

## RELATIONSHIP BETWEEN TEMPERATURE IN STABLE, MILK COMPOSITION AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF HOLSTEIN DAIRY COWS

VZTAH MEZI TEPLOTOU VE STÁJI, SLOŽENÍM A TECHNOLOGICKÝMI VLASTNOSTMI MLÉKA U HOLŠTÝNSKÉHO SKOTU

Javorová J., Falta D., Velecká M., Andryšek J., Večeřa M., Chládek G.

Department of Animal Breeding, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1/1665, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: Javorova.J@seznam.cz

### ABSTRACT

Altogether 87 bulk milk samples obtained in identical herds of Holstein cows within 87 weeks were divided into six groups depending on average diurnal pattern of air temperatures in stable (less than 5.0 °C; 5.1 to 10.0 °C; 10.1 to 15.0 °C; 15.1 to 20.0 °C; 20.1 to 25.0 °C; above 25.1 °C). The average values of milk parameters under study ( $n = 87$ ) were as follows: fat content 3.98 g.100g<sup>-1</sup>, protein content 3.32 g.100g<sup>-1</sup>, casein content 2.61 g.100g<sup>-1</sup>, lactose content 4.82 g.100g<sup>-1</sup>, solids non-fat content 8.74 g.100g<sup>-1</sup>, specific density 1.0308 kg.l<sup>-1</sup>, titratable acidity 6.91 °SH, pH acidity 6.74, rennet coagulation time 201 sec, curd quality class 1.71; average diurnal temperature was 13.27 °C. Based on the results can be stated that with the increasing average diurnal air temperature, contents of fat, protein, casein and solids-non-fat significantly decreased ( $p < 0.01$ ). On the other hand, relationship between temperature in stable and lactose, specific density, rennet coagulation time, curd quality, titratable and pH acidity was not statistically significant ( $p > 0.01$ ).

**Key words:** milk composition, technological properties, stable temperature, Holstein.

**Acknowledgments:** This research was supported by the research programme MSM 6215648905 and by grant project IGA TP 1/2012 AF MENDELU.

## ÚVOD

Složení mléka a jeho technologické vlastnosti závisí na řadě faktorů. Souvisí s individualitou dojnice, plemenem, výživou, dědičným založením, laktací a dalšími (DOLEŽAL et al., 2000). Neméně důležitým faktorem jsou klimatické podmínky (KUBEKOVÁ, 2004 cit. RICHARDT, 2004). Skot je více adaptován na teploty nižší než vyšší. Pásmo tepelné pohody skotu se obecně pohybuje od 10 do 16 °C (CHLÁDEK, 2004). V případě tepelného stresu dochází ke snížení příjmu krmiva, což vede ke snížení užitkovosti (KUDRNA et al., 2004). Právě teplota nad 24 °C způsobuje pokles příjmu krmiva. Naopak delší den v letních měsících příjem krmiva zvyšuje (MUDŘÍK et al., 2006). Nejefektivnější způsob, jak snižování užitkovosti v teplých měsících zamezit, je předcházení úpravou technologie ustájení nebo výživářskými zásahy (KOUKAL, KOSTKAN, 2011). Omezit vliv tepelného stresu je možné také genetickou selekcí (WEST, 2003). Sledovaným plemenem bylo v tomto výzkumu plemeno holštýnské. Vyznačuje se vysokou mléčnou užitkovostí, jeho šlechtění se stává celosvětovou záležitostí (BOUŠKA et al., 2006).

Existuje velká sezónní variabilita v koncentraci hlavních složek mléka. Se změnami teploty během roku dochází k největším změnám v obsahu tuku a bílkovin, koncentrace laktózy je během roku stálejší (DOLEŽAL, ABRAMSON, 2009; HECK et al., 2009). Fyzikální a chemické vlastnosti mléka vychází z jeho složení a struktury (WALSTRA et al., 2006). Z hlediska chovatele patří k důležitým parametrům množství obsahových látek, zejména tuku a bílkovin. Z hlediska zpracovatele můžeme zařadit jako technologické vlastnosti, například titrační kyselost, syřitelnost (CHLÁDEK, 2004). Syřitelnost představuje jednu z nejvýznamnějších technologických vlastností (ČEJNA, 2008). Za žádoucí se považuje syřitelnost asi 161 sekund (ČEJNA, 2006). Výroba sýřeniny je proces, ve kterém je mléčný tuk a kasein koncentrován desetinasobně, zatímco syrovátkové bílkoviny, laktóza a rozpustné soli přejdou do syrovátky (FOX, McSWEENEY, 1998). Pro výrobu sýrů je nejvhodnější mléko s odpovídajícím poměrem tuku ke kaseinu (BUCEK, 2009).

Tato práce si stanovila za úkol analyzovat vztah mezi teplotou ve stáji, složením a technologickými vlastnostmi mléka dojnic holštýnského plemena. Konkrétně jsme sledovali změny v obsahu tuku, bílkovin, kaseinu, laktózy, tukuprosté sušiny, hustoty, titrační a aktivní kyselosti, syřitelnosti a kvality sýřeniny v závislosti na průměrné denní teplotě ve stáji.

## MATERIÁL A METODIKA

Byly analyzovány bazénové vzorky mléka dojnic holštýnského plemene chovaných ve Školním zemědělském podniku v Žabčicích, které byly krmeny směsnou krmnou dávkou *ad libitum*. Vzorky byly odebírány v průběhu 87 týdnů (3.6.2010–1.2.2012) v pravidelných intervalech jedenkrát týdně a představovaly směs ranního a večerního nádoje. Dojení probíhalo 2krát denně – ve 4 a 16 hodin

(krávy na 2. a vyšší laktaci s nádojem vyšším než 25 kg mléka za den byly dojeny 3krát denně). Dojnice se nacházely v různém stádiu laktace. V kontrolní dny byly zaznamenány průměrné teploty vzduchu ve stáji. Analýza vzorků byla prováděna v laboratoři Ústavu chovu a šlechtění zvířat Mendelovy univerzity. **Obsahové složky mléka, tukuprostá sušina a hustota** byly měřeny na přístroji Julie C5 Automatic (Scope Electric) pracující na principu termoanalýzy. **Aktivní kyselost** byla měřena pH-metrem CyberScan 510. **Titrační kyselost** byla zjištěna dle metodiky Soxhlet-Henkela titrací vzorku hydroxidem sodným. **Syřitelnost** byla měřena pomocí nefelo-turbidického snímače koagulace mléka dle metodiky PŘIBYLY a ČEJNY (2006). **Kvalita syřeniny** byla zjišťována po inkubaci zasyřeného mléka dle GAJDŮŠKA (1997) a zařazena do tříd jakosti 1–5. Čím nižší číslo, tím vyšší jakost. **Teplota vzduchu** představovala aritmetický průměr teplot v kontrolní dny, zjišťovaných každých 15 minut s použitím 3 čidel s dataloggerem HOBO (Onset Computer) v kohoutkové výšce.

Dle zjištěné teploty byly vzorky rozděleny do 6 intervalů: méně než 5,0 °C; 5,1 až 10,0 °C; 10,1 až 15,0 °C; 15,1 až 20,0 °C; 20,1 až 25,0 °C; nad 25,1 °C. Pro vyhodnocení byl použit program MS Office Excel 2003 a Unistat 5.1.

## VÝSLEDKY A DISKUZE

Vztah mezi teplotou ve stáji, složením a technologickými vlastnostmi mléka je uveden v Tab. I. Z tabulky vyplývá, že počet vzorků hodnocených v rozmezí stanovených teplotních intervalů se pohyboval od 6 případů (nad 25,1 °C) po 20 případů (20,1 až 25,0 °C). Je zřejmé, že se vzrůstajícím rozmezím intervalů průměrných denních teplot stoupala také průměrná denní teplota ve stáji z 1,33 až 26,88 °C. Statisticky vysoce průkazně ( $p < 0,01$ ) nejnižší průměrný obsah bílkovin  $3,22 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  byl zjištěn v teplotním intervalu nad 25,1 °C, nejnižší průměrný obsah kaseinu byl zjištěn  $2,51\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , a to v intervalu 20,1 až 25,0 °C. Problém s redukcí bílkovin v souvislosti s rostoucí teplotou prostředí uvádějí DREVJANY et al. (2004) a DOLEŽAL, ABRAMSON (2009) za další důvod považují nedostatek živin v krmné dávce. Statisticky vysoce průkazně nejvyšší průměrné hodnoty obou parametrů byly zjištěny v intervalu méně než 5,0 °C a 5,1 až 10,0 °C. Tato hodnota činila u obsahu bílkovin  $3,42 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , u obsahu kaseinu  $2,70 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Podobných výsledků dosáhli také CHLÁDEK et al. (2011) a POLÁK et al. (2011), kteří dospěli k závěru, že se v podzimních a zimních měsících obsah bílkovin zvyšuje. Podobný trend v souvislosti se změnou teploty byl zjištěn u obsahu tuku. Statisticky vysoce průkazně nejnižší průměrný obsah tuku  $3,76 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , byl zjištěn v teplotním intervalu 20,1 až 25,0 °C a nad 25,1 °C. S poklesem obsahu tuku při zvyšujících se teplotách souhlasí RUSEK (2006). Statisticky vysoce průkazně nejvyšší průměrný obsah tohoto parametru byl zjištěn  $4,16 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  v intervalu 5,1 až 10,0 °C. DREVJANY et al. (2004) doplňuje, že tyto rozdíly v tučnosti mléka během teplotních změn v průběhu roku jsou výsledkem změny v příjmu krmiva během horkého a studeného počasí. Dojnice jsou ochotnější přijímat hrubou píci s vyšším obsahem vlákniny během chladného počasí. To pak příznivě ovlivňuje syntézu kyseliny octové v bachelu, stejně jako syntézu mléčného tuku v mléčné žláze. GAJDŮŠEK (2003) uvádí, že obsah bílkovin kolísá méně než obsah tuku, což se shoduje s výsledkem tohoto výzkumu, kdy rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou u bílkovin činil

0,2 g.100g<sup>-1</sup>, u tuku 0,37 g.100g<sup>-1</sup>. V případě tukuprosté sušiny, byla statisticky vysoce průkazně nejnižší průměrná hodnota 8,58 g.100g<sup>-1</sup> zjištěna v intervalu nad 25,1 °C. POLÁK et al. (2011) souhlasí a dodávají, že v teplejším období roku se obsah tukuprosté sušiny snižuje. Naopak statisticky vysoce průkazně nejvyšší průměrná hodnota byla zjištěna v intervalu méně než 5,0 °C a 5,1 až 10,0°C, a to 8,83 g.100g<sup>-1</sup>. FOX, McSWEENEY (1998) uvádí, že celková sušina kolísá vlivem obsahu jednotlivých složek. Toto zjištění koresponduje s výsledky našeho výzkumu.

Rozdíly v obsahu laktózy (maximálně 0,07 g.100g<sup>-1</sup>) v rámci sledovaných intervalů průměrných denních teplot nebylo průkazné ( $p > 0,01$ ). CHLÁDEK et al. (2011) i POLÁK et al. (2011) ve svém výzkumu zjistili, že obsah laktózy byl nejnižší na podzim, naopak HECK et al. (2009) zjistili, že obsah laktózy je v průběhu roku poměrně konstantní a uvádí rozdíly v obsahu laktózy maximálně 0,09 g.100g<sup>-1</sup>. Rozdíly v aktivní kyselosti (maximálně 0,19) a titrační kyselosti (maximálně 0,21 °SH) v rámci sledovaných intervalů průměrných denních teplot nebyly průkazné. Naopak FRELICH et al. (2001) uvádí, že na jaře dochází ke zvyšování pH a poklesu titrační kyselosti. Dle výsledků výzkumu CHLÁDKA et al. (2011), byly hodnoty pH nejvyšší v zimním období a vliv změny teploty během roku na titrační kyselost nebyl průkazný. Rozdíly v hustotě mléka (maximálně 0,0005 kg.l<sup>-1</sup>) v rámci sledovaných intervalů průměrných denních teplot také nebyly průkazné. Dle výsledků výzkumu uvádí CHLÁDEK et al. (2011), že v létě byla hustota mléka vyšší, než na podzim a v zimě. Hodnota kolísá dle zastoupení obsahových složek. Rozdíly v syřitelnosti (maximálně 16 sec.) v rámci sledovaných intervalů průměrných denních teplot nebyly průkazné. Statisticky průkazný vliv sledovaného období na syřitelnost mléka zjistil ČEJNA (2008). Dospěl k názoru, že nejhorší syřitelnost byla dosažena v zimním období. CHLÁDEK et al. (2011) uvádějí, že znatelně kratší doba syření v jejich výzkumu byla zaznamenána v létě. Rozdíly v třídě kvality syřeniny (maximálně 0,3) v rámci sledovaných intervalů průměrných denních teplot nebylo průkazné. FALTA et al. (2010) zjistil horší kvalitu syřeniny ve dnech, kdy průměrná teplota ve stáji překračovala 21 °C.

Tab. 1 Vztah mezi teplotou ve stáji, složením a technologickými vlastnostmi mléka

PARAMETR	JEDNOTKA	$\bar{x}$	INTERVALY ROZDĚLENÉ PODLE PRŮMĚRNÝCH DENNÍCH TEPLOT VE STÁJI					
			méně než 5,0 °C	5,1 až 10,0 °C	10,1 až 15,0 °C	15,1 až 20,0 °C	20,1 až 25,0 °C	nad 25,1 °C
Počet vzorků	n	87	18	16	12	15	20	6
Průměrná denní teplota ve stáji	°C	13,27	1,33 <sup>a</sup>	7,04 <sup>b</sup>	12,56 <sup>c</sup>	17,82 <sup>d</sup>	21,91 <sup>e</sup>	26,88 <sup>f</sup>
Syřitelnost	sec.	201	206 <sup>a</sup>	210 <sup>a</sup>	204 <sup>a</sup>	194 <sup>a</sup>	196 <sup>a</sup>	196 <sup>a</sup>
Titrační kyselost	°SH	6,91	6,84 <sup>a</sup>	6,88 <sup>a</sup>	7,05 <sup>a</sup>	6,93 <sup>a</sup>	6,89 <sup>a</sup>	6,94 <sup>a</sup>
Aktivní kyselost	pH	6,74	6,79 <sup>a</sup>	6,80 <sup>a</sup>	6,73 <sup>a</sup>	6,67 <sup>a</sup>	6,74 <sup>a</sup>	6,61 <sup>a</sup>
Tuk	g.100g <sup>-1</sup>	3,98	4,13 <sup>b</sup>	4,16 <sup>b</sup>	4,13 <sup>b</sup>	3,89 <sup>a</sup>	3,76 <sup>a</sup>	3,76 <sup>a</sup>
Bílkoviny	g.100g <sup>-1</sup>	3,32	3,42 <sup>c</sup>	3,42 <sup>c</sup>	3,33 <sup>b</sup>	3,27 <sup>a</sup>	3,23 <sup>a</sup>	3,22 <sup>a</sup>
Laktóza	g.100g <sup>-1</sup>	4,82	4,81 <sup>a</sup>	4,81 <sup>a</sup>	4,85 <sup>a</sup>	4,85 <sup>a</sup>	4,82 <sup>a</sup>	4,78 <sup>a</sup>
Tukuprostá sušina	g.100g <sup>-1</sup>	8,74	8,83 <sup>d</sup>	8,83 <sup>d</sup>	8,78 <sup>cd</sup>	8,71 <sup>bc</sup>	8,64 <sup>ab</sup>	8,58 <sup>a</sup>
Kvalita syřeniny	třída	1,71	1,69 <sup>a</sup>	1,78 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>
Hustota	kg.l <sup>-1</sup>	1,0308	1,0298 <sup>a</sup>	1,0298 <sup>a</sup>	1,0301 <sup>a</sup>	1,0300 <sup>a</sup>	1,0297 <sup>a</sup>	1,0296 <sup>a</sup>
Kasein	g.100g <sup>-1</sup>	2,61	2,70 <sup>c</sup>	2,70 <sup>c</sup>	2,62 <sup>c</sup>	2,55 <sup>b</sup>	2,51 <sup>a</sup>	2,53 <sup>a</sup>

<sup>a-f</sup> Hodnoty označené ve stejném řádku odlišnými písmeny se liší vysoce průkazně ( $P < 0,01$ )

## ZÁVĚR

Na základě analýzy bazénových vzorků mléka dojníc holštýnského plemene bylo zjištěno, že se vzrůstající průměrnou denní teplotou ve stáji vysoce průkazně klesal obsah bílkovin, kaseinu, tuku a tukuprosté sušiny. Dále byla zjištěna statisticky neprůkazná tendence k poklesu času potřebného k zasýření mléka a hodnoty aktivní kyselosti. Rovněž obsah laktózy, hustoty, kvality syřeniny a titrační kyselosti nebyly teplotou ve stáji ovlivněny průkazně.

## LITERATURA

- Bouška, J. et al. (2006): Chov dojeného skotu. 1. vyd. Profi Press Praha, 186 s. ISBN 80-86726-10-9.
- Bucek, P. (2009): Genetické parametry koagulace mléka a jejich vztah k produkčním ukazatelům, Náš chov. Profi Press s. r. o., Praha, č. 1, s. 29–30. ISSN 0027–8068.
- Čejna, V. (2006): Vliv laktace krav na vybrané technologické vlastnosti mléka. Dizertační práce (in MS, dep. knihovna MENDELU v Brně, MZLU, Brno, 81 s.
- Čejna, V. (2008): Zkušenosti z mlékárny se syřitelností mléka ve vazbě dodavatele mléka, s. 7–16. In Výrobní zemědělská praxe a potravinářské biotechnologické úpravy pro zvýraznění pozitivních zdravotních vlivů mléka a mléčných výrobků: sborník příspěvků = Agricultural production practice and food biotechnological manipulations for support of positive health impacts of milk and milk products: proceedings of contributions, 8.10.2008, Rapotín. 1. vyd. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín, 91 s. ISBN 978-80-87144-03-9.
- Doležal, O. et al. (2000): Mléko, dojení, dojírny. 1. vyd. Agropoj Praha, 241 s.
- Doležal, O., Abramson, S. (2009): Výživa a krmení při eliminaci tepelného stresu (1.), Náš chov. Profi Press s. r. o., Praha, č. 8, s. 26–28. ISSN 0027-8068.
- Drevjany, Kozel, Padrůnek (2004): Holštýnský svět. 1. vyd. Zea Sedmihorky, s. r. o. ve spolupráci se Zemědělským týdníkem, 344 s.
- Falta, D., Skýpala, M., Polák, O., Chládek, G. (2010): Vliv teploty a vlhkosti ve stáji na složení a technologické vlastnosti bazénových vzorků mléka v letním období. In: Farnářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků VII. Brno: Mendelova univerzita v Brně, s. 69–72. ISBN 978-80-7375-402-0.
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. (1998): Dairy chemistry and biochemistry. 1st ed. Blackie Academic & Professional, London ; New York, 478 s. ISBN 0-412-72000-0.
- Frelich, J. et al. (2001): Chov skotu. 1. vyd. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 211 s. ISBN 80–7040-512–0.
- Gajdůšek, S. (1997): Mlékařství II: (cvičení). 1. vyd. MZLU Brno, 84 s. ISBN 80-7157-278-0.
- Gajdůšek, S. (2003): Laktologie. 1. vyd. MZLU Brno, 84 s. ISBN 80-7157-657-3.
- Heck, J. M. L. et al. (2009): Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. Journal of Dairy science, Vol. 92, no. 10, p. 4745–4755. ISSN 0022-0302.
- Chládek, G. (2004): Vliv chovatelského prostředí na kvalitu mléka, s. 11–13. In KUCHTÍK, J. Farnářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků. 1. vyd. Brno: MZLU v Brně, s. 40. ISBN 80-7157-771-5.
- Chládek, G., Čejna, V., Falta, D., Máchal, L. (2011): Effect of season and herd on rennet coagulation time and other parameters of milk technological quality in Holstein dairy cows., Acta

universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis. Sv. 59, č. 5, s. 113–118. ISSN 1211-8516.

Koukal, P., Kostkan, J. (2011): Jak zmírnit působení tepelného stresu na dojnice? Náš chov. Profi Press s. r. o., Praha, č. 6, s. 14. ISSN 0027-8068.

Kubeková, K. (2004): Obsah mléčných složek jako kritérium výživy a zdraví, (dle přednášky dr. Richardta), Náš chov. Profi Press s. r. o., Praha, č. 11, s. P26–P28. ISSN 0027-8068.

Kudrna, V. et al. (2004): Tepelný stres a výživa, Farmář. Profi Press s.r.o., Praha, č. 8, s. 44–46. ISSN 1210-9789.

Mudřík, Z., Doležal, P., Koukal, P. (2006): Základy moderní výživy skotu: vědecká monografie zpracovaná v rámci řešení VZ MSM 6046030901. 1. vyd. Česká zemědělská univerzita v Praze, 276 s. ISBN 80-213-1559-8.

Polák, O., Falta, D., Hanuš, O., Chládek, G. (2011): Effect of barn airspace temperature on composition and technological parameters of bulk milk produced by dairy cows of Czech Fleckvieh and Holstein breeds. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., LIX, No. 6, pp. 271–280.

Přibyla, L., Čejna, V. (2006): Porovnání vizuální a nefelo – turbidimetrické metody pro měření syřitelnosti mléka, s. 110–111. In Den mléka 2006. ČZU Praha, 172 s. ISBN 80-213-1498-2.

Rusek, A. (2006): Problémy s mléčnými složkami u dojnic – obsah tuku, Náš chov. Profi Press s. r. o., Praha, č. 5, s. 40–41. ISSN 0027-8068.

Walstra, P., Wouters, J. T. M., Geurts, T. J. (2006): Dairy science and technology. 2nd ed. Boca Raton : CRC/Taylor & Francis, New York, 2006, 782 s. ISBN 0-8247-2763-0.

West, J. W. (2003): Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle. Journal of Dairy science, Vol. 86, no. 6, p. 2131–2144. ISSN 0022-0302.