

STRZALKOWSKA N., KRZYZEWSKI J., ZWIERZCHOWSKI L., RYNIOWICZ Z. (2002): Effects of κ -casein and β -lactoglobulin loci polymorphism, cows' age, stage of lactation and somatic cell count on daily milk yield and milk composition in Polish Black-and-White cattle. *Animal Science Papers and Reports*, 20, s. 21–35.

WINTER A., KRAMER W., WERNER F. A. O., KOLLERS S., KATA S., DURSTEWITZ G., BUITKAMP J., WOMACK J. E., THALLER G., FRIES R. (2002): Association of lysine 232 alanine polymorphism in bovine gene encoding acylCoA:diacylglycerol acyltransferase (*DGAT1*) with variation at a quantitative trait locus for milk fat content. *PNAS*, 99, s. 9300 – 9305.

Korespondující autor: Prof. Ing. Jindřich Čítek, CSc.,
Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České
Budějovice, Česká republika, e-mail: citek@zf.jcu.cz

Přijato do tisku: 20. 2. 2020

Lektorováno: 5. 5. 2020

MASTNÉ KYSELINY MLÉČNÉHO TUKU JAKO POTENCIÁLNÍ BIOMARKERY NEGATIVNÍ ENERGETICKÉ BILANCE DOJNIC V ČASNÉ LAKTACI

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

Milk fatty acids as potential biomarkers of negative energy balance in early-lactation dairy cows

Abstrakt

Hodnocení vztahů mezi mastnými kyselinami mléčného tuku a sérovými neesterifikovanými mastnými kyselinami (NEFA) bylo provedeno u 66 dojníc holštýnského a českého strakatého plemene v období od porodu do 8 týdnů laktace. Dojnice byly rozděleny do tří skupin (NEB0, NEB1, NEB2) podle výskytu a hloubky negativní energetické bilance určené na základě koncentrací NEFA v prvních 14 dnech po porodu. Celkem bylo použito 490 vzorků krve a mléka. Středně těsné vztahy mastných kyselin mléčného tuku se sérovými NEFA u všech dojníc bez ohledu na rozdělení do skupin byly pozorovány u sumy mastných kyselin s dlouhým řetězcem (LCFA; $r = 0,56$), sumy mononenasyčených mastných kyselin ($r = 0,47$), C16:0 ($r = -0,58$), C18:0 ($r = 0,44$) a C18:1 ($r = 0,50$). Dále byly zjišťovány vztahy mezi NEFA a nejsilněji korelovanými mastnými kyselinami mléčného tuku u jednotlivých skupin dojníc. Parametry ve skupinách NEB0 a NEB1 korelovaly slabě až středně silně, zatímco ve skupině NEB2 byly již vztahy těsnější a u C16:0 a LCFA byly hodnoty $r = -0,65$ a $0,63$,

což značí těsný vztah. U všech stanovovaných parametrů v mléce byly vypočteny rozdíly mezi skupinami krav podle NEB. Ty byly statisticky signifikantní mezi skupinou NEB0 a NEB2 a to u stejných parametrů, které korelovaly s NEFA. Na základě těchto zjištění se lze domnívat, že určité mastné kyseliny mléčného tuku by mohly být využity při predikci rizik spojených s NEB.

Klíčová slova: dojnice, negativní energetická bilance, mastné kyseliny mléčného tuku, neesterifikované mastné kyseliny, infračervená spektroskopie

Abstract

The relationship between milk fatty acids and serum non-esterified fatty acids (NEFA) was evaluated in 66 Holstein and Czech Fleckvieh dairy cows in the period from parturition to 8 weeks of lactation. Dairy cows were assigned into three groups (NEB0, NEB1, NEB2) according to the occurrence and severity of the negative energy balance (NEB) determined on the basis of the NEFA concentrations in the first 14 days after parturition. A total of 490 blood and milk samples were used. Moderate correlations between milk fatty acids and serum NEFAs in all dairy cows, regardless of grouping, were observed for the sum of long chain fatty acids (LCFA; $r = 0.56$), the sum of monounsaturated fatty acids ($r = 0.47$), C16:0 ($r = -0.58$), C18:0 ($r = 0.44$) and C18:1 ($r = 0.50$). Furthermore, the relationship between these milk fatty acids and NEFAs in individual groups of dairy cows were determined. The correlations determined in the NEB0 and NEB1 groups were weak to moderate, while in the NEB2 group the correlations were higher ($r = -0.65$ and 0.63 for C16:0 and LCFA, respectively). In addition, differences between groups of cows according to NEB were calculated for all the parameters determined in milk. Significant differences between NEB0 and NEB2 were observed for the same fatty acids that correlated with NEFA. Based on these findings, it can be assumed that certain milk fatty acids could be used to predict the risks associated with the NEB.

Key words: dairy cows, negative energy balance, milk fatty acids, non-esterified fatty acids, infrared spectroscopy

Úvod

Mléko je vhodným a snadno získatelným materiálem pro biochemickou analýzu jeho složek. Samotné zastoupení běžných složek analyzovaných při kontrole užitkovosti ovšem z hlediska odhadu energetické bilance neposkytne úplně kompletní výpověď. Vztah k energetické bilanci z běžně stanovovaných složek mají tuk, citrát a ketolátky, nicméně obsah tuku se obtížně interpretuje a jeho obsah, stejně jako obsah citrátu, je v mléce velmi variabilní. Ketolátky lze využít spíše pro diagnostiku ketóz, včetně subklinických forem (Denis-Robichaud a kol., 2014). Pro predikci energetické bilance by mohly

být přínosné změny ve složení mléčného tuku, zejména co se týče obsahu mastných kyselin. Dnes lze mastné kyseliny stanovovat pomocí rutinní metody infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR), která se standardně používá ke stanovování parametrů pro kontrolu užitkovosti (Soyeurt a kol., 2011). Obvykle se touto metodou stanovují obsahově významné jednotlivé mastné kyseliny, zejména kyselina myristová (**C14:0**), kyselina palmitová (**C16:0**), stearová (**C18:0**) a oktadecenová (**C18:1**), přičemž 95 % C18:1 tvoří *cis-9* izomer, tedy kyselina olejová. Dále se stanovují skupiny mastných kyselin (1) podle délky uhlíkového řetězce – mastné kyseliny s krátkým (**SCFA**, C4 – C10), se středně dlouhým (**MCFA**, C12 – C16) a s dlouhým řetězcem (**LCFA**, C18 a delší), a (2) podle stupně nasycení – nasycené (**SFA**), mononenasyčené (**MUFA**) a polynenasycené (**PUFA**).

Vysokoprodukční dojnice v negativní energetické bilanci (**NEB**), která se běžně objevuje na počátku laktace, mobilizují své tkáňové rezervy tuku (**lipomobilizace**) a tím také ovlivňují složení tuku mléka. Při vyrovnané energetické bilanci se mastné kyseliny mléčného tuku v délce do 14 uhlíků a část C16:0 tvoří *de novo* syntézou přímo v mléčné žláze. LCFA a část C16:0 pochází především z krmiva, případně z tukových rezerv. Další mastné kyseliny vznikají také pomocí bakteriální mikroflóry (Chilliard a kol., 2000). Tuková tkáň obsahuje zejména kyseliny palmitovou, stearovou a olejovou (Smith a kol., 2006). Při lipomobilizaci rostou koncentrace těchto mastných kyselin v krvi, jakožto neesterifikovaných (volných) mastných kyselin (**NEFA**). Koncentrace NEFA v krevním séru vyšší než 0,6 mmol/l je považována za hraniční pro diagnostiku NEB a významně zvyšuje riziko dalších metabolických poruch, které s NEB souvisí (Van Saun, 2016).

Cílem práce bylo zjistit vztahy mezi sérovými NEFA a obsahem mastných kyselin mléčného tuku. Na základě těsnosti vztahů NEFA a mastných kyselin mléčného tuku lze stavět možnosti predikce NEB. Přesný a jednoduchý odhad NEB by umožnil managementu stáda včas řešit samotnou NEB a také rychle a cíleně nasadit preventivní opatření, díky nimž je možné předcházet zdravotním problémům souvisejícím s NEB.

Materiál a metodika

Hodnocení vztahů mezi mastnými kyselinami v mléce a sérovými NEFA bylo provedeno v účelovém hospodářství VÚŽV, kde jsou ve stejných podmínkách chovány dojnice holštýnského (**H**) a českého strakatého (**C**) plemene. Pokus probíhal v letech 2016 a 2017 a celkem bylo do experimentu zařazeno 66 krav (24 C a 42 H) v období od porodu do 8 týdnů laktace. V době experimentu byla průměrná užitkovost za 305 denní laktaci 7908 kg (C) a 9894 kg (H). Pro vyhodnocení energetického profilu byly odebírány krevní vzorky a stanoveny NEFA, kdy koncentrace NEFA > 0,6 mmol/l byla považována za hraniční pro diagnostiku NEB a s ní sou-

visejících problémů (Van Saun, 2016). Odběry krevních vzorků probíhaly v termínech 1 – 4 dny po porodu (odběr 0), pak cca 7. den po porodu (± 2 dny) (odběr 1) a dále každý týden až do konce experimentu (odběr 2 až odběr 8). Biochemická analýza krevních vzorků probíhala na KVD ČZU v Praze za využití automatického analyzátoru Erba XL 200 a komerčních kitů. Vzorky mléka byly odebírány z odpoledního dojení ve stejných termínech jako krev (± 1 den). Ze vzorků byly stanoveny obsahy tuku, proteinu, laktózy, LCFA, MCFA, SCFA, C16:0, C18:0, C18:1, MUFA a PUFA. Analýzy byly provedeny pomocí MilkoScan metodou FTIR na pracovišti ČMSCH v Buštěhradě. Metodou FTIR 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] * 100/mléčný tuk [%]. Data byla statisticky vyhodnocena v programu SAS. Dojnice byly rozděleny do tří skupin podle hodnot sérových NEFA v prvních 14 dnech po porodu (odběr 0, odběr 1 a odběr 2), kdy:

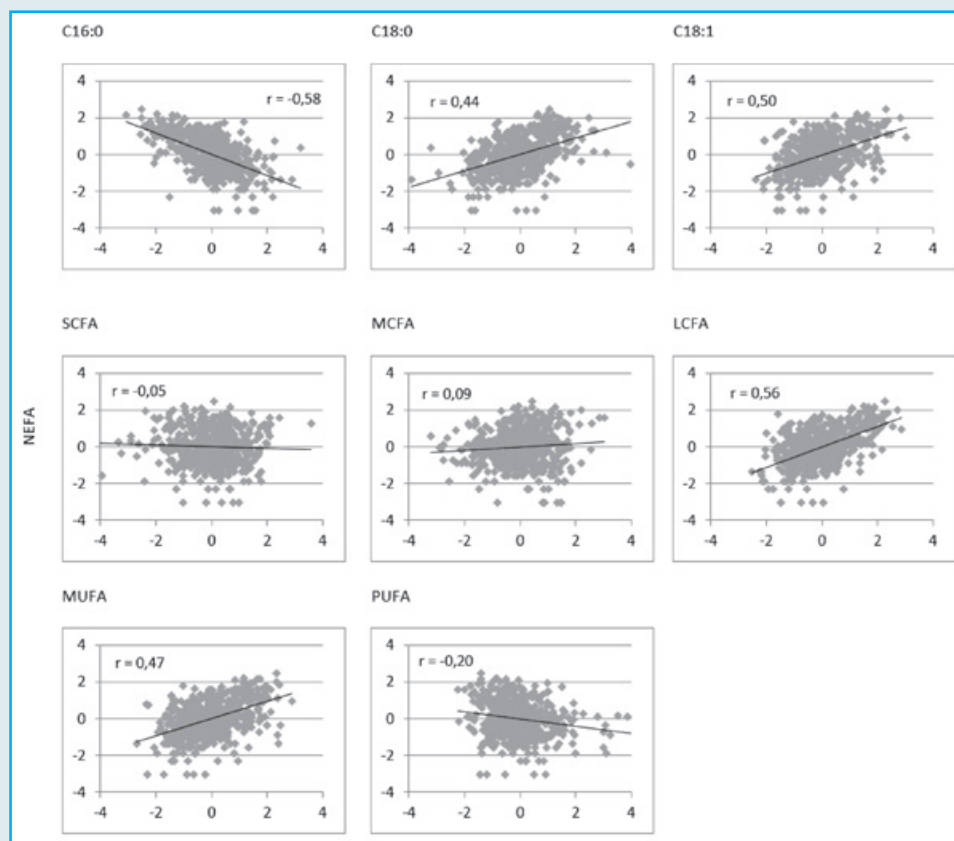
- **NEB0** – koncentrace NEFA v odběrech 0, 1 a 2 jsou nižší než 0,6 mmol/l, zvířata bez NEB (n = 17, z toho 10 C a 7 H)
- **NEB1** – 1x v tomto období byla koncentrace NEFA > 0,6 mmol/l, zvířata s NEB (n = 28, z toho 7 C a 21 H)
- **NEB2** – minimálně 2x v tomto období byla koncentrace NEFA > 0,6 mmol/l, zvířata s hlubší NEB, s delší adaptací a s potenciálně vyšším rizikem onemocnění spjatých s NEB oproti skupině NEB1 (n = 21, z toho 7 C a 14 H)

Byly vypočteny Pearsonovy korelační koeficienty mezi NEFA (s ohledem na odchylky od normálního rozdělení byly hodnoty NEFA podrobeny logaritmické transformaci) a mastnými kyselinami mléčného tuku. Celkem bylo použito 490 vzorků krve a mléka, v rámci jednotlivých skupin pak ve skupině NEB0 n=128, NEB1 n=206 a ve skupině NEB2 n=156 vzorků. Rovněž byly vypočteny odhady (LSM) sledovaných parametrů v mléce dojnic a zjišťována statistická významnost rozdílů mezi skupinami.

Výsledky a diskuze

V grafu 1 jsou znázorněny vztahy mastných kyselin mléčného tuku se sérovými NEFA u všech dojnic bez ohledu na rozdělení do skupin dle NEB. Středně těsné vztahy byly pozorovány u LCFA (r = 0,56), MUFA (r = 0,47), C16:0 (r = -0,58), C18:0 (r = 0,44) a C18:1 (r = 0,50), u ostatních parametrů byly korelační koeficienty nízké. Dále byly zjišťovány také vztahy mezi NEFA a nejsilněji korelovanými mastnými kyselinami mléčného tuku u jednotlivých skupin dojnic vytvořených podle NEB na základě koncentrací NEFA. Cílem bylo zjistit, zda při hlubší NEB (četnější výskyt nadlimitních koncentrací NEFA v prvních 14 dnech po porodu) budou tyto vztahy těsnější. Z grafu č. 2 je patrné, že parametry

Graf 1 Bodový graf ($n=490$) standardizovaných hodnot obsahu mastných kyselin mléčného tuku (horizontální osa) a sérových koncentrací neesterifikovaných mastných kyselin (NEFA) (vertikální osa) s uvedením regresních přímek a korelačních koeficientů



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

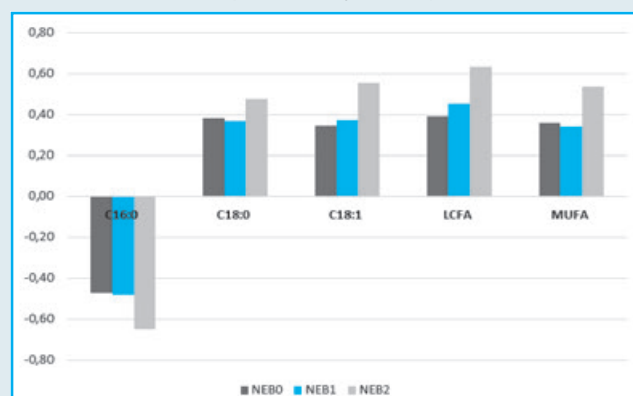
ve skupinách NEB0 a NEB1 korelovaly slabě až středně silně, zatímco ve skupině NEB2 byly již vztahy těsnější a u C16:0 a LCFA jsou hodnoty $r = -0,65$ a $r = 0,63$, což značí těsný vztah. U všech stanovovaných parametrů v mléce byly vypočteny LSM ve skupinách krav podle NEB, které je znázorněno v tab. 1. Rozdíly byly statisticky signifikantní mezi skupinou NEB0 a NEB2 a to u stejných parametrů, které korelovaly s NEFA, tj. C16:0, C18:0, C18:1, LCFA a MUFA. Výsledky podobných studií jsou nejednoznačné. Vztahy mezi NEFA a kyselinou olejovou byly zjištěny jak málo těsné (Jorjong a kol., 2014), tak i velmi těsné (Gross a kol., 2011; Mäntysaari a kol., 2019). Těsné vztahy byly pozorovány mezi NEFA a LCFA, MUFA a všemi izomery oktadecenové kyseliny (C18:1), kdy bylo použito, stejně jako v našem případě, mléko z odpoledního dojení (Mäntysaari a kol., 2019). Výsledky naší studie patří ve výše uvedeném srovnání k těm, které potvrzují existenci významných vztahů obsahu vybraných mastných kyselin v mléce a sérové koncentrace NEFA. Stalo se tak i přes to, že byly do hodnocení zahrnuty dojnice holštýnského i českého strakatého skotu, tedy z hlediska užitkového typu odlišná plemena. Naše dosavadní výsledky a podobně i výsledky zahraničních autorů (Barth a kol., 2011; Urdl a kol., 2015) ukazují, že charakter a dynamika změn NEFA dojnice

obou užitkových typů jsou obdobné. Nízký počet dojníc českého strakatého plemene v hodnoceném souboru neumožňoval podrobnější analýzu a bude proto nezbytné se problému věnovat v navazujícím výzkumu.

V tukové tkáni dominují zejména C16:0, C18:0 a C18:1 cis-9. Při lipomobilizaci, která se spouští při NEB, rostou jejich koncentrace v krevním oběhu. Takto uvolněné LCFA, zejména kyselina olejová, jsou do velké míry přenášeny z krve do mléčné žlázy a jsou inkorporovány do mléčného tuku (Tyburczy a kol., 2008). Bylo prokázáno, že LCFA pocházející z krve a zabudované do mléčného tuku inhibují *de novo* syntézu SCFA a MCFA (C6:0 až C16:0), jelikož snižují aktivitu acetyl-CoA-karboxylázy, která je primárním regulačním krokem syntézy mastných kyselin (Palmquist a kol., 1993; Stoop a kol., 2009). Syntéza kyseliny má-

selné (C4:0) však není inhibována vůbec, jelikož tato se tvoří dvěma cestami nezávislými na acetyl-CoA-karboxyláze (Palmquist a kol., 1993). Velký vliv na zabudování konkrétních mastných kyselin do mléčného tuku má také struktura nově utvářených triacylglycerolů v mléce, které zodpovídají, mimo jiné, za viskozitu mléka. Dojnice

Graf 2 Pearsonovy korelační koeficienty vybraných mastných kyselin mléčného tuku se sérovými koncentracemi neesterifikovaných mastných kyselin (NEFA) v jednotlivých skupinách dojníc dle úrovně NEFA v krvi v prvních 2 týdnech po otelení



LCFA = mastné kyseliny s dlouhým řetězcem; MUFA = mononenasyčené mastné kyseliny, NEB = negativní energetická bilance

Tab. 1 Odhady (LSM±SE) sledovaných parametrů mléka ve skupinách dojnic dle neesterifikovaných mastných kyselin (NEFA) v krvi v prvních 2 týdnech po otelení

Parametr (LSM±SE)	NEB0	NEB1	NEB2
protein (%)	3,21±0,05	3,17±0,05	3,11±0,05
tuk (%)	5,07±0,21	5,08±0,19	5,41±0,20
laktóza (%)	5,08±0,03	5,05±0,03	4,99±0,03
C16:0 (g/100 g tuku)*	32,13±0,47 ^a	31,09±0,44	30,21±0,45 ^b
C18:0 (g/100 g tuku)*	13,82±0,23 ^a	14,27±0,22	14,55±0,22 ^b
C18:1 (g/100 g tuku)*	27,47±0,56 ^a	28,50±0,51	30,01±0,53 ^b
SCFA (g/100 g tuku)	10,14±0,23	9,84±0,21	9,75±0,22
MCFA (g/100 g tuku)	40,01±0,97	39,40±0,88	39,23±0,91
LCFA (g/100 g tuku)*	37,08±0,79 ^a	38,39±0,73	40,56±0,75 ^b
MUFA (g/100 g tuku)*	30,63±0,54 ^a	31,62±0,49	33,07±0,51 ^b
PUFA (g/100 g tuku)	6,48±0,20	6,62±0,19	6,53±0,20

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; NEB = negativní energetická bilance, * signifikantní rozdíly mezi skupinami jsou popsány písmeny a, b (P<0,05)

totiž selektivně včleňují mastné kyseliny tak, aby udržely optimální tekutost mléka. Pokud při NEB roste obsah mastných kyselin o vysokých teplotách tání (C16:0, C18:0), pak dochází ke stimulaci obsazování pozic glycerolu mastnými kyselinami o nízkých teplotách tání (C4:0 a C18:1 cis-9) a tvoří se triacylglyceroly s teplotou tání ideální pro udržení tekutosti mléka (Loften a kol., 2014).

V případě kyseliny palmitové nebyla korelace v ostatních studiích významná (Gross a kol., 2011; Mäntysaari a kol., 2019), zatímco v našem případě byl pozorován těsný vztah. Kvantifikovat C16:0 je velmi komplikované, protože část C16:0 přechází z tukových rezerv a část se tvoří také *de novo*. Při NEB je však *de novo* syntéza inhibována, jak je vysvětleno výše, a zároveň při nadbytku energie v suchostojném období se snižuje oxidace palmitátu, proto se C16:0 při překrmování v období stání na sucho poté kumuluje v játrech (Litherland a kol., 2011) a tudíž se do mléka vůbec nezabudovává. Právě překrmění v období stání na sucho může být příčinou rozdílných výsledků jednotlivých studií a při správném managementu suchostojného období se zastoupení C16:0 v mléce při NEB nemusí významně změnit.

Závěr

Na základě těchto zjištění se lze domnívat, že u dojnic s četnějšími výskyty nadlimitních sérových hodnot NEFA v prvních dvou týdnech laktace, by mohly některé mastné kyseliny mléčného tuku hrát významnou roli v predikci rizik spojených s NEB. Mezi nejtěsněji korelované mastné kyseliny či skupiny kyselin v naší práci patřily C16:0, C18:0, C18:1, LCFA a MUFA, ovšem u kyseliny palmitové je potřeba počítat s komplikovaným metabolismem, což může významně ovlivňovat proměnlivost

vztahu k NEFA. Další výzkum by měl cílit na ověření vztahů mezi NEB a mastnými kyselinami mléčného tuku v dalších chovech a soustředit se na možnosti predikce NEB. Predikce rizik spojených s NEB by se pak mohla stát součástí rutinního výstupu kontroly užitkovosti, případně by bylo možné směřovat specifické odběry mléka do období, kdy jsou změny ve složení mastných kyselin nejvýznamnější pro odhad NEB.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci řešení projektu NAZV QK1910242.

Literatura

- BARTH K., AULRICH K., HAUPE H. C., MÜLLER U., SCHAUB D., SCHULZ F. (2011): Metabolic status in early lactating dairy cows of two breeds kept under conditions of organic farming – a case study. *Landbauforschung*, 61, s. 307-316.
- DENIS-ROBICHAUD J., DUBUC J., LEFEBVRE D., DESCÔTEAUX L. (2014): Accuracy of milk ketone bodies from flow-injection analysis for the diagnosis of hyperketonemia in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 97, s. 3364-3370
- GROSS J., VAN DORLAND H. A., BRUKMAIER R. M., SCHWARZ F. J. (2011): Milk fatty acid profile related to energy balance in dairy cows. *J. Dairy Res.*, 78, s. 479-488.
- CHILLIARD Y., FERLAY A., MANSBRIDGE R. M., DOREAU M. (2000): Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zootech.*, 47, s. 181-205.
- JORJONG S., VAN KNEGSEL A. T. M., VERWAAREN J., VAL LAHOZ M., BRUCKMAIER R. M., DE BAAS B., KEMP B., FIEVEZ V. (2014): Milk fatty acids as possible biomarkers to early diagnose elevated concentrations of blood plasma nonesterified fatty acids in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 97, s. 7054-7064.
- 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.
- MÄNTYSAARI P., MÄNTYSAARI E. A., KOKKONEN T., MEHTIÖ T., KAJAVA S., GRELA 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.
- PALMQUIST D. L., BEAULIEU A. D., BARBANO D. M. (1993): Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.*, 76, s. 1753-1771.
- SMITH S. B., LUNT D. K., CHUNG K. Y., CHOI C. B., TUME R. K., ZEM-BAYASHI M. (2006): Adiposity, fatty acid composition, and delta-9 desaturase activity during growth in beef cattle. *Anim. Sci. J.*, 77, s. 478-486.
- SOYEURT H., DEHARENG F., GENGLER N., MCPARLAND S., WALL E. P. B. D., BERRY D. P., COFFEY M., DARDENNE P. (2011): Mid-infrared prediction of bovine milk fatty acids across multiple breeds, production systems, and countries. *J. Dairy Sci.*, 94, s. 1657-1667.
- 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, s. 1469-1478.
- TYBURCZY C., LOCK A. L., DWYER D. A., DESTAILLATS F., MOULOUNGUI Z., CANDY L., BAUMAN D. E. (2008): Uptake and utilization of trans octadecenoic acids in lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 91, s. 3850-3861.
- URDL M., GRUBER L., OBRITZHAUSER W., SCHAUER A. (2015): Metabolic parameters and their relationship to energy balance in multiparous Simmental, Brown Swiss and Holstein cows in the periparturient period as influenced by energy supply pre- and post-calving. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 99, s. 174-189.

VAN SAUN R. J. (2016): Indicators of dairy cow transition risks: metabolic profiling revisited. *Tierarztl. Prax. Ausg. G.*, 44, s. 118-126

Korespondující autor: Ing. Magdaléna Štolcová

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.

Přátelství 815, Praha – Uhřetěves, 104 00

e-mail: stolcova.magdalena@vuzv.cz

Přijato do tisku: 1. 5. 2020

Lektorováno: 14. 5. 2020

POROVNÁNÍ FERMENTAČNÍHO POTENCIÁLU SLADKÝCH A KYSELÝCH SYROVÁTEK

**Jitka Peroutková, Alexandra Šalaková, Markéta Borková,
Ladislav Bár, Vladimír Dráb, Martina Švejcárová,
Jan Drbohlav, Ondřej Elich**

Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o.

The comparison of fermentation potential of sweet and acid whey

Abstrakt

Prezentovaná práce je součástí projektu využití syrovátky pro přípravu hydrogelů aplikovatelných v zemědělství k vázání a zadržování vody a jejímu postupnému uvolňování pro růst rostlin. Jedna z možností přípravy hydrogelů je polykondenzace kyseliny mléčné na hydrogel. Kyselinu mléčnou je možné získat fermentací syrovátky, jako vedlejší produkt z výroby sýrů (sladká syrovátka), nebo z výroby tvarohů (kyselá syrovátka). Cílem této práce bylo stanovit fermentační potenciál vybraných syrovátek, které přicházejí pro daný účel v českém mlékárenském průmyslu v úvahu, prostřednictvím různých kmenů bakterií mléčného kvašení, které by poskytovaly efektivní produkci kyseliny mléčné. Jako fermentační média byla vybrána sladká syrovátka z výroby eidamu, sladká syrovátka z výroby eidamu zahuštěná reverzní osmózou, kyselá syrovátka z výroby tvarohu a kyselá syrovátka z výroby termotvarohu zahuštěná reverzní osmózou. Pro fermentaci bylo vybráno sedm kmenů ze Sbírký mlékařských mikroorganismů Laktoflora® s dříve popsanou vysokou schopností produkce kyseliny mléčné. Kultivace ve vybraných médiích probíhala za optimálních podmínek pro každý kmen, byla stanovena aktivní a titrační kyselost v závislosti na čase a na konci fermentace počet KTJ/ml. Na základě těchto parametrů byly stanoveny nejvhodnější kmeny, konkrétně *Lactobacillus helveticus* CCDM 121 a CCDM 98 a *Lactobacillus rhamnosus* VT1, které budou využity v projektu pro výrobu kyseliny mléčné a následně pro její polykondenzaci na cílové hydrogely.

Klíčová slova: sladká syrovátka, kyselá syrovátka, zahuštěná syrovátka, bakterie mléčného kvašení, hydrogel

Abstract

The presented work is a part of the project of using whey for the preparation of hydrogels usable in agriculture for water binding and its retention and gradual release for plant growth. One of the possibilities for the preparation of hydrogels is the polycondensation of lactic acid. Lactic acid can be obtained by fermentation of whey, as a by-product from cheese production (sweet whey) or from the production of fresh curd cheese (acid whey). The aim of this work was to determine the fermentation potential of four selected whey from the Czech dairy industry, which are suitable for this purpose by various strains of lactic acid bacteria, which would ensure efficient production of lactic acid. Sweet whey from Edam production, sweet whey from Edam production concentrated by reverse osmosis, acid whey from curd production and acid whey from thermo-quark production concentrated by reverse osmosis were selected as the fermentation substrates. Seven strains with the previously described high ability to produce lactic acid were selected for fermentation from the Collection of Dairy Microorganisms Laktoflora®. Cultivation in whey substrates was performed out under optimal conditions for each strain. The active and titratable acidity were determined in dependence on time and also the count of CFU/ml was determined at the end of the fermentation. Based on these parameters, the most suitable strains *Lactobacillus helveticus* CCDM 121, CCDM 98 and *Lactobacillus rhamnosus* VT1 will be used in the project for the production of lactic acid and subsequently for its polycondensation to hydrogels.

Key words: sweet whey, acid whey, concentrated whey, lactic acid bacteria, hydrogel

Úvod

V poslední době byly zaznamenány negativní změny fyzikálního stavu půdy, které se zákonitě projeví také ve schopnosti půdy odolávat zemědělskému suchu. Půdy ztrácejí potenciál vodu infiltrovat a zadržet, což jsou primární faktory, které zvyšují možnosti přežití plodin při dlouhodobém bezsrážkovém období. Pro půdy ve srážkově deficitní oblasti, či bez možnosti doplnění z podzemních zdrojů je tento faktor limitující (Khel, 2018).

Proto jsou hledány cesty, jak půdě, respektive pěstovaným rostlinám pomoci s udržením vláhy. Jednou z cest je aplikace hydrogelů, které mají schopnost vodu zadržet a následně ji uvolnit (Abobatta, 2018). Současně s tímto uvolněním vody z hydrogelů lze ladit i schopnost současného uvolňování některých potřebných živin.

Hydrogely můžeme definovat jako ve vodě nerozpustné, zesíťované trojrozměrné polymerní řetězce obsahu-