (FAs) in milk fat can have positive and some others also negative impact on consumer health. Profile of FAs could be influenced by dairy cow nutrition. Also breed and milk yield level should have an effect. The question is what relationships the FAs could have to quality of milk products? Relationships between FAs and their groups to selected indicators and technological properties were studied in 64 bulk milk samples from Czech Fleckvieh and Holstein cows. There were included 8 herds in two-year investigation during winter and summer feeding season. The relation-

ship of saturated FAs (SAFA; 66.22%) was significant only to lactose content (0.290;  $P < 0.05$ ). The relationships of monounsaturated FAs (MUFA; 29.21%) to milk indicators (MIs) were insignificant ( $P > 0.05$ ). The relationships of polyunsaturated FAs (PUFA, beneficial for consumer health; 4.53%) to MIs were narrower: fat (T, 0.321;  $P < 0.05$ ); lactose (L, 0.458;  $P < 0.01$ ); milk alcohol stability (AL, 0.447;  $P < 0.01$ ); titration acidity (SH, 0.342;  $P < 0.01$ ); cheese curd quality (KV, 0.427;  $P < 0.01$ ); milk fermentationability (JSH, 0.529;  $P < 0.001$ ), streptococci count in yoghurt (Strepto, 0.316;  $P < 0.05$ ); total count of noble bacteria in yoghurt (CPMUK, 0.314;  $P < 0.05$ ); streptococci/lactobacilly ratio (StreptoLacto, 0.356;  $P < 0.01$ ). The specific deterioration of some technological indicators was observed at higher PUFA. 27.9% of JSH variability was explainable by variability in PUFA proportion. Relationships of unsaturated FAs (USFA, health beneficial; 33.74%) to MIs were more similar to MUFA than PUFA. The significant relationship was only to lactose (−0.252;  $P < 0.05$ ). The relationships of hypercholesterolemic FAs (HCFA, less beneficial for health; 45.96%) to MIs were significant only sporadically: L (0.281;  $P < 0.05$ ); SH (−0.319;  $P < 0.05$ ); JSH (0.374;  $P < 0.01$ ). The higher proportion of HCFA was linked with higher lactose and possibly higher milk yield with more efficient dairy cow nutrition according to rules of L variability. The relationships of conjugated linoleic acid (CLA; markedly beneficial for health; 0.68%) to MIs were: T (0.379;  $P < 0.01$ ); L (−0.542;  $P < 0.001$ ); AL (0.266;  $P < 0.05$ ); KV (0.411;  $P < 0.01$ ); Strepto (0.260;  $P < 0.05$ ); StreptoLacto (0.270;  $P < 0.05$ ). The higher CLA levels were connected in this way with: higher fat content; lower lactose content; lower alcohol stability; lower streptococci count in yoghurt; lower streptococci/lactobacilly ratio in yoghurt. In particular at lactose it is possible to explain 29.32% of CLA variability by milk sugar variations. The increase of lactose content by 0.1% is equal to decrease in milk fat CLA representation by 0.71%. The relationships of most important saturated and unsaturated FAs C16:0 and C18:1 (palmitic and oleic, 31.52 and 25.32%) to MIs were not significant. The significant relationships of FAs with short chain (SCFA, 9.16%) to MIs were: L (0.425;  $P < 0.01$ ); curd firmness (PEV, 0.361;  $P < 0.01$ ); JSH (0.460;  $P < 0.01$ ). The significant relationships of FAs with medium chain (MCFA, 53.36%) to MIs were: SH (0.426;  $P < 0.01$ ); KV (0.271;  $P < 0.05$ ); JSH (0.448;  $P < 0.01$ ); Strepto (0.250;  $P < 0.05$ ); log CPMUK (0.251;  $P < 0.05$ ). The significant relationships of FAs with long chain (LCFA, 37.44%) to MIs were: L (−0.280;  $P < 0.05$ ); SH (0.410;  $P < 0.01$ ); KV (0.266;  $P < 0.05$ ); JSH (−0.492;  $P < 0.001$ ); Strepto (0.257;  $P < 0.05$ ); CPMUK (0.254;  $P < 0.05$ ). The negative correlation relationships were shown between unsaturated FAs representation (MUFA, but especially PUFA and USFA) and CLA in milk fat and lactose concentration. However also positive correlation relationship of lactose to milk yield and negative to PSB exists. Therefore it is possible to deduce that correlation of USFA to lactose could be also indirectly stretched to milk yield level. Previously the higher representation of MUFA, PUFA and CLA in milk fat was observed simultaneously with lower milk yield in both milked breed in the Czech Republic. The lower milk yield within breeds showed than on lower concentration of nutrients in feeding ration. Lower nutrition level of dairy cow herds showed also on often higher representation of nutrients which come from dry matter of roughage feedstuffs than concentrates. That is sure way to increasing of portion of healthy useful FAs in milk fat. The mentioned facts are probably confirmed by opposite tendency of correlation index with simultaneously increased SAFA and lactose. Regarding length of FA chain, if we are taking in consideration the positive correlation between lactose and milk yield the lower lactose and milk yield (in consequence either lower genetical level of animals or their less effective nutrition or for higher proportion of milk secretion disorders) increase the portion of LCFA and decrease representation of SCFA. The PUFA and CLA representation decreased with L increase. Simultaneously some technological milk properties such as alcohol stability and fermentationability were slightly improved. Appropriate effort about concentration increase of healthy useful FAs in milk fat (via targeted farmer mostly dietetical measures) could give rise to slight deterioration of technological properties as well. Further, there is still important question about persistence of increased content of healthy useful FAs in milk fat during technological processing in terms of pertinent production of functional milk foodstuffs.

#### Poděkování

Analýza byla podporována prostředky projektů NAZV QH81210 a MŠMT MSM 2678846201 a aktivitami Národní referenční laboratoře pro syrové mléko Rapotín (NRL-SM).

#### REFERENCE

- ALI, A. K. A., SHOOK, G. E., 1980: An optimum transformation for somatic cells concentration in milk. *J. Dairy Sci.*, 63, 487–490.
- BÓTTCHER, C. J. F., 1958: Sterols, fatty acids and atherosclerosis. *Nederlands Melk-en Zuiveltijdschrift*, 12, 4, 351–359.
- BRAUNER, J., FICNAR, J., 1985: Milk fat composition in first-calvers and older cows. (In Czech) *Živočišná Výroba / Czech J. Anim. Sci.*, 30, 7, 585–594.
- ČSN 57 0530, 1973: Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků. *Methods for testing of*

- milk and milk products. Vydavatelství úřadu pro normalizaci a měření, Praha.
- ČSN 570536, 1999: Stanovení složení mléka infračerveným absorpčním analyzátozem. Determination of milk composition by mid-infrared analyzer. (In Czech) Český normalizační institut, Praha.
- ČSN EN ISO 13366-3, 1998: Mléko – Stanovení počtu somatických buněk. Část 3: Fluoro-opto-elektronická metoda. Milk – Enumeration of somatic cells – Part 3: Fluoro-opto-electronic method. (In Czech) Český normalizační institut, Praha.
- ČSN ISO 6610, 1996: Mléko a mléčné výrobky - Stanovení počtu jednotek mikroorganismů tvořících kolonie – Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C. Milk and milk products – Enumeration of colony forming units of microorganisms Colony-count technique at 30 °C. Český normalizační institut, Praha.
- ČSN EN ISO/IEC 17025, 2005: Conformity assessment – General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. (In Czech) ČNI Praha.
- DEPETERS, E. J., GERMAN, J. B., TAYLOR, S. J., ESSEX, S. T., PEREZ-MONTI, H., 2001: Fatty acid and triglyceride composition of milk fat from lactating Holstein cows in response to supplemental canola oil. *J. Dairy Sci.*, 84, 4, 929–936.
- EDWARDS, R. A., KING, J. W., YOUSEF, I. M., 1973: A note on the genetic variation in the fatty acid composition of cow milk. *Anim. Prod.*, 16, 307–310.
- ELLIS, K. A., INNOCENT, G., GROVE-WHITE, D., CRIPPS, P., MCLEAN, W. G., HOWARD, C. F., MIHM, M., 2006: Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *J. Dairy Sci.*, 89, 1938–1950.
- FLORIS, R., DEKKER, R., SLANGEN, C., ELLEN, G., 2006: Influence of pasture feeding and stall feeding on CLA and other fatty acids in bovine milk fat. *Aust. J. Dairy Technol.*, 61, 1, 13–20.
- FRELICH, J., ŠLACHTA, M., HANUŠ, O., ŠPIČKA, J., SAMKOVÁ, E., 2009 a: Fatty acid composition of cow milk fat produced on low-input mountain farms. *Czech J. Anim. Sci.*, 54, 12, 532–539.
- FRELICH, J., ŠLACHTA, M., ŠPIČKA, J., SAMKOVÁ, E., HANUŠ, O., 2009 b: Impact of seasonal pasture on fatty acid composition of cows milk. *Grassland Science in Europe*, 14, Proceedings of 15<sup>th</sup> European Grassland Federation Symposium, Brno, 7–9 September 2009, Alternative Functions of Grassland, ISBN: 978–80–86908–15–1, 364–367.
- GRUMMER R. R., 1991: Effect of feed on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.*, 74, 3244–3257.
- HANUŠ, O., BEBER, K., NECHVÁTAL, R., KOUŘIL, P., GENČUROVÁ, V., KOPECKÝ, J., GABRIEL, B., 1994: Laktóza a poruchy sekrece mléčné žlázy krav v kontrole užítkovosti. The lactose content and secretion disorders of cow's mammary gland in the milk recording. (In Czech) Výzkum v chovu skotu / Cattle Research, ISSN 0139–7265, 3, 12–17.
- HANUŠ, O., FRELICH, J., JANŮ, L., MACEK, A., ZAJÍČKOVÁ, I., GENČUROVÁ, V., JEDELSKÁ, R., 2007: Impact of different milk yields of cows on milk quality in Bohemian spotted cattle. *Acta Vet. Brno*, 76, 4, ISSN 1801-7576, 563–571.
- HANUŠ, O., GAJDŮŠEK, S., BEBER, K., FICNAR, J., JEDELSKÁ, R., 1995: Složení a technologické vlastnosti mléka od dojníc ve střední části laktace a jejich vzájemné vztahy. Composition and technological properties of milk from dairy cows in the middle stage of lactation and their interrelationships. (In Czech) *Živoč. Výr. / Czech J. Anim. Sci.*, 40, 12, 555–561.
- HANUŠ, O., GABRIEL, B., GENČUROVÁ, V., ŽVÁČKOVÁ, I., 1993 A: Obsah laktózy v mléce krav v první třetině laktace podle některých ukazatelů poruch sekreční činnosti mléčné žlázy. Lactose content in cow milk in the first third of lactation according to some indicators of secretion disorder of mammary gland. (In Czech) *Živoč. Výr. / Czech J. Anim. Sci.*, 38, 2, 131–138.
- HANUŠ, O., GENČUROVÁ, V., FICNAR, J., GABRIEL, B., ŽVÁČKOVÁ, I., 1993 B: Vztah obsahu močoviny a bílkovin v stádových vzorcích mléka k některým chovatelským faktorům. The relationship of urea and protein in bulk milk to some breeding factors. *Živoč. Výr. / Czech J. Anim. Sci.*, 38, 1, 61–72.
- HANUŠ, O., HRONEK, M., HYŠPLER, R., YONG, T., TICHÁ, A., FIKROVÁ, P., HANUŠOVÁ, K., SOJKOVÁ, K., KOPECKÝ, J., JEDELSKÁ, R., 2010: Vztah mezi počtem somatických buněk a obsahem laktózy v mléce různých druhů savců. Relationship between somatic cell count and lactose content in milk of various species of mammals. (In Czech) *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, ISSN 1211-8516, LVIII, 2, 87–100.
- HANUŠ, O., ŠPIČKA, J., GENČUROVÁ, V., SAMKOVÁ, E., VYLETĚLOVÁ, M., 2008 a: Consistent raw cow milk quality payment as support of milk food chain safety and selected effects on milk composition improvement. In proceedings of International Scientific Conference: Pieno tyrimai – mokslui, verslui ir visuomenei, Milk research – for science, market and the public. Pieno tyrimai, Kaunas, Lithuania, ISBN 978–9986–456–25–4, 33–43.
- HANUŠ, O., ŠPIČKA, J., SAMKOVÁ, E., VYLETĚLOVÁ, M., PEŠEK, M., SOJKOVÁ, K., JEDELSKÁ, R., 2008 b: Impact of cattle breed and milk yield on fatty acid profile of raw milk. International Conference Proceedings, XXIII Genetic Days, Scientific Pedagogical Publishing, ISBN 80–85645–59–9, South Bohemia University, 67–70.
- HANUŠ, O., VEGRICHT, J., FRELICH, J., MACEK, A., BJELKA, M., LOUDA, F., JANŮ, L., 2008 c: Analýze of raw cow milk quality according to free fatty acids contents in the Czech Republic. *Czech J. Anim. Sci.*, 53, 1, 17–30.
- HANUŠ, O., ŽVÁČKOVÁ, I., GENČUROVÁ, V., GABRIEL, B., 1992: Vztah obsahu laktózy v mléce k ukazatelům zdravotního stavu mléčné žlázy v první třetině laktace. A relationship between milk lactose content and indicators of the mam-



- mary gland health in the first third of lactation. (In Czech) Vet. Med. (Praha), 37, 11, ISSN 0375-8427, 595-604.
- HAUMANN, B. F., 1996: Conjugated linoleic acid. International news on fats, oils and related materials, 7, 152-159.
- HEJTMÁNKOVÁ, A., TÁBORSKÝ, J., DRAGOUNOVÁ, H., NOVOTNÝ, O., 2009: Variability of unsaturated fatty acids in milk from different farms of the Czech Republic. Sci. Agric. Bohem., 40, 4, 204-211.
- HERMANSEN, E. J., LUND, P., 1990: Fatty acid composition and milk quality related to feeding Ca-saponified palm acid oil to different breeds of dairy cows. J. Dairy Res., 57, 23-31.
- CHIN, S. F., LIU, W., STORKSON, J. M., PARIZA, M. W., 1992: Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid a newly recognised class of anticarcinogens. J. Food Compos. Anal., 5, 185-197.
- JANŮ, L., HANUŠ, O., FRELICH, J., MACEK, A., ZAJÍČKOVÁ, I., GENČUROVÁ, V., JEDELSKÁ, R., 2007 A: Influences of different milk yields of Holstein cows on milk quality indicators in the Czech Republic. Acta Vet. Brno, 76, 4, ISSN 1801-7576, 553-561.
- JANŮ, L., HANUŠ, O., MACEK, A., ZAJÍČKOVÁ, I., GENČUROVÁ, V., KOPECKÝ, J., 2007 B: Fatty acids and mineral elements in bulk milk of Holstein and Czech Spotted cattle according to feeding season. Folia Veterinaria, 51, 1, 19-25.
- KLÍČNÍK, V., 1978: Technologie živočišných výrobků I. (Mlékářství). SPN Praha, 17-091-78, 270.
- KOMPRDA, T., DVOŘÁK, R., SUCHÝ, P., FIALOVÁ, M., ŠUSTOVÁ, K., 2000: Effect of heat-treated rapeseed cakes in dairy cow diet on yield, composition and fatty acid pattern of milk. Czech J. Anim. Sci., 45, 7, 325-332.
- KORHONEN, F., 2003: Funkčné mliečne výrobky – príležitosť na zlepšenie zdravia. Mliekárstvo, 3, ISSN 1210-3144, 38-44.
- LAWLESS, F., STANTON, C., L'ESCOPI, P., DEVERY, R., DILLON, P., MURPHY, J. J., 1999: Influence of breed on bovine milk cis-9, trans 11-conjugated linoleic acid content. Livest. Prod. Sci., 62, 1, 43-49.
- LOCK, A. L., GARNSWORTHY, P. C., 2003: Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and delta9-desaturase activity in dairy cows. Livest. Prod. Sci., 79, 1, 47-59.
- MALUCHOVÁ, B., BLÁŠKO, J., KUBINEC, R., GÓROVÁ, R., DUBRAVSKÁ, J., MARGETÍN, M., SOJÁK, L., 2008: Seasonal variations in fatty acid composition of pasture forage plants and CLA content in ewe milk fat. Small Rumin. Res., 78, 1-3, 56-65.
- MUNDAY, J. S., THOMPSON, K. G., JAMES, K. A. C., 1999: Dietary conjugated linoleic acids promote fatty streak formation in the C57BL/6 mouse atherosclerosis model. Brit. J. Nutr., 81, 251-255.
- NICOLOSI, R. J., ROGERS, E. J., KRITCHEVSKY, D., SCIMECA, J. A., HUTH, P. J., 1997: Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. Artery, 22, 266-277.
- ON 570534, 1986: Stanovení kysací schopnosti mléka. Milk fermentationability determination. Oborová norma, Mléčný průmysl Praha.
- OPRZADEK, J., OPRZADEK, A., 2003: Modifications of fatty acids composition in ruminants. Medycyna-Weterynaryjna, 59, 6, 32 ref., 492-495.
- PALMQUIST, D. L., BEALIEU, A., BARBANO, D. M., 1993: Feed and animal factors influencing milk fat composition. J. Dairy Sci., 76, 1753-1771.
- PARODI, P. W., 1997: Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. Journal of Nutrition, 127, 1055-1060.
- PARODI, P. W., 2004: Milk fat in human nutrition. Aust. J. Dairy Technol., 59, 3-59.
- PETERS, E. J., MEDRANO, J. F., REED, B. A., 1995: Fatty acid composition of milk fat from three breeds of dairy cattle. Canad. J. Anim. Sci., 267-269.
- PEŠEK, M., SAMKOVÁ, E., ŠPIČKA, J., 2009 a: Zastoupení zdravotně významných mastných kyselin v mléčném tuku a možnosti regulace jejich obsahu. (Presence of health important fatty acids in milk fat and possibilities of their contents regulation). In Health Education and Quality of Life II. Česká Budějovice: JU, ISBN 978-80-7394-180-2, 262-266.
- PEŠEK, M., SAMKOVÁ, E., ŠPIČKA, J., PELIKÁNOVÁ, T., 2009 b: Distribution of hypercholesterolemic fatty acids and atherogenic index in the milk fat of dairy cows. Milchwissenschaft, 64, 2, 154-157.
- PEŠEK, M., SAMKOVÁ, E., ŠPIČKA, J., 2006: Fatty acids and composition of their important groups in milk fat of Czech Pied cattle. Czech J. Anim. Sci., 51, 5, 181-188.
- PEŠEK, M., ŠPIČKA, J., SAMKOVÁ, E., 2005: Comparison of fatty acids composition of milk fat of Czech Pied cattle and Holstein cattle. Czech J. Anim. Sci., 50, 3, 122-128.
- PROKŠ, J., 1964: Mlékářství díl I. ISBN 04-828-63. Praha, 224.
- RAUBERTAS, J., SHOOK, G., 1982: Relationship between lactation measures of SCC and milk yield. J. Dairy Sci., 65, 419-425.
- RENEAU, J. K., 1986: Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. J. Dairy Sci., 69, 1708-1720.
- RENNER, E., KOSMACK, U., 1974 a: Genetische Aspekte zur Fettsäurezusammensetzung des MilCHFettes. 1. Abgrenzung gegenüber nichtgenetischen Faktoren. Züchtungskunde, 46, 6, 2, 91-99.
- RENNER, E., KOSMACK, U., 1974 b: Genetische Aspekte zur Fettsäurezusammensetzung des MilCHFettes. 2. Fettsäuremuster der Milch von Nachkommenpopulationen. Züchtungskunde, 46, 217-226.
- RENNER, E., KOSMACK, U., 1974 c: Genetische Aspekte zur Fettsäurezusammensetzung des MilCHFettes. 3. Genetische Korrelationen zum Fettgehalt und zur Fettleistung. Züchtungskunde, 46, 2, 257-264.

- RYHÄNEN, E. L., TALLAVAARA, K., GRIINARI, J. M., JAAKKOLA, S., MANTERE-ALHONEN, S., SHINGFIELD, K. J., 2005: Production of conjugated linoleic acid enriched milk and dairy products from cows receiving grass silage supplemented with a cereal-based concentrate containing rapeseed oil. *Int. Dairy J.*, 15, 3, 207–217.
- SAMKOVÁ, E., PEŠEK, M., ŠPIČKA, J., 2008: Mastné kyseliny mléčného tuku skotu a faktory ovlivňující jejich zastoupení. Fatty acids of cow milk fat and factors affecting their composition. (In Czech) ISBN 978-80-7394-104-8. České Budějovice: JU ZF, 90.
- SAMKOVÁ, E., PEŠEK, M., ŠPIČKA, J., PELIKÁNOVÁ, T., HANUŠ, O., 2009: The effect of feeding diets markedly differing in the proportion of grass and maize silages on bovine milk fat composition. *Czech J. Anim. Sci.*, 54, 3, ISSN 1212-1819, 93–100.
- SAMKOVÁ, E., ŠPIČKA, J., ŠLACHTA, M., PEŠEK, M., FRELICH, J., VYLETĚLOVÁ, M., HANUŠ, O., 2010: Variabilita v zastoupení významných mastných kyselin a jejich skupin v individuálních a bazénových vzorcích syrového kravského mléka. *Mlékařské listy – zpravodaj*, 119, ISSN 1212-950X, 18–21.
- SHOOK, G. E., 1982: Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability. *Nat. Mast. Council*, Louisville, Kentucky, 1–17.
- SOJTKOVÁ, K., HANUŠ, O., ŘÍHA, J., GENČUROVÁ, V., HULOVÁ, I., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J., 2010 a: Impacts of lactation physiology at higher and average yield on composition, properties and health indicators of milk in Holstein breed. Vlivy fyziologie laktace při vyšší a průměrné užitkovosti na složení, vlastnosti a zdravotní ukazatele mléka dojníc holštýnského plemene skotu. *Scient. Agric. Bohem.*, 41, 1, ISSN 1211-3174, 21–28.
- SOJTKOVÁ, K., HANUŠ, O., ŘÍHA, J., YONG, T., HULOVÁ, I., VYLETĚLOVÁ, M., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J., 2010 b: A comparison of lactation physiology effects at high and lower yield on components, properties and health state indicators of milk in Czech Fleckvieh. Srovnání vlivů fyziologie laktace při vysoké a nižší užitkovosti na složky, vlastnosti a zdravotní ukazatele mléka u Českého strakatého plemene. *Scient. Agric. Bohem.*, 41, 2, ISSN 1211-3174, 2010, 84–91.
- SOYEURT, H., DARDENNE, P., GILLON, A., CROQUET, C., VANDERICK, S., MAYERES, P., BERTOZZI, C., GENGLER, N., 2006: Variation in fatty acid contents of milk and milk fat within and across breeds. *J. Dairy Sci.*, 89, 12, 4858–4865.
- 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 *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, 60, 314–317.
- THORSDOTTIR, I., HILL, J., RAMEL, A., 2004: Seasonal variation in cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid in milk fat from nordic countries. *J. Dairy Sci.*, 87, 2800–2802.
- TRINÁCTÝ, J., KRÍŽOVÁ, L., HADROVÁ, S., HANUŠ, O., JANŠTOVÁ, B., VORLOVÁ, L., DRAČKOVÁ, M., 2006: Effect of rumen-protected protein supplemented with three amino acids on milk yield, composition and fatty acid profile in dairy cows. *J. Anim. Feed Sci.*, 15, 1, 3–15.
- VYLETĚLOVÁ, M., FICNAR, J., HANUŠ, O., 2000: Vliv lipolytických enzymů *Pseudomonas fluorescens* na uvolňování mastných kyselin z mléčného tuku. Effects of lipolytic enzymes *Pseudomonas fluorescens* on liberation of fatty acids from milk fat. *Czech J. Food Sci.*, 18, 5, 175–182.
- 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. *J. Dairy Sci.*, 84, 10, 2295–2301.
- WIGGANS, G., SHOOK, G., 1987: A lactation measure of somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 70, 2666–2672.

#### Adresa

doc. Ing. Oto Hanuš, Ph.D., Výzkumný ústav pro chov skotu Rapotín, Research Institute for Cattle Breeding Rapotín, Výzkumníků 267, 788 13 Vikýřovice, Česká republika, The Czech Republic; Ing. Eva Samková, Ph.D., doc. Ing. Jiří Špička, CSc., Jihočeská univerzita České Budějovice, Zemědělská fakulta, University of South Bohemia České Budějovice, Faculty of Agriculture, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, The Czech Republic; Mgr. Kamila Sojtková, Bc. Kristýna Hanušová, RNDr. Marcela Vyleťelová, Ph.D., Radoslava Jedelská, Agrovýzkum Rapotín, AgroResearch Rapotín, Výzkumníků 267, 788 13 Vikýřovice, Česká republika, The Czech Republic; Ing. Tomáš Kopec, Svaz chovatelů českého strakatého skotu, Czech Fleckvieh Breeders Association, Horní 28, 591 01 Žďár nad Sázavou, Česká republika, The Czech Republic