

Literatura

- AGARWAL L ET AL. (2008): Anaerobic fermentative production of lactic acid using cheese whey and corn steep liquor. *Biotechnology Letters*, 30, (4), s. 631-635.
- ARASARATNAM V. ET AL. (1996): Supplementation of whey with glucose and different nitrogen sources for lactic acid production by *Lactobacillus delbrueckii*. *Enzyme and Microbial Technology*, 19, (7), s. 482-486.
- DRBOHLAV J. ET AL. (2009): Využití kyseliny mléčné ze syrovátky pro přípravu polylaktátu a tvorbu biodegradovatelných plastů. *Mlékařské listy*, 115, s. 13-18.
- CHIARINI L. ET AL. (1990): Lactic acid production from whey or whey ultrafiltration by *Lactobacillus helveticus*. *Food Biotechnology*, 4 (1), s. 101.
- JADON V.S. ET AL. (2004): Optimization of lactic acid production process from whey containing *Lactobacillus amylovorus*. *Indian Veterinary Journal*, 81 (2), s. 166-168.
- KULOZIK U., WILDE J. (1999): Rapid lactic acid production at high cell concentrations in whey ultrafiltrate by *Lactobacillus helveticus*. *Enzyme and Microbial Technology*, 24, (5-6), s. 297-302.

MASTNÉ KYSELINY V MLÉČNÉM TUKU A JEJICH HODNOCENÍ VE VZTAHU K OSTATNÍM UKAZATELŮM KVALITY MLÉKA

Macek, A.¹ - Samková, E.² - Hanuš, O.³ - Špička, J.² - Sojková, K.¹ - Kopecký, J.³

¹ Výzkumný ústav pro chov skotu, Rapotín; ² Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta;

³ Agrovýzkum Rapotín

Fatty acids in milk fat and their evaluation in relationship to other milk quality indicators

Abstract

In winter and summer season 16 bulk milk samples were obtained from 8 farm different herds of Czech Fleckvieh and Holstein cows during 2 years. Samples were characterized by 37 milk indicators and by 27 data about profile of fatty acids. Some interesting relationships between occurrence of fatty acids (FAs) and other milk indicators were discovered by regression analyse. Relationship between citric acid (KC) and polyunsaturated FAs (PUFAs; 0.64; $P \leq 0.01$) shows on higher values of these nutritive important fatty acids with higher KC value, it means at energetic better dairy cow metabolic state. Lauric acid occurrence was higher and increased with higher solid non fat content in milk, it means also with possible better dairy cow supplementation by energy. Higher contents of conjugated linoleic acid (CLA; in whole data set) were linked with longer time of milk enzymatic coagulation. CLA occurrence increased (0.55; $P \leq 0.05$) with KC concentration increase, it shows with better energy state of dairy cows. Mentioned fact copies the development in PUFAs.

Key words: Czech Fleckvieh; Holstein; milk fat; fatty acids; milk indicators

Abstrakt

V zimní a letní sezóně bylo za 2 roky odebráno 16 bazénových vzorků mléka z osmi chovatelsky rozdílných stád českého strakatého a holštýnského skotu. Vzorky byly charakterizovány celkem 37 mléčnými ukazateli a 27 daty o skladbě mastných kyselin. Regresní analýzou byly nalezeny některé zajímavé vztahy mezi zastoupením mastných kyselin (FAs) a ostatními mléčnými ukazateli. Vztah mezi kyselinou citrónovou (KC) a polynenasycenými FAs (PUFAs; 0,64; $P \leq 0,01$) ukazuje na vyšší hodnoty těchto dieteticky významných mastných kyselin s vyšší hodnotou KC, tzn. při energeticky lepším metabolickém stavu dojníc. Zastoupení kyseliny laurové bylo vyšší, resp. stouvalo s vyšším obsahem sušiny tukuprosté v mléce, také tedy s možným vyšším zásobením dojníc energií. Vyšší obsahy konjugované kyseliny linolové (CLA; v celém souboru) byly spojené s delším časem enzymatické koagulace mléka. Zastoupení CLA vzrůstalo (0,55; $P \leq 0,05$) spolu s vzrůstem koncentrace KC, což naznačuje s lepším energetickým stavem krav. Uvedené kopíruje vývoj u PUFAs.

Klíčová slova: český strakatý skot; holštýnský skot; mléčný tuk; mastné kyseliny; mléčné ukazatele

Úvod a literární přehled

Mastné kyseliny lze klasifikovat dle struktury do tří základních skupin: nasycené (SAFAs - saturated fatty acids), mononenasycené (MUFAs - monounsaturated fatty acids) a polynenasycené (PUFAs - polyunsaturated fatty acids). Jiným kritériem pro jejich rozlišení je jejich kvantitativní zastoupení v tuku. Kyseliny vyskytující se v mléčném tuku v množství větším než 1 % jsou řazeny do skupiny majoritních. Kyseliny, kterých je méně než 1 % jsou označovány jako minoritní.

Zvláště PUFAs jsou předmětem zájmu mnoha výzkumů (Rossel, 1989). Dle poloh dvojných vazeb v C-řetězci se dělí na omega (ω -6) a omega (ω -3) skupiny. Patří sem rovněž esenciální mastné kyseliny linolová (ω -6) a linolenová (ω -3) dříve nazývané jako vitamin F. Jedná se o látky pro lidský organismus nepostradatelné a jejich jediným zdroje je potrava (rostlinný, rybí tuk), protože tělo je nedokáže samo syntetizovat. Plní mnoho funkcí (Forman, 1988; Obermaier, 1995), mj. jsou důležitou součástí buněčných membrán, představují prekurzory při syntéze prostaglandinů, tromboxanů, leukotrienů (eikosanoidy), jež inhibují aktivitu mikrobů v trávicím traktu (regulace zánětlivých procesů), hrají roli při řízení fyziologických pochodů v organismu (centrální nervový systém, imunita, srdečně-cévní systém). Obecně všechny PUFAs v aktivní formě mají v porovnání s SAFAs omezenou "životnost" (rychleji se metabolizují) - vyplývá to z chemické struktury látek, kdy má dvojná vazba vyšší tendenci k oxidaci než jednoduchá.

V současnosti je středem zájmu (Hanus et al., 2004) konjugovaná kyselina linolová (CLA - conjugated linoleic

acid) jako důležitá složka mléčného tuku přežvýkavců (Jensen, 2002). Jedná se o směs polohových a geometrických izomerů linolové kyseliny (C18:2n6). Přisuzují se jí antiatherogenní a též antikancerogenní vlastnosti (Ha et al., 1987; Oprzadek a Oprzadek, 2003). Někteří autoři optimismus spojený s antikancerogenitou nesdílejí a uvádějí, že nebyla zřetelně potvrzena, nicméně téma zůstává stále aktuální a výzkumy v této oblasti pokračují.

Na rozdíl od PUFAs představují SAFAs (nejvýznamnějším zástupcem je kyselina palmitová) onu "nepopulární" složku mléčného tuku, jež se podílí na zvyšování hladiny cholesterolu a na vzniku kardiovaskulárních chorob. Proto existují snahy o změnu podílu PUFAs/SAFAs ve prospěch PUFAs. Je zřejmé, že složení mléčného tuku lze ovlivnit. Otázkou je, do jaké míry je to možné a jaký způsob je nejefektivnější. Výzkumy ukazují, že spektrum FAs je odvislé do jisté míry od genetického základu zvířat (Pešek et al., 2005; 2009), ročního cyklu, ale zejména výživy (Sommer, 1996). Např. řepkové pokrutiny mohou ovlivnit profil mastných kyselin mléčného tuku (Komprda et al., 2000, 2005). Travní siláž oproti kukuřičné zvyšovala zastoupení PUFAs (Samková et al., 2009). Vedle využívání travních porostů lze zařadit vhodné krmné doplňky obsahující preparáty z chráněných mastných kyselin, které odolají hydrogenním atakům v předžaludcích skotu.

Nebyly zjištěny rozdíly v obsazích mastných kyselin a jejich skupin mezi zimním a letním obdobím, když byla uplatněna monodieta. Při využití pastvy byly rozdíly významné (Samková et al., 2010) a výrazné byly především v obsazích zdravotně významných hypercholesterolemických FAs (43,8 %, resp. 37 %, $P < 0,001$), PUFAs (4,6 %, resp. 5,2 %, $P < 0,001$) a CLA (0,8 %, resp. 1,1 %, $P < 0,01$). Zdravotně je složení mléčného tuku dojníc na pastvě vhodnější než v zimním období nebo při celoročním krmění konzervovanými krmivy.

Cílem tohoto vyhodnocení bylo posoudit vzájemné vztahy mezi zastoupením některých mastných kyselin a jejich skupin a vybranými ukazateli kvality mléka.

Materiál a metodika

Vzorky mléka a podmínky sledování

Zastoupení mastných kyselin v mléčném tuku v syrovém kravském mléce bylo sledováno u dvou hlavních dojených plemen v České republice, a to u holštýnského (H) a českého strakatého (C) skotu (1 : 1). Vzorky byly odebírány z osmi různých chovů a seříděny podle plemene a podle období na zimní (Z) a letní (L). Sledování trvalo 2 roky. Vzniklo tak šestnáct bazénových vzorků. Po odebrání byly vzorky ihned zchlazeny nebo zamrazeny a pře-vezeny k analýzám.

Sledované mléčné ukazatele

Vzorky byly analyzovány fyzikálně-chemickými metodami. Bylo získáno 37 ukazatelů včetně makro- a mikroprvků. Vedle obvyklých mléčných ukazatelů (ML... dojivost [kg mléka/den]; Tuk [%; g/100 g]; Lak...laktóza /monohydrát/ [%; g/100g]; STP...sušina tukuprostá [%;

g/100g]; PSB...počet somatických buněk [tis./ml]; Mo...močovina [mg/100ml]; Ac...aceton [mg/l]; pH... Sörensův koeficient kyselosti [a.j.]; Vod...vodivost, resp. elektrická vodivost [mS/cm]; ALK...alkoholová stabilita /objem 96% etanolu v ml, jež právě vyvolá pozorovatelné srážení mléčných bílkovin/; SH...titrační kyselost [ml×2,5 mmol/l roztoku NaOH]; Čas...čas koagulace syřidlem [s]; KV...subjektivní odhad kvality koláče sýřeniny stanovený aspekci a pohmatem od 1. /výborná/ do 4. /špatná/ třídy; PEV...pevnost sýřeniny, tj. hloubka průniku standardně padajícího tělíska sýřeninou [mm]; SYR...objem syrovátky vypuzené v procesu enzymatického sýření, tzn. vyloučení kapaliny ze sýřeniny, které je způsobeno jeho stažením prostřednictvím smršťujícího se koláče sýřeniny [ml]; HB...hrubé bílkoviny, tj. Kjeldahlovo stanovení celkového dusíku /N×6,38/ [%; g/100g]; KAS...kasein, tj. Kjeldahlovo stanovení kaseinového dusíku /N×6,38/ [%; g/100g]; ČB...čisté bílkoviny, tj. Kjeldahlovo stanovení bílkovinného dusíku /N×6,38/ [%; g/100g]; SB...syrovátkové bílkoviny /diference ČB-KAS/ [%; g/100g];>NNL...nebílkovinné dusíkaté látky/diference HB-ČB×6,38/ [%; g/100g]; MNN...podíl dusíku močoviny v nebílkovinném dusíku [%]; T/HB...poměr tuku a hrubých bílkovin [a.j.]; KAČ-HB...kaseinové číslo na bázi hrubých bílkovin [%]; KAČ-ČB...kaseinové číslo na bázi čistých bílkovin [%]) byly stanoveny obsahy makro- (Ca, Mg, Na, K a P [mg/100g]) a mikroprvků (Mn, Fe, Cu, Zn, Ni [mg/kg]) a kyseliny citronové [mmol/l].

Použité analytické metody

Základní složení mléka (Tuk, Lak, STP) bylo měřeno na kalibrovaném přístroji MilkoScan 133B (Foss Electric, Dánsko). Hrubé bílkoviny a další složky dusíkatých látek v mléce byly měřeny na zařízení Kjeltec (Foss Tecator, Švédsko). PSB byl stanoven na kontrolovaném přístroji Fossomatic 90 (Foss Electric, Dánsko). Močovina a aceton byly měřeny fotometricky (420 a 485 nm; Spekol 11, Carl Zesiss Jena, Německo) po reakci s Ehrlichovým činidlem (Mo) a mikrodifúzní metodou po fixaci acetonu (Ac) v salicylaldehydu v alkalickém prostředí. Fosfor dává s molybdenem za přítomnosti antimonitých iontů, kyseliny askorbové a sírové fosfomolybdenovou modř. Intenzita zbarvení byla určena spektrofotometricky při 750 nm. Postup stanovení kyseliny citronové zahrnuje vysrážení mléka kyselinou trichloroctovou a následnou chemickou reakci filtrátu s pyridinem a acetanhydridem, kdy vzniklý běžově zbarvený komplex absorbuje při 428 nm (Spekol 11, Carl Zesiss Jena, Německo) úměrně koncentraci kyseliny citronové v mléku. Vodivost byla měřena konduktometricky na zařízení OK 102/1 (Radelkis, Maďarsko) a pH potenciometricky (pH-metr CyberScan 510, Eutech Instruments).

Měření minerálií bylo provedeno technikami atomové absorpční, resp. emisní spektroskopie (AAS, resp. AES; SOLAAR S4 and 6F S97 Thermo Elemental; England) po

Tab.1 Výběr ze sledovaných mléčných charakteristik pro jednotlivé chovy a roční období

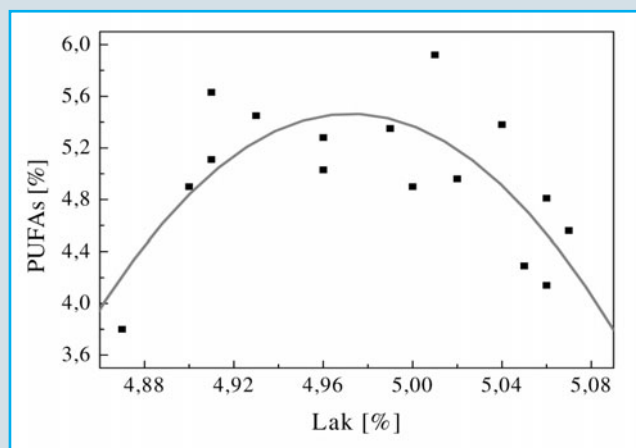
Stáj /plemeno	období	ML [kg/den]	Tuk [%]	Lak [%]	STP [%]	Ac [mg/l]	ČB [%]	Čas [s]	Vod [mS/cm]	MNN [%]	Ca [mg/100g]	KC [mmol/l]	12:0 [%]	14:0 [%]	18:0 [%]	18:2n6 [%]	MUFA [%]	PUFA [%]	SAFA [%]
I /H	Z	24,68	3,87	5,06	8,81	2,99	3,02	113,43	4,02	37,75	139,81	9,07	3,59	11,34	10,08	1,85	25,97	4,14	66,81
	L	22,60	4,33	4,87	8,32	6,55	2,80	92,99	4,51	29,86	121,02	8,79	3,24	10,09	11,69	1,65	25,75	3,80	67,62
II /H	Z	26,38	4,06	5,01	8,9	2,75	3,16	114,64	3,95	51,41	127,96	11,83	2,83	9,64	22,18	3,55	23,50	5,92	68,12
	L	24,23	3,74	4,91	8,57	2,68	2,98	121,29	4,7	27,09	115,61	10,71	2,65	9,09	19,05	3,16	27,02	5,63	64,73
III /H	Z	36,62	3,77	5,06	8,88	3,24	3,10	109,90	4,24	44,02	117,55	9,26	3,88	12,19	11,77	2,63	23,08	4,81	69,28
	L	35,07	3,63	5,02	8,71	1,22	3,06	112,24	4,83	43,20	109,01	8,66	3,65	11,51	11,15	2,58	24,98	4,96	67,23
IV /H	Z	25,98	3,92	4,99	8,85	4,65	3,12	138,50	4,32	42,31	109,44	10,50	3,62	11,2	13,59	3,14	24,22	5,35	67,56
	L	26,00	3,54	5,04	8,76	2,21	3,02	120,70	4,60	41,86	123,75	11,88	3,28	10,25	11,37	3,31	27,38	5,38	64,43
V /C	Z	25,79	3,76	4,93	8,85	1,42	3,23	126,12	4,04	42,62	127,50	10,28	3,60	11,12	12,96	3,15	24,33	5,45	67,44
	L	23,24	4,34	4,96	8,72	2,73	3,04	122,13	4,43	41,22	105,96	10,57	2,96	9,60	14,30	3,36	26,33	5,28	65,93
VI /C	Z	25,27	4,05	5,05	8,96	2,30	3,21	96,48	4,00	62,29	117,75	5,33	3,96	11,52	9,82	2,17	26,61	4,29	66,29
	L	29,81	3,27	4,90	8,73	2,95	3,17	112,25	4,48	48,72	131,29	10,06	3,11	10,41	12,33	2,69	27,02	4,90	65,33
VII /C	Z	27,53	3,89	5,07	8,94	3,22	3,13	102,24	3,94	37,13	115,88	10,99	3,98	12,21	12,16	2,39	23,28	4,56	69,39
	L	25,95	4,08	4,96	9,03	2,28	3,34	101,24	4,43	61,54	127,12	11,04	4,50	12,10	10,09	2,58	23,40	5,03	68,42
VIII /C	Z	24,28	4,08	5,00	8,97	4,89	3,17	99,68	4,07	40,73	120,47	11,20	3,85	11,47	11,07	2,30	24,77	4,90	67,35
	L	20,74	4,50	4,91	8,87	2,02	3,28	97,77	4,40	43,99	144,45	11,44	3,44	11,44	10,10	2,53	23,50	5,11	68,40
x		26,51	3,93	4,98	8,80	3,01	3,11	111,35	4,31	43,48	122,16	10,10	3,51	10,95	12,73	2,69	25,07	4,97	67,15
sd		4,06	0,31	0,06	0,17	1,31	0,13	12,09	0,27	9,07	10,32	1,58	0,47	0,95	3,27	0,53	1,47	0,54	1,44

H...holštýnský; C...český strakatý skot; Z...zimní; L...letní; x...aritmetický průměr; sd...směrodatná odchylka.

předchozí mineralizaci. Dále bylo sledováno zastoupení mastných kyselin. Kromě individuálních mastných kyselin bylo sledováno také zastoupení skupin mastných kyselin, tj. nasycených (SAFAs), mononenasycených (MUFAs), polynenasycených (PUFAs) a nenasyčených (USFAs) mastných kyselin (FAs). Tuk byl izolován metodou Röse-Gottlieba (extrakce v etyléteru a petroléteru). Mastné kyseliny byly analyzovány pomocí plynové chromatografie (GC; Varian 3300 apparatus, Techtron, Australia) jako metyl estery. Bylo identifikováno 27 mastných kyselin z celkového počtu 37, které byly detekovány na chromatogramu.

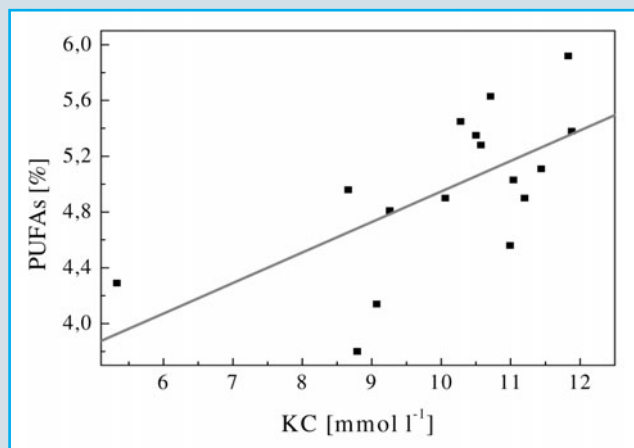
Byla provedena základní statistická analýza (aritmetický průměr, směrodatná odchylka) pomocí programu Microsoft Excel a dále posouzeny vzájemné vztahy mezi obsahem jednotlivých mastných kyselin a jejich skupin v mléce a ostatními mléčnými ukazateli.

Výsledky a diskuse

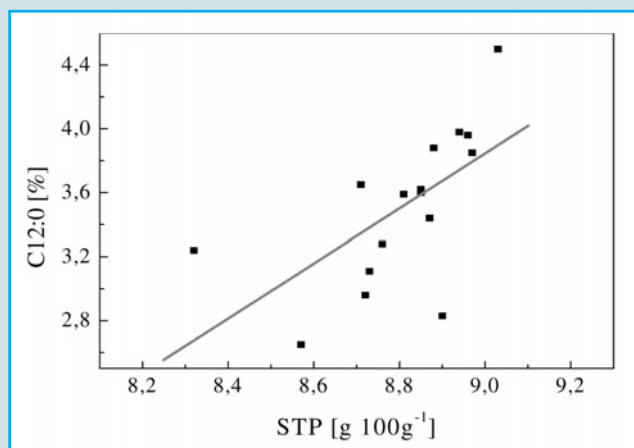


Graf 1 Vzájemná korelace zastoupení PUFAs a laktosy v mléčném tuku

Bazénové vzorky mléka charakterizovaly jednotlivá stáda z genetického hlediska a navíc odrážely rozdílné chovatelské podmínky v zimní a letní sezóně včetně typu výživy. V Tab. 1 je pro přehled uvedeno pouze několik



Graf 2 Vzájemná korelace zastoupení PUFAs a kyseliny citronové v mléčném tuku



Graf 3 Vzájemná korelace zastoupení C 12:0 v mléčném tuku a tukuprosté sušiny

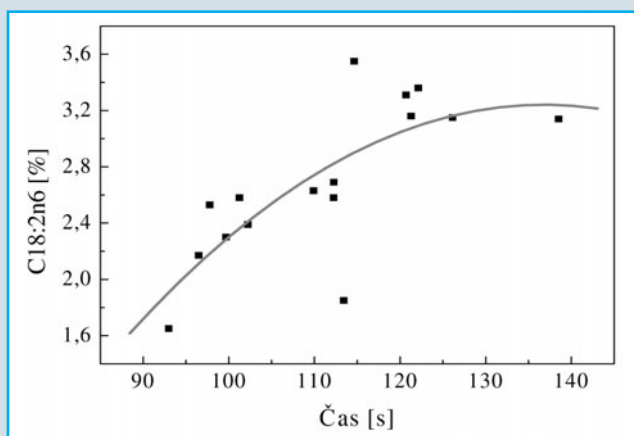
Tab. 2 Rovnice lineární, popř. nelineární regrese, koeficienty determinace, koeficienty (resp. indexy) korelace a stupeň jejich statistické významnosti vybraných ukazatelů ve vztahu k procentuálnímu zastoupení jednotlivých mastných kyselin a jejich skupin v mléčném tuku

Vztah mezi C12:0 a	Regresní analýza			
	rovnice	koeficient determinace	koeficient nebo index korelace	signifikance
Vztah mezi C12:0 a				
Vod	$y = -0,50511 x + 5,77199$	0,09419	-0,30690	ns
SH	$y = 0,68288 x - 1,58044$	0,15471	0,39333	ns
HB	$y = 1,69388 x - 2,08105$	0,26532	0,51509	*
KAS	$y = 2,11283 x - 2,02292$	0,25764	0,50758	*
ČB	$y = 1,90427 x - 2,42186$	0,26211	0,51197	*
Lak	$y = 3,17797 x - 12,32946$	0,18416	0,42914	ns
P	$y = 5,356E-2 x - 0,89989$	0,16348	0,40433	ns
Fe	$y = -0,80245 x - 4,26706$	0,22870	-0,47823	*
STP	$y = 1,72037 x - 11,63805$	0,38707	0,62215	**
Vztah mezi C14:0 a				
STP	$y = 2,66651 x - 12,47755$	0,23942	0,48931	*
SH	$y = 1,52963 x - 0,40016$	0,19986	0,44706	ns
KV	$y = -1,37113 x + 14,50605$	0,19646	-0,44324	ns
PEV	$y = -0,17624 x^2 + 5,57123 x - 32,62975$	0,17963	0,42383	ns
KAS	$y = 3,40799 x + 2,07683$	0,17258	0,41543	ns
ČB	$y = 2,85626 x + 2,10392$	0,15183	0,38965	ns
Mn	$y = 22,15909 x + 8,78347$	0,31811	0,56401	*
Vztah mezi C16:0 a				
Tuk	$y = 6,82567 x^2 - 51,78834 x + 128,86981$	0,21198	0,46041	ns
Lak	$y = 249,752 x^2 - 2486,960 x + 6221,510$	0,15048	0,38792	ns
pH	$y = -23,9921 x - 193,04552$	0,35754	-0,59795	**
SH	$y = 4,3528 x - 1,04047$	0,30825	0,55520	*
čas	$y = -8,383E-2 x + 40,73336$	0,23063	-0,48024	*
SYR	$y = -1,43219 x^2 + 101,62881 x - 1770,64971$	0,22071	0,46980	ns
Ca	$y = 7,77E-2 x + 21,90736$	0,14435	0,37993	ns
Vztah mezi C18:0 a				
pH	$y = 33,36287 x - 212,05044$	0,28757	0,53626	*
SH	$y = -6,11271 x + 58,28683$	0,25285	-0,50284	*
čas	$y = 0,11464 x - 3,293 E-2$	0,17939	0,42354	ns
KV	$y = 5,22985 x - 0,64347$	0,22642	0,47584	*
Vztah mezi C18:1 a				
ČB	$y = -5,24612 x + 38,17965$	0,21721	-0,46606	ns
K	$y = -0,12471 x + 42,37869$	0,12686	-0,35617	ns
Fe	$y = 2,13251 x + 19,82603$	0,17637	0,41996	ns
Cu	$y = 35,67742 x + 17,55996$	0,24639	0,49638	*
Vztah mezi C18:2n6 a				
Ac	$y = -0,17184 x + 3,20659$	0,17804	-0,42195	ns
SH	$y = -0,7186 x^2 + 9,66673 x - 29,3885$	0,26615	0,51590	*
čas	$y = -6,96096E-4 x^2 + 0,1904 x - 9,77835$	0,57824	0,76042	***
NNL	$y = -313,007 x^2 + 127,518 x - 9,9708$	0,23722	0,48705	*
KC	$y = 0,18425 x + 0,82894$	0,29728	0,54523	*
Vztah mezi C18:3n3 a				
pH	$y = 0,92212 x - 5,61905$	0,19642	0,44319	ns
HB	$y = 0,42455 x - 0,80727$	0,30395	0,55132	*
KAS	$y = 0,5054 x - 0,72946$	0,26884	0,51850	*
ČB	$y = 0,49304 x - 0,94176$	0,32044	0,56607	*
SB	$y = -27,13066 x^2 + 29,83354 x - 7,50312$	0,36699	0,60580	**
KC	$y = 2,838E-2 x + 0,30707$	0,16776	0,40959	ns

Vztah mezi C12:0 a	Regresní analýza			
	rovnice	koeficient determinace	koeficient nebo index korelace	signifikance
Vztah mezi MUFAs a				
STP	$y = -11,6118 x^2 + 197,3748 x - 812,2400$	0,36319	0,60265	**
HB	$y = -4,71459 x + 40,62941$	0,20882	-0,45697	ns
KAS	$y = -6,00495 x + 40,79297$	0,21143	-0,45982	ns
ČB	$y = -5,64368 x + 42,64779$	0,23390	-0,48363	*
Na	$y = -21,46593 x + 35,67005$	0,15226	-0,39021	ns
Fe	$y = 2,42956 x + 22,77532$	0,21300	0,46152	ns
Cu	$y = 35,48387 x + 20,81319$	0,22678	0,47621	*
Vztah mezi SAFAs a				
Tuk	$y = 1,91508 x + 59,62533$	0,16650	0,40805	ns
PSB	$y = 3,38113 x + 37,37692$	0,15797	0,39745	ns
Vod	$y = -2,40415 x + 77,50752$	0,20859	-0,45672	ns
Mn	$y = 30,39773 x + 64,10585$	0,24566	0,49564	*
Fe	$y = -2,16104 x + 69,18781$	0,17526	-0,41864	ns
Vztah mezi PUFAs a				
Lak	$y = -120,1714 x^2 + 1195,0016 x - 2965,3527$	0,53264	0,72982	**
log Ac	$y = -2,38407 x^2 + 0,21854 x + 5,21181$	0,21713	0,46597	ns
pH	$y = 3,04684 x - 15,55871$	0,08705	0,29505	ns
SH	$y = -0,98197 x + 12,28748$	0,23684	-0,48666	*
čas	$y = -7,33043E-4 x^2 + 0,19503 x - 7,55079$	0,45040	0,67112	**
KC	$y = 0,21896 x + 2,75776$	0,40532	0,63665	**
Vztah mezi USFAs a				
Vod	$y = 2,42583 x + 19,58529$	0,19466	0,44120	ns
Fe	$y = 2,22971 x + 27,93355$	0,17101	0,41353	ns

ns = nevýznamný; > 0,05; *, ** a *** = signifikantní na hladinách významnosti $P < 0,05$, $P < 0,01$ a $P < 0,001$ (pro skupinu bazéňových vzorků mléka holštýnského skotu a českého strakatého skotu)

vybraných mléčných charakteristik a FAs. Při hodnocení tohoto souboru byly nalezeny výsledkové rozdíly mezi krmnými sezónami. Případné rozdíly mezi chovy IV a V lze považovat za pouze plemenné, neboť se jedná o identické stádo obou plemen ve stejných podmínkách prostředí, včetně výživy krav. Zde dojvost byla mírně vyšší u holštýnských krav, také s mírně vyšší laktózou, vodivostí a acetonelem a nižším obsahem čistých bílkovin a jejich delší koagulací. Z hlediska skupin mastných kyselin byly hodnoty mezi plemeny velmi vyrovnané. Podobně tomu bylo i u vybraných individuálních mastných kyselin (Tab. 1). Janů et al. (2007) u jednotlivých FAs rovněž neprokázali významné rozdíly ani mezi plemeny ani mezi ročním obdobím. Průkazný rozdíl byl pouze ve skupině MUFAs v rámci holštýnského plemene, vyšší podíl v období letním (26,3 %) oproti zimnímu (24,2 %; $P < 0,05$). Nebyly zjištěny rozdíly v obsazích mastných kyselin a jejich skupin mezi zimním a letním obdobím, když byla uplatněna monodieta. Při využití pastvy byly rozdíly významné (Samková et al., 2010) a výrazné byly především v obsazích zdravotně významných hypercholesterolemických FAs (43,8 %, resp. 37 %; $P < 0,001$), PUFAs (4,6 %,



Graf 4 Vzájemná korelace zastoupení C 18:2n6 a časem kolagulace syřidlem

resp. 5,2 %; $P < 0,001$) a CLA (0,8 %, resp. 1,1 %; $P < 0,01$). Zdravotně je složení mléčného tuku dojníc na pastvě vhodnější než v zimním období nebo při celoročním krmení konzervovanými krmivy. Hanuš et al. (2008) nezjistili významné rozdíly mezi plemeny české strakaté a holštýnské u SAFAs 63,97 < 65,80 % a USFAs 34,62 > 32,87 %, ale rozdíl u CLA byl zřetelný 0,80 > 0,55 % ($P < 0,05$). Přitom jak mezi plemeny, tak uvnitř plemen měla významný vliv na CLA hladina mléčné užitkovosti. Čím vyšší mléčná užitkovost, tím nižší zastoupení CLA, což zjevně souvisí s intenzitou výživy a zastoupením jadrných a objemných krmiv, které je zpravidla vyšší při nižší doživosti. V souladu s tím Frelich et al. (2009) zjistili vyšší podíl CLA v pastevním období (1,09 > 0,74 %, $P < 0,01$).

U vybraných mastných kyselin (C12:0; C14:0; C16:0; C18:0; C18:1; C18:2n6; C18:3n3) a jejich skupin (SAFAs; MUFAs; PUFAs; USFAs) byly propočteny korelace ke všem dostupným mléčným ukazatelům. Jednotlivé vztahy byly charakterizovány na základě příslušných lineárních, resp. nelineárních rovnic a stanoveny koeficienty lineární, resp. nelineární regrese, koeficienty determinace a koeficienty (indexy) korelace. Dále byla posouzena signifikance na příslušných hladinách významnosti ($P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ a $P \leq 0,001$). Zajímavý přehled vybraných výsledků regresní analýzy je v Tab. 2. Za zmínku stojí vztah 18:2n6×Čas (významný na hladině $P \leq 0,001$), resp. PUFAs×Čas ($P \leq 0,01$) a 16:0×Čas ($P \leq 0,05$). Pozornost si zaslouží též relace mezi obsahem mastných kyselin a hrubými bílkovinami (12:0×HB $P \leq 0,05$; 18:3n3×HB $P \leq 0,05$), tuku-prostou sušinou (12:0×STP $P \leq 0,01$; 14:0×STP $P \leq 0,05$; MUFAs×STP $P < 0,01$), titrační kyselostí (C16:0×SH $P \leq 0,05$; C18:0×SH $P \leq 0,05$; C18:2n6×SH $P \leq 0,05$), čistými bílkovinami (C12:0×ČB $P \leq 0,05$; C18:3n3×ČB $P \leq 0,05$; MUFAs×ČB $P \leq 0,05$) a kyselinou citronovou (C18:2n6×KC $P \leq 0,05$; PUFAs×KC $P \leq 0,01$). Vzájemné vztahy PUFAs×Lak, PUFAs×KC, C12:0×STP a C18:2n6×Čas jsou znázorněny graficky (Graf 1, 2, 3 a 4). Zatímco zobrazený vztah mezi laktózou a PUFAs (Graf. 1; Tab. 2), i když vykazuje významnost, neumožňuje nijak srozumitelnou praktickou interpretaci, důvodem může být menší rozsah souboru, naopak vztah mezi kyselinou citronovou a PUFAs

(Tab. 2; Graf 2; 0,64; $P \leq 0,01$) ukazuje na vyšší hodnoty těchto dieteticky významných mastných kyselin s vyšší hodnotou KC, tzn. při energeticky lepším metabolickém stavu dojníc (Illek a Pechová, 1997; Baticz et al., 2002; Kubešová et al., 2009). Individuálně např. zastoupení kyseliny laurové (Graf 3; Tab. 2) bylo vyšší, resp. stoupalo s vyšším obsahem STP v mléce, také tedy s možným vyšším zásobením dojníc energií. Vyšší obsahy CLA (v celém souboru (Tab. 1), což bylo možná částečně ovlivněno delším zamražením vzorků mléka) byly spojené s delším časem enzymatické koagulace mléka (Graf. 4; Tab. 2). Zastoupení CLA vzrůstalo (Tab. 2; 0,55; $P \leq 0,05$) spolu s vzrůstem koncentrace KC, což naznačuje s lepším energetickým stavem krav a uvedené rovněž kopíruje vývoj u PUFAs.

Závěr

Vyšetřením 16 bazénových vzorků mléka, do kterých byla promítnuta sezónnost a rozdílné genetické a výživné aspekty chovů dojníc, bylo získáno 16x37 hodnot běžných i specifických mléčných parametrů a 16x27 hodnot mastných kyselin. Regresní analýzou byly nalezeny zajímavé vzájemné vztahy mezi zastoupením jednotlivých mastných kyselin, resp. jejich skupin a ostatními kvalitativními mléčnými ukazateli, např. 18:2n6×Čas $P \leq 0,001$, PUFAs×Čas $P \leq 0,01$, 16:0×Čas $P \leq 0,05$, 18:2n6×KC $P \leq 0,05$ a PUFAs×KC $P \leq 0,01$. Vztah mezi kyselinou citronovou a PUFAs ukazuje na vyšší hodnoty těchto dieteticky významných mastných kyselin při energeticky lepším metabolickém stavu dojníc. Zastoupení kyseliny laurové stoupalo s vyšším obsahem STP v mléce, také tedy s možným vyšším zásobením dojníc energií. Zastoupení CLA vzrůstalo spolu s vzrůstem koncentrace KC, což naznačuje s lepším energetickým stavem krav.

Příspěvek byl podporován řešením projektů MZE-ČR, NAZV, 1B44036 a QH81210 a výzkumného záměru MŠMT MSM 2678846201.

Literární reference

- BATICZ, O.- TÖMÖSKÖZI, S.- VIDA, L.: Concentrations of citrate and ketone bodies in cow's raw milk. *Periodica Polytechnica, Ser. Chem. Eng.*, 46, 1-2, 2002, 93-104.
- FORMAN, L.: Mléčný tuk v technologii a ve výživě. *Mlék. listy*, 14, 1988, 189-196.
- FRELICH, J.- ŠLACHTA, M.- HANUŠ, O.- ŠPIČKA, J.- SAMKOVÁ, E.: Fatty acid composition of cow milk fat produced on low-input mountain farms. *Czech J. Anim. Sci.*, 54, 12, 2009, 532-539.
- HANUŠ, O.- HLÁSNÝ, J.- GENČUROVÁ, V.- BJELKA, M.: Mléko, všestranně významná potravina. *Fyziologie vzniku, péče o produkci a hodnota pro člověka. Příloha, Osteolog. Bull.*, 9, 4, 2004, 3-15.
- HANUŠ, O.- ŠPIČKA, J.- SAMKOVÁ, E.- VYLETĚLOVÁ, M.- PEŠEK, M.- SOJKOVÁ, K.- JEDELSKÁ, R.: Impact of cattle breed and milk yield on fatty acid profile of raw milk. *XXIII Genetic Days, Scientific Pedagogical Publishing*, 2008, 67-70.
- HA, Y. L.- GRIMM, N. K.- PARIZA, M. W.: Anticarcinogens from fried-ground beef, heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, 8, 1987, 1881-1887.
- ILLEK, J.- PECHOVÁ, A.: Poruchy metabolismu dojníc a kvalita mléka. *Metabolic disorders at cows and milk quality. (In Czech) Farmář*, 6, 1997, 29-30.

- JANŮ, L.- HANUŠ, O.- MACEK, A.- ZAJÍČKOVÁ, I.- GENČUROVÁ, V.- KOPECKÝ, J.: Fatty acids and mineral elements in bulk milk of Holstein and Czech Spotted cattle according to feeding season. *Folia Vet.*, 51, 1, 2007, 19-25.
- JENSEN, R. G.: The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *J. Dairy Sci.*, 85, 2002, 295-350.
- KOMPRDA, T.- DVOŘÁK, R.- SUCHÝ, P.- FIALOVÁ, M.- ŠUSTOVÁ, K.: 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, 2000, 325-332.
- KOMPRDA, T.- DVOŘÁK, R.- FIALOVÁ, M.- ŠUSTOVÁ, K.- PECHOVÁ, A.: Fatty acid content in milk of dairy cows on a diet with high fat content derived from rapeseed. *Czech J. Anim. Sci.*, 50, 2005, 311-319.
- KUBEŠOVÁ, M.- FAJMON, T.- FRELICH, J.- TRÁVNÍČEK, J.- MARŠÁLEK, M.: Analysis of milk urea and milk citrate content during the postpartal period and their impact on reproduction in dairy cows. *Výzkum v chovu skotu / Cattle Research*, LI, 185, 1, 2009, 2-13.
- OBERMAIER, O.: Výživná hodnota mléčného tuku. *Mliekárstvo*, 1, 1995, 28.
- OPRZADEK, J.- OPRZADEK, A.: Modifications of fatty acids composition in ruminants. *Medyc. Weter.*, 59, 6, 2003, 492-495.
- ROSSEL, J. B.: Intermediate shelf life products as illustrated by fats and fatty foods. *Food Sci. Techn. Today*, 3, 1989, 235-240.
- PEŠEK, M.- SAMKOVÁ, E.- ŠPIČKA, J.- PELIKÁNOVÁ, T.: Distribution of hypercholesterolemic fatty acids and atherogenic index in the milk fat of dairy cows. *Milchwiss.*, 64, 2, 2009, 154-157.
- PEŠEK, M.- ŠPIČKA, J.- SAMKOVÁ, E.: Comparison of fatty acid composition in milk fat of Czech Pied cattle and Holstein cattle. *Czech J. Anim. Sci.*, 50, 2005, 122-128.
- SAMKOVÁ, E.- ŠPIČKA, J.- ŠLACHTA, M.- PEŠEK, M.- FRELICH, J.- VYLETĚLOVÁ, M.- HANUŠ, O.: Variabilita v zastoupení významných mastných kyselin a jejich skupin v individuálních a bazénových vzorcích syrového kravského mléka. *Mlék. listy*, 119, 2010, 18-21.
- SAMKOVÁ, E.- PEŠEK, M.- ŠPIČKA, J.- PELIKÁNOVÁ, T.- HANUŠ, O.: 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, 2009, 93-100.
- SOMMER, A.: Možnosti ovplyvňovania kvality mliečného tuku z hľadiska zdravej výživy ľudí. *Mliekárstvo*, 3, 1996, 20-22.

Kontaktní adresa: Mgr. Kamila Sojková, Výzkumníků 267, 788 13 Vikýřovice, tel.: 583 392 118; e-mail: kamila.sojkova@vuchs.cz

SOUČASNÝ STAV MIKROBIOLOGICKÉ A BAKTERIOLOGICKÉ KVALITY SYROVÉHO MLÉKA

Seydlová Růžena, Snášelová Jana
Výzkumný ústav mlékárenský, s.r.o.

Actual state of microbiological and bacteriological raw milk quality

Abstract

Raw tank bulk milk samples were collected from selected dairy herds from April to September 2009; all were analyzed by Bactoscan and Standard plate count method. In some of them detection and identification of pathogens were monitored especially *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* PK-, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*,

fungi, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Enterococcus* spp. and spore-forming organisms.

The highest detection was recorded in *Staphylococcus* PK (71, 1 %). Coliform bacteria were occurred in 60 of 90 samples. It was also a high incidence of yeast (in 51 samples) and an occurrence of molds in 41 samples. *Streptococcus agalactiae*, which deteriorates microbial quality of milk, was detected in 7 samples only in small density.

The vast majority of bacteria of these organisms are non-pathogenic; however, these organisms should be of particular concern to the dairy industry because they could affect quality of milk products. Bacteriological and strain typing data indicate that control of all organisms present in raw milk would be important for improvement of microbial quality of milk as a raw material for milk industry.

Abstrakt

Bazénové vzorky syrového kravského mléka (celkem 90) byly odebírány v období od dubna do září 2009. Všechny byly podrobeny mikrobiologickým rozborům na přístroji Bactoscan a standardní plotnovou metodou. Poté byly ve vybraných vzorcích diagnostikovány bakteriální zástupci jako je *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* PK-, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, plísně a kvasinky, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Enterococcus* spp. a sporující mikroorganizmy.

Největší množství záhytů bylo zaznamenáno u *Staphylococcus* PK (71,1 %). Koliformní bakterie se vyskytly v 60 z 90 vzorků. Vysoký byl i výskyt kvasinek (v 51 vzorcích) a plísní (ve 41 vzorcích). *Streptococcus agalactiae*, který zhoršuje mikrobiologickou kvalitu mléka, byl zachycen v 7 vzorcích pouze v malé denzitě.

Převážná většina sledovaných mikroorganismů není patogenní, i když by mohly mít vliv na změnu kvality mléčných výrobků. Bakteriologická identifikace mikroorganismů v bazénových vzorcích mléka jako doplněk standardního posuzování hygienické kvality mléka by byla významným přínosem ve zvýšení mikrobiologické kvality mléka jako suroviny pro mlékárenský průmysl.

ÚVOD

Zabezpečení kvality syrového mléka jako suroviny pro zpracovatelský mlékárenský průmysl začíná již u chladicích nádrží s mlékem, které nesmí obsahovat rezidua antibiotik a mělo by vykazovat nízké počty somatických buněk stejně jako počty mezofilních mikroorganismů. Celkový počet mikroorganismů v bazénovém vzorku mléka vypovídá o zdravotním stavu stáda, úrovni sanitčních postupů a teplotách při skladování. Bakteriologická kultivace bazénových vzorků mléka je přínosem v kontrole stavu mastitid ve stádě, ale i možnosti následné kontaminace suroviny.

Hygienická kvalita syrového mléka je determinována dvěma základními charakteristikami, a to celkovým