

MASTNÉ KYSELINY MLIEČNEHO TUKU DOJNÍC PRI CELOROČNEJ KŔMNEJ DÁVKE MILK FAT FATTY ACIDS OF COWS IN YEAR-ROUND RATION FEEDING

Katarína Kirchnerová, Vladimír Foltys

Abstract: Objective of the work is to study relations among lactation stage and qualitative and production parameters of milk and representation of milk fat fatty acids in dairy cows with system of round-the-year feeding the mixed feed ration based on maize silage in lowland agricultural area. We selected dairy cows in first lactation and processed data on their milk efficiency on the basis of milk recording. We sampled milk from the whole amount of milked milk at regular milk recording. Individual milk samples from individual dairy cows (n=100) were analysed for physiological and biochemical parameters and for the fatty acids composition in milk fat by gas chromatography. The analysis of relations of fatty acids in milk fat to qualitative-production parameters of milk shows that the correlations of fatty acids with lactation stage and milk composition are quite weak. Changes in milk fat fatty acids contents are caused by the change in the ratio of de novo and depot fatty acids. Relation of fatty acids to the evaluated parameters lies with their metabolic origin and neither acid nor group underlies the specific influence of the studied parameters, by the means of which it would be possible to influence its proportion in milk fat. And so it is not possible to influence some group or a desirable fatty acid, e.g. CLA, without the influence on total milk fat.

Keywords: milk, fat, fatty acids, year-round ration

ÚVOD

Mliečny tuk je z nutričného hľadiska hodnotený negatívne pre prevládajúci obsah nasýtených mastných kyselín s aterogénnym účinkom (**Mensink, 2005**). Trans izoméry mononenasýtených mastných kyselín sa vytvárajú v bachore v priebehu biohydrogenácie, čo umožňuje i vznik reťazcov esenciálnych mastných kyselín, linolovej a alfa linolénovej a hlavná z nich, kyselina delta 11 trans C18:1 je prekursorom konjugovanej kyseliny linolovej CLA, ktorá sa vyskytuje iba v mäse a mlieku prežúvavcov. Prijem mliečneho tuku vo výžive je teda dôležitý pre obsah mastných kyselín zvyšujúcich jeho biologickú hodnotu. (**Haug, 2007**). Pozitívna vlastnosť mliečneho tuku je i jeho priaznivý pomer omega3(n3) a omega6 (n6) mastných kyselín, 1:(1,16-4), **Colomb et al. (2004)**. Nenasýtené mastné kyseliny mliečneho tuku C_{18:1} a C_{16:1} môžu pochádzať z resorpcie z tuku krmiva, avšak viac nenasýtené mastné kyseliny pochádzajú z vlastnej syntézy mliečnou žľazou, pretože nenasýtené mastné kyseliny z lipidov krmív sú v predžalúdkoch prežúvavcov hydrogenované. Vyšší organizmus je schopný v molekule zabudovať dvojité väzby pomocou dehydrogenujúceho enzýmového systému a reakcií rastu reťazca (**Melcher 1975, Jenkins a McGuire 2006, Bauman et al. 2006**).

Vplyv štádia laktácie na zloženie mliečneho tuku zodpovedá metabolickému pôvodu mastných kyselín. Počas začiatku laktácie stúpa obsah nižších kyselín syntetizovaných de novo, a klesá obsah vyšších kyselín z depotného tuku (**Garnsworthy et al. 2006**). **Komprda et al. (2001)** sledovali zastúpenie mastných kyselín v prvej tretine laktácie. Bez ohľadu na kŕmnu dávku významne stúpal obsah kyseliny myristovej a klesal obsah kyseliny stearovej.

Výsledky štúdia zmien kompozície mastných kyselín (Kirchnerová et al., 1988) ukázali, že počas prvých 18 týždňov laktácie sa sumárny obsah mastných kyselín C_{18:0} a C_{18:1} znížil zo 40 na 30%, a mastných kyselín C_{14:0} a C_{16:0} zvýšil z 35 na 45% z celkového obsahu mastných kyselín, zatiaľ čo obsah kyseliny linolovej (C_{18:2}) a linolenovej (C_{18:3}) bol relatívne stabilný.

Cieľom práce je štúdium vzťahov medzi štádiom laktácie a kvalitatívno produkčnými ukazovateľmi mlieka a zastúpením mastných kyselín mliečného tuku u dojníc so stabilným typom výživy systémom celoročného skrmovania zmiešanej kŕmnej dávky v nížinnej poľnohospodárskej oblasti.

MATERIÁL A METÓDY

Pre štúdium a monitoring mliečného tuku dojníc sme uskutočnili výber chovov so stabilným typom výživy systémom celoročného skrmovania zmiešanej kŕmnej dávky založenej na kukuričnej siláži a lucernovej senáži a zvolili sme dojnice na prvej laktácii. Na základe kontroly úžitkovosti sme spracovali údaje o ich mliečnej úžitkovosti. Na jednotlivých vybraných farmách sme pri pravidelných kontrolách úžitkovosti uskutočnili odber vzoriek mlieka z celého pôdoja na stanovenie základných kvalitatívnych a technologických vlastností a na stanovenie zloženia mastných kyselín mliečného tuku. Individuálne vzorky mlieka od jednotlivých dojníc (n=100) odoberané na farmách v nížinnej poľnohospodárskej oblasti sme vyšetrili na fyziologicko biochemické ukazovatele a spracovali pre analýzu mastných kyselín mliečného tuku plynovou chromatografiou. Metylestery mastných kyselín boli analyzované plynovou chromatografiou (prístroj GC Varian 3800, Techtron, USA), kde bolo identifikovaných a vyhodnotených 54 mastných kyselín včetně príslušných izomérov pomocou štandardnej referenčnej vzorky mliečného tuku a analytických štandardov Supelco, a následne pomocou GCMS analýzy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Súbor dojníc z chovov s celoročnou kŕmnou dávkou má pomerne vysokú priemernú dennú produkciu mlieka, tuku, a bielkovín ([27,78, 1,03, resp. 0,85] kg/deň) pri nízkej variabilite (20%). Táto stabilita sa prejavila i na vzťahoch medzi sledovanými parametrami, ktoré nie sú veľmi výrazné. Na základe toho sme zisťovali vzťahy medzi sledovanými parametrami pomocou lineárnej regresie za celý počet dní laktácie.

Hranicu štatistickej významnosti $P < 0,01$ dosiahli koeficienty korelácie medzi prchavými mastnými kyselinami (VFA) a hodnotami nápočtu laktácie keď $r < -0,3$. Jednotlivé kyseliny C4:0, C6:0, C8:0 a C10:0 majú tieto koeficienty klesajúce s dĺžkou reťazca. V absolútnej hodnote najvyššie sú pri kyseline maslovej (C4:0), -0,418 k počtu dní laktácie, -0,342 k množstvu vyprodukovaného mlieka, -0,322 k množstvu vyprodukovaného tuku a -0,372 k množstvu vyprodukovaných bielkovín.

Koeficienty $r > 0,3$, pre hodnoty nápočtu laktácie pozorujeme pri mononenásytených mastných kyselinách (MUFASC), 0,467 pre dni, 0,307 pre mlieko, 0,353 pre tuk a 0,340 pre bielkoviny spôsobené hlavne kyselinou myristovou (C14:1). Táto má spomedzi všetkých vyhodnotených kyselín najužší vzťah k výške produkcie za uplynulé obdobie laktácie; 0,597 pre dni, 0,481 pre mlieko, 0,431 pre tuk a 0,508 pre bielkoviny, jako i vysoký korelačný koeficient k obsahu bielkovín v mlieku $r = 0,409$.

Obsahovo najvýznamnejšie mastné kyseliny C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1n9, ktoré majú podiel v mliečnom tuku vyšší ako 5 %, a spoločne zastupujú asi 75 % mliečného tuku, nejavia významné vzťahy ako k nápočtovým, tak k denným produkčným ukazovateľom a k obsahu zložiek v mlieku. S výnimkou C 16:0, kyseliny palmitovej (30,93±4,81 % v mliečnom tuku), ktorá má záporný vzťah k dennej produkcii mlieka (-0,404), a bielkovín (-0,345). Táto kyselina má kladný vzťah k obsahu tuku v mlieku (0,444) a záporný k obsahu laktózy v mlieku (-0,311), čo sa prejavilo i na vzťahu nasýtených mastných kyselín so

strednou dĺžkou reťazca (SAFAMC) k obsahu tuku ($r=0,446$) a laktózy ($r=-0,306$) v mlieku. Vzťahmi koncentrácie zdravotne významných mastných kyselín ku zložkám mlieka sa zaoberali **Hanuš et al. (2010)**. Vo svojej práci nezaznamenali významné vzťahy medzi najvýznamnejšou nasýtenou mastnou kyselinou palmitovou C16:0 a zložkami mlieka.

CLA a izoméry C16:1 a C18:1 majú negatívnu koreláciu s dennou produkciou tuku (pre CLA $-0,407$) a s obsahom tuku v mlieku (pre CLA $-0,269$) a indexom F/P (pre CLA $-0,420$). Pre C18:1 $-0,553$ k tuku v g/100g, a $-0,528$ k indexu F/P. Týmto naznačujú, že sú iného pôvodu ako ostatné vyššie nenasýtené MK, ktoré sa resorbujú z krvi dojnice, teda že pravdepodobne sú syntetizované de novo v sekrečnom epiteli, a pri zvyšovaní obsahu tuku v mlieku ich podiel klesá. Obsah CLA v mliečnom tuku sa zvyšuje počas laktácie, najužšie v spojitosti s narastajúcou celkovou produkciou mlieka, $r=0,427$ a bielkovín $r=0,415$. Biosyntéza CLA sa zvyšuje napriek postupnému vyčerpaniu telesných tukových zásob. **Hanuš et al. (2010)** pozorovali štatisticky významné vzťahy podielu CLA v mliečnom tuku k obsahu tuku ($r=0,379$; $P<0,01$) a k obsahu laktózy ($r=-0,542$; $P<0,001$). Podstatnú úlohu v týchto vzťahoch zrejme zohráva celková produkcia tuku a laktózy.

Obsah kyselín n6 (prevažne C18:2n6LA) popri miernom stúpaní v spojitosti s nápočtom laktácie a klesaní s rastom dennej produkcie tuku, významne klesá so zvyšovaním obsahu tuku v mlieku ($-0,403$) a výraznejšie s indexom F/P ($-0,464$; $P<0,01$). To sa prejavilo i na výraznom klesaní pomeru n6/n3, hlavne s obsahom tuku ($-0,557$; $P<0,001$). Napomohlo tomu i menej výrazné stúpanie kyselín n3. Výsledkom je zreteľné klesanie obsahu polynenasýtených mastných kyselín (PUFA) ($r=-0,418$) a esenciálnych mastných kyselín (EMK) ($r=-0,433$) pri zvyšovaní dennej produkcie tuku. **Hanuš et al. (2010)** pozorovali štatisticky významné vzťahy celkovej sumy polynenasýtených mastných kyselín k obsahu tuku v mlieku ($r=0,321$; $P<0,05$) a k obsahu laktózy v mlieku ($r=0,458$; $P<0,01$). Avšak v rámci tejto skupiny je pre humánnu výživu dôležité vyhodnotiť zvlášť n6 a n3 mastné kyseliny.

PSB, ktorý má v systéme s celoročnou kŕmnom dávkou nízky variačný koeficient, a predpísanú maximálnu hodnotu do 400 ml^{-1} , ktorá bola počas sledovania dodržaná, nemá v tomto rozsahu významný vplyv na zastúpenie MK v mliečnom tuku. Podobne i **Hanuš et al. (2010)** nepozorovali významné vzťahy medzi PSB a obsahom mastných kyselín v mliečnom tuku.

Obsah močoviny má mierny pozitívny vzťah k obsahu rozvetvených mastných kyselín (BCFA) (0,245), hlavne k C14:0i (0,227) a C16:0i (0,357), čo je vysvetliteľné pôvodom týchto izokyselín z deaminovaných reťazcov aminokyselín z bielkovín, ktoré sa spotrebúvajú ako zdroj energie pričom dochádza k tvorbe močoviny. So zvyšujúcou sa dennou produkciou mlieka majú obe tieto kyseliny negatívnu koreláciu ($-0,324$ a $-0,448$), ako aj s rastúcou produkciou mliečnych bielkovín ($-0,283$, $-0,380$), čo znamená, že ich obsah je vyšší vtedy, keď je vyšší obsah mliečného tuku, s ktorým majú koreláciu pozitívnu (0,464, 0,562). Tiež nepárna C15:1 klesá s dennou produkciou mlieka ($-0,475$), i bielkovín ($-0,384$), čo súvisí s rovnakým pôvodom jej reťazca. Nepárne mastné kyseliny a kyseliny s rozvetveným reťazcom vznikajú predlžovaním reťazcov pochádzajúcich z oxidatívnej deaminácie aminokyselín (**Melcher 1975, Jenkins and McGuire 2006, Bauman et al. 2006**).

ZÁVER

Rozbor vzťahov mastných kyselín mliečného tuku ku kvalitatívno produkčným ukazovateľom mlieka ukazuje, že korelácie mastných kyselín so štádiom laktácie a kvalitatívno produkčnými ukazovateľmi mlieka u dojníc so stabilným typom výživy systémom celoročného skrmovania zmiešanej kŕmnej dávky v nížinnej poľnohospodárskej oblasti sú pomerne slabé. Zmeny v zložení mliečného tuku sú spôsobované zmenou pomeru de novo a depotných mastných kyselín. Vzťah mastných kyselín k hodnoteným ukazovateľom

spočívajú v ich metabolickom pôvode a žiadna kyselina alebo skupina nepodlieha špecifickému vplyvu sledovaných ukazovateľov, ktorým by bolo možné ovplyvňovať jej podiel v mliečnom tuku. A teda nie je možné ovplyvňovať niektorú skupinu, prípadne žiaducu mastnú kyselinu, napr. CLA, bez vplyvu na celkový mliečny tuk.

LITERATÚRA

- BAUMAN, D. E., MATHER, I. H., WALL, R. J., LOCK, A. L. 2006. Major advances associated with the biosynthesis of milk. In *J. Dairy Sci.*, vol. 89, 2006, no. 4, p. 1235-1243.
- COLOMB, M., SOLLBERGER, H., BÜTIKOFER, U. et al. 2004. Impact of basal diet of hay and fodder beet supplemented with rapeseed, linseed and sunflowerseed on the fatty acid composition of milk fat. In *Int. Dairy J.*, vol. 14, 2004, no. 6, p. 549-559.
- GARNSWORTHY, P. C., MASSON, L. L., LOCK, A. L., MOTTRAM, T. T. 2006. Variation of milk citrate with stage of lactation and de novo fatty acid synthesis in dairy cows. In *J. Dairy Sci.*, vol. 89, 2006, no. 5, p. 1604-1612.
- HANUŠ, O., SAMKOVÁ, E., ŠPIČKA, J., SOJKOVÁ, K., HANUŠOVÁ, K., KOPEC, T., VYLETĚLOVÁ, M., JEDELSKÁ, R. 2010. Relationship between concentration of health important groups of fatty acids and components and technological properties in cow milk. In *Acta Univ. Agric. et Silv. Mendel. Brun.* vol. LVIII, 2010, no. 5, p. 137-154.
- HAUG, A., HOSTMARK, A. T., HARSTAD, O. M. 2007. Bovine milk in human nutrition - a review. In *Lipids in health and disease*. 2007, 6, p. 25.
- JENKINS, T. C., MCGUIRE, M. A. 2006. Major advances in nutrition: impact on milk composition. In *J. Dairy Sci.*, vol. 89, 2006, no. 4, p. 1302-1310.
- KIRCHNEROVÁ, K., PETRIKOVIČ, P., PAJTÁŠ, M. 1988. Vplyv reštrikčného kŕmenia dojnic pred otelením na fyzikálno-chemické vlastnosti mliečného tuku. Vedecké práce VÚŽV v Nitre. XXIII, 1988, s. 5-11.
- KOMPRDA, T., ŠUSTOVÁ, K., DVOŘÁK, R., TIEFFOVÁ, P., POUL, J. 2001. Changes fatty acid pattern, composition and technological parameters of milk in dairy cows fed heat-treated rapeseed cakes in the first stage of lactation. In *Czech j. Anim. Sci.*, vol. 46, 2001, no. 5, p. 231-239.
- MELCHER, F. W. 1975. Untersuchungen über Minor-Fettsäuren des Milchfettes und ihre Variabilität. Giessen, Justus Liebig Universität, 1975, 165p.
- MENSINK, R. P. 2005. Effects of stearic acid on plasma lipid and lipoproteins in humans. In *Lipids*, vol. 40, 2005, no. 12, p. 1201-1205.

PodĎakovanie: Príspevok vznikol na základe projektu APVV-0153-07

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu „CEGEZ č. 26220120042“, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Kontaktná adresa: Ing. Katarína Kirchnerová, PhD. Centrum výskumu živočíšnej výroby Nitra Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, SR, kirchnerova@cvzv.sk