

VLIV STERILAČNÍHO ZÁHŘEVU NA VLASTNOSTI TAVENÝCH SÝRŮ S RŮZNÝM SUROVINOVÝM SLOŽENÍM

Zuzana Lazárková, Alena Kratochvílová, Leona Buňková, Richardos Nikolaos Salek

Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

EFFECT OF STERILIZATION ON PROPERTIES OF PROCESSED CHEESE WITH DIFFERENT COMPOSITION

Abstrakt

Cílem studie bylo vyrobit tavené sýry s prodlouženou trvanlivostí, které by bylo možné využít pro logistickou podporu v krizových stavech, na zahraničních misích a/ nebo pro státní hmotné rezervy. Byly vyrobeny tavené sýry s obsahem sušiny 30–55 % hm. a tuku v sušině 30–50 % hm., které byly sterilovány při 120 °C po dobu 40 minut. U nesterilovaných a sterilovaných tavených sýrů byly následně porovnány mikrobiologické, chemické, texturní, viskoelastické a organoleptické parametry. Aplikovaný sterilační režim byl dostatečný pro zajištění mikrobiologické bezpečnosti produktů. Následkem sterilace byl zaznamenán signifikantní pokles pH a zintenzivnění průběhu komplexu Maillardových reakcí a oxidačních reakcí lipidů ($P < 0,05$). Průběh těchto procesů byl intenzivnější v případě rostoucího obsahu sušiny a tuku ($P < 0,05$). Dalším průvodním jevem sterilačního zahřevu bylo zhoršení vzhledu a chuti a vůně tavených sýrů a též nárůst tvrdosti ($P < 0,05$). Pro roztíratelné tavené sýry byla jako optimální doporučena kombinace 40 % hm. sušiny a 50 % hm. tuku v sušině.

Klíčová slova: tavený sýr, sušina, tuk v sušině, sterilace, viskoelastické vlastnosti

Abstract

The aim of the study was to produce processed cheese with an extended shelf life that could be used for logisti-

cal support in emergencies, foreign missions, and/or state material reserves. Processed cheese with a dry matter content of 30–55% w/w and a fat content of 30–50% w/w were produced and sterilized at 120 °C for 40 minutes. Microbiological, chemical, textural, viscoelastic, and organoleptic parameters were then compared between the unsterilized and sterilized processed cheese. The sterilization regime applied was sufficient to ensure the microbiological safety of the products. As a consequence of sterilization, a significant decrease in pH and an intensification of the Maillard reaction complex and lipid oxidation reactions were observed ($P < 0.05$). The course of these processes was more intense, with increasing dry matter and fat contents ($P < 0.05$). Another accompanying effect of sterilizing heating was a deterioration in the appearance and flavour of the processed cheese and an increase in hardness ($P < 0.05$). For spreadable processed cheese, a combination of 40% w/w dry matter and 50% w/w fat content was recommended as optimal.

Keywords: processed cheese, dry matter, fat in dry matter, sterilization, viscoelastic properties

Úvod

V posledních desetiletích je svět ohrožován nejrůznějšími přírodními i antropogenními krizovými stavy, jejichž řešení vyžaduje pokročilé přístupy krizového managementu. Základním úkolem organizací, jež vysílají záchranné týmy, je poskytnutí logistické podpory humanitárním a/nebo vojenským misím. Odpovídající připravenost na krizové situace zahrnuje mj. též vhodné nástroje pro zabezpečení stravování personálu. Těmi mohou být balené dávky potravin, jejichž trvanlivost by měla být minimálně 2 roky při teplotě 25 °C. Jedná se o celodenní dávku potravin, které lze konzumovat po částečné tepelné úpravě nebo za studena (Tulach a Foltn, 2019; Pavlík a Šafka, 2022). Z nutričního hlediska je velmi vhodné do těchto balíčků zařadit i mléčné výrobky. Sortiment trvanlivých mléčných výrobků je ovšem prakticky omezen pouze na UHT mléko, zahuštěné a sušené mléčné výrobky a sterilované tavené sýry (TS). Trvanlivé TS se obvykle vyrábí sterilací v hermeticky uzavřeném obalu s využitím teplot okolo 120 °C působící po dobu

několika desítek minut (Wang a kol., 2020; Lazárková a kol., 2021).

Primárním cílem sterilace je zajištění zdravotní nezávadnosti, prodloužení trvanlivosti a současně zachování (v co možná nejvyšší míře) i původní kvality potravin. Tento zákrok vede k inaktivaci jak vegetativních forem mikroorganismů (MO), tak i jejich spor. Potravinu ošetřené sterilací pak vykazují obchodní (praktickou) sterilitu, což znamená, že se v ní nevyskytují MO, které by se mohly za podmínek oběhu množit a vyvolávat alimentární onemocnění (Rahman, 2007; Erkmen a Bozoglu, 2016). Sterilační zářev významně ovlivňuje nutriční i organoleptické vlastnosti potravin a působí na všechny hlavní složky TS, tj. na bílkoviny, tuky i laktózu. Změny následkem sterilace jsou obvykle spojovány s komplexem Maillardových reakcí (KMR) a oxidačními reakcemi lipidů. Jejich monitoring je možný např. sledováním obsahu amoniaku jakožto degradačního produktu bílkovin a stanovením hodnoty TBARS (sloučeniny reagující s kyselinou thiobarbiturovou), která je měřítkem sekundárních produktů oxidace lipidů (Oliveira, 2004).

Cílem této práce bylo vyhodnotit vliv sterilačního zářevu a surovinové skladby (obsahu sušiny a tuku v sušině (tvs)) na mikrobiologické, chemické, texturní, viskoelastické a organoleptické vlastnosti tavených sýrů, které by bylo možné využít pro stravování v krizových stavech.

Materiál a metodika

Výroba vzorků

Pro výrobu modelových vzorků TS s obsahem sušiny 30–55 % hm. (6 různých obsahů odstupňovaných po 5 %) a tvs 30–50 % hm. (3 úrovně po 10 %) byly použity následující suroviny: eidamská cihla (52 % hm. sušiny, 30 % hm. tvs, Lacrum, Velké Meziříčí, ČR), máslo (84,5 % hm. sušiny, 83,1 % hm. tuku, Lacrum, Velké Meziříčí, ČR), voda a tavicí soli (Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 , $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, polyfosforečnan sodný, Fosfa, Břeclav, ČR). TS s obsahem sušiny 55 % a tvs 30 % nebyl vyroben, protože to neumožnilo složení surovin. Proto bylo celkem vyrobeno 17 typů TS. Pro výrobu byl použit tavicí kotel Niromix 5 (Nirosta, Chlumec nad Cidlinou, ČR) s nepřímým ohřevem; výdrž tavicí teploty 90 °C byla 3 min a rychlost míchání byla nastavena na 1500 ot/min.

Tavenina byla ihned po výrobě balena do laminovaných hliníkových obalů s přivařitelným víčkem (pro uzavření bylo využito zařízení NovaSeal; Nirosta, Chlumec nad Cidlinou, ČR). Vzorky byly rozděleny na dvě skupiny; nesterilované vzorky (NTS), které byly zchlazeny na 6 ± 1 °C, a vzorky, které byly sterilovány (STS) v autoklávu Fedegari FVA2/A1 (Fedegari Autoclavi, Albuzzano, Itálie). Pro sterilaci byla využita teplota 120 °C a výdrž 40 min. Teplota v obalech byla sledována pomocí dataloggerů Ellab TrackSense Pro (Ellab A/S, Hillerød, Dánsko). NTS byly skladovány při 6 ± 1 °C, STS při 25 ± 1 °C do provedení analýz (30 dní od výroby).

Mikrobiologická analýza

Celkový počet aerobních a/nebo fakultativně anaerobních mezofilních MO byl stanoven podle ČSN EN ISO 4833-1 (2014), počet koliformních bakterií podle ČSN ISO 4832 (2010), počet aerobních a anaerobních sporujících MO podle Harrigan (1998) a počet kvasinek a plísní podle ČSN ISO 21527-1 (2009).

Chemická analýza

Obsah sušiny a tuku byl analyzován dle ČSN EN ISO 5534 (2005) a ČSN EN ISO 23319 (2022), pH bylo měřeno pH metrem se skleněnou vpichovou elektrodou (pH Spear, Eutech Instruments, Oakton, Malajsie). Množství amoniaku bylo měřeno metodou dle Conwaye (Buňka a kol., 2004) a obsah sekundárních produktů oxidace lipidů byl vyjádřen jako hodnota TBARS podle Kristensen a Skibsted (1999). Všechny analýzy byly opakovány 3x.

Texturní a reologická analýza

Texturní vlastnosti TS byly monitorovány pomocí texturního analyzátoru TA.XTplus (Stable Micro Systems, Godalming, UK) vybaveného válcovou sondou o průměru 20 mm. Podmínky penetračního testu byly následující: hloubka penetrace 25 % původní výšky, spouštěcí síla 5 g, rychlost deformace 2 mm/s, teplota 20 °C. Ze závislosti síly na čase byla vyhodnocena hodnota tvrdosti. Texturní profilová analýza byla provedena 5x.

Dynamický oscilační smykový reometr (Rheostress 1, Haake, Brémy, Německo) byl použit pro vyhodnocení viskoelastických parametrů TS, jak bylo popsáno v publikaci Pluta-Kubica a kol. (2021) s následujícími modifikacemi: (i) měření byla realizována při frekvenčním rozsahu 0,05–10 Hz, (ii) amplituda smykového napětí pro TS s obsahem sušiny 30 % hm. a obsahem tvs 40 a 50 % hm. byla 5 Pa. Reologická analýza byla provedena ve 3 opakováních.

Instrumentální analýza barvy

Pro instrumentální analýzu barvy byl použit spektrofotometr HunterLab UltraScan Pro (Hunter, Reston, Virginie, USA). Byla využita barevná stupnice CIE Lab, osvětlení D65 a pozorovatel 10 ° a sledovanými parametry byla světelnost (L^*), chromaticita na ose zelená – červená (a^*) a modrá – žlutá (b^*). Analýza byla provedena 3x.

Senzorická analýza

Senzorické hodnocení bylo provedeno panelem 12 vybraných posuzovatelů proškolených podle ČSN EN ISO 8586 (2023) v senzorické laboratoři splňující požadavky ČSN EN ISO 8589 (2008). Pro hodnocení následujících znaků (vzhled, konzistence, tvrdost, chuť a vůně, cizí pachy a příchutě) byly využity devítibodové stupnice (1 – vynikající, 5 – dobrý, 9 – nepříjemný pro vzhled, konzistenci a chuť a vůni; 1 – měkký, 5 – střední, 9 – velmi tvrdý pro tvrdost; 1 – zanedbatelný, 5 – střední, 9 – nadměrný pro cizí pachy a příchutě).

Statistická analýza

Data byla vyhodnocena pomocí Kruskal-Wallisova a Wilcoxonova testu na hladině významnosti 5 %. Korelační analýza byla provedena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Pro statistickou analýzu byl využit software Unistat 6.5.

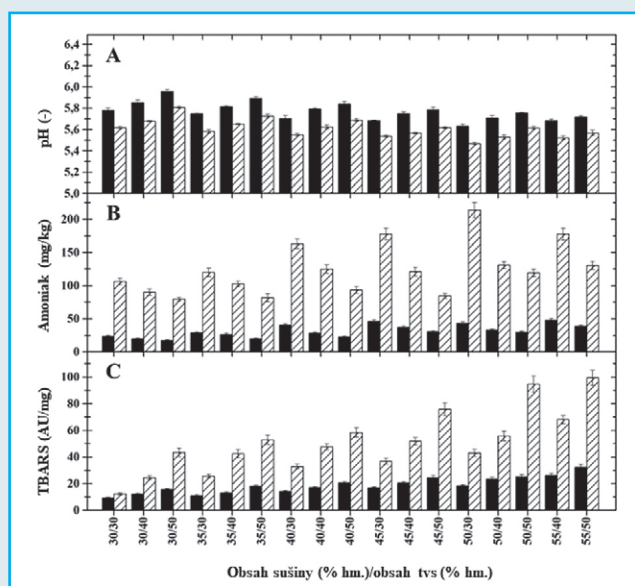
Výsledky a diskuze

Mikrobiologická analýza

Celkový počet aerobních a/nebo fakultativně anaerobních mezofilních MO byl u NTS v rozmezí 1,31–2,95 log KTJ/g, počet aerobních a anaerobních sporulujících MO se pohyboval mezi 1,12–2,37 log KTJ/g, koliformní MO a kvasinky a plísně v NTS zaznamenány nebyly. Ve STS nebyly detekovány žádné ze sledovaných skupin MO a použitý sterilizační režim tak byl dostatečný pro zajištění obchodní sterility TS bez ohledu na obsah sušiny a tvs.

Chemická analýza

Obsah sušiny a tuku se pohyboval v očekávaném rozmezí a statisticky významně se neodlišoval ($P \geq 0,05$) od vypočítané surovinové skladby. Sterilizace obsah sušiny ani tuku neovlivnila (výsledky nejsou prezentovány).

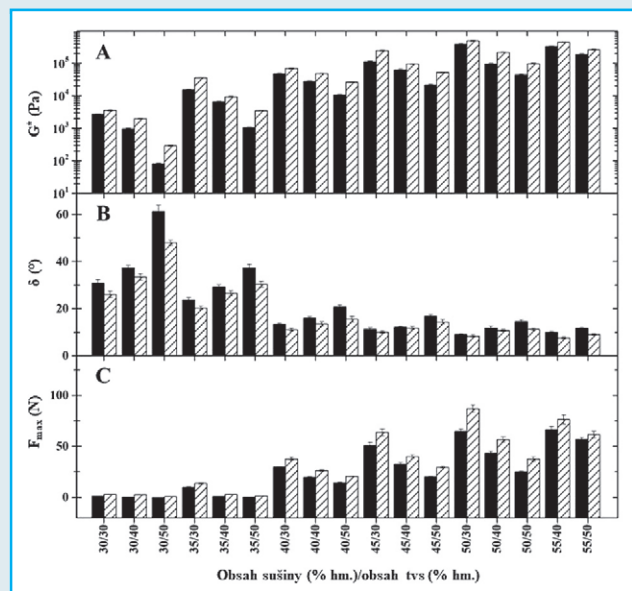


Obr. 1 Výsledky hodnot pH, obsahu amoniaku (mg/kg) a hodnot TBARS (AU/mg) v nesterilovaných tavených sýrech (NTS; černé sloupce) a sterilovaných tavených sýrech (STS; šrafované sloupce) s obsahem sušiny 30–55 % hm. a obsahem tuku v sušině (tvs) 30–50 % hm. Výsledky jsou prezentovány jako průměr \pm směrodatná odchylka.

Hodnoty pH (Obr. 1, část A) klesaly s rostoucím obsahem sušiny a naopak rostly s narůstajícím obsahem tvs ($P < 0,05$). Následkem sterilizace došlo k poklesu pH o cca 0,1–0,2 ($P < 0,05$). S rostoucím obsahem sušiny a klesajícím tvs byl pozorován nárůst obsahu amoniaku ($P < 0,05$; Obr. 1, část B). Hodnoty TBARS rostly jak se zvyšujícím se obsahem sušiny, tak i tvs ($P < 0,05$; Obr. 1, část C).

Jak koncentrace amoniaku, tak i sekundárních produktů oxidace lipidů se zvýšily jako důsledek aplikovaného sterilizačního záhřevu ($P < 0,05$), což je v souladu s publikacemi Buňka a kol. (2004) a Lazárková a kol. (2011).

Texturní a reologická analýza

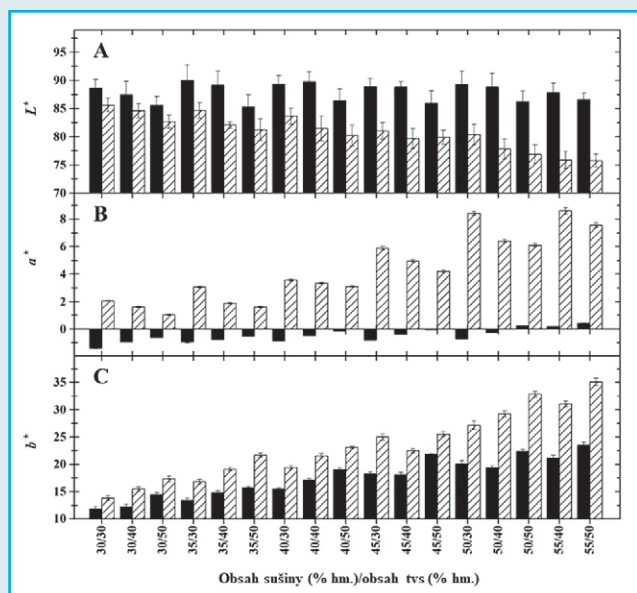


Obr. 2 Výsledky komplexního modulu pružnosti G^* (Pa), úhlu fázového posunu δ (°) a tvrdosti F_{max} (N) v nesterilovaných tavených sýrech (NTS; černé sloupce) a sterilovaných tavených sýrech (STS; šrafované sloupce) s obsahem sušiny 30–55 % hm. a obsahem tuku v sušině (tvs) 30–50 % hm. Výsledky jsou prezentovány jako průměr \pm směrodatná odchylka.

Tvrdost TS se zvyšovala s rostoucím obsahem sušiny a naopak klesala s narůstajícím obsahem tvs ($P < 0,05$), což je patrné z Obr. 2, část C. Sterilizace zapříčinila zvýšení tvrdosti všech TS bez ohledu na obsah sušiny a tvs ($P < 0,05$), což lze vysvětlit agregací kaseinů a jejich rostoucími interakcemi v proteinové síti při vyšší teplotě, a odpovídá závěrům publikace Buňka a kol. (2008). Výsledky texturní profilové analýzy byly potvrzeny výsledky získanými reologickou analýzou. Komplexní modul pružnosti (G^*) rostl se zvyšujícím se obsahem sušiny a snižoval se s rostoucím obsahem tvs a zároveň se jeho hodnoty zvýšily po sterilaci všech TS ($P < 0,05$; Obr. 2, část A); změny G^* tedy korelovaly s trendem vývoje tvrdosti. Hodnoty úhlu fázového posunu (δ) ukázaly, že s rostoucím obsahem sušiny a klesajícím obsahem tvs se TS chovaly více jako pevná látka než jako kapalina (Obr. 2, část B).

Instrumentální analýza barvy

Výsledky instrumentální analýzy barvy jsou prezentovány na Obr. 3. Světelnost NTS s obsahem tvs 30 a 40 % hm. se významně nelišila bez ohledu na obsah sušiny ($P \geq 0,05$). NTS s obsahem tvs 50 % hm. vykazovaly nižší světelnost než vzorky s nižším množstvím tvs



Obr. 3 Výsledky světelnosti (L^*), chromaticity na ose zelená – červená (a^*) a chromaticity na ose modrá – žlutá (b^*) v nesterilovaných tavených sýrech (NTS; černé sloupce) a sterilovaných tavených sýrech (STS; šrafované sloupce) s obsahem sušiny 30–55 % hm. a obsahem tuku v sušině (tvs) 30–50 % hm. Výsledky jsou prezentovány jako průměr \pm směrodatná odchylka.

($P < 0,05$). V případě chromaticity na ose zelená – červená a modrá – žlutá byl patrný posun do oblasti červené a žluté s nárůstem obsahu sušiny i tvs ($P < 0,05$). Sterilační záhřev způsobil signifikantní pokles L^* a zvýšení hodnot a^* a b^* ($P < 0,05$). Získané výsledky jsou ve shodě s publikacemi Buňka a kol. (2008) a Wang a kol. (2020) a lze je vysvětlit průběhem KMR a oxidačních reakcí lipidů, což potvrzují i vysoké korelační koeficienty mezi těmito parametry (0,8923–0,9305; $P < 0,05$).

Senzorická analýza

Výsledky senzorické analýzy (data nejsou prezentována) potvrdily závěry z ostatních analýz. STS byly hodnoceny jako tmavší a tužší ve srovnání s NTS. Následkem sterilace byla pozorována i zhoršená konzistence a chuť a vůně (zejména vlivem přítomných cizích chutí a pachů). Zhoršení organoleptických parametrů lze opět přisoudit zejména KMR a oxidaci lipidů, při kterých vznikají nejruznější sensoricky aktivní látky (Kristensen a Skibsted, 1999; Wang a kol., 2020). Protože byly vzorky TS hodnotitelům předkládány jako roztržitelné, konzistence TS s obsahem sušiny 30, resp. 50 a 55 % hm. byla hodnocena jako nevyhovující z důvodu vysoké tekutosti, resp. tuhosti. Jako optimální byla vyhodnocena konzistence TS s obsahem sušiny 40 % hm. a tvs 50 % hm. Tyto vzorky vykazovaly i nejlepší vzhled.

Závěr

V této práci byly vyrobeny TS s různým obsahem sušiny a tuku v sušině, jejichž trvanlivost byla prodlou-

žena termosterilací. Aplikovaný sterilační režim zajistil praktickou sterilitu a tyto TS by tak mohly být využity jako součást balených dávek potravin, či pro stravování v krizových stavech. Sterilační záhřev zapříčinil intenzivnější průběh KMR a oxidačních změn lipidů, což bylo potvrzeno nárůstem obsahu amoniaku a TBARS, zvýšením tvrdosti, tmavnutím a zhoršením chuti a vůně TS. Na základě výsledků senzorické analýzy lze pro roztržitelné TS doporučit jako optimální kombinaci obsahu sušiny 40 % hm. a tvs 50 % hm.

Poděkování

Autoři děkují prof. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D., který se významně podílel na konceptualizaci studie a statistickém hodnocení výsledků. Práce byla podpořena Interní grantovou agenturou Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně (IGA/FT/2024/005).

Seznam literatury

- BUŇKA, F., HRABĚ, J., KRÁČMAR, S. (2004): The effect of sterilisation on amino acid contents in processed cheese. *International Dairy Journal*, 14, s. 829–831.
- BUŇKA, F., ŠTĚTINA, J., HRABĚ, J. (2008): The effect of storage temperature and time on the consistency and colour of sterilized processed cheese. *European Food Research and Technology*, 228, s. 239–229.
- ČSN ISO 21527-1 (2009): Mikrobiologie potravin a krmiv – Horizontální metoda stanovení počtu kvasinek a plísní – Část 1: Technika počítání kolonií u výrobků s aktivitou vody vyšší než 0,95.
- ČSN EN ISO 23319 (2022): Sýry a tavené sýrové výrobky, kaseiny a kaseináty – Stanovení obsahu tuku – Gravimetrická metoda.
- ČSN ISO 4832 (2010): Mikrobiologie potravin a krmiv – Horizontální metoda stanovení počtu koliformních bakterií – Technika počítání kolonií.
- ČSN EN ISO 4833-1 (2014): Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda pro stanovení počtu mikroorganismů – Část 1: Technika přelivem a počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C.
- ČSN EN ISO 5534 (2005): Sýry a tavené sýry – Stanovení obsahu celkové sušiny (Referenční metoda).
- ČSN EN ISO 8586 (2023): Senzorická analýza – Výběr a výcvik senzorických posuzovatelů.
- ČSN EN ISO 8589 (2008): Senzorická analýza – Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště
- ERKMEN, O., BOZOGLU, T.F. (2016): *Food Microbiology: Principles into practice*. Chichester, John Wiley & Sons. ISBN 978-1-11923-776-1.
- HARRIGAN, W.F. (1998): *Laboratory methods in food microbiology*, 3rd Edition. Londýn, Academic Press. ISBN 978-0-12326-043-7.
- KRISTENSEN, D., SKIBSTED, L.H. (1999): Comparison of three methods based on electron spin resonance spectrometry for evaluation of oxidative stability of processed cheese. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47, s. 3099–3104.
- LAZÁRKOVÁ, Z., BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., HOLÁŇ, F., KRÁČMAR, S., HRABĚ, J. (2011): The effect of different heat sterilization regimes on the quality of canned processed cheese. *Journal of Food Process Engineering*, 34, s. 1860–1878.
- LAZÁRKOVÁ, Z., ŠOPIK, T., TALÁR, J., PUREVDORJ, K., SALEK R. N., BUŇKOVÁ, L., ČERNÍKOVÁ, M., NOVOTNÝ, M., PACHLOVÁ, V., NĚMEČKOVÁ, I., BUŇKA, F. (2021): Quality evaluation of white brined cheese stored in cans as affected by the storage temperature and time. *International Dairy Journal*, 121, 105105.
- OLIVEIRA, J.C. (2004): Optimising the efficiency and productivity of thermal processing. In: RICHARDSON, P., Ed. *Improving the thermal processing of foods*. Cambridge, Woodhead Publishing, s. 32–49. ISBN 978-0-8493-2549-6.
- PAVLÍK, V., ŠAFKA, V. (2022): Nové balené potravinové dávky v Armádě České republiky. *Military Medical Science Letters*, 91, 1, s. 79–80.

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 dojnic.

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.