

VZTAH BODU MRZNUTÍ K OSTATNÍM SLOŽKÁM MLÉKA A JEHO ZMĚNY VLIVEM LAKTACE U DOJNIC ČESKÉHO STRAKATÉHO A HOLŠTÝNSKÉHO PLEMENE SKOTU

G. Chládek, V. Čejna

Došlo: 17. června 2005

Abstract

CHLÁDEK, G., ČEJNA, V.: *The relationship between freezing point of milk and milk components and its changes during lactation in Czech Pied and Holstein cows*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2005, LIII, No. 5, pp. 63–70

The freezing point of milk (FPM) is an instant indicator of violated technological quality of raw milk, especially of dilution. FPM can also vary due to numerous effects associated with changes in milk composition and milk characteristics. Beside the effect of season, phase of lactation, breed, milk yield, sub-clinical mastitis etc. the impacts of nutrition and dietary or metabolic disorders are the most significant and the most frequent (GAJDŮŠEK, 2003). FPM is a relatively stable physical characteristic and due to osmotically active elements it ranges from -0.510 to -0.535 °C (HANUŠ et al., 2003b). Recently ŠUSTOVÁ (2001) studied the freezing point of milk in pool samples; she observed seasonal changes in FPM of mixed milk and the effect of different diets on FPM values. KOLOŠTA (2003) looked into the effect of grazing season on FPM. HANUŠ et al. (2003a) analysed possible effects of handling of milk components on FPM.

The aim of this work was to describe the relationship between FPM and milk components and the impact of breed, number and phase of lactation on FPM. We analysed 328 milk samples in total, out of which 137 samples were of Czech Pied cows and 191 samples of Holstein cows. The effect of number and phase of lactation was evaluated for both breeds together.

The greatest coefficients of correlation in total were found between FPM and lactose content ($r = 0.600$) and solids non fat ($r = 0.523$). Lower coefficients of correlation were found between FPM and milk fat content ($r = 0.235$), milk protein content ($r = 0.260$) and urea concentration ($r = 0.256$). These coefficients were considerably lower in Holstein cows than in Czech Pied cows. The coefficients of correlation between FPM and number and phase of lactation and somatic cells count were insignificant.

The total mean value of FPM was -0.534 °C. Breed statistically significantly ($P < 0.01$) affected FPM ($+0.006$ °C in C breed) and milk fat content ($+0.19$ % in H breed). Breed highly significantly ($P < 0.001$) affected daily milk yield ($+4.9$ kg milk in H), milk protein content ($+0.27$ % in C) and solids non fat ($+0.37$ % in C). On the contrary, breed had no significant effect on lactose content, urea concentration and somatic cells count.

Variability of FPM was greater in Czech Pied cows (5.9 %) than in Holstein cows (0.9 %). Number of lactation had no significant effect on FPM (maximum difference between lactations was 0.008 °C). Phase of lactation had no significant effect on FPM either.

Our study revealed the fact that FPM was most of all affected by lactose content and solids non fat. However, the decrease of lactose content was compensated by a tendency of mammary gland to keep

constant osmotic pressure. As the somatic cells count was low, there was no decline in lactose content during later lactations so no significant decrease of FPM occurred.

freezing point, Czech Pied cattle, Holstein cattle, number of lactation, phase of lactation

Bod mrznutí mléka (BMM) slouží k rychlému posouzení technologické neporušenosti syrového mléka, zejména zvodněním. Příčinou kolísání BMM však může být také řada dalších vlivů souvisejících se změnami složení a vlastnostmi mléka. Vedle vlivu sezony, stadia laktace, plemene, užitkovosti, subklinických mastitid apod., je nejzávažnější a nejčastější vliv výživy a dietetických, případně metabolických poruch (GAJDŮŠEK, 2003).

K 1. 1. 2005 nabyla v České republice účinnosti vyhláška č. 638/2004 Sb., která novelizuje vyhlášku č. 203/2003 Sb., o veterinárních požadavcích na mléko a mléčné výrobky. Uvedená novela mimo jiné mění hodnotu bodu mrznutí kravského mléka v § 6 odst. 3 písm. a) z hodnoty $-0,515\text{ }^{\circ}\text{C}$ na hodnotu $-0,520\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tato nová hodnota se ovšem vztahuje na tepelně ošetřené konzumní mléko. Pokud je zjištěna jeho nevyhovující hodnota, bere se v úvahu jednak vliv mlékárenského ošetřování a skladování a jednak výsledek kontrol syrového mléka. Z hlediska vlastního měření je BMM je definován jako setrvání tzv. plata na teplotní křivce průběhu mrznutí mléka po krátkodobém uvolnění (zvýšení teploty) tepla, tzv. krystalizačního, při mechanické iniciaci mrznutí za podmínek kryoskopické metody (HANUŠ et al., 2003a).

HANUŠ et al. (2003b) považují BMM za významný a poměrně stabilní fyzikální parametr, který se vlivem osmoticky aktivních složek pohybuje nejčastěji v hodnotách $-0,520$ až $-0,532\text{ }^{\circ}\text{C}$. Deprese BMM je podle WALSTRY a JENNESSE (1984) určována složkami mléka, přičemž 54 % připadá na laktózu, 30,5 % na obsah minerálních solí, 3,3 % na obsah organických solí, 2 % na obsah močoviny a zbylých 10,2 % na ostatní složky mléka.

V individuálních vzorcích kravského mléka se BMM většinou pohybuje v rozmezí $-0,512$ až $-0,550\text{ }^{\circ}\text{C}$ se středními hodnotami $-0,520$ až $-0,532\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ROGINSKI et al., 2002). Poněkud větší rozpětí mezi jednotlivými dojnicemi uvádí HANUŠ et al. (2003a), a to od $-0,470$ do $-0,560\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Průměrné hodnoty BMM bazénových vzorků v Evropě se pohybují od $-0,520$ do $-0,531\text{ }^{\circ}\text{C}$, např. v Nizozemí $-0,520\text{ }^{\circ}\text{C}$, v Belgii $-0,521\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v Rakousku $-0,525\text{ }^{\circ}\text{C}$ (PUR a MUSIL, 2005). Vyšší hodnoty bodu mrznutí bazénových vzorků jsou zaznamenány v Litvě, a to $-0,530\text{ }^{\circ}\text{C}$ a v jižním Tyrolsku $-0,531\text{ }^{\circ}\text{C}$ (HANUŠ et al., 2003a). KIRCHNEROVÁ a FOLTYS (2005) zjistili na Slovensku hodnotu BMM v bazénových vzorcích $-0,513\pm 0,007\text{ }^{\circ}\text{C}$. BOOR et al. (1998)

zjistili v bazénových vzorcích v letech 1993–1996 ve státě New York (USA) průměrnou hodnotu BMM $-0,543\text{ }^{\circ}\text{C}$. Podle ČSN 57 0530 (1974) se bod mrznutí kravského mléka pohybuje nejčastěji od $-0,530$ do $-0,570\text{ }^{\circ}\text{C}$. Průměrná hodnota BMM v bazénových vzorcích mléka v roce 2004 za obvod CL Pardubice byla $-0,523\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ANONYM, 2004).

Někteří autoři se zabývali také vztahy jednotlivých složek mléka k BMM. Například KOLOŠTA (2003) zjistil následující korelační koeficienty k BMM: obsah bílkovin ($r = 0,27$ až $0,40$), obsah laktózy ($r = 0,13$ až $0,29$), obsah tps ($r = 0,39$ až $0,57$) a koncentrace močoviny ($r = 0,12$ až $0,31$). KIRCHNEROVÁ a FOLTYS (2005) zjistili korelační koeficient BMM k močovině $r = 0,446$.

Problematické BMM se v poslední době věnovala u bazénových vzorků ŠUSTOVÁ (2001), která sledovala sezonní změny BMM směsného mléka a vliv různých KD na hodnoty BMM. KOLOŠTA (2003) se zabýval změnami BMM vlivem pastevní sezony a HANUŠ et al. (2003a) zjišťoval vliv manipulace se složkami mléka na BMM.

Cílem práce bylo jednak kvantifikovat vztah BMM k ostatním složkám mléka a jednak analyzovat jeho ovlivnění plemenem, pořadím a stadiem laktace.

MATERIÁL A METODY

V zimním období (listopad, prosinec) byly odebrány vzorky mléka (celodenní nádoj) z chovu dojníc českého strakatého plemene ($n = 137$) a z chovu dojníc holštýnského plemene ($n = 191$). Chov českého strakatého plemene se nacházel v kraji Vysočina a chov holštýnského plemene v kraji Jihomoravském. Analýzy vzorků byly prováděny v laboratoři LRM Brno-Chrlice ČMSCH, a. s. Tato laboratoř je držitelem akreditačního osvědčení ČIA č. 1312.3 podle ČSN EN ISO/IEC 17025. Složení mléka (obsah tuku, bílkovin, laktózy, tukuprosté sušiny) bylo stanoveno infračerveným absorpčním analyzátozem (Bentley, 2000). Koncentrace močoviny byla zjištěna pomocí enzymaticko-konduktometrické metody (Ureakvant 2). Počet somatických buněk (SB) byl stanoven floro-opto-elektronickou metodou (Somaticount 500). BMM byl zjištěn pomocí mléčného kryoskopu Cryostar. Denní nádoj byl převzat z kontroly užitkovosti (stupeň A4). Podle plemenné příslušnosti byl soubor rozdělen na dvě skupiny:

C – dojnice českého strakatého plemene (137 ks)

H – dojnice holštýnského plemene (191 ks).

Podle pořadí laktace byl soubor rozdělen na šest skupin:

- I – dojnice na první laktaci (130 ks)
- II – dojnice na druhé laktaci (79 ks)
- III – dojnice na třetí laktaci (56 ks)
- IV – dojnice na čtvrté laktaci (28 ks)
- V – dojnice na páté laktaci (19 ks)
- VI – dojnice na šesté a vyšší laktaci (16 ks).

Podle stadia laktace byl soubor rozdělen na tři skupiny:

- 1 – dojnice do 100 dnů laktace (123 ks)
- 2 – dojnice od 101. až do 200. dne laktace (100 ks)
- 3 – dojnice od 201. až do 305. dne laktace (105 ks).

Vztah BMM k ostatním výše uvedeným složkám mléka byl kvantifikován pomocí korelačních koeficientů. Analýza vlivu plemene, pořadí a stadia laktace na hodnotu BMM byla provedena pomocí třífaktorové analýzy rozptylu pomocí programu Unistat 5.1. V textu je hladina pravděpodobnosti $P < 0,01$ označována jako vysoce statisticky průkazná a hladina pravděpodobnosti $P < 0,001$ je označována jako velmi vysoce statisticky průkazná.

VÝSLEDKY

Vztah BMM k pořadí laktace, stadiu laktace, dennímu nádoji a sledovaným složkám mléka u jednotlivých sledovaných faktorů (plemeno, pořadí laktace a stadium laktace) je pomocí korelačních koeficientů souhrnně vyjádřen v Tab. I. Z tabulky je patrné, že hodnoty koeficientů korelace mezi BMM a jednotlivým sledovaným ukazateli v rámci celého souboru (328 kusů) dojnic byly vysoké v případě laktózy ($r = 0,600$) a tukuprosté sušiny ($r = 0,523$), poněkud nižší v případě bílkoviny ($r = 0,260$), močoviny ($r = 0,256$) a tuku ($r = 0,235$) a velmi nízké v případě denního nádoje ($r = 0,085$), počtu SB ($r = 0,048$), dne laktace ($r = -0,045$) a pořadí laktace ($r = 0,027$). Pokud se týká sledovaných plemen, pak u dojnic českého strakatého plemene vykazovalo složení mléka tyto významné korelační koeficienty k BMM: tuk ($r = 0,400$), bílkovina ($r = 0,567$), laktóza ($r = 0,760$), tukuprostá sušina ($r = 0,848$) a močovina ($r = 0,388$). U dojnic holštýnského plemene byly tyto korelační koeficienty výrazně nižší (mimo močoviny): tuk ($r = 0,140$), bílkovina ($r = 0,184$), laktóza ($r = 0,113$), tukuprostá sušina ($r = 0,252$) a močovina ($r = 0,336$). Pořadí lak-

tace, stadium laktace, denní nádoj a počet SB vykazovaly zanedbatelné hodnoty korelačních koeficientů shodně u obou plemen. V případě jednotlivých laktací jsme zaznamenali následující mezní hodnoty korelačních koeficientů jednotlivých sledovaných ukazatelů k BMM: den laktace ($-0,470$ až $0,076$), denní nádoj ($-0,262$ až $0,402$), tuk ($-0,132$ až $0,378$), bílkovina ($0,159$ až $0,449$), laktóza ($-0,040$ až $0,789$), tps ($0,412$ až $0,711$), močovina ($0,181$ až $0,717$) a počet SB ($-0,055$ až $0,226$). U stadia laktace pak byly zjištěny tyto mezní hodnoty korelačních koeficientů jednotlivých sledovaných ukazatelů k BMM: den laktace ($-0,120$ až $0,083$), denní nádoj ($0,056$ až $0,104$), tuk ($0,074$ až $0,345$), bílkovina ($0,178$ až $0,442$), laktóza ($0,527$ až $0,724$), tps ($0,357$ až $0,734$), močovina ($0,228$ až $0,340$) a počet SB ($-0,051$ až $0,120$).

Vliv plemene, pořadí laktace a stadia laktace na hodnoty BMM sledovaných dojnic je patrný z Tab. II. Celý soubor vykazoval následující průměrné hodnoty analyzovaných ukazatelů mléka: bod mrznutí $-0,534$ °C, den laktace 144, denní nádoj 22,7 kg mléka/den, obsah tuku 4,42 %, obsah bílkovin 3,55 %, obsah laktózy 4,91 %, obsah tukuprosté sušiny 8,89 %, koncentrace močoviny 48,73 mg/100 ml a počet SB 228,01 tis/ml. Z tabulky je zřejmé, že plemeno mělo vysoce statisticky průkazný vliv ($P < 0,01$) na BMM ($+0,006$ °C u plemene C) a obsah tuku ($+0,19$ % u H). Velmi vysoce statisticky průkazný vliv ($P < 0,001$) plemene byl zjištěn u denního nádoje ($+4,9$ kg mléka u H), obsahu bílkovin ($+0,27$ % u C) a obsahu tukuprosté sušiny ($+0,37$ % u C). Naopak neprůkazný byl jeho vliv na obsah laktózy, koncentraci močoviny a počet SB. Variabilita BMM byla vyšší u dojnic českého strakatého plemene (5,9 %) než u dojnic plemene holštýnského (0,9 %). Pořadí laktace nemělo na BMM průkazný vliv (maximální rozdíl mezi laktacemi činil 0,008 °C). Stejně neprůkazný vliv byl shledán u všech zbývajících sledovaných ukazatelů mléka. Rovněž v případě stadia laktace jsme neshledali jeho průkazný vliv na BMM. Během 100 denních intervalů laktace vykazovaly hodnoty BMM minimální změny ($\pm 0,001$ °C). Vysoce statisticky průkazný vliv ($P < 0,01$) stadia laktace byl zjištěn pouze u koncentrace močoviny. Velmi vysoce statisticky průkazný vliv ($P < 0,001$) stadia laktace byl zaznamenán u těchto ukazatelů: den laktace, denní nádoj, obsah tuku, obsah bílkovin, obsah laktózy a tukuprosté sušiny.

I: Korelační koeficienty BMM k pořadí laktace, stadiu laktace, dennímu nádoji a složkám mléka (Coefficients of correlation between FPM and number of lactation, phase of lactation, daily milk yield and milk components)

faktor	n	poř. laktace	den laktace	denní nádoj	tuk
plemeno			(den)	(kg)	(%)
celý soubor	328	0,027	-0,045	0,085	0,235
C	137	0,047	-0,067	0,068	0,400
H	191	-0,036	0,131	0,041	0,140
pořadí laktace					
I	130		0,007	0,020	0,250
II	79		-0,105	0,202	0,257
III	56		0,076	-0,062	0,194
IV	28		0,022	-0,247	-0,132
V	19		-0,470	0,402	0,352
VI	16		-0,153	-0,262	0,378
stad.laktace					
1	123	0,172	-0,120	0,103	0,074
2	100	0,081	-0,084	0,056	0,333
3	105	-0,096	-0,083	0,104	0,345
faktor	bílkovina	laktóza	tps	močovina	počet SB
plemeno	(%)	(%)	(%)	(mg/100ml)	(tis./ml)
celý soubor	0,260	0,600	0,523	0,256	0,048
C	0,567	0,760	0,848	0,388	0,146
H	0,184	0,113	0,252	0,336	-0,015
pořadí laktace					
I	0,281	0,637	0,530	0,234	0,094
II	0,261	0,704	0,587	0,203	-0,055
III	0,159	0,496	0,412	0,284	-0,026
IV	0,307	-0,040	0,509	0,213	0,105
V	0,449	0,789	0,711	0,717	0,030
VI	0,256	0,407	0,420	0,181	0,226
stad.laktace					
1	0,178	0,527	0,357	0,257	-0,051
2	0,376	0,724	0,666	0,340	0,120
3	0,442	0,633	0,734	0,228	0,079

II: Změny BMM a ostatních sledovaných ukazatelů vlivem plemene, pořadí a stadia laktace (Changes of FPM and other observed characteristics due to breed, number and phase of lactation)

faktor	n	bod mrznutí (-m°C)			den laktace (den)			denní nádoj (kg)		
plemeno		$\bar{x}$	s_x	v %	$\bar{x}$	s_x	v %	$\bar{x}$	s_x	v %
celý vz.	328	534	20,7	3,9	144	86,4	60,0	22,7	7,44	32,78
C	137	531 ^a	31,2	5,9	160	82,8	51,7	19,8 ^A	5,64	28,44
H	191	537 ^b	4,80	0,9	133	87,4	65,7	24,7 ^B	7,89	31,89
poř. lakt.										
I	130	533	22,3	4,2	159	87,1	54,8	21,2	4,80	22,62
II	79	535	21,2	4,0	129	83,3	64,5	23,8	8,37	35,22
III	56	536	14,6	2,7	129	83,5	64,9	24,1	9,66	40,13
IV	28	539	6,00	1,1	150	96,3	64,3	23,0	9,08	39,52
V	19	531	35,4	6,7	139	87,0	62,6	25,5	7,69	30,14
VI	16	533	15,5	2,9	161	75,4	46,8	20,7	5,98	28,84
stad.lakt.										
100	123	535	14,4	2,7	52 ^A	25,4	48,8	27,8 ^C	7,30	26,29
200	100	533	22,1	4,1	149 ^B	26,4	17,7	22,2 ^B	4,58	20,63
300	105	534	25,1	4,7	249 ^C	30,3	12,2	17,3 ^A	5,59	32,40
faktor		tuk (%)			bílkovina (%)			laktóza (%)		
plemeno		$\bar{x}$	s_x	v %	$\bar{x}$	s_x	v %	$\bar{x}$	s_x	v %
celý vz.	328	4,42	0,721	16,312	3,55	0,469	13,211	4,91	0,299	6,090
C	137	4,31 ^a	0,558	12,947	3,71 ^A	0,348	9,380	4,89	0,360	7,362
H	191	4,50 ^b	0,809	17,978	3,44 ^B	0,512	14,884	4,92	0,241	4,898
poř. lakt.										
I	130	4,46	0,709	15,897	3,56	0,484	13,596	4,97	0,299	6,016
II	79	4,38	0,608	13,881	3,57	0,453	12,689	4,91	0,294	5,988
III	56	4,34	0,734	16,912	3,52	0,494	14,034	4,84	0,278	5,744
IV	28	4,36	0,755	17,317	3,49	0,435	12,464	4,87	0,251	5,154
V	19	4,51	1,149	25,477	3,45	0,417	12,087	4,83	0,414	8,570
VI	16	4,63	0,612	13,218	3,71	0,451	12,156	4,76	0,219	4,601
stad.lakt.										
100	123	4,31 ^A	0,790	18,329	3,23 ^A	0,399	12,353	5,05 ^C	0,226	4,475
200	100	4,28 ^A	0,584	13,645	3,60 ^B	0,314	8,722	4,88 ^B	0,283	5,799
300	105	4,69 ^B	0,683	14,563	3,88 ^C	0,418	10,773	4,77 ^A	0,321	6,730
faktor		tukuprostá sušina (%)			močovina (mg/100ml)			počet SB (tis./ml)		
plemeno		$\bar{x}$	s_x	v%	$\bar{x}$	s_x	v%	$\bar{x}$	s_x	v%
celý vz.	328	8,89	0,553	6,220	48,73	7,208	14,792	228,01	544,43	238,77
C	137	9,11 ^A	0,562	6,169	48,91	6,190	12,656	185,76	241,25	129,87
H	191	8,74 ^B	0,493	5,641	48,60	7,869	16,191	258,31	682,82	264,34
poř.lakt.										
I	130	8,96	0,602	6,719	48,01	7,315	15,236	217,08	593,64	273,46
II	79	8,94	0,539	6,029	50,38	7,053	14,000	144,67	284,56	196,69
III	56	8,81	0,492	5,585	48,79	7,790	15,966	380,29	837,90	220,33
IV	28	8,77	0,396	4,515	48,75	7,209	14,788	219,25	228,26	104,11
V	19	8,67	0,649	7,486	48,53	5,521	11,376	222,84	328,61	147,46
IV	16	8,91	0,444	4,983	46,50	6,066	13,045	216,81	296,04	136,54
stad.lakt.										
100	123	8,63 ^A	0,541	6,269	50,34 ^b	8,046	15,983	156,80	550,03	350,79
200	100	8,96 ^B	0,459	5,123	48,75 ^{ab}	6,221	12,761	229,09	388,62	169,64
300	105	9,14 ^C	0,519	5,678	46,83 ^a	6,621	14,138	310,40	648,41	208,90

Průměrné hodnoty jednoho faktoru označené ve stejném sloupci různými písmeny (a,b nebo A,B) se liší výsoce statisticky průkazně ($P < 0,01$) nebo velmi výsoce statisticky průkazně ($P < 0,001$).

DISKUSE

U celého souboru vzorků jsme zjistili nejvyšší závislost BMM na obsahu laktózy ($r = 0,600$) a obsahu tps ($r = 0,523$). Toto zjištění odpovídá výsledkům HANUŠE (2004), který přisuzuje obsahu laktózy nejvyšší vliv na depresi BMM. Nicméně absolutní hodnoty koeficientů korelace BMM k obsahu laktózy v některých případech značně převyšují tu, kterou uvádí KOLOŠTA (2003). Menší závislosti k BMM jsme zjistili u obsahu tuku ($r = 0,235$), obsahu bílkovin ($r = 0,260$) a koncentrace močovin ($r = 0,256$). Kladné korelační koeficienty v naší práci znamenají zlepšení (snížení směrem od nuly k zápornějším hodnotám) BMM. Námi zjištěný korelační koeficient u obsahu močoviny vypovídá o jejím vlivu na snižování (zlepšování) BMM ve shodě s tvrzením HANUŠE et al. (2003a). Nejmeně výrazný vztah mezi BMM byl shledán u pořadí a stadia laktace stejně jako u denního nádoje. Tyto zjištěné závislosti se shodují s výsledky KOLOŠTY (2003), který potvrdil největší vliv tps na BMM a ve shodě s KIRCHNEROVOU a FOLTYSEM (2005) uvádí zlepšování BMM močovinou. Minimální závislost jsme zjistili mezi BMM a počtem SB ($r = 0,042$). Nízkou závislost ($r = -0,086$) mezi těmito parametry uvádí i KUCZAJ (2001). Naopak vysokou závislost ($r = -0,400$) u těchto parametrů zjistila KOVÁŘOVÁ et al. (2005). Náš výsledek této závislosti se shoduje s názorem HANUŠE (2004), který tvrdí, že z důvodů zachování osmotického tlaku mléka zvýšený počet SB (subklinické mastitidy) obvykle nezhoršuje BMM, neboť mléčná žláza automaticky kompenzuje pokles laktózy zvýšenou sekrecí iontů sodíku a chlórů. To potvrzuje i GAJDŮŠEK (2003), který uvádí, že při zvýšeném počtu SB dochází k úbytku vápníku, fosforu a draslíku a k nárůstu obsahu sodíku a chlórů v mléce.

V rámci jednotlivých laktací byly největší korelační koeficienty u obsahu tuku k BMM zjištěny na V. a VI. laktaci. U obsahu bílkovin byla zjištěna největší závislost na IV. a V. laktaci. U obsahu laktózy se korelační koeficienty pohybovaly v intervalu od 0,407 (VI. laktace) do 0,789 (V. laktace), s výjimkou IV. laktace, kde byla hodnota $r = -0,040$. Na této laktaci se vyskytla podskupina dojníc s nízkým obsahem laktózy, malým denním nádojem a vysokým počtem SB (vzhledem k variabilitě počtu SB není v Tab. I. zřetelné). Tyto dojnice měly ovšem vysoký obsah bílkovin, tzn. u obsahu tps nebyl zaznamenán pokles pod 8,5 %. Na této laktaci byla rovnoměrně zastoupena obě plemena. V tomto případě lze vysvětlit absenci závislosti laktózy na BMM zvýšeným obsahem minerálních látek (pravděpodobně sodíku a chlórů) a udržení stálého osmotického tlaku mléka, čímž nedošlo ke změnám v hodnotě bodu mrznutí. Vzhledem k tomu, že v našem případě šlo o odběr individuálních vzorků, můžeme též vyloučit zvodnění mléka.

Výsledky však naznačují možný nezanedbatelný vliv individuality dojnice na hodnoty BMM. Tímto způsobem tak mohou být ovlivněny hodnoty BMM zejména u menších populací dojníc. U koncentrace močoviny se korelační koeficienty pohybovaly v intervalu od 0,181 (VI. laktace) do 0,284 (III. laktace), s výjimkou V. laktace, kde byla hodnota $r = 0,717$. Na této laktaci jsme ovšem též zaznamenali nejsilnější vliv obsahu bílkovin ($r = 0,449$), laktózy ($r = 0,789$), tps ($r = 0,711$) a též výjimečně denního nádoje ($r = 0,402$). Na této laktaci byla též zaznamenána největší variabilita bodu mrznutí (6,7 %). Vše zřejmě jako projev individuality dojnice.

Vztah mléčných složek a BMM vlivem stadia laktace byl u obsahu tuku a bílkovin největší v poslední třetině laktace. Toto zřejmě souvisí se vzestupem těchto složek v mléku vlivem konce laktace. To konečně potvrzují i korelační koeficienty tps a laktózy v jednotlivých stadiích laktace. Závislost obsahu močoviny byla v intervalu od 0,228 (třetí třetina laktace) do 0,340 (druhá třetina laktace).

Zjištěná průměrná hodnota BMM v našem experimentu je poněkud nižší, než jsou zjišťovány průměrné hodnoty BMM bazénových vzorků v Evropě. Tato skutečnost byla v našem případě zřejmě ovlivněna sezonou odběru (zima). HANUŠ et al. (2003a) uvádí, že v létě je zpravidla BMM vyšší než během podzimu, zimy a jara, toto kolísání je ale malé, cca 0,004 °C. V Německu činí sezóní rozdíly až 0,003 °C (KADLEC, 2000). KUCZAJ (2001) zjistil BMM v červenci $-0,523$ °C a v únoru $-0,533$ °C, tedy rozdíl 0,010 °C.

Rozdíl bodu mrznutí (0,006 °C) mezi sledovanými chovy byl vysoce statisticky průkazný ($P < 0,01$) a mohl být způsoben nejen plemennou příslušností zvířat a rozdíly ve složení mléka, ale též složením krmné dávky (např. rozdíly v obsahu minerálních látek). Také neobvyklé zjištění vyšší tučnosti mléka u holštýnského plemene (+0,19 %) než u českého strakatého plemene může být způsobeno vlivem konkrétního chovu a výživy. HANUŠ et al. (2003a) konstatují, že výše dojivosti a rovněž stupeň prošlechtění dojníc ovlivňují BMM ve smyslu zvýšení (zhoršení) BMM s vyšší užitkovostí a stupněm prošlechtění. Ovšem jak dále uvádí, problémy s bodem mrznutí se vyskytují nejen u stád plemene holštýnského, ale u všech u nás dojených plemen. KADLEC (2000) uvádí rozdíl až 0,004 °C ve prospěch červenostrakatého skotu. My jsme naopak zjistili rozdíl 0,006 °C ve prospěch holštýnského skotu. V našem případě je však třeba si uvědomit, že při porovnávání dvou chovů různých plemen může být vliv plemene doprovázen silným vlivem konkrétního managementu chovu. HANUŠ (2004) uvádí, že z výživářských vlivů jsou pro případné zhoršení BMM nejvýznamnější proteino-energetická nevyrovnanost výživy a nedostatky minerální výživy. KOLOŠTA (2003) zjistil, že se nevyrovnaná

úroveň výživy dojníc při pasterizační sezóně projevila na změnách BMM, kdy zejména nedostatek energie se projevil zvýšením (zhoršením) bodu mrznutí. Je ovšem potřeba mít na paměti, že močovina, jako jeden z indikátorů nevyrovnané výživy dojníc, BMM zlepšuje. To potvrzují i námi zjištěné kladné korelační koeficienty mezi BMM a močovinou.

Pořadí laktace neprokázalo statistický vliv na BMM. Nejnížší BMM jsme zjistili u dojníc na II., III. a IV. laktaci. Nejvyšší (zhoršené) hodnoty BMM jsme zjistili na I., V. a VI. laktaci. Rozdíl nejnížší a nejvyšší hodnoty BMM v rámci laktací činil 0,008 °C. HANUŠ et al. (2003b) uvádějí zvyšování (zhoršování) BMM od 3. laktace. Prvotelky dosahují průkazně vyššího obsahu laktózy o 0,13 % a tps a 0,10 %. Tento rozdíl můžeme částečně zdůvodnit zhoršením zdravotního stavu vemene u starších krav při větší frekvenci subklinických mastitid v porovnání s mladšími kravami (SUCHARNEK et al., 1986). BMM se může zhoršovat u stárnoucího stáda, při vzrůstu podílu krav na vyšší laktaci, kdy s pořadím laktace obsah laktózy zřetelně klesá (HANUŠ, 2004). Mírný úbytek laktózy a tps můžeme pozorovat i v našem experimentu, ovšem vliv pořadí laktace ani v jednom případě není statisticky průkazný. Jistý podíl na tom má i nízká hladina počtu SB, neboť průměr celého souboru činil 228,01 tis/ml (viz Tab. II).

Zjištěný vliv stadia laktace na BMM nebyl statisticky průkazný. HANUŠ et al. (2003a) uvádějí, že i přes pokles laktózy během laktace BMM klesá, nejvyšší (nejhorší) je ve druhém měsíci laktace. Z hlavních složek mléka kolísá v průběhu laktace nejvíce obsah tuku, pak bílkovin a nejméně obsah laktózy (KRATOCHVÍL, 1987). Obecně se uvádí, že i jednotlivé minerální prvky v mléce podléhají změnám v průběhu laktace, ovšem výsledný osmotický tlak mléka zůstává téměř neměnný.

ZÁVĚR

Cílem předložené práce bylo kvantifikovat vztah BMM k ostatním složkám mléka a zjistit, jak se mění jeho hodnota u individuálních vzorků mléka dojníc vlivem plemene, pořadí a stadiem laktace. Vyhod-

notili jsme celkem 328 individuálních vzorků mléka dojníc dvou plemen, na šesti laktacích a ve třech stadiích laktace. Průměrné hodnoty sledovaných složek mléka v celém souboru dojníc byly: bod mrznutí -0,534 °C, denní nádoj 22,7 kg mléka/den, obsah tuku 4,42 %, obsah bílkovin 3,55 %, obsah laktózy 4,91 %, obsah tukuprosté sušiny 8,89 %, koncentrace močoviny 48,73 mg/100 ml a počet SB 228,01 tis/ml.

Nejvyšší hodnoty korelačních koeficientů k BMM u celého souboru byly zjištěny u obsahu laktózy ($r = 0,600$) a tps ($r = 0,523$). U dojníc holštýnského plemene skotu byly hodnoty těchto koeficientů výrazně nižší ($r = 0,133$ a $r = 0,252$) než u dojníc českého strakatého plemene ($r = 0,760$ a $r = 0,848$). Pořadí laktace ovlivnilo vztah BMM k obsahu laktózy, resp. tps méně výrazně ($r = 0,407$ až $0,789$), resp. ($r = 0,412$ a $0,711$). Pokud se týká stadia laktace, byl výraznější vztah mezi BMM a obsahem laktózy, resp. tps pozorován v posledních 2/3 laktace ($r = 0,724$, resp. $r = 734$) ve srovnání s prvními 100 dny laktace ($r = 0,527$, resp. $0,357$).

Zjistili jsem vysoce statisticky průkazný ($P < 0,01$) vliv plemene, neprůkazný vliv pořadí a stadia laktace na hodnoty na BMM. V případě plemene byl zjištěn jeho statisticky velmi vysoce průkazný vliv ($P < 0,001$) na denní nádoj, obsah bílkovin a tps. U pořadí laktace jsme nezjistili žádný statisticky významný vliv. Vysoce statisticky průkazný ($P < 0,01$) vliv stadia laktace byl zjištěn u obsahu močoviny a velmi vysoce statisticky průkazný ($P < 0,001$) vliv stadia laktace na denní nádoj, obsah tuku, bílkovin, laktózy a tps.

Na základě našich výsledků je možné konstatovat, že BMM je především ovlivněn obsahem laktózy a tps, ovšem i při poklesu laktózy je BMM kompenzován snahou mléčné žlázy udržováním konstantního osmotického tlaku. Vzhledem k nízké hladině počtu SB se v chovech neprojevil výrazný úbytek laktózy v pozdějších laktacích, tudíž nedocházelo k markantnímu zhoršování BMM. Neprokázali jsme vliv pořadí a stadia laktace na BMM. Při interpretaci výsledků BMM je třeba mít na paměti možný výrazný individuální vliv dojnice.

SOUHRN

S cílem kvantifikovat vztah bodu mrznutí mléka (BMM) k dalším složkám mléka a jeho ovlivnění plemenem, pořadím a stadiem laktace jsme vyhodnotili celkem 328 individuálních vzorků mléka od dojníc českého strakatého plemene (137) a holštýnského plemene (191). Nejvyšší korelační koeficienty k BMM u celého souboru byly zjištěny u obsahu laktózy ($r = 0,600$) a tps ($r = 0,523$). Nižší korelační koeficienty byly zaznamenány u obsahu tuku ($r = 0,235$), obsahu bílkovin ($r = 0,260$) a u obsahu močoviny ($r = 0,256$). U holštýnského plemene byly hodnoty těchto koeficientů výrazně nižší než u českého strakatého plemene. Pořadí laktace, stádium laktace a počet SB vykazovaly zanedbatelné korelační koeficienty k BMM. Průměrná hodnota BMM celého souboru byla -0,534 °C. Plemeno mělo vysoce statisticky

průkazný vliv ($P < 0,01$) na BMM ($+0,006$ °C u plemene C). Pořadí laktace nemělo na BMM průkazný vliv (maximální rozdíl mezi laktacemi činil $0,008$ °C). Také u stadia laktace jsme neshledali průkazný vliv na BMM.

Na základě našeho sledování je možno konstatovat, že BMM je především ovlivněn obsahem laktózy a tuku prosté sušiny, který však může být značně ovlivněn individualitou dojnice.

bod mrznutí mléka, český strakatý skot, holštýnský skot, pořadí laktace, stadium laktace

PODEKOVÁNÍ

Příspěvek vznikl za podpory výzkumného záměru MSM 43210001.

LITERATURA

- ANONYM: Hodnocení jakosti syrového mléka v centrálních laboratořích České republiky v roce 2004. SCL PRAHA, 2004, 23 s.
- BOOR, K. J., BROWN, D. P., MURPHY, S. C., KOZŁOWSKI, S. M., BANDLER, D. K.: Microbiological and chemical quality of raw milk in New York State. *J. Dairy Sci.* 1998, 81: 1743–1748
- ČSN 57 0530: Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků, 1974
- GAJDŮŠEK, S.: Laktologie. Brno: MZLU, 2003, 84 s.
- HANUŠ, O., BJELKA, M., HERING, P., KLIMEŠ, M., KOZÁKOVÁ, A., PODMOLÍKOVÁ, M., GENČUROVÁ, V.: Šlechtitelské a technologické aspekty bodu mrznutí mléka a prevence případných problémů. Sborník: Šlechtitelské a technologické aspekty chovu dojených krav a kvality mléka. Rapotín, 2003(a), s. 81–96
- HANUŠ, O., KLIMEŠ, M., MIHULA, P., KOZÁKOVÁ, A., JEDELSKÁ, R.: Vliv odběru vzorku a základního ošetření mléka na bod mrznutí mléka a další ukazatele jeho složení. Výzkum v chovu skotu, č. 4, roč. 45, 2003(b), s. 10–17
- HANUŠ, O.: Význam laboratorního testování syrového kravského mléka pro chovatele dojníc. *Mliekarstvo*, 2004, 35, 2: 31–38
- KADLEC, I.: Syrové kravské mléko a jeho bod mrznutí. *Náš chov*, 2000, 60, 8: 9–11
- KIRCHNEROVÁ, K., FOLTYS, V.: Biochemické ukazatele kvality mlieka vo vzťahu k teplote tuhnutia. Sborník: XXXII. seminář o jakosti potravin a potravinových surovin. Brno MZLU, 2005, s. 17
- KOLOŠTA, M.: Vplyv úrovne výživy dojníc na pasť na teplotu tuhnutia mlieka. *Mliekarstvo*, 2003, 34, 3: 25–27
- KOVÁŘOVÁ, K., LEDVINKA, Z., SAMEK, M., VOJÁČEK, P.: Trendové funkce a korelačně regresní vztahy kvalitativních znaků jakosti mléka. Sborník: XXXII. seminář o jakosti potravin a potravinových surovin. Brno MZLU, 2005, s. 20
- KRATOCHVÍL, L.: Nové poznatky o obsahu močoviny v mléce. *Náš chov*. 1987, 47, 1: 3–4
- KUCZAJ, M.: Interrelations between year season and raw milk hygienic quality indices, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Volume 4, Issue 1, (<http://www.ejpau.media.pl/series/volume4/issue1/animal/art-01.html>)
- PUR, I., MUSIL, R.: Přísnější bod mrznutí nedávno v tichosti prošel. *Zemědělec*, 2005, 13, 2: 7
- ROGINSKI, H., FUQUAY, J. W., FOX, P. F.: *Encyclopedia of dairy science*. Academic Press, 2002, 2798 s.
- SUCHÁNEK, B., BRAUNER, J., DOČKALOVÁ, E.: Složení a vlastnosti mléka ve vztahu k některým činitelům. *Živočišná výroba*, 1986, 31, 1: 47–56
- ŠUSTOVÁ, K.: Bod mrznutí mléka. *Doktorská práce*, MZLU 2001, 121 s.
- WALSTRA, P., JENNESS, R.: *Dairy chemistry and physics*. John Wiley and Sons. New York, 1984, 467 s.

Adresa

Doc. Ing. Gustav Chládek, CSc., Ing. Vladimír Čejna, Ústav chovu a šlechtění zvířat, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika