

VZTAH MEZI POČTEM SOMATICKÝCH BUNĚK A OBSAHEM LAKTÓZY V MLÉCE RŮZNÝCH DRUHŮ SAVCŮ

O. Hanuš, M. Hronek, R. Hyšpler, T. Yong, A. Tichá, P. Fikrová, K. Hanušová,
K. Sojková, J. Kopecký, R. Jedelská

Received: December 23, 2009

Abstract

HANUŠ, O., HRONEK, M., HYŠPLER, R., YONG, T., TICHÁ, A., FIKROVÁ, P., HANUŠOVÁ, K., SOJKOVÁ, K., KOPECKÝ, J., JEDELSKÁ, R.: *Relationship between somatic cell count and lactose content in milk of various species of mammals*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2010, LVIII, No. 2, pp. 87–100

Somatic cell count (SCC) is an indicator of mammary gland health state. Lactose (L) can be reduced with mastitis and SCC increase. Mammary gland health is an essential factor of milk quality. Monitoring of mammary gland health is important for prevention and treatment of milk secretion disorders. The goal of this work was to analyse the relationship between SCC and L in various biological species. 7 sets of individual and bulk milk samples (MSs) were analysed ($n = 479, 479, 345, 80, 90$ and 102) for SCC and L content. 3 sets were with cow (C) milk and 1 set with goat (G), 1 with sheep (S) and 1 with human (H) MSs. The relations in C milk were used as reference. SCC geometric means were markedly lower in C milk ($62, 99$ and $81 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) and H milk ($103 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) as compared to small ruminants (G $3\,509$ and S $609 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$). The mean L values were lower in small ruminants (G 4.36% and S 4.42%) as compared to C milk ($4.95\%, 4.97\%$ and in 1st lactation 5.10%) and higher in H milk (5.77%). L contents in Czech Fleckvieh and Holstein correlated negatively to SCC ($\log \text{SCC}$) in all lactations ($-0.36 P < 0.001$ and $-0.33 P < 0.001$). L content in 1st lactation correlated with SCC markedly narrower than in cows for all lactations ($-0.49 P < 0.001$). The SCC×L relationship in G (White short-haired) milk ($-0.35 P < 0.01$) was in good relation to C milk and in S (Tsigai) milk ($-0.51 P < 0.001$) was markedly narrower as in C and G milk. Lower mean SCC in H milk as compared to G and S milk and comparable to C milk did not show significant negative relationship to L which was $0.08 (P > 0.05)$ for original SCC values. Surprisingly there was not found the SCC×L relationship in H milk which could be comparable to other mammal species milk. It could be caused by bacteriologically negative results in MSs with higher SCC ($> 300 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$). As well as at C milk also at G and S milk and in contrast to H milk it is possible to use the SCC×L relationship for improvement of result interpretation and prevention control in occurrence of milk secretion production disorders in routine monitoring systems such as milk recording with individual MSs and milk quality control with bulk MSs. The quality of decision-making schemes in algorithms for practical monitoring of mammary gland health could be improved.

cow, sheep, goat, human milk, milk secretion disorders, lactose, somatic cell count, regression, milk recording

Disacharid laktóza (L; $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, glukóza a galaktóza) je specifickým produktem laktogenní syntetické činnosti mléčné žlázy. V důsledku její produkce dosahuje koncentrace cukru v kravském mléce až stonásobku koncentrace v krevní plazmě (glukóza) v situaci, kdy krev přináší živiny (mléčné složky a jejich prekurzory) do mléčné žlázy pro lak-

togenezi. Laktóza vzrůstá s produkcí mléka a pomyslně tak v podstatě kopíruje laktační křivku mléka. Jako osmoticky aktivní složka má v mléce roli stabilizátora osmotického tlaku, aby laktogeneze mohla probíhat. Je-li L redukována zánětem, osmotickou roli za ni zčásti přebírají soli z krve, které difundují v takovém stavu ve zvýšené míře do mléka, aby lak-

togeneze zůstala zachována. Ze stejného důvodu funkce osmoregulátoru se z 53,8 procenta podílí na depresi bodu mrznutí mléka (Walstra a Jenness, 1984).

Ve více pracích (Renner, 1972; Bergmann, 1978, 1979; Schneeberger a Leuenberger, 1981; Hanuš a Suchánek, 1991; Hanuš *et al.*, 1991, 1992, 1993a, b, 1994, 1995a, b) byla u mléka skotu prokázána negativní korelace mezi počtem somatických buněk (PSB) a obsahem laktózy (L; od -0,25 do -0,70). Těsnost vztahu vzrůstá od vzorku bazénového přes individuální po vzorek čtvrtový (Ticháček *et al.*, 1997; Tab. I), tzn. s věcným přibližováním případnému zánětlivému procesu v mléčné žláze. Tento proces redukuje vzrůstající patogenní činnosti sekreční epitel a tvorbu specifického výtvaru mléčné žlázy, laktózy, za zintenzivnění obranné reakce organismu, tzn. zvýšení PSB v mléce. Mastitida (klinická a subklinická) tedy především odpovídá za tento vztah. Dílem však za tuto korelaci může odpovídat u individuálních vzorků mléka rovněž stadium laktace, protože s postupující laktací, zejména k jejímu konci, obsah laktózy klesá, zatímco PSB vzrůstá. Podobný trend mezi L a PSB existuje u krav i se vzrůstajícím pořadím laktace (Hanuš a Gabriel, 1991; Hanuš a Suchánek, 1991; Danuser, 1991; Paape *et al.*, 2007). Zmíněného vztahu bylo využito i v praktických rozhodovacích schématech programů řízení prevence poruch sekrece mléka u dojnic podle dynamiky mléčných ukazatelů v individuálních vzorcích mléka v kontrole užítkovosti (Tab. II, program

SomProt; Hanuš *et al.*, 1994, 1995a, 2006, 2008b; Ticháček *et al.*, 1996, 2007).

Historicky již dříve Renner (1972; korelační koeficient PSB×L u krav v kontrole užítkovosti -0,48) a Körner *et al.* (1977) se zabývali metodicky jak analytickými, tak identifikačně-interpretacími postupy a možnostmi podchytit krávy s poruchami sekrece mléka, resp. onemocněním vemene, a to prostřednictvím stanovení obsahu laktózy na automatických analyzátoch mléka za účelem prevence poruch a léčby zvířat. Vzrůst PSB a pokles L s mastitidou naznačili schematicky také Famigli-Bergamini (1987) a výsledkově Bergmann (1978, 1979). Zároveň Peaker (1980) naznačil minimální výkyvy laktózy v mléce krav s nutričními faktory, kdy za vlivný faktor pro pokles L považoval až jejich výrazné hladovění, zejména energetické (Kirst *et al.*, 1983, 1985; z 4,70 na 4,30 %). Podobně Kreuzer a Kirchgesner (1985) nepovažují s ohledem na laktózu dusíkatou výživu krav za podstatnou.

Zajímavé by mohlo být a cílem práce proto bylo posoudit uvedený vztah (PSB×L) zjištěný u kravského mléka za stejným účelem také u ostatních druhů savců. Podle některých našich předchozích výsledků v ovčím a kozím mléce byl vztah PSB×L poměrně velmi těsný -0,58 a -0,46 (Hanuš *et al.*, 2010 a 2008a), což však nemusí být vždy pravidlem. V jiné naší práci s individuálními vzorky kozího mléka činila korelace mezi log PSB a L pouze -0,17 (Hanuš *et al.*, 2004).

I: Dynamika korelace mezi počtem somatických buněk (PSB) a laktózou (L) v různých typech vzorků kravského mléka pro monitoring poruch sekrece mléčné žlázy (podle Hanuš *et al.*, 1994; Ticháček *et al.*, 1997)

I: Dynamics of correlation between somatic cell count (PSB) and lactose (L) in various types of cow milk samples for monitoring of mammary gland secretion disorders (according to Hanuš *et al.*, 1994; Ticháček *et al.*, 1997)

Typ vzorků	Korelační koeficienty (r) mezi PSB (nebo log PSB) v mléce a obsahem laktózy = PSB (log PSB) x L		
bazénové	r cca -0,25 až	-0,50
individuální (konvové)	-0,40	-0,60
čtvrtové	-0,50	-0,70
➔			
Stádo z hlediska mastitid	zdravé		problémové

II: Interpretace k počtu somatických buněk (PSB) a laktóze (L) ve vzorcích bazénového (individuálního) kravského mléka (modifikováno, resp. aktualizováno podle Hanuš *et al.*, 1994)

II: Interpretation for somatic cell count (PSB) and lactose (L) in bulk (individual) cow milk samples (modified according to Hanuš *et al.*, 1994)

% laktózy (monohydrát) ≥ 4,68	PSB 10 ³ .ml ⁻¹	% laktózy (monohydrát) < 4,68
poměrně zdravé stádo (zdravá dojnice)	< 250	vliv energetického deficitu krmné dávky
podezřelý stav, potřebné ověřit dalšími testy, vzrůst subklinických mastitid ve stádě nebo silná příměs mleziva (subklinická mastitida nebo mlezivo), popřípadě	251–500	podezřelý stav, nutné ověřit dalšími testy, vzrůst subklinických mastitid ve stádě nebo hromadné ukončování laktace (subklinická mastitida nebo konec laktace), popřípadě
↓		↓
možný vliv hromadného stresu (stres)	> 500	silný výskyt mastitid, zejména subklinických, ale i klinických (mastitida)

MATERIÁL A METODY

Soubory vzorků různých biologických druhů mléka

I) kravské mléko: individuální vzorky mléka druhu *Bos primigenius* f. *taurus* plemen České strakaté (CF; n = 479; Ia) a Holštýn (H; n = 479; Ib) z ranního a večerního nádoje v sedmi chovech po jižní a severní Moravě a východních Čechách. Krávy byly na 1. až 8. laktaci. Vzorky byly odebírány v zimním (leden až březen) a letním (červenec až září) krmném období během tří roků. Krávy byly vzorkovány od 1. do 9. měsíce laktace a byly dojeny dvakrát, někdy i třikrát denně (některé chovy H) v dojárnách. Krmení krav bylo typické pro nadprůměrně produkční chovy a sestávalo z vojtěškové, jetelové, travní a kukuřičné siláže, cukrovarských řízků s přidavkem jaderné směsi podle dojivosti. Stáda byla chována v nadmořské výšce 215 až 670 m. Dojivost krav byla 25,7 (CF) a 27,5 (H) kg mléka za den.

II) kravské mléko: individuální vzorky mléka (n = 345) plemene České strakaté (CF) z ranního a večerního nádoje. Krávy byly všechny na 1. laktaci. Vzorky byly odebírány během celého roku a krávy byly vzorkovány od 3. do 6. měsíce laktace. Krávy byly dojeny dvakrát denně v dojárnách pěti chovů po celé České republice. Krmení krav sestávalo z jetelové, travní a kukuřičné siláže s přidavkem jaderné směsi podle dojivosti. Stáda byla chována v nadmořské výšce 320 až 550 m. Dojivost prvotetek byla 23,2 kg mléka za den.

III) kozí mléko: bazénové vzorky mléka (n = 80) od malého počtu zvířat (čtyři až šest zvířat v jednom vzorku) druhu *Capra aegagrus* f. *hircus* plemene Bílá krátkosrstá (BK) z ranního nádoje. Kozy byly na 1. až 5. laktaci. Vzorky byly odebírány v měsících duben až srpen, tzn. od 3. do 6. měsíce laktace. Kozy a ovce byly dojeny strojně dvakrát denně v dojárně (Alfa Laval). Krmení koz a ovcí bylo totožné, protože byly chovány ve stejné stáji a režimu: přirozená luční pastva s přidavkem jaderné směsi 0,3 kg (šrotovaná směs ječmene, kukuřice, pšenice a řepky olejné s minerální přísadou) na zvíře a den. Stáj se nacházela v méně využitelné oblasti (less favourable area, LFA) v nadmořské výšce 572 m s úhrnnými ročními srážkami 1200 mm a průměrnou roční teplotou 3,7 °C. Dojivost koz byla 1,95 kg mléka za den.

IV) ovčí mléko: bazénové vzorky mléka (n = 90) od malého počtu zvířat (čtyři až šest zvířat v jednom vzorku) druhu *Ovis aries* plemene Cigája (CI) z ranního nádoje. Ovce byly na 1. až 5. laktaci. Vzorky byly odebírány v měsících duben až srpen, tzn. od 3. do 6. měsíce laktace. Dojivost ovcí byla 0,40 kg mléka na den.

V) lidské mléko: individuální vzorky (n = 102) druhu *Homo sapiens sapiens* (HS) pocházely od matek primipar ve věku od 23 do 37 roků. Vzorky byly odebírány v průběhu 1,5 roku od 2. do 47. týdne laktace, vždy v dopoledních hodinách po 12 hod. lačnění.

Odsát byl vždy celý objem mléka z prsu, ze kterého nebylo naposledy kojeno. Z něho odebraný vzorek byl před analýzou zamrazen.

Analytické metody

Analýzy byly provedeny v akreditované (podle ČSN EN ISO/IEC 17025) Národní referenční laboratoři pro syrové mléko ve Výzkumném stavu pro chov skotu v Rapotíně (č. 1340, č. certifikátu 040/2005), která kooperuje v síti národních referenčních laboratoří pro mléko pod koordinací AFSSA Paris (Agence Francaise de Sécurité Sanitaire des Aliments).

Vzorky kravského mléka byly analyzovány na přístroji MilkoScan 133 B (Foss Electric) na obsah laktózy (% monohydrátu; L). Přístroj byl pravidelně kalibrován (ČSN 57 0536) podle výsledků referenční polarimetrické metody a podléhal pravidelně výkonnostním testům. PSB ($10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) byl stanoven na přístroji Fossomatic 90 (Foss Electric), který byl kalibrován na kravské mléko podle výsledků referenční metody přímé mikroskopie a rovněž pravidelně podléhal výkonnostním testům.

Vzorky ovčího a kozího mléka byly pro obsah L (% monohydrátu) analyzovány referenční metodou polarimetricky (ČSN 57 0530) nebo na MilkoScan 133 B (Foss Electric). Přístroj byl kalibrován na příslušné druhy mléka. PSB byl stanoven na přístroji Fossomatic 90 s kontrolou kalibrace podle standardů kravského mléka. Uvedené bylo metodicky podle Hanuš *et al.* (2009), kde druhově specifické kalibrace nejsou nezbytné, nikoliv podle Zeng (1996) a Zeng *et al.* (1999), kde specifické kalibrace jsou potřebné.

Vzorky humánního mléka byly pro obsah L (% monohydrátu) analyzovány na přístroji MilkoScan 133 B, který byl pravidelně kalibrován a kontrolován standardy kravského mléka a výsledky byly přepočteny na lidské mléko pomocí relevantního transformačního postupu (podle Hanuš *et al.*, 2009). Podle výsledků více prací jsou druhově specifické kalibrace (ovčí, kozí, humánní mléko) u infračervených analyzátorů mléka nezbytné (Grappin, 1987; Zeng, 1996; Hanuš *et al.*, 1996, 2009). PSB byl stanoven na přístroji Fossomatic 90 s kontrolou kalibrace podle standardů kravského mléka (metodicky podle Hanuš *et al.* (2009). U vysokých PSB v humánním mléce ($> 300 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) bylo souběžně provedeno bakteriologické vyšetření na přítomnost mastitidních patogenů (postupy podle: Hejlíček *et al.*, 1987; Benda a Vyletěllová, 1995, 1997a, b; Benda *et al.*, 1997).

Statistické vyhodnocení

Hodnoty a vztahy PSB a L v kravském mléce byly zvoleny jako referenční z hlediska interpretace výsledků oproti dalším hodnoceným druhům mléka. Obsahy L byly hodnoceny v původních hodnotách, protože poskytují předpoklad normální frekvenční distribuce (Obr. 1). PSB byly z důvodu výskytu log-normální frekvenční distribuce u individuálních vzorků mléka (Obr. 2) hodnoceny také v logaritmicke transformované formě (log PSB; Ali a Shook,

1980; Shook, 1982; Raubertas a Shook, 1982; Reneau *et al.*, 1983 a 1988; Reneau, 1986; Wiggans a Shook, 1987; Hanuš *et al.*, 1995c, 2001; Janů *et al.*, 2007). Byly vypočteny základní statistické parametry jako průměr, směrodatná odchylka a variační koeficient. K popisu vztahů mezi PSB a L byla použita metoda

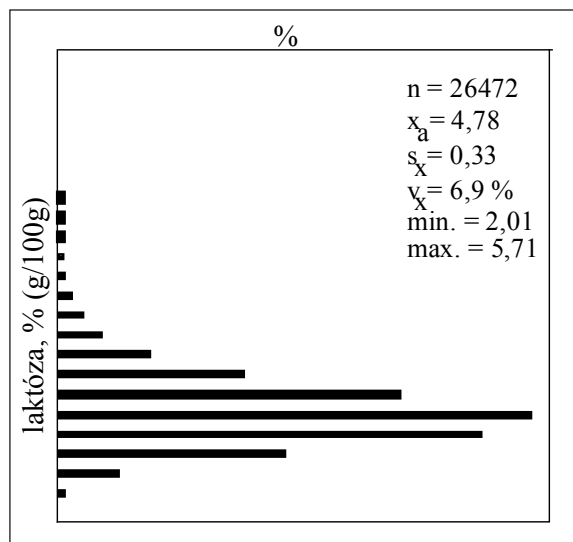
lineární regrese, koeficienty korelace a determinace. Pro výpočty byl použit program Microsoft Excel a Statistica 8.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrné hodnoty počtu somatických buněk a laktózy v různých druzích mléka

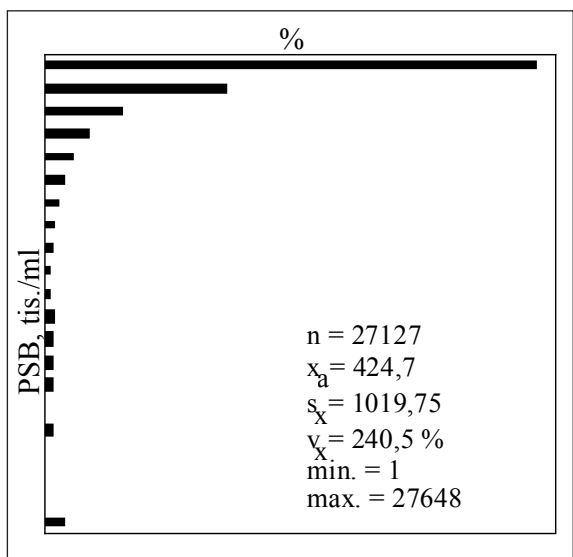
Průměrné hodnoty L a PSB jsou pro jednotlivé druhy mléka (Ia, Ib, II, III, IV a V) uvedeny v Tab. III. Průměrné PSB (geometrické průměry) byly zřetelně nižší u kravského (Ia 62, Ib 99 a II 81 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) a lidského (V 103 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) mléka v porovnání k malým přežvýkavcům (III 3 509 a IV 609 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$), zejména k mléku kozímu. Také vyšší hodnoty v mléce malých přežvýkavců, zejména kozím odpovídají literárním pramenům, i když ne všem; Droke *et al.* (1993) a Paape *et al.* (2007) shodně uvádějí obecně vyšší hodnoty PSB pro mléko kozí v porovnání ke kravskému. Droke *et al.* (1993) uvedli v bazénovém kozím mléce průměrnou hodnotu PSB 1320 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$. 34,5 % vzorků bylo pod 1000 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$. Z hlediska diferenciace PSB bylo 9,9 % makrofágů, 2,8 % lymfocytů a 87 % neutrofilů. Rovněž Haenlein (2004) publikoval, že zdravá kozí vemena mohou normálně mít vysoké hladiny PSB a mléko s vysokým PSB tak může vykazat absenci mastitidních příznaků. Paape *et al.* (2007) uvedli u koz nejvyšší průměry PSB v hodnotě 630 až 650 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$ pro plemena Alpská a Toggenburská koza. Nejnižší hodnota byla u plemene Oberhasli (410 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$).

Podle očekávání a známých fyziologických faktů byly průměrné obsahy laktózy nižší u malých pře-



1: Hodnoty obsahů laktózy v individuálních vzorcích kravského mléka s předpokladem přibližně normální frekvenční distribuce (Hanuš *et al.*, 1994, 2001)

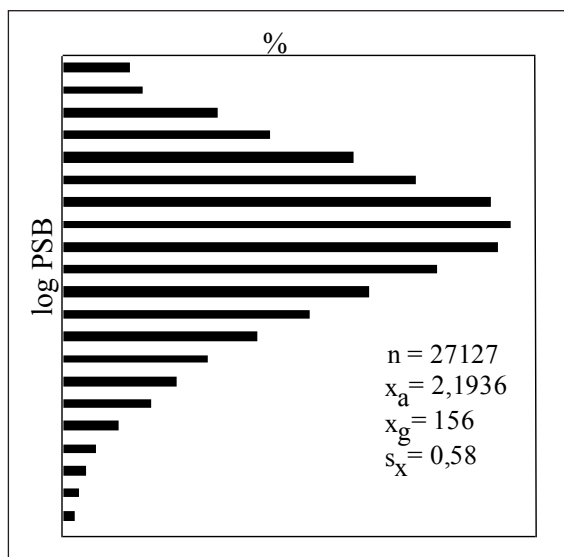
1: Values of lactose contents in individual cow milk samples with presupposition of approximately normal frequency distribution (Hanuš *et al.*, 1994, 2001)



2: Hodnoty počtů somatických buněk (PSB a log PSB) v individuálních vzorcích kravského mléka s obvykle lognormální frekvenční distribucí (Hanuš *et al.*, 1994, 1995c, 2001)

n = počet případů; x_a = aritmetický průměr; x_g = geometrický průměr; s_x = směrodatná odchylka; v_x = variační koeficient; min. = minimum; max. = maximum

2: Values of somatic cell counts (PSB and log PSB) in individual cow milk samples with usually lognormal frequency distribution (Hanuš *et al.*, 1994, 1995c, 2001)



žvýkavců (III 4,36 % a IV 4,42 %) v porovnání k referenčním hodnotám kravského mléka (Ia 4,95 %, Ib 4,97 % a II 5,10 %) a vyšší u mléka humánního (V 5,77 %). Khaled *et al.* (1999) uvedli pro kozí mléko

III: Průměrné hodnoty laktózy (L) a počtu somatických buněk (PSB) pro jednotlivé druhy mléka

III: Mean values of lactose (L) and somatic cell count (PSB) for kinds of milk

Druh mléka	Ukazatel	PSB 10 ³ ml ⁻¹	log PSB	Laktóza % (g.100g ⁻¹)
Ia, kravské mléko	n	479	479	479
	x	184	1,7952	4,95
	xg	62		
	sd	521,5	0,5431	0,21
	vx	282,8		4,2
	min.	5	0,6990	4,25
	max.	5262	3,7212	5,45
	m	57	1,7482	4,97
Ib, kravské mléko	n	479	479	479
	x	272	1,9961	4,97
	xg	99		
	sd	588,5	0,5620	0,23
	vx	216,3		4,6
	min.	8	0,9031	3,88
	max.	5904	3,7711	5,51
	m	81	1,8921	5,00
II, kravské mléko	n	345	345	345
	x	199	1,9086	5,10
	xg	81		
	sd	654,7	0,4645	0,20
	vx	328,8		3,9
	min.	10	1,0000	3,32
	max.	8011	3,9037	5,48
	m	68	1,8325	5,12
III, kozí mléko	n	80	80	80
	x	4535	3,5452	4,37
	xg	3509		
	sd	3678,4	0,3180	0,28
	vx	81,1		6,3
	min.	463	2,6656	3,42
	max.	23781	4,3762	5,18
	m	3540	3,5489	4,36
IV, ovčí mléko	n	90	90	90
	x	1119	2,7847	4,41
	xg	609		
	sd	1689,3	0,4331	0,36
	vx	151,0		8,2
	min.	61	1,7853	2,93
	max.	8877	3,9483	5,16
	m	447	2,6496	4,44
V, humánní mléko	n	102	102	102
	x	178	2,0139	5,77
	xg	103		
	sd	210,5	0,4805	0,86
	vx	118,6		14,9
	min.	3	0,4771	2,36
	max.	1273	3,1048	6,50
	m	114	2,0549	6,00

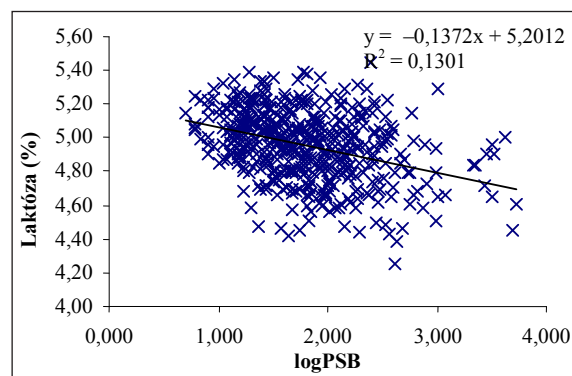
Kravské mléko Ia České strakaté a Ib Holštýn (celá laktace a všechny laktace), II kravské mléko, prvotelky České strakaté, druhá třetina laktace; III kozí mléko, Bílá krátkosrstá; IV ovčí mléko, Cigája; V humánní mléko; n = počet případů; x = aritmetický průměr; xg = geometrický průměr; sd = směrodatná odchylka; vx = variační koeficient, %; m = medián; min. = minimum; max. = maximum

4,53 %. Hodnoty u zvířat zde odpovídají také našim předchozím výsledkům nebo jsou mírně vyšší (Hanuš *et al.*, 1994, 2001, 2003), což může ovšem souviset se vzrůstem dojivosti oproti srovnávanému období. Hodnoty laktózy jsou podobné rovněž u mléka humánního (Hanuš *et al.*, 2009). Park *et al.* (2007) shrnuli v rešerši fyzikálně-chemické charakteristiky ovčího a kozího mléka. Za obecně typické obsahy laktózy uvedli 4,1, 4,9, 4,7 a 6,9 % pro mléko kozí, ovčí, kravské a humánní. Antunac *et al.* (2001) uvedli jen minimální rozdíly, převážně statisticky nevýznamné, v obsahu laktózy (monohydrát) během laktace koz plemen alpská a sánská (4,38 a 4,37 %). Miglior *et al.* (2006) naznačili také pravděpodobné genetické vlivy na L. V Kanadě byly nalezeny zřetelné difference v obsahu laktózy mezi kravami plemene Ayrshire a Holštýn (4,49 a 4,58 %; anhydrid). Zároveň zmínili u obou plemen v kontrole užitkovosti vyšší riziko vyřazování krav z chovu ze zdravotních důvodů nebo pro nižší užitkovost při nižší hladině laktózy v mléce. Naopak v našich podmínkách u dvou dojených plemen (České strakaté a Holštýn) nebyly v provedené analýze významné rozdíly v obsahu laktózy v mléce zaznamenány a průměry se pohybovaly na vyšší hladině od 4,93 do 4,98 % (monohydrát) u nadprůměrně až vysoce užitkových krav v prvních dvou třetinách laktace (Hanuš *et al.*, 2003). Výsledky v této práci pro obě plemena (Tab. III; Ia a Ib) vykázaly rovněž jen nepatrný rozdíl (4,95 a 4,97 %).

I) kravské mléko – vztah počtu somatických buněk a laktózy

Obsah laktózy u krav plemen České strakaté a Holštýn negativně koreloval k PSB (resp. log PSB) zhruba ve stejných relacích (Ia $-0,36$ $P < 0,001$ a Ib $-0,33$ $P < 0,001$; Obr. 3 a 4) u všech laktací a v profilu celé laktace. Tyto korelace v zásadě korespondují s našimi předchozími výsledky i výsledky jiných autorů (Renner, 1972; Körner *et al.*, 1977; Bergmann, 1978, 1979; Schneeberger a Leuenberger, 1981; Hanuš a Suchánek, 1991; Hanuš *et al.*, 1991, 1992, 1993a, b, 1994, 1995a, b). Výsledky laktózy v individuálních vzorcích kravského mléka z práce Hanuš *et al.* (1994; krávy České strakaté a Holštýn, individuální vzorky mléka, celé laktace a všechny laktace) dodatečně vyhodnocené ve vztahu k ostatním ukazatelům (dojivost, tuk, bílkovina, sušina tukuprostá, močovina, PSB) metodou hlavních komponent poskytují přehled na Obr. 5 (první dvě hlavní komponenty). Z interpretace tohoto grafu komponentních vah je zřejmé, že opačné a vyrovnané pozice PSB a L demonstrují jasně negativní korelační vztah. S ohledem na pozici PSB je k nim do určité míry negativně korelována také sušina tukuprostá a dojivost krav. Stejně tak je naznačeno, v souladu se známými průběhy laktálních křivek stejně jako s obecnými výsledky dynamiky vývoje v populacích dojeného skotu, že dojivost je výrazně negativně korelována k obsahu bílkovin a tuku v mléce. Tato skutečnost dnes mimo jiné vysvětluje např. všeobecně nižší obsahy tuku v mléce s výrazně rostoucí mléčnou užitkovostí naší populace dojnic. Nedávno Vyletělův

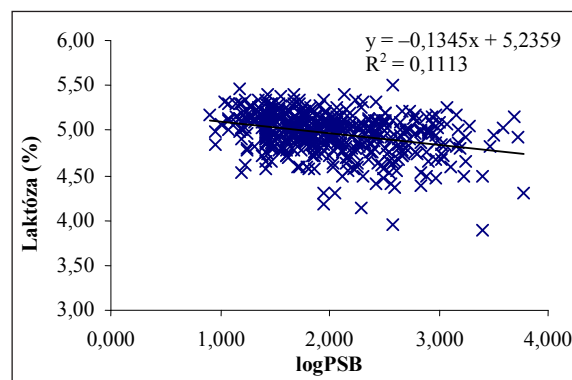
et al. (2009a) našli u individuálních vzorků mléka v první polovině laktace téměř plynulý pokles obsahu laktózy u krav s rostoucím pořadím laktace jak ve stájích s dojením na stání, tak s dojírnou, jak pro zdravou mléčnou žlázu, tak pro nespecifickou mastitidu, latentní infekci, subklinickou a klinickou mastitidu, když zdravotní stav vemene byl simultánně posouzen z kombinací hodnot PSB a absence nebo nálezu přítomnosti patogenního mikroorganismu. L tak klesala z maximálních hodnot 5,21 a 5,18 (dojírna, první laktace, latentní infekce a zdravá mléčná žláza) na minimální 4,64, 4,45 a 4,13 % (potrubní dojení, třetí a vyšší laktace, subklinická mastitida, nespecifická a klinická mastitida). Dále pak ve stejném smyslu obsah L, nezávisle na pořadí laktace a typu dojení, v průměru klesal od zdravé mléčné žlázy a latentní infekce (5,08 a 5,16 %) přes subklinickou a nespecifickou mastitidu (4,79 a 4,69 %) až k mastitidě klinické (4,40 %).



Lineární $y = -0,1372x + 5,2012$ $n = 479$
 $R^2 = 0,1301$ $r = -0,361^{***}$
 R^2 = koeficient determinace; r = korelační koeficient; statistická významnost: *, ** a *** = $P \leq 0,05, 0,01$ a $0,001$; ns = $P > 0,05$

3: Vztah počtu somatických buněk (PSB) a laktózy v kravském mléce (České strakaté, Ia)

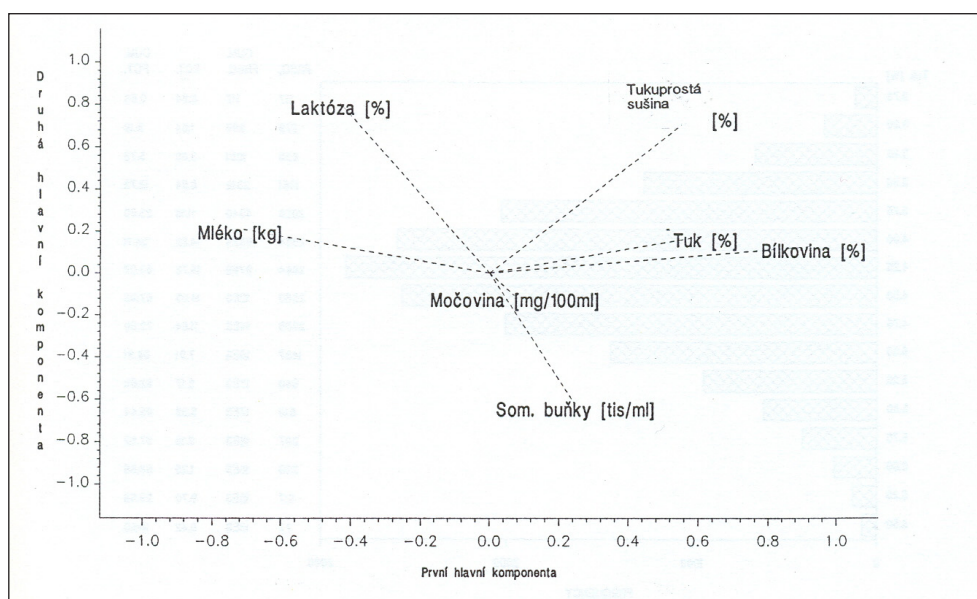
3: Relationship of somatic cell count (PSB) and lactose in cow milk (Czech Fleckvieh, Ia)



Lineární $y = -0,1345x + 5,2359$ $n = 479$
 $R^2 = 0,1113$ $r = -0,334^{***}$

4: Vztah počtu somatických buněk (PSB) a laktózy v kravském mléce (Holštýn, Ib)

4: Relationship of somatic cell count (PSB) and lactose in cow milk (Holstein, Ib)



5: Výsledky obsahu laktózy v individuálních vzorcích kravského mléka vyhodnocené ve vztahu k ostatním složkám mléka metodou prvních dvou hlavních komponent (rozšířený soubor dat z Obr. 1 a 2)

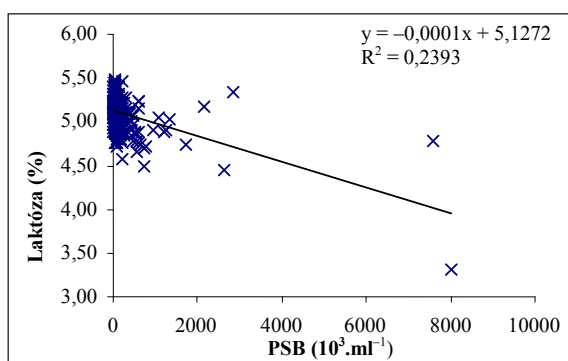
5: Results of lactose content in individual cow milk samples in relation evaluation to other milk indicators by method of first two main components (enlarged data set from Fig. 1 and 2)

II) kravské mléko – vztah počtu somatických buněk a laktózy u prvotetek

Obsah laktózy u prvotetek plemene České strakaté koreloval s PSB (resp. log PSB) negativně a zřetelně těsněji než u krav na všech laktacích celkem (II $-0,49$ $P < 0,001$; Obr. 6). V daném případě to znamená, že 23,9 % variací v obsahu laktózy bylo podmíněno variabilitou v PSB. Nejtěsnější vztah PSB \times L v práci s velkým počtem případů u individuálních vzorků kravského mléka činil $-0,56$ ($n = 1412$, všechny laktace; Hanuš *et al.*, 1994). V dalších podobných našich pracích (všechny laktace) zaměřených na kontrolu a specifikaci ostatních indikátorů poruch sekrece mléka (jako elektrická konduktivita nebo obsah chloridů v mléce, popřípadě chlórucrované číslo k PSB 0,27, 0,24, 0,28 a k L $-0,54$, $-0,44$ a $-0,59$) byla však uvedená korelace $-0,29$ (Hanus *et al.*, 1994, 1992, 1993a).

III) koží mléko – vztah počtu somatických buněk a laktózy

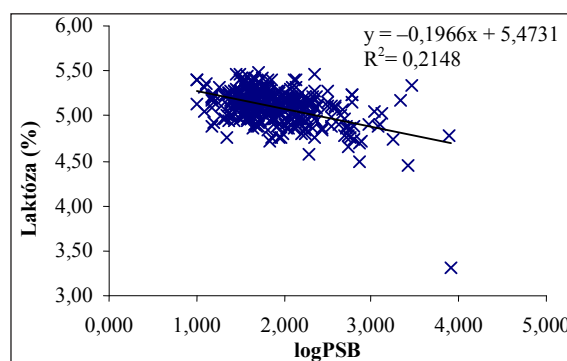
Vztah PSB \times L byl u kožího mléka (III $-0,35$ $P < 0,01$; Obr. 7) v dobré relaci k výsledkům v kravském mléce. To je přibližně v souladu s jiným naším předchozím výsledkem (Hanus *et al.*, 2008a, $-0,46$). Kuchta a Sedláčková (2003) vypočetli korelační koeficient mezi L a titrační kyselostí, která zpravidla s mastitidou vzrůstá, v hodnotě $-0,11$ (individuální vzorky mléka plemene koz Bílá krátkosrstá na třetí laktaci). Tento však byl statisticky nevýznamný. V práci Khaled *et al.* (1999) korelovala laktóza negativně ke glukóze v krvi ($-0,23$). Gajdůšek *et al.* (1996) zaznamenali (individuální vzorky mléka plemene koz Bílá krátkosrstá v průběhu první laktace), téměř v souladu s našimi výsledky, korelaci mezi PSB a L $-0,31$ ($P < 0,01$). Raynal-Ljutovac *et al.* (2007) zmínili v monitoringu PSB kožího a ovčího mléka, rov-



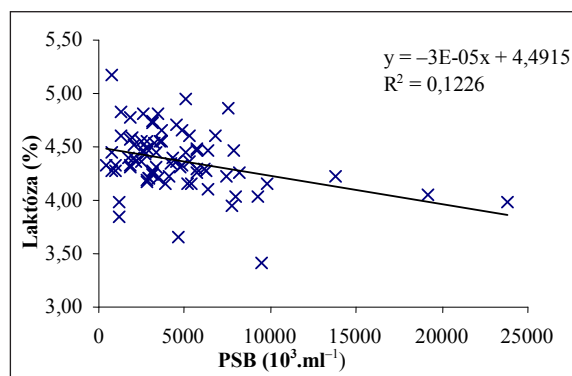
Lineární $y = -0,0001x + 5,1272$ $n = 345$
 $R^2 = 0,2393$ $r = -0,489***$

6: Vztah počtu somatických buněk (PSB) a laktózy v kravském mléce (prvotelky, České strakaté, II)

6: Relationship of somatic cell count (PSB) and lactose in cow milk (first-calf cows, Czech Fleckvieh, II)



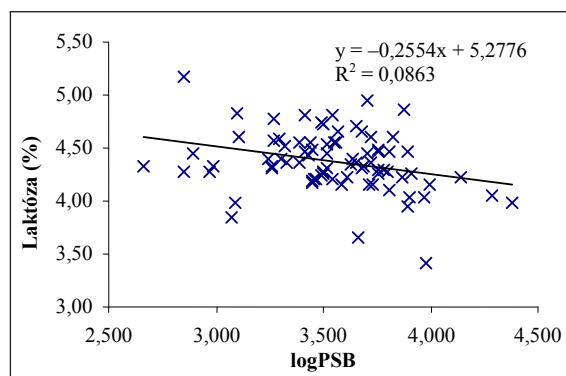
Lineární $y = -0,1966x + 5,4731$ $n = 345$
 $R^2 = 0,2148$ $r = -0,463***$



Lineární $y = -0,00003x + 4,4915$ $n = 80$
 $R^2 = 0,1226$ $r = -0,350^{**}$

7: Vztah počtu somatických buněk (PSB) a laktózy v kozím mléce (Bílá krátkosrstá, III)

7: Relationship of somatic cell count (PSB) and lactose in goat milk (White short-haired, III)



Lineární $y = -0,2554x + 5,2776$ $n = 80$
 $R^2 = 0,0863$ $r = -0,294^*$

něž v rešeršní práci, záchyty mastitidních patogenů, kdy nejrozšířenějším byl stafylokokus citlivý na novobiocin, až 98 % izolátů v kozím mléce. *Staphylococcus aureus* představoval od 4 do 36,9 % izolátů, podle práce. Vyleťelová *et al.* (2009b) přitom naznačili nevýznamný rozdíl v obsahu laktózy s patogení absencí a přítomností v kozím mléce 4,42 a 4,44 %. I PSB s infekcí vykázaly paradoxně opačný trend, tzn. nevýznamně vyšší s absencí.

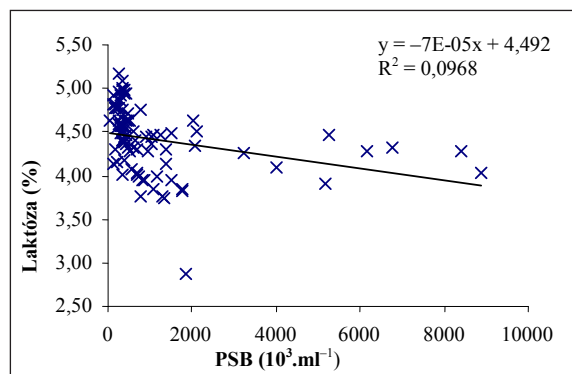
IV) ovčí mléko – vztah počtu somatických buněk a laktózy

Vztah PSB×L byl u ovčího mléka (IV $-0,51$ $P < 0,001$; Obr. 8) zřetelně těsnější v porovnání k mléku kravskému nebo kozímu a odpovídal nejtěsnějším literárním hodnotám pro mléko kravské a předchozím hodnotám pro ovčí ($-0,56$ a $-0,58$; Hanuš *et al.*, 1994 a 2010). 25,8 % variability v laktóze tak bylo vysvětlitelných prostřednictvím variací v PSB. Margetin *et al.* (1995, 1996) zjistili velký rozdíl v PSB mezi plemeny ovcí (geometrické průměry, Zušlechtěná valaška 179 a 407 po rocích a Cigája, 179 a 562 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) i roky (aritmetické průměry 364 a 1091 a mediány 136 a 448 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$). Dále zjistili korelační koeficienty mezi PSB a L $-0,38$ a $-0,31$ pro plemena Zušlechtěná valaška a Cigája ($P < 0,001$; individuální vzorky mléka

během laktace). Tyto hodnoty jsou tedy nižší než zde uvedené, ale trendově v souladu. Naproti tomu Novotná *et al.* (2007) pozorovali u nízkých PSB v ovčím mléce velmi nevýraznou odezvu laktózy, která kolísala od 4,42 do 4,86 % (monohydrát), bez trendové vazby na třídu PSB (individuální vzorky mléka v průběhu laktace u kříženců plemen Lacaune, Východoříská ovce a Zušlechtěná valaška). Raynal-Ljutovac *et al.* (2007) zmínili, že geometrický průměr PSB pozitivních izolátů (*Staphylococcus aureus*) u ovcí (plemeno Churra) činil 1905 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$ (432 % izolátů). Leitner *et al.* (2004) uvedli významný vliv ($P < 0,001$) přítomnosti mastitidní infekce v mléčné žláze ovcí (Izrael-Assaf mléčné ovce) na PSB a L: 4999 > 311 $10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$; 3,35 < 4,47 %.

V) lidské mléko – vztah počtu somatických buněk a laktózy

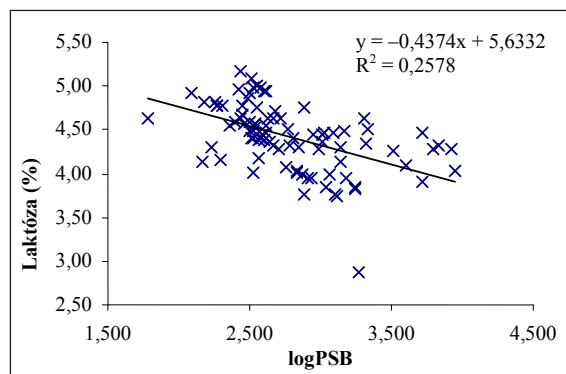
Posouzením určení počtu a funkcí buněk v humánním mléce se zabývali již Paape a Keller (1985). V této práci nižší průměrný PSB v albuminovém humánním mateřském mléce oproti kaseinovým mlékům malých přežvýkavců (Tab. III) a zároveň srovnatelný ke kaseinovému mléku kravskému nevykázal statisticky významný negativní vztah ke koncentraci laktózy. Naopak tento vztah byl po-



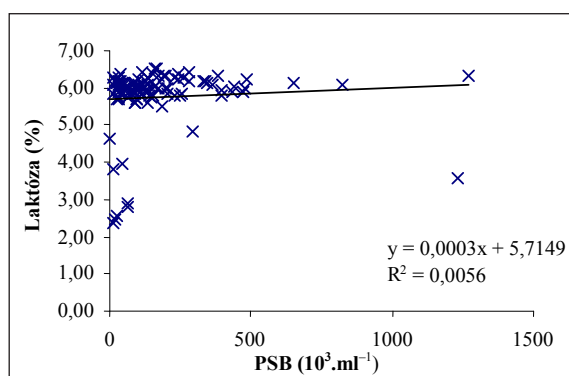
Lineární $y = -0,0001x + 4,492$ $n = 90$
 $R^2 = 0,0968$ $r = -0,311^{**}$

8: Vztah počtu somatických buněk (PSB) a laktózy v ovčím mléce (Cigája, IV)

8: Relationship of somatic cell count (PSB) and lactose in sheep milk (Tsigan, IV)



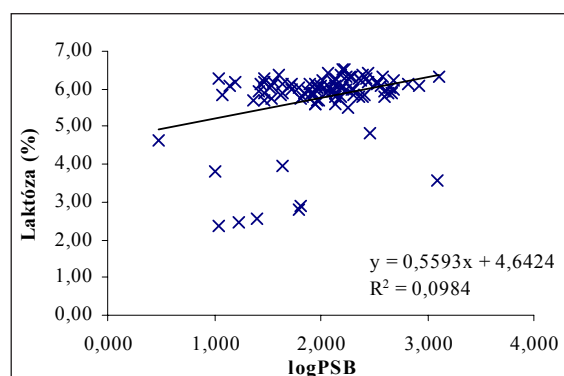
Lineární $y = -0,4374x + 5,6332$ $n = 90$
 $R^2 = 0,2578$ $r = -0,508^{***}$



Lineární $y = 0,0003x + 5,7149$ $n = 102$
 $R^2 = 0,0056$ $r = 0,075$ ns

9: Vztah počtu somatických buněk (PSB) a laktózy v lidském mléce (V)

9: Relationship of somatic cell count (PSB) and lactose in human milk (V)



Lineární $y = 0,5593x + 4,6424$ $n = 102$
 $R^2 = 0,0984$ $r = 0,314^{**}$

zitivní (Obr. 9; $r = 0,31$ $P < 0,01$) pro log PSB. Pro původní hodnoty PSB byl vztah nevýznamný ($r = 0,08$ $P > 0,05$; Obr. 9). U humánního mléka tedy nebyl nalezen vztah mezi PSB a L srovnatelný k mléku ostatních sledovaných druhů savců. Tento překvapivý fakt by mohl být vysvětlitelný následující skutečností. Při zároveň provedených bakteriologických vyšetřeních, provedených u vzorků se zvýšeným PSB, nebyla nalezena přítomnost mastitidních patogenů. Byly tedy mastitidně (infekčně) negativní. Lze se proto hypoteticky domnívat, že zvýšené PSB pak nesouvisely se simultánním poškozením sekrečního epitelu humánní mléčné žlázy. To by mohlo vysvětlit uvedený nález. Podle klasicky přijímané definice poruch sekrece kravského mléka (Hejlíček *et al.*, 1987; Ticháček *et al.*, 1996) se jedná při vyšších PSB a absenci patogenního mikroorganismu o nespecifickou mastitidu. Tato pak přece jen neredukuje laktózu v kravském mléce velmi výrazně (Vyletěllová *et al.*, 2009a; jak bylo zmíněno již dříve) v porovnání k mastitidě klinické (s přítomností patogena). Jako důvod zmíněného stavu u humánního mléka je pak přirozeně možné uvést reálný předpoklad mnohem vyšší úrovně hygieny mléčné žlázy. Přes velký po-

krok v hygieně dojicích systémů u stád zvířat přece jen prostředí chovu vykazuje mnohem vyšší mikrobiologický tlak, čemuž odpovídá i vyšší zastoupení nejen klinických, ale zejména subklinických případů mastitid ve zvířecích souborech (stádech).

ZÁVĚR

Výsledky šetření ukázaly, že podobně jako u kravského mléka, tak u mléka malých přežvýkavců (koz a ovcí) za podmínek určitých metodických modifikací, na rozdíl od mléka humánního, lze použít znalosti vztahu mezi počtem somatických buněk a koncentrací laktózy při analýzách v rutinních monitorovacích systémech (kontrola mléčné užitkovosti s individuálními vzorky mléka na úrovni zvířat a kontrola kvality mléka s bazénovými vzorky na úrovni stád zvířat) ke zlepšení screeningu, interpretace výsledků a řízení prevence výskytu produkčních poruch sekrece mléka. Mohou tak být zkvalitněna rozhodovací schémata příslušných algoritmů, resp. programových řešení praktického monitoringu zdraví mléčné žlázy.

SOUHRN

Počet somatických buněk (PSB) je ukazatelem zdravotního stavu mléčné žlázy laktujících samic savců, tedy výskytu poruch sekrece mléka, resp. mastitid. Laktóza (L) je specifický výtvar mléčné žlázy. S mastitidou a rostoucím PSB může být laktóza redukována. Zdravotní stav mléčné žlázy je významným faktorem kvality mléka. Proto je významné monitorovat zdravotní stav mléčné žlázy pro možnost prevence, popřípadě léčby poruch sekrece mléka. Mléčný trh se rozšiřuje o specifické produkty. Je tedy významné kontrolovat pravidelně zdraví mléčné žlázy u více druhů hospodářských zvířat. Cílem této práce byla analýza vztahu mezi PSB a laktózou u různých druhů včetně lidského mléka. Bylo analyzováno sedm souborů individuálních a bazénových vzorků mléka ($n = 479, 479, 345, 80, 90$ a 102) na PSB a obsah laktózy. Tři soubory byly mléko kravské, po jednom pak koží, ovčí a humánní mléko. Vzorky byly specifikovány s ohledem na chov, plemeno a faktory laktace. Vztahy v kravském mléce byly použity jako referenční pro vzájemné srovnání. Vztahy byly hodnoceny pomocí lineární regrese po logaritmické transformaci výsledků PSB. Průměrné PSB (geometrické průměry) byly zřetelně nižší u kravského ($62, 99$ a $81 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) a lidského ($103 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) mléka v porovnání k malým přežvýkavcům (kozy $3\,509$ a ovce $609 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$), zejména k mléku kozímu. Podle známých fyziologických předpokladů byly průměrné obsahy laktózy nižší u malých přežvýkavců (kozy $4,36\%$ a ovce $4,42\%$) v porovnání k referenčním hodnotám kravského mléka ($4,95\%$, $4,97\%$ a prvotelky

5,10 %) a vyšší u mléka humánního (5,77 %). Obsah laktózy u krav plemen České strakaté a Holštýn negativně koreloval k PSB (resp. log PSB) zhruba ve stejných relacích ($-0,36 P < 0,001$ a $-0,33 P < 0,001$) u všech laktací a v profilu celé laktace. Obsah laktózy u prvotek plemene České strakaté koreloval s PSB (resp. log PSB) také negativně a zřetelně těsněji než u krav na všech laktacích celkem ($-0,49 P < 0,001$). V daném případě to znamená, že 23,9 % variací v obsahu laktózy bylo podmíněno variabilitou v PSB. Vztah $PSB \times L$ byl u kozího (Bílá krátkosrstá) mléka ($-0,35 P < 0,01$) v dobré relaci k výsledkům v kravském mléce. Vztah $PSB \times L$ byl u ovčího (Cigája) mléka ($-0,51 P < 0,001$) zřetelně těsnější v porovnání k mléku kravskému nebo kozímu a odpovídal nejtěsnějším literárním hodnotám pro mléko kravské a předchozím hodnotám pro ovčí ($-0,56$ a $-0,58$). 25,8 % variability v laktóze tak bylo vysvětlitelných prostřednictvím variací v PSB. Nižší průměrný PSB v humánním mléce oproti mlékům malých přežvýkavců a zároveň srovnatelný k mléku kravskému nevykázal významný negativní vztah ke koncentraci laktózy. Naopak tento vztah byl pozitivní ($r = 0,31 P < 0,01$) pro log PSB. Pro původní hodnoty PSB byl vztah nevýznamný ($r = 0,08 P > 0,05$). U humánního mléka tedy překvapivě nebyl nalezen vztah mezi PSB a L srovnatelný k ostatním druhům savců. Tento fakt by mohl být vysvětlitelný skutečností, že všechny vzorky s vyšším PSB ($> 300 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) v humánním mléce byly bakteriologicky (mastitidně, infekčně) negativní. Podobně jako u kravského mléka, tak u mléka malých přežvýkavců (koz a ovčí), na rozdíl od mléka humánního, lze použít znalosti vztahu mezi PSB a laktózou při analýzách v rutinních monitorovacích systémech (kontrola mléčné užitkovosti s individuálními vzorky mléka a kontrola kvality mléka s bazénovými vzorky) ke zlepšení screeningu, interpretace výsledků a řízení prevence výskytu produkčních poruch sekrece mléka. Mohou tak být pomoci uvedených výsledků zkvalitněna rozhodovací schémata příslušných algoritmů, resp. programových řešení praktického monitoringu zdraví mléčné žlázy.

kráva, ovce, koza, lidské mléko, poruchy sekrece mléka, laktóza, počet somatických buněk, regrese, kontrola užitkovosti

SUMMARY

Somatic cell count (PSB = SCC) is an indicator of mammary gland health state in lactation of mammal females, which means an indicator of occurrence of milk secretion disorders (mastitis). Lactose (L) is specific product of mammary gland. Lactose can be reduced with mastitis and increase of SCC. Health state of mammary gland is an essential factor of milk quality. Therefore, it is important to monitor the mammary gland health for possibility of prevention and also treatment of milk secretion disorders. Milk market is going around by specific products. That is a reason why regular control of mammary gland health is important in more species of farm animals. The goal of this work was an analysis of relationship between SCC and L in various species including human milk. Seven sets of individual and bulk milk samples were analysed ($n = 479, 479, 345, 80, 90$ and 102) for SCC and L content. Three sets were with cow milk and one set with goat, one set with sheep and one set with human milk samples. These were specified regarding herd, breed, and lactation factors. The relations in cow milk were used as reference for mutual comparison. The relationships were evaluated using linear regression model after logarithmic transformation of SCC results. SCC geometric means were markedly lower in cow milk ($62, 99$ and $81 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) and human milk ($103 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) as compared to small ruminants (goat $3\,509$ and sheep $609 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$), especially to goat milk. The mean lactose values were lower in small ruminants (goat 4.36% and sheep 4.42%) as compared to reference values of cow milk (4.95% , 4.97% and in the first lactation 5.10%) and higher in human milk (5.77%) according to known presuppositions. L contents in Czech Fleckvieh and Holstein correlated negatively to SCC (log SCC) in similar relations ($-0.36 P < 0.001$ and $-0.33 P < 0.001$) and it was reached in all lactations and also in the profile of the whole lactation. L content in first lactation (Czech Fleckvieh) correlated with SCC (log SCC) also negatively and it was markedly narrower than in cows on all lactations in total ($-0.49 P < 0.001$). In this case it means that 23.9% variations in L content was caused by variability in SCC. The relationship between SCC and L in goat (White short-haired) milk ($-0.35 P < 0.01$) was in good relation to cow milk results. The same relationship in sheep (Tsigai) milk ($-0.51 P < 0.001$) was markedly narrower in comparison to cow and goat milk and corresponded to the narrowest literature values for cow milk and also to previous values for sheep milk (-0.56 and -0.58). 25.8% lactose variability was explainable by SCC variations in this case. Lower mean SCC in human milk as compared to milk of small ruminants and at the same time comparable to cow milk did not show statistically significant negative relationship to L concentration. Contrariwise this relationship was positive ($r = 0.31 P < 0.01$) for log SCC and for original SCC values was insignificant ($r = 0.08 P > 0.05$). Surprisingly it means that there was not found relationship between SCC and L in human milk which could be comparable to milk of other mammal species. This phenomenon could be explained by fact that all milk samples with higher SCC ($> 300 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$) in human milk were bacteriologically (from infectious mastitis point of view) negative. Similarly as at cow milk also at milk of small ruminants (goats and sheep) and in contrast to human

milk it is possible to use the knowledge about relationship between SCC and lactose to improvement of screening, result interpretation and prevention control in occurrence of milk secretion production disorders at analyses in routine monitoring systems as milk recording with individual milk samples and milk quality control with bulk milk samples. The quality of decision-making schemes in relevant algorithms and programme applications of practical monitoring of mammary gland health could be improved by mentioned results.

Poděkování

Tato práce byla podporována projekty MŠMT, MSM 2678846201 a KONTAKT ME 09081 a také provedena v rámci aktivit 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.
- ANTUNAC, N., LUKAČ HAVRANEK, J., SAMARŽIJA, D., 2001: Effect of breed on chemical composition of goat milk. *Czech J. Anim. Sci.*, 46, 6, 268–274.
- BENDA, P., VYLETĚLOVÁ, M., 1995: The occurrence of *Staphylococcus aureus* in bulk milk samples. *Vet. Med. – Czech*, 40, 7, 221–226.
- BENDA, P., VYLETĚLOVÁ, M., 1997a: Testing of culture media for detection of *Staphylococcus aureus* in bulk milk samples. *Vet. Med. – Czech*, 42, 1, 9–17.
- BENDA, P., VYLETĚLOVÁ, M., 1997b: Testing of TKT medium for *Streptococcus agalactiae* screening in bulk milk samples. *Vet. Med. – Czech*, 42, 3, 71–80.
- BENDA, P., VYLETĚLOVÁ, M., TICHÁČEK, A., 1997: A method of prevalence estimation of intramammary *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* infections in herds by examination of bulk milk samples. (In Czech) *Vet. Med. – Czech*, 42, 4, 101–109.
- BERGMANN, J., 1978: Laktosegehalt und Zellzahl in Einzeltierproben. *Der Tierzüchter*, 31, 6, 238–240.
- BERGMANN, J., 1979: Der Laktosegehalt von Einzelgemelksproben als Parameter für den Gesundheitszustand des Euters. Aus den Arbeiten des Landeskontrollverbandes Schleswig-Holstein, Kiel, 25–34.
- ČSN 57 0530, 1972: Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků. Methods for testing of milk and milk products. Český normalizační institut, Praha.
- ČSN 57 0536, 1999: Stanovení složení mléka infračerveným absorpčním analyzátozem. Determination of milk composition by mid-infrared analyzer. (In Czech) Český normalizační institut, Praha.
- DANUSER, J., 1991: Zellzahl der Milch und Eutergesundheit. *Simmentaler Fleckvieh*, 4, 18–25.
- DROKE, E. A., PAAPE, M. J., DICARLO, A. L., 1993: Prevalence of high somatic cell counts in bulk tank goat milk. *J. Dairy Sci.*, 76, 1035–1039.
- FAMIGLI-BERGAMINI, P., 1987: Rapporti tra patologia (non mammaria) ed aspetti quali-quantitativi del latte nella bovina. (In Italy) *Società Italiana di Buiatria Bologna*, 19, 8–10, 89–99.
- GAJDŮŠEK, S., JELÍNEK, P., HAMPL, A., 1996: Somatic cell counts in goat milk and their relation to milk composition and properties. (In Czech) *Živoč. Výr. / Czech J. Anim. Sci.*, 41, 25–31.
- GRAPPIN, R., 1987: Application of indirect instrumental methods to the measurement of fat and protein content of ewes and goats milk. *Bulletin of IDF, Doc.* 208, 41–43.
- HANUŠ, O., 1995a: Indikační význam a hodnoty některých složek a vlastností mléka pro použití v praxi. (In Czech) *Výzkum v chovu skotu / Cattle Research*, ISSN 0139-7265, 1, 4–10.
- HANUŠ, O., BEBER, K., NECHVÁTAL, R., KOUŘIL, P., GENČUROVÁ, V., KOPECKÝ, J., GABRIEL, B., 1994: Laktóza a poruchy sekrece mléčné žlázy krav v kontrole užitkovosti. 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., BJELKA, M., TICHÁČEK, A., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J., 2001: Analýza nezbytnosti a účelnosti transformací dat u souborů výsledků některých mléčných parametrů. Substantiation and usefulness of transformations in data sets of analyzed milk parameters. (In Czech) In: *Chov a šlechtění skotu pro konkurenceschopnou výrobu: sborník referátů VÚCHS Rapotín*, In Rearing and breeding of cattle for competitionable production: proceedings of the seminar VÚCHS Rapotín, 122–135.
- HANUŠ, O., FRELICH, J., ROUBAL, P., VORLÍČEK, Z., ŘÍHA, J., POZDÍŠEK, J., BJELKA, M., 2003: Vlivy plemenné příslušnosti dojníc na některé chemicko-složkové, fyzikální, zdravotní a technologické mléčné ukazatele. Dairy cow breed impacts on some chemical-compositional, physical, health and technological milk parameters. (In Czech) *Výzkum v chovu skotu / Cattle Research*, ISSN 0139-7265, 4, 1–10.
- HANUŠ, O., GABRIEL, B., 1991: Vliv stádia a pořadí laktace na obsah laktózy v mléce podle zdravotního stavu mléčné žlázy. The effect of lactation stage and order on lactose content in milk with respect to the health of mammary gland. (In Czech) *Živoč. Výr. / Czech J. Anim. Sci.*, 36, 10, 817–823.
- HANUŠ, O., GABRIEL, B., GENČUROVÁ, V., ŽVÁČKOVÁ, I., 1993a: 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., MÜLEROVÁ, E., 1993b: K významu obsahu laktózy v mléce. (In Czech) *Výzkum v chovu skotu / Cattle Research*, ISSN 0139-7265, 4, 11–15.
- HANUŠ, O., GENČUROVÁ, V., VYLETĚLOVÁ, M., LANDOVÁ, H., KOPECKÝ, J., JEDELSKÁ, R., 2008a: The effect of health state of goat udder on raw milk composition and properties. *Folia Veter.*, 52, ISSN 0015-5748, 3–4, 149–154.
- HANUŠ, O., GENČUROVÁ, V., VYLETĚLOVÁ, M., MACEK, A., JEDELSKÁ, R., 2010: The effect of health state of sheep mammary gland on raw milk composition and properties in the Czech Republic. *J. Agric. Marine Sci.*, accepted.
- HANUŠ, O., GENČUROVÁ, V., YONG, T., KUČERA, J., ŠTOLC, L., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J., 2009: Reference and indirect instrumental determination of basic milk composition and somatic cell count in various species of mammals. *Sci. Agric. Bohem.*, 40, 4, ISSN 1211-3174, 196–203.
- HANUŠ, O., JEDELSKÁ, R., HERING, P., KLIMEŠ, M., GENČUROVÁ, V., JANŮ, L., KOPECKÝ, J., 2006: Konstrukce algoritmu pro efektivní sofistikované grafické vyhodnocování výsledků složení a kvality bazénových vzorků mléka. The algorithm construction for an effective and sophisticated evaluation of the results of the bulk milk sample composition and quality. (In Czech) *Výzkum v chovu skotu / Cattle Research*, XLVIII, 175, ISSN 0139-7265, 3, 1–26.
- HANUŠ, O., JÍLEK, M., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J., HAVLÍČKOVÁ, K., 1995b: Některé složky a vlastnosti kozího mléka skrz paletu NK testu. Some components and properties of goat milk through palette of Mastitis test NK. (In Czech) *Mliekarstvo*, 26, 2, ISSN 1210-3144, 28–31.
- HANUŠ, O., MAREŠ, V., FICNAR, J., GABRIEL, B., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J., 1996: Rutinní sériové analýzy základního složení kozího mléka v kontrole mléčné užitkovosti. Routine series analyses of basic goat milk composition in milk recording. (In Czech) *Mliekarstvo*, 27, 1, ISSN 1210-3144, 35–39.
- HANUŠ, O., PONÍŽIL, A., PYTLOUN, J., GENČUROVÁ, V., KOPUNECZ, P., JEDELSKÁ, R., 2008b: Realita a vize vývoje systémového poradenství ke kvalitě syrového mléka. Reality and vision of development of system advisory service about raw milk quality. (In Czech) *Mliekarstvo*, 1, ISSN 1210-3144, 39, 31–43.
- HANUŠ, O., ŘÍHA, J., GENČUROVÁ, V., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J., 2004: Složení a vlastnosti kozího mléka, jejich vzájemné vztahy a vlivy některých chovatelských faktorů v LFA. Composition and quality of goat's milk, relationships of specific parameters and effects of some management factors in less favourable areas. (In Czech) *Výzkum v chovu skotu / Cattle Research*, 1, ISSN 0139-7265, 6–19.
- HANUŠ, O., SUCHÁNEK, B., 1991: Variabilita a obsah somatických buněk v mléce krav pod vlivem některých vnitřních a vnějších faktorů. Variability and somatic cell counts in cow's milk as influenced by some internal and external factors. (In Czech) *Živoč. Výr. / Czech J. Anim. Sci.*, 36, 4, 303–311.
- HANUŠ, O., TICHÁČEK, A., KOPECKÝ, J., 1995c: Příspěvek k práci s výsledky počtu somatických buněk v mléce jednotlivých krav. Interpretation of SCC values determined in milk samples of individual cows. (In Czech) *Mliekarstvo*, 26, 1, ISSN 1210-3144, 16–19.
- 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 mammary gland health in the first third of lactation. (In Czech) *Vet. Med. (Praha)*, 37, 11, ISSN 0375-8427, 595–604.
- HAENLEIN, G., 2004: Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. *Small Rumin. Res.*, 45, ISSN 0921-4488, 2, 163–178.
- HEJLÍČEK, K., JAGOŠ, P., HAVELKA, B., 1987: Mastitidy skotu. SZN, Praha, 86–109.
- JANŮ, L., HANUŠ, O., BAUMGARTNER, C., MACEK, A., JEDELSKÁ, R., 2007: The analysis of state, dynamics and properties of raw cow milk quality indicators in the Czech Republic. *Acta fytotech. zootech.*, 10, 3, ISSN 1335-258X, 74–85.
- KHALED, N. F., ILLEK, J., GAJDŮŠEK, S., 1999: Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. *Acta Vet. Brno*, 68, 253–258.
- KIRST, E., LILL, R., KRENKEL, K., CERSOVSKY, H., BARTEL, B., JACOBI, U., LEMKE, B., 1985: Einfluss einer Energiemangelernährung laktierender Rinder auf Zusammensetzung und Eigenschaften der Rohmilch. Untersuchungen bei Kühen im ersten und zweiten Laktationsdrittel. *Milchforschung-Milchpraxis*, 27, 3, 54–56.
- KIRST, E., LILL, R., SCHLEUSENER, I., KRENKEL, K., JACOBI, U., 1983: Einfluss einer Energiemangelernährung laktierender Rinder auf Zusammensetzung und Eigenschaften der Rohmilch. Orientierende Untersuchungen. *Milchforschung-Milchpraxis*, 25, 1, 3–6.
- KÖRNER, E., RENNER, E., SCHMIDT, R., 1977: Zur Ermittlung euterkrankheitsverdächtiger Kühe mit Hilfe der Laktosebestimmung Einzelmilchproben. *Arch. Lebensm. – Hyg.*, 28, 161.
- KREUZER, M., KIRCHGESENER, M., 1985: Proteinfehlernährung und ihre Nachwirkungen auf die Leistung Milchkühen. Übers. *Tierernährg.*, 13, 39–64.
- KUCHTÍK, J., SEDLÁČKOVÁ, H., 2003: Composition and properties of milk in white short-haired goats on the third lactation. *Czech J. Anim. Sci.*, 48, 12, 540–550.

- LEITNER, G., CHAFFER, M., SHAMAY, A., SHAPIRO, F., MERIN, U., EZRA, E., SARAN, A., SILANIKOVE, N., 2004: Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in sheep. *J. Dairy Sci.*, 87, 46–52.
- MARGETÍN, M., ČAPISTRÁK, A., VALKOVSKÝ, P., ŠPÁNIK, J., FOLTYS, V., 1995: Variation in somatic cell counts in ewe's milk during lactation. (In Slovak) *Živoč. Výr. / Czech J. Anim. Sci.*, 40, 6, 257–261.
- MARGETÍN, M., ČAPISTRÁK, A., ŠPÁNIK, J., FOLTYS, V., 1996: Somatic cells in sheep milk in relation to milk production and composition during sucking and milking. (In Slovak) *Živoč. Výr. / Czech J. Anim. Sci.*, 41, 6, 543–550.
- MIGLIOR, F., SEWALEM, A., JAMROZIK, J., LEFEBVRE, G. M., MOORE, R. K., 2006: Analysis of milk urea nitrogen and lactose and their effect on longevity in Canadian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89, 4886–4894.
- NOVOTNÁ, L., KUČTÍK, J., DOBEŠ, K., ŠUSTOVÁ, K., ZAJÍCOVÁ, P., 2007: Effect of somatic cell count on ewe's milk composition, its properties and quality of rennet curdling. (In Czech) ISSN 1211-8516, *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, LV, 2, 59–64.
- PAAPE, M. J., KELLER, M., 1985: Determination of number and functions of cells in human milk. Page 53 in *Human lactation*. R. G. Jensen and M. Neville, ed. Plenum Press, New York, NY.
- PAAPE, M. J., WIGGANS, G. R., BANNERMAN, D. D., THOMAS, D. L., SANDERS, A. H., CONTRERAS, H., MORONI, P., MILLER, R. H., 2007: Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. *Small Rumin. Res.*, 68, ISSN 0921-4488, 114–125.
- PARK, Y. V., JUAREZ, M., RAMOS, M., HAENLEIN, G. F. W., 2007: Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rumin. Res.*, 68, ISSN 0921-4488, 88–113.
- PEAKER, M., 1980: Influence of diet on the yields and contents of lactose and minerals in milk. Chapter 15, *Bulletin of IDF*, Doc. 25, 159–163.
- RAUBERTAS, J., SHOOK, G., 1982: Relationship between lactation measures of SCC and milk yield. *J. Dairy Sci.* 65, 419–425.
- RAYNAL-LJUTOVAC, K., PIRISI, A., CRÉMOUX, R., GONZALO, C., 2007: Somatic cells of goat and sheep milk: Analytical, sanitary, productive and technological aspects. *Small Rumin. Res.*, 68, ISSN 0921-4488, 126–144.
- RENEAU, J. K., APPLEMAN, R. D., STEUERNAGEL, G. R., MUDGE, J. W., 1983, 1988: Somatic cell count. An effective tool in controlling mastitis. *Agricultural Extension Service, University of Minnesota*, AG-FO-0447.
- RENEAU, J. K., 1986: Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. *J. Dairy Sci.*, 69, 1708–1720.
- RENNER, E., 1972: Möglichkeit der Feststellung von Eutererkrankungen mit dem Infrarot-Milchanalyse (IRMA). *Dtsch. Molk. Zeit.*, 93, 3, 71–75.
- SHOOK, G. E., 1982: Approaches to summarizing somatic cell count which improve interpretability. *Nat. Mast. Council*, Louisville, Kentucky, 1–17.
- SCHNEEBERGER, M., LEUENBERGER, H., 1981: Relationship of lactose content, somatic cell concentration and California mastitis test in an experimental herd. In: 32nd Annual Meeting of the EAAP, Zagreb.
- TICHÁČEK, A. A KOL. (BJELKA, M., HANUŠ, O., KOPUNECZ, P., OLEJNÍK, P., PAVLATA, L., PECHOVÁ, A., PONÍŽIL, A.), 2007: Poradenství jako nástroj bezpečnosti v prvovýrobě mléka. *Agritec*, Šumperk, ISBN 978-80-903868-0-8, 88.
- TICHÁČEK, A., BENDA, P., HANUŠ, O., JEDELSKÁ, R., 1996: Účinný kontrolní mastitidní program - zkušenosti z poradenství. An effective control mastitis program - consulting service experience. (In Czech) In *Kontrola mastitid při produkci mléka: sborník referátů VÚCHS Rapotín*, 64–83.
- TICHÁČEK, A., HANUŠ, O., BENDA, P., 1997: Retrospektiva mastitidně problémového stáda krav. Retrospect of a dairy herd with mastitis problem. (In Czech) In *Management chovu dojníc: sborník referátů VÚCHS Rapotín*, 65–76.
- VYLETĚLOVÁ, M., HANUŠ, O., KUČERA, J., 2009a: Relationship of milking equipment type to the expressions of milk secretion disorders. *Acta fytotech. zootech.*, 12, (M. č.), ISSN 1335-258X, 105–107.
- VYLETĚLOVÁ, M., ŘÍHA, J., HANUŠ, O., 2009b: Occurrence of mastitis infections in goat milk and their relation to other milk parameters. Výskyt mastitidních infekcí v kozím mléce a jejich vztah k ostatním mléčným parametrům. *Výzkum v chovu skotu / Cattle Research*, LI, 186, 2, ISSN 0139-7265, 14–18.
- WALSTRA, P., JENNESS, R., 1984: *Dairy Chemistry and Physics*, New York – Chichester – Brisbane – Toronto – Singapore.
- WIGGANS, G., SHOOK, G., 1987: A lactation measure of somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 70, 2666–2672.
- ZENG, S. S., 1996: Comparison of goat milk standards with cow milk standards for analyses of somatic cell count, fat and protein in goat milk. *Small Rumin. Res.*, 21, ISSN 0921-4488, 221–225.
- ZENG, S. S., ESCOBAR, E. N., HART, S. P., HINCKEY, L., BAULTHAUS, M., ROBINSON, G. T., JAHNKE, G., 1999: Comparative study of the effects of testing laboratory, counting method, storage and shipment on somatic cell counts in goat milk. *Small Rumin. Res.*, 31, ISSN 0921-4488, 103–107.

Adresa

doc. Ing. Oto Hanuš, Ph.D., Výzkumný ústav pro chov skotu Rapotín, Research Institute for Cattle Breeding Rapotín, Výzkumníků 267, 788 13 Víkřovice, Česká republika, The Czech Republic; PharmDr. Miloslav Hronek, Ph.D., MUDr. Radomír Hyšpler, Ph.D., RNDr. Alena Tichá, Ph.D., Mgr. Petra Fikrová, Fakultní nemocnice, University Hospital, Sokolská 581, Hradec Králové, Česká republika, The Czech Republic; Mgr. Kamila Sojková, Kristýna Hanušová, Jaroslav Kopecký, Radoslava Jedelská, Agrovýzkum Rapotín, Agriresearch Rapotín, Výzkumníků 267, 788 13 Víkřovice, Česká republika, The Czech Republic; Dr. Tao Yong, Anhui Agricultural University, Department of Animal Sciences, College of Animal Science and Technology, Changjiang West Rd. 130, 230036 Hefei, P. R. China