

- Ozer, B., Avni Kirmaci, H., Oztekin, S., Hayaloglu, A., Atamer, M. (2007). Incorporation of microbial transglutaminase into non-fat yogurt production. *International Dairy Journal*, 17(3), 199–207.
- Tiwari, S., Kavitha, D., Devi, P. B., Halady Shetty, P. (2021). Bacterial exopolysaccharides for improvement of technological, functional and rheological properties of yoghurt. *International Journal of Biological Macromolecules*, 183, 1585–1595.
- Zhang, L. L., Zhang, L. W., Han, X., Li, Y. H. (2012). Effects of Fat on Relationship between Particle Size and Physical Properties of Cross-Linking Yogurt by Purified Transglutaminase from *Streptomyces mobaraensis* DSM 40587. *Advanced Materials Research*, 468–471 (February 2012), 1631–1637.
- Ziarno, M., Zareba, D. (2020). The effect of the addition of microbial transglutaminase before the fermentation process on the quality characteristics of three types of yogurt. *Food Science and Biotechnology*, 29(1), 109–119.

Korespondující autor: Ing. Štěpán Marhons,
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
Technická 5, 166 28 Praha 6,
email: Stepan.Marhons@vscht.cz

*Přijato do tisku: 5. 11. 2021
Lektorováno: 20. 11. 2021*

VLIV ČASU DOJENÍ A TÝDNE LAKTACE NA VARIABILITU NÁDOJE A SLOŽENÍ MLÉKA U DOJNIC V ČASNÉ LAKTACI

Magdaléna Štolcová, Dalibor Řehák, Luděk Bartoň
Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.

**Effects of milking time and week of lactation
on the variability in milk yield and milk
composition in early lactation dairy cows**

Abstrakt

Hodnocení vlivu času dojení a týdne laktace na variabilitu nádoje a obsahu mléčných složek bylo provedeno u 71 dojníc holštýnské plemene v období prvních pěti týdnů laktace. Celkem bylo použito 568 vzorků mléka z ranního a odpoledního nádoje. Množství nadojeného mléka během prvních pěti týdnů laktace se postupně zvyšovalo a výrazně vyšší nádoj byl pozorován při ranním dojení. Obsah tuku s postupující laktací naopak klesal. Signifikantně vyšší obsah mléčného tuku byl pozorován v mléce z odpoledního dojení. Kromě základních složek byly sledovány také rozdíly ve složení mastných kyselin (MK) mléčného tuku. Obsah MK s krátkým řetězcem (SCFA) a kyseliny palmitové (C16:0) se s postupující laktací významně zvyšoval, zatímco obsah MK s dlouhým řetězcem (LCFA), kyseliny stearové (C18:0) a kyseliny oktadecenové (C18:1) s postupující laktací výrazně klesal. Obsah SCFA, MK se středně dlouhým

řetězcem a C16:0 byl vyšší ve vzorcích mléka z ranního dojení, zatímco obsah LCFA, mononenasycených MK a C18:1 byl naopak vyšší ve vzorcích z odpoledního dojení. Vývoj obsahu MK souvisí především s metabolickou zátěží v rané fázi laktace. Příčiny rozdílů v obsahu MK mléčného tuku mezi vzorky mléka z ranního a odpoledního dojení dosud nejsou zcela zřejmé a budou pravděpodobně souviset s cirkadiánními rytmy. Tyto rozdíly však mohou hrát důležitou roli při hodnocení vztahů mezi přímými indikátory energetické bilance a jednotlivými složkami mléka.

Klíčová slova: holštýnský skot, dojení, složení mléka, mastné kyseliny mléčného tuku, infračervená spektroskopie

Abstract

The effect of milking time and lactation week on the variability in milk yields and milk contents was investigated in 71 Holstein dairy cows during the first five weeks of lactation. A total of 568 milk samples from morning and afternoon milkings were used. The amount of milk gradually increased during the first five weeks of lactation and a higher milk yield was observed during the morning milking. On the contrary, the fat content decreased with advancing lactation. A significantly higher milk fat content was observed in the milk from the afternoon milking. In addition to the basic components, the differences in milk fatty acid (FA) composition were also determined. The content of short-chain FA (SCFA) and palmitic acid (C16:0) increased significantly with advancing lactation, while the content of long-chain FA (LCFA), stearic acid (C18:0), and octadecenoic acid (C18:1) gradually decreased as the lactation advanced. The content of SCFA, medium-chain FA, and C16:0 was higher in the milk samples from the morning milking, while the content of LCFA, monounsaturated FA, and C18:1 was higher in the samples from the afternoon milking. The progression of milk FA contents is mainly related to the metabolic load in early lactation. The causes of different milk FA contents between morning and afternoon milking samples have not been completely explained yet and will probably be related to circadian rhythms. However, these differences can play an important role in assessing the relationships between direct energy balance indicators and some of milk components.

Key words: Holstein cattle, milking, milk components, milk fatty acids, infrared spectroscopy

Úvod

Složení mléka je ovlivněno mnoha faktory, mezi které patří především výživa, roční období, genetika, pořadí a fáze laktace, ale také čas a četnost dojení. Změny základních složek mléka v průběhu dojení jsou poměrně známé, ale přesné důvody této variability se dosud zjistit nepodařilo. Stanovení těchto změn je podstatné pro

přesné a správné hodnocení v rámci kontroly užítkovosti a ukazuje důležitost odběru reprezentativních vzorků mléka v průběhu dojení (Quist a kol., 2008). Dnešní moderní přístroje používané pro laboratorní analýzu mléka umí spolehlivě měřit širokou škálu parametrů, kromě základních složek mléka lze vyhodnotit např. obsah ketolátů nebo mastných kyselin (MK) mléčného tuku.

Na počátku laktace se většina dojnic potýká s energetickým deficitem způsobeným nerovnováhou mezi příjmem krmiva a vysokými energetickými nároky na laktaci. Během negativní energetické bilance (NEB) dochází k lipomobilizaci, která se pak promítá do složení MK mléčného tuku. Při lipomobilizaci dochází k uvolnění neesterifikovaných mastných kyselin (NEFA) z tukové tkáně, a to především kyseliny olejové (C18:1 *cis*-9), stearové (18:0) a palmitové (C16:0) a jejich zabudování do mléčného tuku. Zároveň MK z tukové tkáně, především C18:0 a C18:1 *cis*-9, které jsou součástí MK s dlouhým uhlíkovým řetězcem (LCFA), inhibují *de novo* syntézu MK s krátkým (SCFA) a středně dlouhým (MCFA) uhlíkovým řetězcem přímo v mléčné žláze (Stoop a kol., 2009). Právě díky těmto souvislostem se ukazuje velký potenciál využití MK mléčného tuku jako včasného indikátoru rizik spojovaných s NEB. Existuje řada studií zkoumající možnosti predikce zdravotního stavu na základě obsahu MK, ale jen velmi málo studií, které by se zabývaly změnami ve složení MK mezi jednotlivými dojeními, přestože odlišné obsahy MK ve vzorcích z ranního a odpoledního dojení by mohly mít vliv právě na vztahy s přímými indikátory energetické bilance.

Cílem práce bylo zjistit rozdíly ve složení mléka, zejména MK mléčného tuku, mezi ranním a odpoledním nádojem. Kromě samotných rozdílů mezi jednotlivými dojeními byl také sledován vývoj obsahu jednotlivých složek mléka v prvních pěti týdnech laktace.

Materiál a metodika

Experiment se uskutečnil v období od září do prosince 2020 v podniku s chovem 315 dojnic holštýnského plemene. V době experimentu byla průměrná užítkovost stáda 9870 kg mléka, 3,66 % tuku a 3,31 % bílkovin. Dojnice byly krmeny 2× denně směsnou krmnou dávkou obsahující kukuřičnou siláž, vojtěškovou senáž, žito, řepkový extrahovaný šrot, pivovarské mláto, melasu, cukrovarské řízky, CCM kukuřici a vitamino-minerální doplňky. Dojny byly 2× denně; ranní dojení 3:00-8:30, odpolední dojení 14:00-18:30. Do pokusu bylo zařazeno 71 klinicky zdravých dojnic na první až čtvrté laktaci v období prvních 5 týdnů po otelení. Celkem bylo odebráno 8 vzorků mléka od každé dojnice (4 vzorky z ranního a 4 vzorky z odpoledního dojení). První odběr byl proveden 7. den (± 3 dny) po porodu, druhý odběr 14. den (± 3 dny), třetí odběr 21. den (± 3 dny) a poslední odběr 35. den (± 3 dny) po otelení. Údaje o nádoji byly získány s použitím software AfiFarm. Ze vzorků mléka byly

laboratorně stanoveny obsahy tuku, hrubého proteinu, monohydrátu laktózy, mastných kyselin (MK) s dlouhým uhlíkovým řetězcem (LCFA), se středně dlouhým uhlíkovým řetězcem (MCFA), s krátkým uhlíkovým řetězcem (SCFA), kyseliny palmitové (C16:0), kyseliny stearové (C18:0), kyseliny oktadecenové (C18:1), mononenasyčených MK (MUFA) a polynenasycených MK (PUFA). Analýzy byly provedeny pomocí laboratorního zařízení MilkoScan metodou infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací v akreditované laboratoři pro rozbor mléka Českomoravské společnosti chovatelů v Brně. Touto metodou byly stanoveny mastné kyseliny v jednotkách g/100 g mléka. Pro účely této práce byly obsahy přepočítány na jednotky g/100 g mléčného tuku dle následující rovnice: Mastné kyseliny [g/100 g tuku] = mastné kyseliny [g/100 g mléka] \times 100/mléčný tuk [%]. Pro zpracování a následnou analýzu dat byly použity procedury programového balíku SAS. Sledované parametry byly odhadnuty ve smíšeném lineárním modelu s opakovaným měřením metodou REML se zahrnutím náhodného vlivu dojnice.

Výsledky a diskuze

Nádoj a základní složky mléka

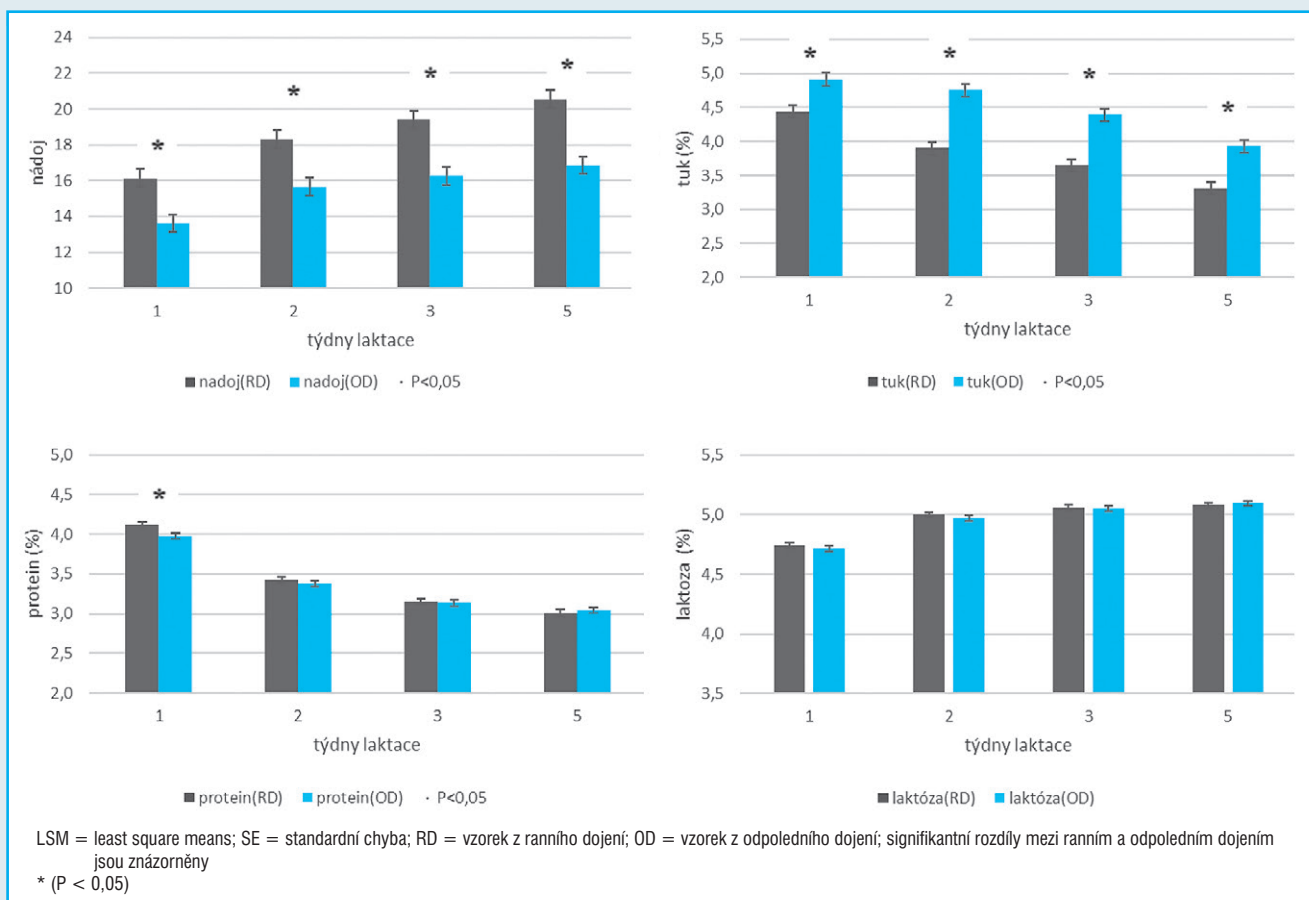
V grafu 1 jsou znázorněny rozdíly v obsahu nádoje a základních složek mléka mezi ranním a odpoledním dojením. V tabulce 1 jsou popsány rozdíly mezi jednotlivými týdny laktace v nádoji a základních složkách ve vzorcích mléka z ranního a odpoledního dojení.

Množství nadojeného mléka se během prvních pěti týdnů postupně výrazně zvyšovalo, a to jak u vzorků z ranního, tak i z odpoledního nádoje. Významně vyšší nádoj (v průměru o 18 %) byl pozorován při ranním dojení po celou dobu sledovaného období. Větší množství mléka bývá spojováno s delším intervalem mezi dojeními, což vysvětluje rozdíly i v našem případě, jelikož interval mezi odpoledním a ranním dojením byl 13 hodin a mezi ranním a odpoledním 11 hodin. Stejný interval mezi dojeními jako v našem případě (tedy 13:11 hodin) byl sledován ve starší studii Everett a Wadell (1970) a bylo zjištěno, že dojnice produkovaly o 18 % (průměr za 12 měsíců laktace) více mléka při ranním dojení než při odpoledním dojení. V našem případě byl ranní nádoj v prvních pěti týdnech laktace vyšší o 17,4 %. V některých publikacích je uvedeno, že dojnice mají tendenci mít vyšší nádoj při ranním dojení, i když jsou intervaly mezi dojeními stejné, přičemž tyto rozdíly byly velmi malé (Palmer a kol., 1994). Běžně se intervaly mezi dojeními pohybují 12:12 až 8:16 hodin. U vysokoprodukčních dojnic interval 12:12 hodin zvyšuje užítkovost až o 5 % ve srovnání s intervalem 10:14, což naznačuje, že sekrece mléka může být utlumena, pokud je interval mezi dojeními příliš dlouhý (Lollivier a kol., 2002). Schopnost vydržet delší intervaly, aniž by došlo ke snížení mléčné produkce, také souvisí s velikostí mléčných cisteren v mléčné žláze, ve kterých se mléko uchovává. Proto například bahnice,

kteří mají větší mléčné cisterny, snesou mnohem delší interval mezi dojeními než dojnice, které mají mléčné cisterny menší (McKusick a kol., 2002). Kromě intervalu mezi dojeními je dalším zdrojem variability nádoje mezi ranním a odpoledním dojením měsíc laktace, kdy bylo zjištěno, že rozdíly klesají po 2. až 3. měsíci laktace (Everett a Wadell, 1970). V předkládané práci jsme sledovali dojnice v prvních 5 týdnech laktace, kdy budou rozdíly mezi ranním a odpoledním dojením pravděpodobně větší než v pozdějších fázích laktace.

Obsah tuku postupně s rostoucí laktací významně klesal. Signifikantně vyšší obsah tuku byl pozorován v mléce z odpoledního dojení, což může být dáno, stejně jako v případě nádoje samotného, nestejnými intervaly mezi dojeními. Kratší interval v tomto případě znamená vyšší obsah tuku. Už dříve ale bylo pozorováno, že i při stejných intervalech mezi dojeními byl obsah tuku vyšší v odpoledním nádoji (Gilbert a kol., 1973). Obsah tuku také úzce souvisí s nádojem, je známo, že čím vyšší bude nádoj, tím nižší bude obsah tuku, čemuž odpovídají naše výsledky. Obsah tuku je nejvíce variabilní složkou mléka a kromě výše zmíněných skutečností, závisí také na kompletnosti dojení. Procentuální podíl tuku se v mléce zvyšuje během samotného dojení, přičemž mléko s nejnižším obsahem tuku je na začátku dojení, kdy dochází k uvolnění cisternálního mléka, a až poté se spouští mléko alveolární s 2,5-5× vyšším obsahem

tuku. Globule mléčného tuku se dostávají z mléčných alveol do mléčných cisteren postupně v procesu dojení v důsledku spouštěcího reflexu řízeného oxytocinem. Pokud tedy nedojde ke kompletnímu podojení, bude procento tuku nižší než obvykle, ale při dalším dojení bude obsah tuku vyšší než obvykle (Lollivier a kol., 2002). Dnešní přístrojové dojení je automaticky nastaveno tak, aby se co možná nejvíce zamezilo předojování, které vede k poničení struků, a zároveň nedocházelo ani k nekompletnímu dojení. Ovšem kompletnost dojení souvisí také se stimulací a dobou působením oxytocinu, který je nezbytný pro vypuzovací reflex. Vypuzovací (ejekční) reflex je výsledkem nervové stimulace na úrovni struků a mléčné žlázy buď sajícím mládětem, nebo dojícím strojem, resp. dojičem při hygieně mléčné žlázy před dojením. Tato stimulace vede k uvolnění oxytocinu z neurohypofýzy do krevního oběhu. Oxytocin způsobuje kontrakce myoepitelových buněk vývodů mléčné žlázy, a tyto stahy vedou k ejekci mléka. U dojnic během prvních dvou minut po nasazení dojícího přístroje koncentrace oxytocinu roste, poté však prudce klesá a svých bazálních hladin dosahuje po 10 až 15 minutách. Ejekce mléka je základním předpokladem pro kompletní podojení, a pokud je vypuzování mléka inhibováno narušením okolního prostředí při dojení, uvolnění mléka nebude kompletní. Tím se sníží produkce mléka, což dokládá důležitost stimulace a následného rychlého



Graf 1 Odhady (LSM ± SE) nádoje, obsahu tuku, bílkovin a laktózy ve vzorcích mléka z ranního a odpoledního dojení u dojnic v 1., 2., 3. a 5. týdnu po otelení



Graf 2 Odhady (LSM ± SE) obsahů mastných kyselin mléčného tuku ve vzorcích mléka z ranního a odpoledního dojení u dojnic v 1., 2., 3. a 5. týdnu po otelení

nasazení dojícího přístroje pro optimální proces dojení (Lollivier a kol., 2002). Vyšší obsah tuku v odpoledním dojení uvádějí také Quist a kol. (2008). Naproti tomu uvolňování proteinu a laktózy během dojení je prakticky konzistentní (Lollivier a kol., 2002), což koresponduje

s našimi výsledky, kdy mezi ranním a odpoledním dojením nebyly zjištěny signifikantní rozdíly v obsahu proteinu ani laktózy. Obsah proteinu byl nejvyšší v prvním týdnu laktace, poté se postupně snižoval, zatímco obsah laktózy vykazoval opačný trend.

Tab. 1 Odhady (LSM±SE) sledovaných parametrů vzorků mléka z ranního a odpoledního dojení u dojnic v 1., 2., 3. a 5. týdnu po otelení

parametr/týden laktace		1	2	3	5	
Ranní dojení	nádoj (kg)	15,2±0,5 ^d	18,3±0,5 ^c	19,3±0,5 ^b	20,5±0,6 ^a	
	tuk (%)	4,4±0,11 ^a	3,9±0,08 ^b	3,7±0,07 ^b	3,3±0,08 ^c	
	protein (%)	4,1±0,06 ^a	3,4±0,03 ^b	3,2±0,03 ^c	3,0±0,03 ^d	
	laktóza (%)	4,7±0,03 ^c	5,0±0,02 ^b	5,1±0,02 ^a	5,1±0,02 ^a	
	mastné kyseliny (g/100 g tuku)					
	SCFA	9,3±0,21	9,2±0,17	9,6±0,17	9,6±0,20	
	MCFA	34,7±0,84 ^a	33,0±0,66 ^b	33,8±0,57 ^{ab}	35,3±0,69 ^a	
	LCFA	38,7±0,71 ^a	37,2±0,64 ^{ac}	36,9±0,61 ^{bc}	35,1±0,75 ^b	
	MUFA	27,0±0,52	26,7±0,44	26,6±0,47	26,0±0,54	
	PUFA	3,2±0,10	3,5±0,09	3,4±0,10	3,3±0,11	
	C16:0	22,8±0,51 ^b	22,8±0,44 ^b	24,1±0,38 ^a	25,1±0,47 ^a	
	C18:0	12,9±0,20 ^a	11,9±0,22 ^b	11,5±0,22 ^b	10,3±0,24 ^c	
	C18:1	23,8±0,52 ^a	22,5±0,44 ^b	22,2±0,47 ^{bc}	20,8±0,55 ^c	
Odpolední dojení	nádoj (kg)	13,6±0,4 ^c	15,7±0,4 ^b	16,2±0,4 ^{ab}	16,8±0,5 ^a	
	tuk (%)	4,9±0,12 ^a	4,8±0,10 ^a	4,4±0,08 ^b	3,9±0,09 ^c	
	protein (%)	4,0±0,05 ^a	3,4±0,03 ^b	3,1±0,03 ^c	3,1±0,03 ^d	
	laktóza (%)	4,7±0,03 ^d	5,0±0,02 ^c	5,0±0,02 ^b	5,1±0,02 ^a	
	mastné kyseliny (g/100 g tuku)					
	SCFA	8,6±0,25 ^a	8,7±0,16 ^{ab}	9,0±0,15 ^{ab}	9,2±0,18 ^b	
	MCFA	33,4±0,69 ^a	31,6±0,59 ^b	31,9±0,54 ^{ab}	33,7±0,74 ^a	
	LCFA	40,3±0,68 ^a	39,1±0,59 ^{ab}	39,4±0,62 ^{ab}	37,4±0,80 ^b	
	MUFA	27,8±0,53	27,9±0,44	28,2±0,44	27,0±0,56	
	PUFA	3,3±0,07	3,5±0,09	3,5±0,09	3,4±0,10	
	C16:0	22,5±0,46 ^{ab}	22,1±0,38 ^b	22,7±0,37 ^{ab}	23,5±0,38 ^a	
	C18:0	12,9±0,19 ^a	12,1±0,16 ^b	11,7±0,20 ^b	10,7±0,21 ^c	
	C18:1	24,5±0,52 ^a	23,9±0,44 ^a	24,0±0,46 ^a	22,1±0,57 ^b	

LSM = least square means; SE = standardní chyba; SCFA = mastné kyseliny s krátkým řetězcem; MCFA = mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem; LCFA = mastné kyseliny s dlouhým řetězcem; MUFA = mononenasyčené mastné kyseliny; PUFA = polynenasycené mastné kyseliny; hodnoty označené odlišnými písmeny (a, b, c, d) se v jednotlivých týdnech laktace významně liší (P < 0,05)

Mastné kyseliny mléčného tuku

V grafu 2 jsou podrobně zobrazeny rozdíly v obsahu MK mléčného tuku mezi ranním a odpoledním dojením. V tabulce 1 jsou popsány rozdíly mezi jednotlivými týdny laktace v obsahu MK ve vzorcích mléka z ranního a odpoledního dojení.

Obsahy MK syntetizovaných *de novo* (SCFA, MCFA) a C16:0, která je syntetizována *de novo* jen z části a z části pochází k krmiva či tukové tkáň, byly vyšší ve vzorcích mléka z ranního dojení. Naopak obsah MK pocházejících především z lipolýzy tukové tkáň (LCFA, MUFA, C18:1) byl vyšší ve vzorcích mléka z odpoledního dojení. Vyšší obsahy MCFA v ranním nádoji a vyšší obsahy MUFA v odpoledním nádoji jsou v souladu s výsledky studie Ozcan a kol. (2015), ve které byla sledována kvalita syrového mléka včetně složení mastných kyselin mléčného tuku ve třech komerčních chovech dojeného skotu. Důvody těchto rozdílů však ve studii zmíněny nebyly. Naopak v obsahu ostatních skupin MK ani jednotlivých MK nezjistili Ozcan a kol.

(2015) signifikantní rozdíly. Ve studii Mäntysaari a kol. (2019), která se primárně týkala možností predikce sérových NEFA pomocí profilu MK v mléce, byl zjištěn vyšší obsah všech MK ve vzorcích z odpoledního dojení. Obsah MK v mléce závisí na obsahu tuku, plemeni, fázi laktace, výživě a metabolickém stavu zvířat, ale samotné rozdíly mezi jednotlivými dojeními lze pravděpodobně nejlépe vysvětlit působením cirkadiálních rytmů. Hlavní cirkadiální hodiny jsou umístěny v suprachiasmatických jádrech v hypotalamu, ale kromě těchto centrálních vnitřních hodin existují ještě hodiny ve většině periferních tkání. V mléčné žláze byly periferní hodiny také prokázány. Byly popsány cirkadiální změny v expresi acetyl-CoA karboxylázy (primární regulační enzym syntézy mastných kyselin) a procentuálním obsahu tuku, které korelují s expresí genů centrálních hodin vykazujících denní rytmy (Plaut a Casey 2012). Největší vliv na vnitřní hodiny má fotoperioda, což je dáno tím, že suprachiasmatická jádra jsou spojena přímou dráhou se sítnicí a přijímají tak informace o světelných změnách

v okolním prostředí. Fotoperiodické účinky na laktaci jsou částečně způsobeny také změnami proliferace buněk mléčné žlázy a imunitní a metabolickou kapacitou zvířete (Auchtung a kol., 2005). Kromě fotoperiody má na vnitřní hodiny vliv také dostupnost krmení.

Ve studii Rottman a kol. (2014) pozorovali rozdíly ve složení mléka u holštýnských dojnic krměných 1× nebo 4× denně a dojených 2× a 4× denně. Z jejich výsledků vyplývá, že existuje denní rytmus syntézy jednotlivých mléčných složek, který je částečně závislý na načasování příjmu krmiva. Obecně distribuce příjmu krmiva po celý den snížila amplitudu rytmu syntézy mléka a plazmatických metabolitů a hormonů, ale základní rytmus zůstal zachován, což naznačuje, že cirkadiánní rytmy jsou do jisté míry nezávislé na krmění. Pozitivní vliv na obsah LCFA v mléce má koncentrace NEFA v krvi, která obvykle vrcholí bezprostředně před ranním krměním, což bývá připisováno denním rytmům absorbovaných živin a plasmatického inzulínu. V experimentu Rottman a kol. (2014) dosahovaly hladiny NEFA vrcholu ráno bez ohledu na to, zda byly dojnice krměny 1× nebo 4× denně, což naznačuje, že rytmicitata dostupnosti NEFA je regulována dalšími mechanismy než načasováním dostupnosti živin. Obsahy MK v mléce jsou také ovlivněny hladinami těkavých MK v bachoru, především acetátu. Dostupnost acetátu souvisí s bachorovými mikroorganismy a jejich metabolity, které mohou také být závislé na cirkadiánních rytmech podobně jako střevní mikroorganismy (Matenchuk a kol., 2020), a tímto způsobem mohou cirkadiánní rytmy ovlivňovat hladiny MK syntetizovaných *de novo*. Obdobně mohou vnitřní hodiny působit i na tukovou tkáň a ovlivňovat tak dostupnost MK, které se zabudovávají do mléka (LCFA, MUFA, C18:1). Teng a kol. (2021) zkoumali vliv cirkadiánních rytmů na syntézu různých složek mléka a mimo jiné zjistili vyšší obsahy nenasycených mastných kyselin ve vzorcích mléka z odpoledního dojení, což je v souladu i s našimi výsledky.

Obsah SCFA a C16:0 se s rostoucí laktací významně zvyšoval, a v případě SCFA pouze ve vzorcích z odpoledního dojení, zatímco obsah LCFA, C18:0 a C18:1 (součástí LCFA a MUFA) s laktací výrazně klesal, jak ve vzorcích z ranního tak i odpoledního dojení. Tento průběh odpovídá metabolismu v rané fázi laktace, kdy dojnice podstupují určitý stupeň NEB. Dochází k rozpadu tukové tkáně a uvolnění jednotlivých MK (C16:0, C18:0, C18:1 cis-9), které se poté zabudovávají do mléčného tuku (především C18:1 cis-9) a zároveň inhibují *de novo* syntézu SCFA a MCFA v mléčné žláze (Stoop a kol., 2009). Kyselina palmitová (C16:0) pochází z rozpadu tukové tkáně pouze částečně a jejím dalším zdrojem, stejně jako u ostatních MCFA a SCFA, je *de novo* syntéza v mléčné žláze. Tím lze vysvětlit fakt, že na rozdíl od C18:0 a C18:1 její obsah v průběhu sledované fáze laktace neklesal, ale naopak rostl. Navíc má C16:0 velmi komplikovaný metabolismus, kdy se může za určitých podmínek kumulovat v játrech a do mléčného tuku

se zabudovávat s nižší intenzitou, a tudíž se její obsah nemusí měnit pouze v závislosti na NEB (Litherland a kol., 2011). Obsah C18:0 se v našem případě snižoval, ale ani změny v obsahu C18:0 nemusí vždy reflektovat metabolický stav dojnice, jelikož C18:0 je částečně desaturována na C18:1, a to z důvodu zachování optimální tekutosti mléka (Loften a kol., 2014).

Závěr

Nádoj i obsah mléčných složek byl ovlivněn jednotlivými týdny laktace a odrážel metabolický stav dojnic v rané laktaci i fyziologickou snahu organismu o zachování optimální tekutosti mléka. Významný vliv byl také prokázán u času dojení, kdy byl pozorován vyšší nádoj, vyšší obsah SCFA, MCFA a C16:0 ve vzorcích mléka z ranního dojení, a naopak vyšší obsah tuku, LCFA, MUFA a C18:1 ve vzorcích mléka z odpoledního dojení. Příčiny těchto rozdílů, zejména u MK mléčného tuku, nebyly dosud plně prozkoumány, ale pravděpodobně je lze vysvětlit zejména působením cirkadiánních rytmů, které jednak rozhodují o dostupnosti prekurzorů MK syntetizovaných *de novo*, a jednak působí na tukovou tkáň a ovlivňují tak dostupnost MK, které se mohou zabudovávat přímo do mléčného tuku.

Poznání dynamiky změn obsahu složek mléka v průběhu laktace i rozdílů podmíněných časem dojení jsou součástí probíhajícího výzkumu vztahů mezi složkami mléka a přímými indikátory energetické bilance. Předpokladem pro praktické využití poznatků je však nejen detailní poznání výše uvedených vztahů s ohledem na metody KU, ale také stanovení prahových hodnot jednotlivých složek (hodnot, které odliší zvířata se zvýšeným rizikem NEB a nemocí s ní spjatých). Článek se zabýval rozdíly ve složení mléka při dojení dvakrát denně. Lze očekávat, že rozdíly při četnějších frekvencích dojení (například 3× denně nebo při využívání robotického dojení) budou odlišné a pravděpodobně méně výrazné.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu NAZV QK1910242 a NAZV QK21010038.

Literatura

- AUCHTUNG T. L., RIUS A. G., KENDALL P. E., MCFADDEN T. B., DAHL G. E. (2005): Effects of photoperiod during the dry period on prolactin, prolactin receptor, and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 88, s. 121-127.
- EVERETT R. W., WADELL L. H. (1970): Sources of variation affecting the difference between morning and evening daily milk production. *J. Dairy Sci.*, 53, s. 1424-1429.
- GILBERT G. R., HARGROVE G. L., KROGER M. (1973): Diurnal variation in milk yield, fat yield, milk fat percentage and milk protein percentage of Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.*, 56, s. 409-410.
- LITHERLAND N. B., DANN H. M., DRACKLEY J. K. (2011): Parturient nutrient intake alters palmitate metabolism by liver slices from periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 94, s. 1928-1940.
- LOFTEN J. R., LINN J. G., DRACKLEY J. K., JENKINS T. C., SODERHOLM C. G., KERTZ A. F. (2014): Invited review: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 97, s. 4661-4674.

- LOLLIVIER V., GUINARD-FLAMENT J., OLLIVIER-BOUSQUET M., MARNET P. G. (2002): Oxytocin and milk removal: two important sources of variation in milk production and milk quality during and between milkings. *Reprod. Nutr. Dev.*, 42, s. 173-186.
- MÄNTYSAARI P., MÄNTYSAARI E. A., KOKKONEN T., MEHTIÖ T., KAJAVA S., GRELET C., LIDAUER M. H. (2019): Body and milk traits as indicators of dairy cow energy status in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 102, s. 7904-7916.
- MATENCHUK B. A., MANDHANE P. J., KOZYRSKYJ A. L. (2020): Sleep, circadian rhythm, and gut microbiota. *Sleep Med. Rev.*, 53, 101340.
- McKUSICK B. C., THOMAS D. L., BERGER Y. M., MARNET P. G., THOMAS D. L. (2002): Effect of milking interval on alveolar versus cisternal milk accumulation and milk production and composition in dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, 85, s. 2197-2206.
- OZCAN T., YASLIOGLU E., KILIC I., SIMSEK E. (2015): The influence of the season and milking time on the properties and the fatty acid composition of the milk in different dairy cattle farms. *Mljekarstvo*, 65, s. 9-15.
- PALMER R. W., JENSEN E. L., HARDIE A. R. (1994): Removal of within-cow differences between morning and evening milk yields. *J. Dairy Sci.*, 77, s. 2663-2670.
- PLAUT K., CASEY T. (2011): Does the circadian system regulate lactation? *Animal*, 6, s. 394-402.
- QUIST M. A., LEBLANC S. J., HAND K. J., LAZENBY D., MIGLIOR F., KELTON D. F. (2008): Milking-to-milking variability for milk yield, fat and protein percentage, and somatic cell count. *J. Dairy Sci.*, 91, s. 3412-3423.
- ROTTMANN L. W., YING Y., ZHOU K., BARTELL P. B., HARVATINE K. J. (2014): The daily rhythm of milk synthesis is dependent on the timing of feed intake in dairy cows. *Physiol. Rep.*, 2, e12049.
- STOOP W. M., BOVENHUIS H., HECK J. M. L., VAN ARENDONK J. A. M. (2009): Effect of lactation stage and energy status on milk fat composition of Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.*, 92, 1469-1478.
- TENG Z. W., YANG G. O., WANG L. F., FU T., LIAN H. X., SUN Y., HAN L. Q., ZHANG L. Y., GAO T. Y. (2021): Effects of the circadian rhythm on milk composition in dairy cows: Does day milk differ from night milk? *J. Dairy Sci.*, 104, s. 8301-8313.

Korespondující autor: Ing. Magdaléna Štolcová, Ph.D.
Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.
Přátelství 815, Praha – Uhřetěves, 104 00
stolcova.magdalena@vuzv.cz

Přijato do tisku: 23. 9. 2021
Lektorováno: 23. 11. 2021

“CO JE ZAJÍMAVÉHO VE VĚDECKÉ LITERATUŘE”

Mléko a mléčné výrobky jsou neustále centrem pozornosti výzkumu. Výběr z vědecké literatury pro toto číslo zahrnuje následující publikace:

Potenciální aplikace netermálního atmosférického plazmatu při snižování aktivity proteáz vylučovaných bakteriemi *Pseudomonas* v mléce.

Hooryieh Mohammadpour, Mehdi Zarei, Cullen P.J., Valtchev, P., Schindeler, A., Dehghai, F. (2021): Potential application of non-thermal atmospheric plasma in reducing the activity of *Pseudomonas*-secreted protease in milk. *International Dairy Journal*, 120, s. 105078.

Vzorky UHT mléka byly naočkovány syrovými extrakty proteáz vyloučených bakteriemi *Pseudomonas* a ošetřeny výboji atmosférického plazmatu. Vyhodnocení postupu hydrolýzy proteinů vzorků mléka ošetřených plazmatem proti neošetřeným vzorkům přineslo zjištění, že stupeň hydrolýzy byl nižší ve vzorcích mléka, které byly plazmatem ošetřeny. Čím delší byl čas, po který byly vzorky vystaveny plazmatu, tím nižší byla hydrolýza během skladování. Dále byly také hodnoceny změny, které plazma způsobilo v mléčných bílkovinách a těkavých složkách. Kasein, syrovátkové bílkoviny, aldehydy, ketony, volné mastné kyseliny a karbohydráty byly všechny ovlivněny plazmovými výboji. Úroveň nárůstu nebo poklesu těchto složek závisela na době trvání ošetření plazmatem. Celkově je tato metoda slibným přístupem, který by se dal použít k inaktivaci bakteriálních hydrolytických enzymů v mléce.

Izolace *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* LRCC5306 a optimalizace podmínek produkce diacetylu pro výrobu zakysané smetany.

Yunsik Kim et al. (2021): Isolation of *Lactococcus lactis* ssp. *Cremoris* LRCC5306 and optimization of diacetyl production conditions for manufacturing sour cream. *Food Science of Animal Resources*, 41, (3), s. 373-385.

Senzorické vlastnosti zakysané smetany jsou důležitými faktory, které ovlivňují akceptaci výrobku spotřebiteli. Tato studie si kladla za cíl izolovat bakterie mléčného kvašení s výbornou schopností produkovat diacetyl a optimalizovat fermentační podmínky pro výrobu zakysané smetany. Ze syrového mléka byla izolována bakterie mléčného kvašení *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Tento kmen ukázal největší produkci diacetylu ze všech a byl pojmenován LRCC5306. K vylepšení produkce diacetylu u tohoto kmene byly optimalizovány různé kultivační podmínky. Největší produkce diacetylu byla při hodnotě $105,04 \pm 2,06$ mg/L, když bylo doplněno 0,2 % kyseliny citronové a 0,001 % Fe^{2+} a kultivace probíhala po dobu 15 h při teplotě 20 °C. Na základě podmínek optimální kultivace byla vyrobena zakysaná smetana s kmenem LRCC5306 s životaschopným počtem $1,04 \times 10^8$ CFU/g a s koncentrací diacetylu $106,56 \pm 1,53$ mg/g. K porovnání sensorických vlastností takto vyrobené zakysané smetany byl použit systém elektronického jazyka; produkt vykázal sladkost a slanost, která byla podobná jako u importovaného komerčního produktu, ale měl mírně sníženou hořkost a výrazně vyšší stupeň kyselé chuti. Provedená studie tak ukazuje, že když je k fermentaci smetany použit kmen LRCC5306, je možné vyrobit zakysanou smetanu s velmi zlepšenou sensorikou, což zlepší přijetí výrobku spotřebiteli. Jelikož tato smetana má vyšší počty živých bakterií, předpokládá se, že bude mít lepší probiotický účinek.