

PLUTA-KUBICA, A., ČERNÍKOVÁ, M., DIMITRELI, G., NEBESÁŘOVÁ, J., EXARHOPOULOS, S., THOMAREIS, A.S. a kol. (2021): Influence of the melt holding time on fat droplet size and the viscoelastic properties of model spreadable processed cheese with different compositions. *International Dairy Journal*, 113, 104880.

RAHMAN, M.S. (2007): Food preservation: Overview. In: RAHMAN, M.S., Ed. *Handbook of food preservation*, 2nd Edition. Boca Raton, CRC Press, s. 3–17. ISBN 978-1-57444-606-7.

TULACH, P., FOLTIN, P. (2019): Research methods in humanitarian logistic – current approaches and future trends. In: DUJAK, D., Ed. *Business logistics in modern management. Proceedings of the 19th international scientific conference*. Osijek, Faculty of Economics Osijek.

WANG, W.Z., CHEN, H.M., KE, D.M., CHEN, W.X., ZHONG, Q.P., CHEN, W.J., YUN, Y.H. (2020): Effect of sterilization and storage on volatile compounds, sensory properties and physicochemical properties of coconut milk. *Microchemical Journal*, 153, 104532.

Korespondující autor: doc. Ing. Zuzana Lazárková, Ph.D.
Ústav technologie potravin, Fakulta technologická,
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Vavrečkova 5669, 760 01 Zlín
e-mail: lazarkova@utb.cz

Přijato do tisku: 6. 3. 2024

Lektorováno: 15. 3. 2024

TITRAČNÍ KYSELOST MLÉKA PO DELŠÍ DOBĚ OPĚT PŘEDMĚTEM ZVÝŠENÉHO ZÁJMU V MLÉKAŘSTVÍ

**Hana Nejeschlebová¹, Oto Hanuš¹, Murat Su²,
Martina Tišnovská³, Petr Tichovský⁴, Jaroslav Kopecký¹,
Radoslava Jedelská¹, Jitka Čejková²**

¹ Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Praha, pracoviště Šumperk

² Bentley Czech s.r.o., Prostějov

³ Českomoravská společnost chovatelů a.s., Hradištko, Laboratoř rozborů mléka, Brno-Tuřany

⁴ Moravia Lacto a. s., Jihlava

The titration acidity of milk an object of higher interest in the dairy industry again after longer period

Abstrakt

Cílem této práce bylo posoudit vztahy mezi titrační kyselostí mléka (TKM) a vybranými mléčnými ukazateli v průběhu celého kalendářního roku v aktuálních podmínkách českého mlékařství. V průběhu období jednoho roku byly za tímto účelem odebírány bazénové vzorky mléka ($n = 214$, cca 19 vzorků za měsíc) v chovech holštýnského (62 %) a červenostrakatého skotu (38 %) v oblastech střední a severní Moravy a východních Čech. U všech vzorků bylo po odběru provedeno stanovení TKM, aktivní kyselosti (pH), složení mléka (obsah tuku

(T), hrubých bílkovin (HB), kaseinu (K), monohydrátu laktózy (L), tukuprosté sušiny (TPS), volných mastných kyselin (VMK), močoviny (M)), počtu somatických buněk (PSB), bodu mrznutí (BMM), elektrické konduktivity (VOD) a celkového počtu mikroorganismů (CPM). Střední měsíční hodnota TKM se během sledovaného období dynamicky měnila. Nejnižší střední hodnoty TKM byly zaznamenány v červenci (6,42 °SH) a nejvyšší potom v prosinci (7,94 °SH). Sezónní průběh středních hodnot TKM přibližně kopíroval sezónní průběh středních hodnot obsahu HB, což bylo podpořeno významnou pozitivní korelací TKM a HB ($r = 0,611$; $P < 0,001$) a také TKM a K ($r = 0,547$; $P < 0,001$). TKM významně koreloval rovněž s T ($r = 0,345$; $P < 0,001$), TPS ($r = 0,530$; $P < 0,01$), VMK ($r = -0,161$; $P < 0,05$), BMM ($r = -0,380$; $P < 0,01$), VOD ($r = -0,147$; $P < 0,05$) a CPM ($r = 0,161$; $P < 0,05$). Naopak PSB, log PSB, log CPM, pH, L a M s TKM nekorelovaly ($P > 0,05$). Výsledky ukázaly, že celková TKM je v podmínkách českých chovů tvořena zejména primární kyselostí, tedy vlivem bílkovin. V souvislosti s extrémními letními teplotami lze do budoucna dále předpokládat občasné výkyvy v hodnotách TKM způsobené poklesem obsahu bílkovin v mléce v důsledku tepelného stresu dojníc.

Klíčová slova: bazénový vzorek, syrové kravské mléko, titrační kyselost mléka, tuk, bílkoviny, laktóza, počet somatických buněk

Abstract

This paper aimed to assess the relationships between titratable acidity of milk (TAM) and selected milk indicators in the current conditions of Czech dairy farming during one calendar year. Bulk tank milk samples ($n = 214$, approx. 19 samples per month) were collected over a period of one year in Holstein (62%) and Czech Fleckvieh cattle (38%) farms in the regions of central and northern Moravia and eastern Bohemia. For all samples, determination of TAM, active acidity (pH), milk composition (content of fat (F), crude protein (CP), casein (C), lactose monohydrate (L), solids-non-fat (SNF), free fatty acids (FFA), urea (U)), somatic cell count (SCC), freezing point depression (FPD), electrical conductivity (EC) and total flora (TF) was carried out. The mean monthly TAM was changing dynamically during the monitored period. The lowest mean TAM was observed in July (6.42 °SH) and the highest one in December (7.94 °SH). The seasonal course of mean TAM approximately mirrored the seasonal course of mean CP values. This was supported by a significant positive correlation of TAM and CP ($r = 0.611$; $P < 0.01$) as well as TAM and C ($r = 0.547$; $P < 0.001$). TAM was also significantly correlated to F ($r = 0.345$; $P < 0.001$), SNF ($r = 0.530$; $P < 0.001$), FFA ($r = -0.161$; $P < 0.05$), FPD ($r = -0.380$; $P < 0.001$), EC ($r = -0.147$; $P < 0.05$) and TF ($r = 0.161$; $P < 0.05$). The results showed that the total TAM in the conditions of Czech farms is formed mainly by primary acidity, i.e.

by the influence of proteins. In connection with extreme summer temperatures, occasional fluctuations in TAM values caused by a decrease in the protein content of milk due to heat stress of dairy cows can be expected in the future.

Keywords: bulk tank sample, raw cow milk, milk titratable acidity, fat, protein, lactose, somatic cell count

Úvod

Titrační kyselost mléka (TKM) je významná kvalitativní a technologická vlastnost, má složku původní (primární) a získanou (sekundární). TKM je také jednou z nejdéle sledovaných vlastností mléka, stanovuje se titračně-neutralizačním postupem podle normy ČSN 57 0530 a ve střední Evropě se vyjadřuje ve stupních Soxhlet-Henkela ($^{\circ}\text{SH}$, titrace roztokem NaOH v ml $0,25 \text{ mol} \times 100 \text{ ml}^{-1}$ (v $\text{ml} \times 2,5 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$)). TKM je definována složením a ovlivnitelná řadou faktorů, jako jsou zdravotní stav krav a jejich výživa a krmění (primární), chovatelské faktory jako plemeno, pořadí a stádium laktace (primární), hygiena dojení a teplota uskladnění mléka (sekundární, vznik organických kyselin rozkladem laktózy), zvodnění mléka a nežádoucí příměsi dezinfekčních prostředků (sekundární), a tak dále. Nativní TKM je tvořena ze 2/5 kaseinem (Pijanowski, 1977; Kratochvíl, 1984; Mariani a Bonatti, 1988), ze 2/5 minerálními látkami a stopami organických kyselin a z 1/5 sekundární reakcí připadající na fosfáty v průběhu titrace roztokem alkálie. I další, s TKM související, mléčné ukazatele lze kvalitativně a kvantitativně přiblížit s ohledem na jejich podstatu: - bod mrznutí mléka (BMM) může být změněn o $0,005 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (zvýšen, zhoršen) přidávkem 1 % vody; - BMM tvoří z asi 54 % laktóza, asi 30 % minerální soli, asi 4 % citráty, ostatní % do 100 připadá na zbytek složení mléka; - pH mléka kolísá jen mírně, často bez vazby na změnu TKM; - elektrická vodivost mléka roste s podílem organických kyselin sekundární TKM.

Je známo, že mikroflóra mléčných stájí se v čase, podle používané technologie chovu a dojení krav a následných evolučně-genetických posunů, pozměňuje ve smyslu druhového nebo kmenového zastoupení a tím mění sumárně i své vlastnosti, dané především metabolickou aktivitou. Mnohdy může ubývat poměr acidogenní mikroflóry ve prospěch lipolytické nebo proteolytické v důsledku použité technologie a hygieny dojení, přičemž také mikrobiální zátěž nadojeného mléka byla v posledních dvaceti letech silně redukována. Proto, čas od času, dává v mlékařství smysl kvantifikovat, podle času a teploty, změny, které je původní mikroflóra schopna vyvolat v dynamice TKM, jako základního, technologického, mlékařského ukazatele.

TKM je jedním z nejstarších (vedle příměsí mechanických nečistot a obsahu tuku), analyticky sledovaných ukazatelů kvality mléka. V posledním období byla značná pozornost tomuto ukazateli u nás, z hlediska určení standardní kvality bazénového mléka, věnována v 70. a 80.

letech minulého století. Toto období také často vykazovalo problémy (příliš vysoké nebo nízké hodnoty) v TKM u mléčné suroviny. O tom svědčí četnost odborných prací věnovaných této problematice (Thieme et al., 1983a, b; Varvažovský et al., 1985; Famigli-Bergamini, 1987; Hanuš a Pittnerová, 1987; Pen et al., 1994; Pen, 1995). Uvedené problémy se částečně řešily ještě počátkem let devadesátých, pak se objevovaly již jen sporadicky, což vedlo k útlumu plošného sledování TKM syrového mléka. Ta byla z hlediska variability upravena příslušnou normou, která však má dnes jen informativní charakter profesního doporučení. Průběžně vzrůstala výrazně kvalita výživy dojníc, hygieny dojení a způsobu jejich ustájení, což obecně vedlo k eliminaci výskytu tohoto problému v ČR. Nicméně, v podmínkách mlékáren, jako technologický znak suroviny i meziproduktů a výrobků, je TKM stále sledována pravidelně, prakticky na denní bázi.

V 21. století se jistě problémy s kvalitou suroviny s ohledem na TKM, dle našich zkušeností v ČR, řešily jen v roce 2012. Proto poněkud překvapuje vznik určitých hromadných problémů nově v srpnu 2023. Toto léto se vyznačovalo v některých periodách dlouhodobějšími tropickými vedry nad $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ během dne a nad $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ v noci, které, v podobě teplotního stresu, mohly vést k metabolickým problémům dojníc (Morava a východní Čechy). Stejně tak působily energetické ztráty z výživy vynaložené na fyziologické ochlazování zvířat i určitá možná ztráta živinové, zejména energetické, kvality podávaných směsných krmných dávek, teplem prostředí v daném období. Souběžně logicky zaznamenaný větší pokles obsahu bílkovin (na 3 až 3,35 % z běžných 3,4 % v létě), než v předchozích rocích, mohly být podstatou tohoto problému snížené TKM pod $6,2 \text{ }^{\circ}\text{SH}$ ve většině případů. Přesto byly v některých případech uvedeny i hodnoty bazénového mléka kolem $5,4 \text{ }^{\circ}\text{SH}$ při bodu mrznutí mléka $-0,488 \text{ }^{\circ}\text{C}$, kde se ovšem nabízí, jako logické zdůvodnění, zvodnění. V některých případech však kolísaly hodnoty TKM kolem $6,2 \text{ }^{\circ}\text{SH}$ i při obsahu bílkovin v dané době poměrně vysokém, 3,61 %. Polyfaktoriální vlastnost, TKM, je ovlivněna, jak známo, mnoha vlivy. Proto průběžné vysvětlování nemohlo být vždy jednoznačné. Toto letní kolísání 2023 vzbudilo opět, po delší době, značnou pozornost pro faktory TKM v ČR. Dlužno opakovaně podotknout, že podobně výrazné letní snížení obsahu bílkovin a potažmo i TKM, dříve obvyklé, se v uvedené svozné oblasti nevyskytlo již celou řadu let (cca 10). Nejen tedy výzkumné zadání projektu, ale i tato aktuální situace v praktickém mlékařství je důvodem vzniku této studie, jako reakce zaměřené na dílčí vysvětlení uvedeného fenoménu.

V zahraničí, tedy mimo Evropu a Severní Ameriku, Austrálii a Nový Zéland, především v zemích, které intenzivně v posledním období budují mlékařský systém pro zlepšení své potravinové soběstačnosti, jako jsou např. Argentina, Brazílie, Čína, Chile, Indie, Írán, Kazachstán, Kolumbie, Mexiko, Paraguay, Ruská fede-

race, Turecko nebo Ukrajina atp., je však problematika TKM věnována i dnes trvalá pozornost. O tom svědčí vyšší četnost vědeckých a odborných prací na dané téma z uvedených lokalit. V těchto zemích jsou budovány nové farmy s již moderní technologií, nicméně, mnohdy v těžších klimatických podmínkách, je obtížné udržet trvale kvalitní výživu pro danou mléčnou užitkovost. Navíc, poměrně často extrémní teploty zatěžují hygienu mlékařské technologie a také jsou zde obtížné transportní vzdálenosti při problematičtější infrastruktuře. To klade vysoké nároky na dopravu a chlazení suroviny, ale také čas. Ovšem, transportní problémy mohou vznikat i při dlouhých vzdálenostech a extrémně nízkých teplotách. Proto v těchto zemích lze pozorovat i trvalý zájem o rychlé, rutinní, nepřímé metody určení TKM, který v Evropě není dnes zřejmý z již uvedených důvodů.

Kravské mléko z více farem bylo odebíráno z bazénového syrového mléka po ranním dojení a vychlazení na teplotu 6 ± 1 °C. Transport vzorků probíhal v termoboxech při teplotě $6,5 \pm 1$ °C. Mléko bylo ihned po transportu do laboratoře homogenizováno a rozplněno do sterilních vzorkovnic o objemu 100 ml. Vzorkovnice byly poté uloženy do termostátů o testovaných teplotách 8, 11, 14, 17, 20 a 25 °C tak, že pro každý čas expozice (0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3 a 4 hodiny) byl sledován vždy samostatný vzorek mléka. Je zřejmé, že u všech bazénových vzorků nedocházelo k výrazným změnám TKM ani při vyšší testované teplotě 20 a 25 °C. Počáteční průměrná hodnota TKM byla 7,4 a poté došlo k jejímu poklesu a hodnoty se dále pohybovaly v rozpětí 6,7 až 7,04 °SH (Klimešová et al., 2022), což je v souladu s uváděnými standardními hodnotami pro °SH 6,2 až 7,8.

I dnes může, zejména v obtížnějších geografických a klimatologických podmínkách, být technickým problémem uchlazení velké objemy transportovaných potravinových surovin náchylných k mikrobiologickému rozkladu, jako je třeba mléko, ke zpracování, což může ohrožovat jejich kvalitu. Proto právě u syrového mléka bude kontrola jeho titrační kyselosti světově stále významnou kvalitativní kontrolní metodou. Celkem existuje velmi málo prací na rychlé rutinní určení hodnoty TKM nepřímou metodou (MIR-FT), v podstatě jen dvě

s MIR-FT a některé také s NIR-FT. Na experimentálním souboru bazénových vzorků mléka, od dvou plemen dojnic (Holštýn a České strakaté), během celého kalendářního roku, nativních (I, n = 207) a fermentačně modifikovaných (II, n = 414), bylo provedeno referenční stanovení TKM a souběžně stanovení infračervených spekter MIR-FT (Nejeschlebová et al., 2023). Z databáze po validaci byly derivovány dva predikční modely pro rutinní odhad hodnot TKM. Referenčně byla TKM: I $7,28 \pm 0,566$ °SH, při variabilitě 7,8 %, min. a max. 5,47 a 9,04 °SH; II $10,52 \pm 5,9$ °SH, při variabilitě 56,1 %, min. a max. 5,47 a 33,81 °SH. Směrodatné odchylky průměrů individuálních rozdílů (0 a 0) mezi odhadnutými (MIR-FT) a referenčními hodnotami TKM činily 0,313 a 1,03 °SH. Korelace mezi referenční a rutinní metodou TKM činily I 0,695 ($P < 0,001$) a II 0,91 ($P < 0,001$). Ve druhém případě to znamená, že 82,7 % z variability odhadnutých hodnot TKM (MIR-FT) bylo dáno variacemi v referenčních hodnotách TKM. Validace metody může při praktické aplikaci, v kontrole kvality mléka, přispět ke zvýšení kvality a bezpečnosti mléčného potravinového řetězce. Vhodnější je kalibrační model pro odhad TKM (MIR-FT) ve zhoršených transportních podmínkách (náročné klima, velké vzdálenosti slabší transportní infrastruktura) pro syrové mléko.

Cílem této práce bylo posoudit vztahy mezi titrační kyselostí mléka a ostatními mléčnými ukazateli v průběhu celého kalendářního roku v aktuálních podmínkách českého mlékařství a následně po současně zřídka, tedy částečně překvapivé, ale výrazné vlně letních problémů.

Materiál a metody

Příprava a měření vzorků

Byly opakovaně odebrány bazénové vzorky syrového kravského mléka (n = 214) z vazných, ale zejména volných (95 %) stájí (n = 36), v oblastech kolem Ústí nad Orlicí, Žamberka, Jeseníku, Šumperka, Olomouce a Přerova, tedy v podhorské a nížinné (Haná) oblasti. Vzorkování proběhlo v období od května 2021 do dubna 2022, čímž bylo pokryto období celého roku (Tab. 1). Soubor je tedy adjustován pro eliminaci vlivu ročního

Tab. 1 Základní charakteristiky mléčných ukazatelů a TKM v bazénových vzorcích mléka pro celý kalendářní rok a dvě dojená plemena v uvedené oblasti

Jednotka	°SH	mS × cm ⁻¹	–	10 ³ × ml ⁻¹	–	%	%	%	%	%	mg × l ⁻¹	-m°C	10 ³ KTJ × ml ⁻¹	–	mmol × 100 g ⁻¹
Parametr	TKM	VOD	pH	PSB	log PSB	T	HB	L	STP	KAS	MOC	BMM	CPM	log CPM	VMK
n	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207
x	7,28	4,46	6,75	204	2,2565	4,03	3,48	4,99	9,1	2,77	256	541	18	0,9348	0,7895
sd	0,566	0,165	0,059	103	0,2161	0,294	0,176	0,086	0,199	0,216	80	22	61	0,3398	0,2442
vx (%)	7,8	3,7	0,9	50,5		7,3	5,1	1,7	2,2	7,8	31,3	4,1	338,9		30,9
g				181									9		
min.	5,47	3,85	6,59	40	1,6021	3,45	3,02	4,62	8,22	2,21	55	573	5	0,699	0,258
max.	9,04	5,03	6,93	658	2,8182	5,15	3,84	5,22	9,45	3,2	464	96	599	2,7774	1,532

TKM titrační kyselost mléka – původní mléko (primární TKM); n počet případů; x aritmetický průměr; sd směrodatná odchylka; vx variační koeficient; g geometrický průměr; min. minimum; max. maximum; VOD vodivost; pH aktivní kyselost; PSB počet somatických buněk; T obsah tuku; HB obsah hrubých bílkovin; L koncentrace monohydrátu laktózy; STP obsah sušiny tukuprostě; KAS obsah kaseinu; MOC koncentrace močoviny; BMM bod mraznutí mléka – ekvivalent; CPM celkový počet mezofilních mikroorganismů; VMK obsah volných mastných kyselin v mléčném tuku.

období, kdy měsíčně bylo odebíráno cca 19 vzorků. Celkově tak soubor zahrnoval cca 5 000 dojníc s poměrně vyrovnaným zastoupením dojených plemen Holštýn (H; 62 %) a České strakaté (CF; 38 %) pro poměry v ČR. Vzorky byly přepraveny do laboratoře (VÚM Praha, pracoviště Šumperk) v chladových podmínkách ($\leq 6\text{ }^{\circ}\text{C}$) v termoboxu bez chemické konzervace pro stanovení TKM. Dále byly původní vzorky mléka, v systému oficiální kontroly kvality mléka, bez konzervace nebo konzervovány Heeschovým činidlem a bronopolem (0,03 %), podle účelu analýzy (bod mrznutí mléka, mikrobiologická vyšetření, složky mléka a počet somatických buněk) přepraveny v chladových podmínkách ($\leq 6\text{ }^{\circ}\text{C}$) do akreditované (ČSN EN ISO/IEC 17025) laboratoře rozborů mléka ČMSCH a.s. (LRM) Brno – Tuřany. Počet vzorků byl, podle získaných výsledků kvalifikovaným odhadem, redukován o možné extrémní hodnoty, a tak bylo v dalším postupu hodnoceno 207 vzorků původního mléka.

Analýzy a analytické postupy pro vzorky mléka

Titrační kyselost (SH) mléka (TKM) byla měřena prostřednictvím titrace 100 ml mléka (Soxhlet-Henkel) za použití alkalického roztoku NaOH 0,25 N v prostředí indikátoru (fenolftalein) podle normy ČSN 57 0530 (ve $^{\circ}\text{SH} = \text{ml} \times 2,5 \text{ mmol} \times \text{l}^{-1}$).

Vzorky mléka byly analyzovány na složkové ukazatele a některé vlastnosti (obsah tuku, hrubých bílkovin, monohydrátu laktózy, kaseinu, tukuprosté sušiny (TPS), močoviny, volných mastných kyselin (VMK), BMM) na relevantně kalibrovaných (v měsíčních intervalech) a kontrolovaných (proficiency testing) infraanalýzátorech mléka metodou MIR-FT (infračervená spektroskopie ve středové oblasti infračerveného záření za podmínek využití záznamu spektra Michelsonovým interferometrem a vyhodnocení výtěžnosti signálu prostřednictvím Fourierových transformací) podle operačního manuálu. Přitom byly využity přístroje CombiFoss FT+ MilkoScan 7 (Foss Electric, Hilleröd, Denmark). Kombinované rozšíření nejistoty výsledků měření činily: $\pm 2,77\%$ relativně pro T ($\pm 0,101$ pro původní jednotky (%)); $\pm 2,59\%$ relativně pro B ($\pm 0,085\%$ pův.); $\pm 9,3\%$ pro PSB $< 900 \text{ } 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$.

Počet somatických buněk (PSB) v mléce byl stanoven pomocí metody průtočné cytometrie (FC) na fluoro-opto-elektronických čítačích částic CombiFoss FT+ Fosomatic 7 (Foss Electric, Hilleröd, Denmark). Tyto byly pravidelně kalibrovány (ČSN EN ISO 13366–1 a ČSN EN ISO 13366–2) a kontrolovány (proficiency testing – testování analytické způsobilosti). Celkový počet mezofilních mikroorganismů (CPM) přímým počítáním bakteriálních buněk průtokovým cytometrem BactoScan FC (Foss Analytical A/S, Hilleröd, Dánsko) s následujícím přepočtem relevantní konverzní rovnicí na jednotky KTJ $\times \text{ml}^{-1}$ podle referenční kultivační metody dle ČSN EN ISO 4833-1 (2014).

Aktivní kyselost mléka (pH) byla měřena použitím pH-metru 1100L (VWR pHenomenal pH, Darmstad,

Germany), který byl pravidelně před každým měřením sady vzorků kalibrován na roztoky standardních pufrů (pH 4,0 a 7,0) při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Elektrická vodivost (VOD) mléka byla měřena za použití konduktometru Hanna (Rumunsko) při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Přístroj byl kalibrován příslušným solným roztokem (KCl; $10,2 \text{ mS} \times \text{cm}^{-1}$) pro měření každé sady vzorků mléka.

Rezidua inhibičních látek v mléce (RIL; $-/+$ nebo N/P) byla kontrolována pomocí mikrobiologického postupu (*Geobacillus stearothermophilus*; testovací mikroorganismus s vysokou citlivostí vůči antibiotikům) inhibičním testem (růst při $65\text{ }^{\circ}\text{C}$) s pH indikátorem Eclipse 50 (ZEU-INMUNOTEC, Španělsko) podle manuálu výrobce a podle relevantního standardního operačního postupu.

Statistické vyhodnocení

Pro stanovené mléčné ukazatele byly vypočteny střední hodnoty (aritmetický průměr (\bar{x}), medián (m)), variabilita ve formě směrodatné odchylky (s , $n-1$) a variačního koeficientu (v v %). Dále hodnoty PSB (SB) a CPM, jako ukazatele s možnou, resp. předpokládanou odchylkou od normální frekvenční distribuce byly logaritmičsky transformovány (dekadický log) pro regresní hodnocení a výpočet hodnoty geometrického průměru (g). Dále byly vypočteny lineární regrese a korelační koeficienty (r) mezi TKM a vybranými mléčnými ukazateli. Významné korelace (s pravděpodobností nulové hypotézy $< 0,05$) byly konvenčně označeny. Výpočty byly provedeny v MS Excel 2013 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA).

Výsledky a diskuze

Tato práce se zabývá výsledky TKM v průběhu celého kalendářního roku v aktuálních podmínkách českého mlékařství. Základní statistické parametry souboru TKM a ostatních mléčných ukazatelů pro celý kalendářní rok v uvedené oblasti jsou shrnuty v Tab. 1. Všechny vzorky mléka byly negativní na vyšetření RIL, tedy bez vlivu antibiotik, dezinfekčních prostředků a přirozených inhibitorů.

Sezónní dynamika titrační kyselosti mléka

Střední měsíční hodnota TKM se během sledovaného období dynamicky měnila. Nejnižší střední hodnoty TKM byly zaznamenány v červenci ($6,42\text{ }^{\circ}\text{SH}$) a nejvyšší potom v prosinci ($7,94\text{ }^{\circ}\text{SH}$; Tab. 2). Özdemir a Tahmas Kahyaoğlu (2020) uvedli, že TKM bazénových vzorků mléka v Turecku se v jednotlivých ročních obdobích významně ($P < 0,01$) lišila, konkrétně vzrůstala v pořadí zima, podzim, jaro, léto. Summer et al. (2007) stanovovali po dobu 4 let (2002–2004) TKM v bazénových vzorcích ($n = 85\ 587$) italských stád (provincie Parma a Reggio Emilia). Rovněž zaznamenali významný ($P < 0,001$) vliv sezóny na TKM, zde však TKM stoupala v pořadí léto, jaro, zima, podzim (tj. výsledky podobné naší práci). Snížení TKM bylo v italské studii významně ($P < 0,001$)

Tab. 2 Měsíční statistika kyselosti a vodivosti mléka jako sezónní dynamika

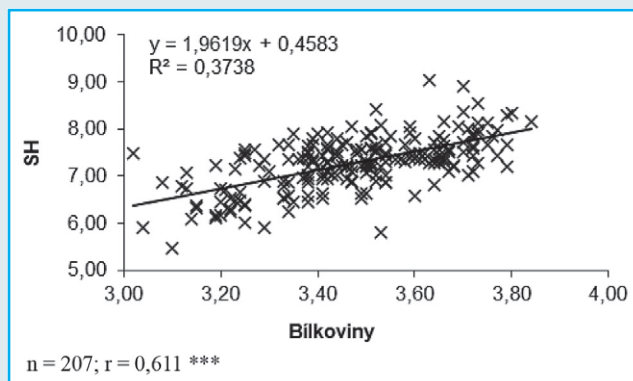
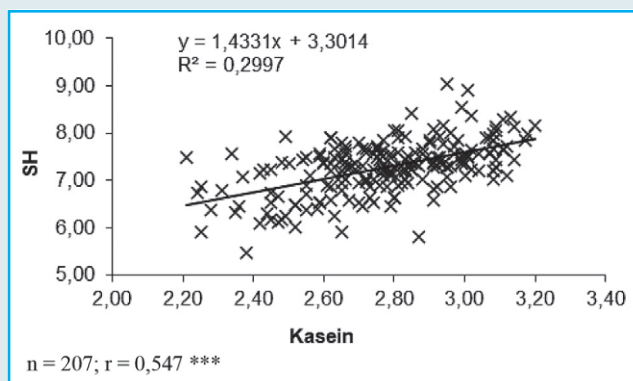
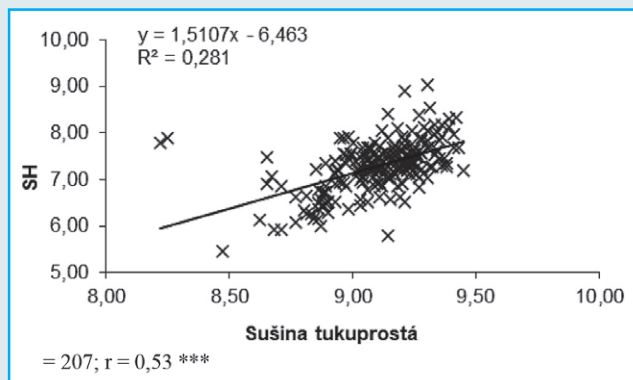
Měsíc	TKM, x	sd	pH, x	sd	EK, x	sd
Květen 2021	6,83	0,348	6,75	0,080	4,20	0,259
Červen 2021	7,20	0,308	6,66	0,032	4,47	0,017
Červenec 2021	6,42	0,370	6,70	0,018	4,43	0,021
Srpen 2021	7,26	0,502	6,71	0,021	4,58	0,112
Září 2021	7,27	0,181	6,75	0,013	4,63	0,185
Říjen 2021	7,12	0,476	6,75	0,039	4,56	0,174
Prosinec 2021	7,94	0,232	6,76	0,024	4,44	0,060
Leden 2022	7,59	0,514	6,75	0,031	4,47	0,073
Únor 2022	7,57	0,626	6,79	0,052	4,47	0,173
Březen 2022	7,60	0,376	6,82	0,021	4,38	0,056
Duben 2022	7,27	0,211	6,80	0,027	4,35	0,075

TKM = titrační kyselost mléka (°SH); pH = aktivní kyselost mléka; EK = elektrická vodivost (vodivost) mléka ($\text{mS} \times \text{cm}^{-1}$); x = aritmetický průměr; sd = \pm směrodatná odchylka.

korelovalo se zvyšováním teplotní zátěže (vyjádřeno jako teplotně vlhkostní index) a nejnižší TKM byla zaznamenána v létě roku 2003, které představovalo právě vysokou teplotní zátěž pro zvířata.

Lze tak uvažovat, že v mlékařských systémech, kde TKM dosahuje maxima v letním období, se vyskytují nedostatky v technologii chlazení mléka, které jsou zodpovědné za nárůst sekundární složky TKM. V mlékařských systémech s dobře zvládnutou technologií chlazení se pak spíše můžeme setkat s výkyvy v TKM způsobenými změnami primární kyselosti, tedy v souvislosti se sezónními změnami v obsahu bílkovin mléka. Pokles obsahu bílkovin v mléce v letním období uvádí řada autorů (Summer et al., 2007; Najafi et al., 2009; Chládek et al., 2014; Moore et al., 2023) a byl zaznamenán rovněž v naší práci, kde sezónní průběh středních hodnot TKM přibližně kopíroval sezónní průběh středních hodnot obsahu hrubých bílkovin (Obr. 4–5). Snížení obsahu bílkovin v mléce v důsledku tepelného stresu dojníc (Gao et al., 2017; Moore et al., 2023) je jednak spojováno se sníženým příjmem krmiva, bylo ale také zmíněno, že tepelný stres zvyšuje systemickou utilizaci aminokyselin jako limitujícího faktoru pro proteosyntézu v mléčné žláze (Gao et al., 2017). Tepelný stres může ovlivňovat obsah bílkovin v mléce jak u aktuálně laktujících dojníc, tak suchostojných dojníc v následující laktaci (Dado-Senn et al., 2021). Ekonomické ztráty v důsledku snížené kvality mléka (včetně poklesu obsahu bílkovin) způsobené tepelným stresem byly v rámci studie provedené na stádech v severní Itálii odhadnuty na 23,57 až 43,98 USD na farmáře na den (Moore et al., 2023).

V Turecku tedy byla zaznamenána významně vyšší TKM v letním období (Özdemir a Tahmas Kahyaoğlu, 2020) oproti zimnímu, což může být dáno vyššími teplotami prostředí a sekundární složkou TKM. V souladu s tímto (TKM v létě 18,0 > v zimě 16,9 °T) jsou též výsledky z Kazachstánu (Nurtayeva, 2022, cit. Khastayeva et al., 2021). V této věci dále Khastayeva et al. (2021) uvádějí nevýznamný rozdíl (0,15 °T) mezi plemeny Holštýn a Simentál. Nicméně v ČR byl již dříve zjištěn (Hanuš

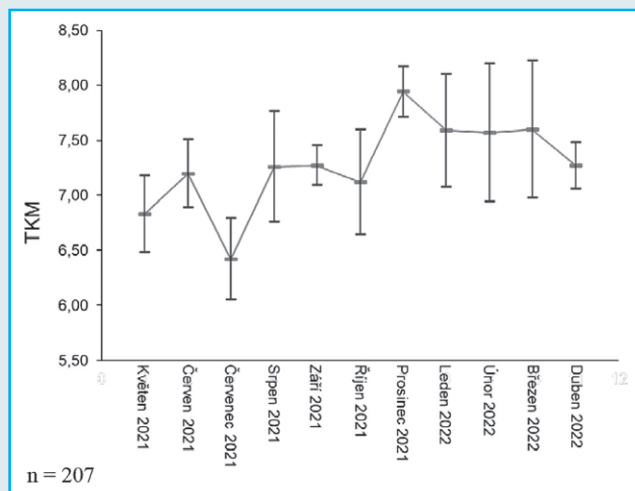
Obr. 1 Lineární regrese vztahu obsahu hrubých bílkovin (%) a titrační kyselosti mléka (°SH)**Obr. 2** Lineární regrese vztahu obsahu kaseinu (%) a titrační kyselosti mléka (°SH)**Obr. 3** Lineární regrese vztahu obsahu sušiny tukuprosté (%) a titrační kyselosti mléka (°SH)

a Foltys, 1991) vliv sezóny jako nevýznamný (zima 7,02 a léto 6,99 °SH), zatímco významným vlivem bylo např. pořadí laktace, kdy prvotelky měly vyšší TKM oproti kravám na dalších laktacích (7,19 > 6,81 °SH), což může primárně souviset se shodným trendem v obsahu bílkovin mléka. Takový vztah (TKM \times bílkoviny) by zde potvrdil např. i sezónní vývoj hodnot převážně primární TKM (Obr. 4 a 5), s minimy právě v létě a maximy v zimě.

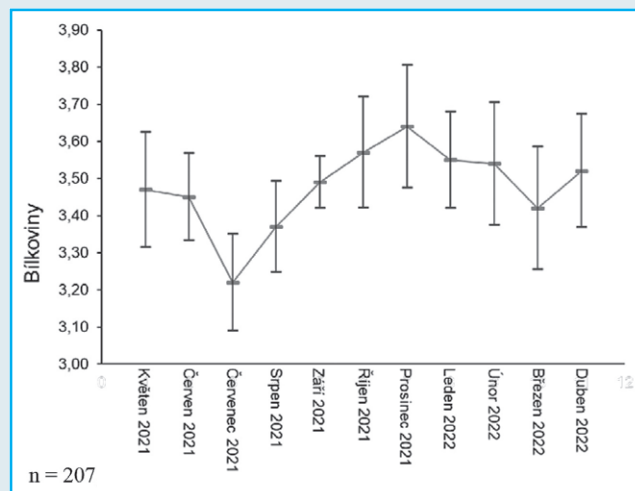
Vztah titrační kyselosti a vybraných parametrů mléka

TKM významně korelovala s obsahem hrubých bílkovin ($r = 0,611$; $P < 0,001$; Obr. 1), kaseinu ($r = 0,547$; $P < 0,001$; Obr. 2), tuku ($r = 0,345$; $P < 0,001$), TPS

Obr. 4 Sezónní dynamika primární TKM (°SH)



Obr. 5 Sezónní dynamika obsahu hrubých bílkovin (%)



($r = 0,530$; $P < 0,001$; Obr. 3), VMK ($r = -0,161$; $P < 0,05$), BMM ($r = -0,380$; $P < 0,001$), elektrickou vodivostí ($r = -0,147$; $P < 0,05$) a CPM ($r = 0,161$; $P < 0,05$; Tab. 3). Naopak PSB, log PSB, pH, obsah laktózy a močoviny s TKM nekorelovaly (Tab. 3).

Významné pozitivní korelace TKM s obsahem hrubých bílkovin i kaseinu odpovídají výše popsané sezónní dynamice těchto parametrů a jsou v souladu se skutečností, že v případě čerstvého mléka je titrační kyselost dána především obsahem bílkovin a jejich pufrací kapacitou (Colinet et al., 2010), tzn., pokud vzroste obsah bílkovin v mléce, vzroste také spotřeba odměrného roztoku zásady při titraci. Již dříve byl nalezen významný pozitivní korelační koeficient ($P < 0,01$; $r = 0,52$) mezi TKM a obsahem hrubých bílkovin (Genčurová et al., 1997). Také Hanuš et al. (1995) potvrdili trendově shodný ($P < 0,01$), ale méně těsný vztah ($r = 0,16$) u dojnic plemen české strakaté a černostrakaté nížinné ve střední fázi laktace (individuální vzorky mléka, $n = 288$) také ke kaseinovému číslu.

Tab. 3 Přehled vybraných lineárních regresí a korelačních koeficientů vztahů mléčných ukazatelů (osa x) k primární TKM (y) v bazénových vzorcích syrového kravského mléka během kalendářního roku pro dojená plemena skotu v ČR (H a CF; $n = 207$).

Mléčný ukazatel	Lineární rovnice	R ² (%)	r	Významnost	Poznámka
hrubé bílkoviny	$y = 1,9619x + 0,4583$	37,4	0,611	$P < 0,001$	Obr. 1
kasein	$y = 1,4331x + 3,3014$	30,0	0,547	$P < 0,001$	Obr. 2
sušina tukuprostá	$y = 1,5107x - 6,463$	28,1	0,53	$P < 0,001$	Obr. 3
bod mrznutí mléka, ekvivalent	$y = -0,0097x + 12,5499$	14,5	-0,38	$P < 0,001$	
tuk	$y = 0,666x + 4,5914$	11,9	0,345	$P < 0,001$	
volné mastné kyseliny	$y = -0,3795x + 7,5767$	2,6	-0,161	$P < 0,05$	
celkový počet mikroorganismů (CPM)	$y = 0,0015x + 7,2501$	2,6	0,161	$P < 0,05$	
elektrická vodivost	$y = -0,5038x + 9,5234$	2,2	-0,147	$P < 0,05$	
počet somatických buněk (PSB)	$y = -0,0005x + 7,3872$	1,0	-0,099	$P > 0,05$	
log PSB	$y = -0,2064x + 7,7428$	0,6	-0,079	$P > 0,05$	
aktivní kyselost pH	$y = 0,7394x + 2,2882$	0,6	0,077	$P > 0,05$	
laktóza	$y = 0,4887x + 4,8393$	0,6	0,074	$P > 0,05$	
log CPM	$y = 0,0557x + 7,2251$	0,1	0,033	$P > 0,05$	
močovina	$y = 0,0001x + 7,2616$	0	0,009	$P > 0,05$	

R² = koeficient determinace; r = koeficient korelace.

Zatímco vztah obsahu bílkovin a TKM je poměrně jednoznačný, méně konzistentní jsou naopak poznatky týkající se vztahu TKM a obsahu tuku. Ve shodě s výsledky naší práce zjistili Lines (1939), Hanuš et al. (1992) a Schmidt et al. (1996) tendenci TKM stoupat se zvyšujícím se obsahem tuku, nicméně Colinet et al. (2010) a Kejďová Rysová et al. (2023) zjistili mezi TKM a obsahem tuku nevýznamné vztahy. Námí zjištěná významná negativní korelace TKM s obsahem VMK byla potom odlišná od práce Colinet et al. (2010) uvádějící naopak významnou pozitivní korelaci ($r = 0,13$; $P < 0,05$), kterou však lze hodnotit jako logičtější než korelaci negativní.

Významná negativní korelace TKM s BMM, která byla nalezena v naší práci, byla dříve zjištěna také u bazénových (Hanuš et al., 2010) i čtvrtových vzorků (Kejďová Rysová et al., 2023) mléka holštýnského skotu. Ve vztahu TKM a BMM se mohl uplatnit vliv případného zvodnění (tím pokles koncentrace laktózy (Bailey, 1922)), které by působilo na zvýšení BMM (Fox et al., 2015) a naopak na snížení TKM (Bailey, 1922, 1923; Thieme et al., 1983b).

Lze diskutovat o roli přítomnosti určitého podílu sekundární kyselosti, v jejímž důsledku by došlo ke změně poměru obsahu laktózy a koncentrace Na⁺, K⁺ a Cl⁻ iontů, tedy složek, které se nejvíce podílí na hodnotě BMM (Fox et al., 2015). Vliv sekundární TKM na BMM demonstroval tedy již Bailey (1923), který se zabýval analýzou teplotně porušených vzorků. Jeho práce ukázala, že každých 0,01 % kyselosti (vyjádřené jako % kyseliny mléčné) vede ke snížení BMM o 0,003 °C. Úvaze

o přítomnosti tohoto jevu v případě naší práce však odporuje zjištěná významná negativní korelace TKM a měrné vodivosti, neboť při zvýšení TKM v důsledku výraznější mikrobiální činnosti měrná vodivost naopak stoupá (Mucchetti et al., 1994), čehož může být využito při sledování růstu bakterií mléčného kvašení v mléce konduktometrickými metodami. Absenci výraznějšího podílu sekundární kyselosti na kyselosti celkové v námi analyzovaných vzorcích potvrzuje taktéž nevýznamná korelace mezi TKM a aktivní kyselostí (pH). Mírný nárůst kyselosti způsobený fermentací laktózy se díky pufrací kapacitě projeví pouze nárůstem TKM. Až v případě masivnějšího okyselení se po vyčerpání pufrací kapacity začne zvyšovat rovněž hodnota pH.

Ze stanovovaných parametrů hygienické kvality mléka (PSB, log PSB, CPM, log CPM) s hodnotami TKM koreloval pouze CPM vyjádřený v původních (nelogaritmovaných) hodnotách, avšak ne příliš těsně. Uvedené opět poukazuje na již zmíněný zanedbatelný podíl sekundární kyselosti na celkové TKM v naší práci a potvrzuje dobře zvládnutou technologii chlazení mléka ve sledovaných chovech.

Závěr

TKM je významný parametr kvality mléka, jehož hodnota může být ovlivněna řadou faktorů. Sledování titrační kyselosti bazénových vzorků mléka po dobu jednoho roku v podmínkách tuzemských chovů ukázalo, že celková TKM je v tuzemských podmínkách tvořena převážně primární kyselostí, tedy vlivem bílkovin. Sekundární kyselost jako přítomnost kyseliny mléčné v důsledku rozkladu laktózy mikrobiální činností při nezvládnutí chlazení v našich podmínkách nepředstavuje aktuální problém a bude se spíše jednat o výskyt ojedinělých případů. V souvislosti s extrémními letními teplotami pak lze do budoucna dále očekávat občasné výkyvy v hodnotách TKM souvisejících právě s poklesem obsahu bílkovin v mléce v důsledku tepelného stresu dojníc.

Poděkování

Práce vznikla za podpory projektů MZe NAZV Země QK 21010212 a MZe RO 1424.

Literatura

BAILEY, E. M. (1922): Cryoscopy of Milk. *Journal of AOAC International*, 5, (4), s. 484–497. <https://doi.org/10.1093/jaoac/5.4.484>

BAILEY, E. M. (1923): Cryoscopy of Milk. *Journal of AOAC International*, 6, (4), s. 429–434. <https://doi.org/10.1093/jaoac/6.4.429>

COLINET, F. G., SOYEURT, H., ANCEAU, C., VANLIERDE, A., KEYEN, N., DARDENNE, P., GENGLER, N., SINDIC, M. (2010): Potential estimation of titratable acidity in cow milk using Mid-Infrared Spectrometry. *Proc. ICAR 37th Annual Meeting*, Riga, Latvia s. 239–243.

DADO-SENN, B., SKIBIEL, A. L., DAHL, G. E., ARRIOLA APELO, S. I., LAPORTA, J. (2021): Dry period stress impacts mammary protein metabolism in the subsequent lactation. *Animals*, 11, (9), 2676. <https://doi.org/10.3390/ani11092676>

FAMIGLI-BERGAMINI, P. (1987): Rapporti tra patologia (non mammaria) ed aspetti quali-quantitativi del latte nella bovina. *Società Italiana di Buiatria, Bologna*, 19, s. 8–10, 89–99.

FOX, P. F., UNIACKE-LOWE, T., MCSWEENEY, P. L. H., O'MAHONY, J. A. (2015): Dairy Chemistry and Biochemistry. *Springer International Publishing*, s. 327–331. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14892-2>

GAO, S. T., GUO, J., QUAN, S. Y., NAN, X. M., FERNANDEZ, M. V. S., BAUMGARD, L. H., BU, D. P. (2017): The effects of heat stress on protein metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 100, (6), s. 5040–5049. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11913>

GENČUROVÁ, V., HANUŠ, O., HRDINOVÁ, E., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J. (1997): Vztahy kysací schopnosti a dalších technologických vlastností k vybraným parametřům mléka. *Živočišná výroba / Czech Journal of Animal Science*, 8, s. 375–382.

HANUŠ, O., FOLTYS, V. (1991): Některé vlastnosti a minerální složky mléka plemen skotu v Československu. *Živočišná výroba / Czech Journal of Animal Science*, 36, (6), s. 497–505.

HANUŠ, O., FRELICH, J., TOMÁŠKA, M., VYLETĚLOVÁ, M., GENČUROVÁ, V., KUČERA, J., TRÍNÁCTÝ, J. (2010): The analysis of relationships between chemical composition, physical, technological and health indicators and freezing point in raw cow milk. *Czech Journal of Animal Science*, 55, (1), s. 11–29. <https://doi.org/10.17221/1708-CJAS>

HANUŠ, O., GAJDŮŠEK, S., BEBER, K., FICNAR, J., JEDELSKÁ, R. (1995): Složení a technologické vlastnosti mléka od dojníc ve střední části laktace a jejich vzájemné vztahy. *Živočišná výroba / Czech Journal of Animal Science*, 40, (12), s. 555–561.

HANUŠ, O., PITNEROVÁ, J. (1987): Hodnota titrační kyselosti kravského mléka ve vztahu k některým faktorům. *Náš chov*, 12, s. 2–4.

HANUŠ, O., ŽVÁČKOVÁ, I., GENČUROVÁ, V., GABRIEL, B. (1992): Vztah obsahu laktózy v mléce k ukazatelům zdravotního stavu mléčné žlázy v první třetině laktace. *Veterinární medicína*, 37, (11), s. 595–604.

CHLÁDEK, G., ČEJNA, V., FALTA, D., MÁCHAL, L. (2014): 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*, 59, (5), s. 113–118. <https://doi.org/10.11118/actaun201159050113>

KEJDOVÁ RYSOVÁ, L., DUCHÁČEK, J., LEGAROVÁ, V., GAŠPARÍK, M., ŠEBOVÁ, A., HERMANOVÁ, S., CODL, R., PYTLÍK, J., STÁDNIK, L., NEJESCHLEBOVÁ, H. (2023): Dynamics of milk parameters of quarter samples before and after the dry period on Czech farms. *Animals*, 13, (4), 712. <https://doi.org/10.3390/ani13040712>

KLIMEŠOVÁ, M., NEJESCHLEBOVÁ, H., HANUŠ, O., VORLOVÁ, L., NECIDOVÁ, L., BURSOVÁ, Š., NEJESCHLEBOVÁ, L., VONDROŠKOVÁ, E., KOPECKÝ, J. (2022): Vliv teploty na vybrané ukazatele syrového mléka. *Mlékařské listy – zpravodaj*, 33, (5), s. 16–22.

KHASTAYEVA, A. Z., ZHAMUROVA, V. S., MAMAYEVA, L. A., KOZHBERGENOV, A. T., KARIMOV, N. Z., MURATBEKOVA, K. M. (2021): Qualitative indicators of milk of Simmental and Holstein cows in different seasons of lactation. *Veterinary World*, 14, (4), s. 956–963.

KRATOCHVÍL, L. (1984): Kyselost mléka a hodnota pH. *Náš chov*, 3, s. 1–2.

LINES, K. W. (1939): The relationship between fat content of fresh milk and its apparent acidity. *Journal of Dairy Science*, 22, (5), s. 337–344. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(39\)92893-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(39)92893-6)

MARIANI, P., BONATTI, P. (1988): Il latte ad acidità anomala. III. Osservazioni sulla composizione chimica dei lattici ad elevata acidità titolabile. *Scienza e tecnica lattiero-casearia*, 39, (1), s. 43–48.

MOORE, S. S., COSTA, A., PENASA, M., CALLEGARO, S., DE MARCHI, M. (2023): How heat stress conditions affect milk yield, composition, and price in Italian Holstein herds. *Journal of Dairy Science*, 106, (6), s. 4042–4058. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22640>

MUCCHETTI, G., GATTI, M., NEVIANI, E. (1994): Electrical Conductivity Changes in Milk Caused by Acidification: Determining Factors. *Journal of Dairy Science*, 77, (4), s. 940–944. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77029-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77029-6)

NAJAFI, M. N., MORTAZAVI, S. A., KOOCHKEKI, A., KHORAMI, J., REKIK, B. (2009): Fat and protein contents, acidity and somatic cell counts in bulk milk of Holstein cows in the Khorasan Razavi Province, Iran. *International Journal of Dairy Technology*, 62, (1), s. 19–26. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2008.00451.x>

- NEJESCHLEBOVÁ, H., HANUŠ, O., KLIMEŠOVÁ, M., KOPECKÝ, J., JEDELSKÁ, R., NEJESCHLEBOVÁ, L. (2023): CM 40 2023 – Postup nepřímého, rutinního, rychlého odhadu hodnoty titrační kyselosti mléka. Datum certifikace 29. 9. 2023 (č. 7632/2023-ČPI). ISBN: 978-80-88390-08-4. https://www.vumlekarensky.cz/upload/soubory/metodiky/cm40_2023.pdf
- NURTAYEVA, Z. (2022): Analysis of qualitative and quantitative indicators of milk production and processing at the enterprises of the Akmola region. *Potravinarstvo, Slovak Journal of Food Sciences*, 16, s. 69–79. <https://doi.org/10.5219/1720>
- ÖZDEMİR, D., TAHMAS KAHYAOĞLU, D. (2020): Identification of microbiological, physical, and chemical quality of milk from milk collection centers in Kastamonu Province. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 44, (1), s. 118–130. <https://doi.org/10.3906/vet-1908-86>
- PEN, A. (1995): Ursachen des erhöhten Säuregrades in der Kuhmilch. *Bericht über die 22. Tierzuchttagung BAL Gumpenstein*, Aktuelle Forschungsergebnisse und Versorgungsempfehlungen in der Rindermast und Milchviehfütterung, 1995, s. 51–57.
- PEN, A., PUHAN, J., LEBAR, J., MAJČEN M, SREŠ, F., STANKO, M., LAŠIČ, T., KRESLIN, D., ČELAK, S., MARINIČ, M. (1994): Problem kislosti mleka. Živinorejsko-Veterinarski zavod za Pomurje, Oddelek za kmetijsko raziskovanje, Murska Sobota, Slovenija, s. 43.
- PIJANOWSKI, E. (1977): Základy chémie a technológie mliekárstva. Basics of chemistry and dairy technology. *Priroda*, Bratislava, s. 69.
- SCHMIDT, K. A., STUPAR, J., SHIRLEY, J. E., ADAPA, S. (1996): Factors affecting titratable acidity in raw milk. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 2, s. 60–62. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.3265>
- SUMMER, A., SANDRI, S., TOSI, F., FRANCESCHI, P., MALACARNE, M., FORMAGGIONI, P., MARIANI, P. (2007): Seasonal trend of some parameters of the milk quality payment for Parmigiano-Reggiano cheese. *Italian Journal of Animal Science*, 6(sup1), s. 475–477. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.1s.475>
- THIEME, D. A., DETTMER, R., SCHMEICHEL, A. (1983a): Zur physiologischen Säurezahl-Norm für Herdenmischmilch. *Monatshefte für Veterinärmedizin*, 38, (1), s. 13–16.
- THIEME, D. A., GRUNWALD, A., KRON, A., SANDER, W., SCHMEICHEL, A. (1983b). Normalabweichungen der Säurezahl von Herdenmilch und deren Ursachen. *Monatshefte für Veterinärmedizin*, 38, (1), s. 16–24.
- VARVAŽOVSKÝ, V., KUKAČKA, F., MÁCHA, F., KROULÍK, J. et al. (1985): Sledování příčin výskytu nestandardního mléka v kyselosti pod 6,2 ml a s omezenými prokysávacími schopnostmi v návaznosti na úroveň výživy. ÚKZÚS Praha, Závěrečná zpráva 1984–1985, s. 21.

Korespondující autor: Mgr. Hana Nejeschlebová
Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o.,
Ke Dvoru 12a, 160 00 Praha 6
email: hana.nejeschlebova@seznam.cz

Přijato do tisku: 3. 2. 2024

Lektorováno: 24. 3. 2024

VYUŽITÍ JABLEČNÝCH VÝLISKŮ PRO PŘÍPRAVU SET-TYPE JOGURTŮ

Iveta Klojdová, Nujamee Ngasakul, Ali Kozlu, Diana Karina Baigts Allende

DRIFT-FOOD, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze

The use of apple pomace for production of set-type yogurts

Abstrakt

Hlavním cílem současné produkce potravin je udržitelný přístup. Tato práce prezentuje možné využití jablečných výlisků, vedlejšího produktu výroby jablečného moštu a šťávy, při výrobě jogurtů set-type. Jablečné výlisky jsou bohaté na bioaktivní látky, zejména polyfenoly, které dodávají fermentovaným mléčným výrobkům přidanou nutriční hodnotu. Připravené jogurty byly obohaceny o prášek z jablečných výlisků v koncentracích 1, 2 a 4 %, které byly rozemlety po lyofilizaci nebo sušení horkým vzduchem. Byly hodnoceny fyzikálně-chemické vlastnosti připravených vzorků a bylo zjištěno, že přidavek jablečných výlisků, zejména ve vyšších koncentracích, může zlepšit tvrdost a elasticitu gelů jogurtu. Obecně bylo výrazné zlepšení těchto vlastností pozorováno především u vzorků připravených s práškem z jablečných výlisků, které byly sušeny horkým vzduchem.

Klíčová slova: udržitelná potravinářská produkce, vedlejší produkty potravinářské výroby, zhodnocování jablečných výlisků, jogurt s přidanou hodnotou, inovativní fermentované výrobky

Abstract

The main goal of current food production is a sustainable approach. This work presents a possible use of apple pomace, a by-product of apple cider and juice production, to manufacture set-type yogurts. Apple pomace is rich in bioactive compounds, especially polyphenols which add nutritional value to fermented dairy products. The prepared yogurts were enhanced by apple pomace powder in concentrations 1, 2, and 4 % obtained after freeze-drying or air-drying method. Physico-chemical properties of prepared samples were evaluated. It was found that adding apple pomace, particularly at higher concentrations, can improve the hardness and elasticity of yogurt gels. In general, significant improvement in these properties was observed mostly for samples prepared with the air-dried form powder of apple pomace.