

- MARQUES S., SILVA E., CARVALHEIRA J., THOMPSON G. (2006): Short Communication: In vitro antimicrobial susceptibility of *Prototheca wickerhamii* and *Prototheca zopfii* isolated from bovine mastitis. *Journal of Dairy Science*, 89, (11), s. 4202–4204. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72465-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72465-1).
- MARQUES S., SILVA E., CARVALHEIRA J., THOMPSON G. (2010): Short Communication: Temperature sensibility of *Prototheca blaschkeae* strains isolated from bovine mastitic milk. *Journal of Dairy Science*, 93, (11), s. 5110–5113. doi: 10.3168/jds.2010-3249.
- MARQUES S., SILVA E., KRAFT C., CARVALHEIRA J., VIDEIRA A., HUSS V. A., THOMPSON G. (2008): Bovine mastitis associated with *Prototheca blaschkeae*. *Journal of clinical microbiology*, 46, (6), s. 1941–1945. doi:10.1128/JCM.00323-08.
- MORANDI S., CREMONESI P., CAPRA E., SILVETTI T., DECIMO M., BIANCHINI V., ALVES A.C., VARGAS A.C., COSTA G.M., RIBEIRO M.G., BRASCA M. (2016): Molecular typing and differences in biofilm formation and antibiotic susceptibilities among *Prototheca* strains isolated in Italy and Brazil. *Journal of Dairy Science*, 99, (8), s. 6436–6445. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10900>.
- ONOZAKI M., MAKIMURA K., SATOH K., HASEGAWA A. (2013): Detection and identification of genotypes of *Prototheca zopfii* in clinical samples by quantitative PCR analysis. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 66, (5), s. 383–390. <https://doi.org/10.7883/yoken.66.383>.
- OSUMI T., KISHIMOTO Y., KANO R., MARUYAMA H., ONOZAKI M., MAKIMURA K., ITO T., MATSUBARA K., HASEGAWA A. (2008): *Prototheca zopfii* genotypes isolated from cow barns and bovine mastitis in Japan. *Veterinary Microbiology*, 131, (3–4), s. 419–423. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.04.012>.
- ROESLER U., HENSEL A. (2003): Longitudinal analysis of *Prototheca zopfii* - specific immune responses: correlation with disease progression and carriage in dairy cows. *Journal of clinical microbiology*, 56, (6), s. 1419–1425. DOI:10.1099/ijs.0.63892-0.
- ROESLER U., MÖLLER A., HENSEL A., BAUMANN D., TRUYEN U. (2006): Diversity within the current algal species *Prototheca zopfii*: A proposal for two *Prototheca zopfii* genotypes and description of a novel species, *Prototheca blaschkeae* sp. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, (6), s.1419-1425. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.63892-0>.
- SALERNO T., RIBEIRO M.G., LANGONI H., SIQUEIRA A.K., DA COSTA E.O., MELVILLE P.A., BUENO V.F.F., YAMAMURA A.A.M., ROESLER U., DA SILVA A.V. (2010): In vitro algacidal effect of sodium hypochlorite and iodine based antiseptics on *Prototheca zopfii* strains isolated from bovine milk. *Research in Veterinary Science*, 88, s. 211–213.
- SIMÕES M., SIMÕES L. C., VIEIRA M. J. (2010). A review of current and emergent biofilm control strategies. *LWT-Food Science and Technology*, 43, (4), s. 573–583. doi:10.1016/j.lwt.2009.12.008.
- THOMPSON G., SILVA E., MARQUES S., MÜLLER A., CARVALHEIRA J. (2009): Algaemia in a dairy cow by *Prototheca blaschkeae*. *Medical Mycology*, 47, s. 527–531. <https://doi.org/10.1080/13693780802566341>.
- VAN ASSELT E.D., ZWIETERING M.H. (2006): A systematic approach to determine global thermal inactivation parameters for various food pathogens. *International Journal of Food Microbiology*, 107, s. 73–82.
- VYLETĚLOVÁ M., NEJESCHLEBOVÁ L., HANUŠ O. (2010): Sledování hlavních mastitidních patogenů. *Náš chov*, (2), s. 68–71. ISSN 0027-8068.
- ZADOKS R., FITZPATRICK J. (2009): Changing trends in mastitis. *Irish Veterinary Journal*, 62 (Suppl 4), s. S59–S70. doi: 10.1186/2046-0481-62-S4-S59.

Korespondující autor:

doc. RNDr. Marcela Klimešová, Ph.D.

Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Ke Dvoru 12a,
160 00 Praha 6, e-mail: marcela.vyletelova@seznam.cz

Přijato do tisku: 25. 3. 2020
Lektorováno: 5. 4. 2020

REFORMULACE ČERSTVÝCH NETERMIZOVANÝCH SÝRŮ SNIŽOVÁNÍM OBSAHU SOLI

Irena Němečková, Šárka Havlíková, Jan Forejt,
Zdeněk Švandrlík

Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o.

Reformulation of fresh non-thermized cheeses by the lowering of salt content

Abstrakt

Nadměrný příjem chloridu sodného je jedním z hlavních zdravotních rizik tzv. západní stravy, existuje proto snaha obsah NaCl v potravinách redukovat. V této práci jsme se zaměřili na reformulaci obsahu soli v čerstvých netermizovaných sýrech s cílem posoudit, jaká pro to existují technologická a mikrobiologická omezení. Pokusné řady sýrů byly získány solením v solné lázni o koncentraci 10; 15 a 20 % po dobu 5 a 15 min, přičemž vznikla koncentrační řada sýrů obsahující 0,5 až 1,0 % NaCl. V průběhu 14 dní skladování při 4–8 °C byla hodnocena sušina, pH, SH, profily organických kyselin, mikrobiologické a senzorycké vlastnosti. V sušině ani kyselostech se vzorky navzájem významně nelišily. Rozdíly však byly zjištěny v zastoupení halotolerantních mikroorganismů a kvasinek a také v intenzitě vnímání hořké chuti u série s neoptimalizovanou dávkou syřidla a též v konzistenci. Získané výsledky naznačují, že je snižování obsahu soli v čerstvých netermizovaných sýrech možné, avšak je nutné uvážit konkrétní hygienické a technologické podmínky výroby.

Klíčová slova: solení sýrů; solná lázeň; senzorycké vady; trvanlivost; mikrobiologické parametry sýrů

Abstract

Excessive intake of sodium chloride is one of the main health risks of western diet. Thus, an effort to reduce the content of NaCl in foods exists. In this work, we focused on the reduction of salt content in fresh non-thermized cheeses with the aim to appreciate its technological and microbiological limits. Experimental cheese series were obtained by brining in a brine with 10; 15 and 20 % of NaCl for 5 and 15 min while the concentration raw of cheeses contained from 0.5 to 1.0 % NaCl. During 14-day-storage at 4–8 °C, dry matter, pH, SH, organic acid profile, microbiological and sensory properties were evaluated. The samples did not significantly differ in dry matter and acidity. However, the differences were found out in the number of halotolerant microorganisms and yeasts as well as in the perception intensity of bitterness in the series with nonoptimized rennet ration and also in

the consistency. The obtained results suggest that the reduction of salt content in fresh non-thermized cheeses is possible but particular hygienic and technological manufacturing conditions should be considered.

Keywords: cheese brining; brine; sensory defects; shelf-life; microbiological parameters of cheeses

Úvod

Nadměrný příjem chloridu sodného, resp. sodíku je jedním z hlavních zdravotních rizik tzv. západní stravy, neboť u citlivých osob může zvyšovat krevní tlak a spolupodílet se tím na rozvoji kardiovaskulárních onemocnění. Denní příjem NaCl je v různých zemích různý – obvykle se pohybuje od 7 do 18 g. V České republice se pohybuje na průměrné úrovni okolo 14 až 15 g za den (Gabrovská a Chýlková, 2017). Podle doporučení WHO (2012) by zdravé osoby neměly denně přijmout více než 2 g sodíku (tedy 5 g NaCl) a zároveň by tuto dávku měly vyvážit denním příjmem 3,51 g draslíku. U rizikových osob, tedy pacientů s hypertenzí či diabetem, by se denní příjem NaCl měl omezit na 3 g. Pro běžné spotřebitele není snadné tato doporučení naplnit, a proto existuje snaha obsah NaCl v potravinách redukovat. Jednou z potravin potenciálně vhodných pro reformulaci jsou sýry.

Pouhé rozhodnutí obsah soli snížit však nestačí, protože kromě sensorických vlastností NaCl ovlivňuje i technologické a mikrobiologické parametry potravin s dopadem na jejich mikrobiologickou bezpečnost a trvanlivost. V sýrařských technologiích je role NaCl značná a nezastupitelná. Koncentrace soli v jednotlivých fázích výroby a zrání sýrů totiž přímo ovlivňuje klíčové parametry a děje, jako jsou např. aktivita vody, aktivita syřidla a dalších enzymů, růst a aktivita mlékařských kultur, technologicky nežádoucích a patogenních mikroorganismů, včetně jejich vzájemných interakcí, odlučování syrovátky a změny konzistence, průběh zrání, vznik sensoricky aktivních látek, aj. (Kloss a kol., 2015).

V této práci jsme se zaměřili na snižování obsahu soli v čerstvých netermizovaných sýrech s cílem posoudit, jaká pro to existují technologická a mikrobiologická omezení. Určitým vodítkem nám pro to bylo, že v tržní síti v ČR se obsah soli v čerstvých sýrech pohybuje nejčastěji od 0,7 g/100 g v některých termizovaných sýrech do 1,5 g/100 g v některých ochucených sýrech či sýrech vyráběných v menších šaržích. Typickým obsahem soli je 1,0 g/100 g, a proto jsme tuto hodnotu zvolili jako výchozí stav pro reformulaci.

Tab. 1 Rozvržení pokusných výrob

Jarní série (neoptimalizovaná dávka syřidla)							Podzimní série (optimalizovaná dávka syřidla)						
1. výroba (mléko 1)				2. výroba (mléko 2)			3. výroba (mléko 3)				4. výroba (mléko 4)		
lázeň 20 %		lázeň 15 %		lázeň 10 %		nesolený	lázeň 20 %		lázeň 15 %		lázeň 10 %		nesolený
5 min	15 min	5 min	15 min	5 min	15 min	-	5 min	15 min	5 min	15 min	5 min	15 min	-

Materiál a metody

Suroviny

Základní surovinou bylo šetrně pasterované baktofugované mléko odebrané na provozu u výrobce sýrů. Dále bylo použito tekuté pepsinové syřidlo Laktosin (1:10.000) a tekutá mezofilní kultura CCDM 1 (MIL-COM a.s., CZ). Pro solení byla laboratorně připravena solná lázeň, která na 5 l vody obsahovala 16,65 g CaCl₂, 65 ml kyseliny mléčné o koncentraci 80 % a 1000; 750 nebo 500 g NaCl pro dosažení požadované koncentrace 20; 15 nebo 10 % NaCl.

Pokusné výroby

Rozvržení pokusných výrob je znázorněno v tab. 1. Pokusné výroby byly provedeny ve dvou sériích (v jarním a podzimním období), přičemž v každé sérii byly vždy provedeny dvě výroby po dvou šaržích. První šarže z první výroby byla solena v lázni o koncentraci 20 % NaCl a druhá šarže v lázni o koncentraci 15 % NaCl. První šarže z druhé výroby byla solena v lázni o koncentraci 10 % NaCl a druhá šarže sýrů byla ponechána bez solení. Sýry byly v každé lázni soleny po dobu 5 a 15 min. Tím ve dvou opakováních vznikly dvě řady sýrů s různým obsahem soli.

Pro jednu šarži bylo použito 2 x 5 litrů pasterovaného mléka s přidavkem 1,5 ml nasyceného roztoku CaCl₂. Mléko bylo při teplotě 32-33 °C zaočkováno 5 % mezofilní kultury, předkysání trvalo 30 minut. Pak bylo mléko zasýřeno v první sérii výrob 4 ml syřidla a v druhé sérii výrob 1 ml syřidla, srážení trvalo 40 minut. Sýřenina byla pokrájena na kostičky o velikosti cca 3 x 3 cm a třikrát po 3 minutách šetrně přetahována. Vzniklé zrno bylo naléváno do forem, v nichž sýry odkapávaly (1 vanička na 5 litrů obsahem odpovídala 6 formám na 250 g sýra). První otáčení bylo provedeno po 30 minutách a následně byly formy otáčeny čtyřikrát v intervalech 15 minut. Ve formách sýry prokysávaly 16 hodin při 20-22 °C. Před vložením do solné lázně bylo u sýrů změřeno pH. V každé solné lázni o dané koncentraci soli bylo 6 ks sýrů soleno 5 minut a 6 ks sýrů soleno 15 minut. Po okapání byly vyrobené sýry vloženy do smrštitelné fólie a za pomoci vakuové balíčky zabaleny. Hodnocení sýrů proběhlo po výrobě a následně po 7 a 14 dnech skladování při 4-8 °C.

Analýzy vzorků

Senzorické hodnocení probíhalo v panelu 6-8 proškolených hodnotitelů, kteří se slovním popisem vzorků soustředili na přiměřenost slané chuti a možný výskyt vad či nestandardnosti ve vzhledu, konzistenci, chuti a vůni sýrů.

Provedeny byly tyto mikrobiologické analýzy:

- stanovení kvasinek a plísní pomocí živné půdy GKCH (MILCOM a.s., CZ) a aerobní kultivace při 25 °C po dobu 3-5 dnů;
- stanovení termorezistentních mezofilních mikroorganismů pomocí živné půdy GTK-AB s přelivem 1,2 % vodním agarem (MILCOM a.s., CZ) a aerobní kultivace při 30 °C po dobu 3 dnů, přičemž vzorky byly před samotným stanovením inaktivovány ve vodní lázni záhřevem při 85 °C po dobu 10 minut;
- stanovení koliformních mikroorganismů a *Escherichia coli* pomocí Chromogenního agaru (MILCOM a.s., CZ) a aerobní kultivace při 37 °C po dobu 24 hodin;
- stanovení heterofermentativních laktobacilů pomocí živné půdy FHN (MILCOM a. s., CZ) s přidavkem vancomycinu (0,5 ml/100 ml) a kyseliny nalidixové (0,5 ml/100 ml) a anaerobní kultivace při 37 °C po dobu 6 dnů;
- stanovení mezofilních mléčných koků pomocí živné půdy M17 (Lab M Limited, UK) a aerobní kultivace při 30 °C po dobu 3 dnů;
- stanovení halotolerantních mikroorganismů pomocí Mannitol salt agaru (Lab M Limited, UK) a aerobní kultivace při 30 °C po dobu 3 dnů;
- stanovení bakterií rodu *Enterococcus* pomocí živné půdy KEA (Oxoid, UK) a aerobní kultivace při 42 °C po dobu 2 dnů.

Pro posouzení fyzikálně-chemických a chemických parametrů byly provedeny tyto analýzy:

- stanovení aktivní kyselosti laboratorním pH metrem inoLab pH 720 (WTW, Weilheim, G);
- stanovení titrační kyselosti podle Soxhlet-Henkela;
- stanovení obsahu sušiny gravimetricky sušením do konstatní hmotnosti;
- stanovení aktivity vody pomocí přístroje AwSprint (Novasina, CH) při konstantní teplotě 25 °C;
- stanovení nižších mastných kyselin izotachoforetickým analyzátozem EA 02 (VILLA Labeco, SK);
- stanovení obsahu chloridů titrační argentometrickou metodou podle Mohra.

Výsledky a diskuze

Provedeny byly dvě série výrob čerstvých netermizovaných sýrů s různým obsahem soli. V první sérii byla záměrně neoptimalizovaná dávka syřidla, ve druhé sérii již optimalizovaná s ohledem na minimalizaci rizika hořknutí. Technologický postup byl zvolen tak, aby byl jednoduchý a opakovatelný, a přitom zachovával principy klasické výroby. Různého obsahu soli v sýrech, a to od 0,5 do 1,0 %, bylo dosaženo solením v lázni o koncentra-

ci 10; 15 a 20 % NaCl po dobu 5 a 15 min. Konkrétní hodnoty jsou uvedeny v tab. 2.

Za pozornost stojí, že při stejném zkrácení doby solení platí, že čím vyšší je koncentrace solné lázně, tím větší snížení obsahu soli v sýru je dosaženo. Zkrácení doby solení z 15 na 5 minut v lázni o koncentraci 20 % NaCl vede ke snížení obsahu soli v sýru o 0,32 % (tedy o 32 % původního obsahu), zatímco v lázni o koncentraci 10 % NaCl o 0,20 % soli v sýru (tedy o 28 % původního obsahu). V reálných podmínkách výroby sýrů lze očekávat, že pro standardní i reformulovanou výrobu bude k dispozici stejná solná lázeň o dané koncentraci a snižování obsahu soli bude dosahováno zkrácením doby solení. Na provoz, kde se používá více koncentrovaná solná lázeň, bude tedy nutné přesněji kontrolovat dobu solení a v návaznosti na to i režim, jakým budou sýry z dané šarže do solné lázně vkládány a opět z ní vyjímány. To zvláště pro větší šarže a výraznější snížení obsahu soli v sýrech může znamenat technický problém.

Z tab. 2 je dále patrné, že výroba všech šarží proběhla standardně a ve všech šaržích bylo dosaženo srovnatelné sušiny i kyselosti sýrů. Taktéž v průběhu skladování se tyto parametry mezi jednotlivými šaržemi prakticky nelišily. V rámci jednotlivých šarží docházelo k mírnému dokysávání a s tím spojenému poklesu pH o 0,11 až 0,28 během 14 dnů.

Změnu kyselosti lze přičítat především nárůstu obsahu kyseliny mléčné, který byl v průměru o 110 mg/100 g. Koncentrace kyseliny mléčné se pro obě série výrob a všechny tři časy v průběhu skladování pohybovala od 1410 do 1783 mg/100 g. Dále byl stanoven obsah kyseliny mravenčí (7-14 mg/100 g), citronové (4-18 mg/100 g), fosforečné (298-399 mg/100 g), jantarové (0-20 mg/100 g), asparagové (6-26 mg/100 g), octové (87-125 mg/100 g) a glutamové (13-46 mg/100 g), zatímco obsah kyseliny propionové a máselné byl pod mezí detekce. Tato analýza neodhalila žádné problémy či netypický biochemismus probíhající v sýrech.

Obsah soli v sýrech, sušina ani aktivita vody se v průběhu skladování neměnily. Taktéž se aktivita vody nelišila mezi vzorky sýrů solených za různých podmínek. Proto na typ sýra řešený v této práci nejsou přenositelné

Tab. 2 Průměrný obsah soli, sušina a kyselost v sýrech solených za různých podmínek (stanovení ve dvou sériích výrob a třech časech v průběhu skladování)

Koncentrace NaCl v solné lázni (%)	Doba solení (min)	Obsah NaCl v sýru (%)	Sušina (%)	Aktivita vody	Aktivní kyselost (pH)	Titrační kyselost (°SH)
20	15	1,00 ± 0,06	39,8 ± 1,9	0,98 ± 0,00	4,68 ± 0,10	101,3 ± 6,3
20	5	0,68 ± 0,05	39,6 ± 1,2	0,98 ± 0,00	4,68 ± 0,10	103,2 ± 6,1
15	15	0,92 ± 0,12	39,6 ± 1,9	0,98 ± 0,00	4,68 ± 0,10	103,0 ± 8,4
15	5	0,64 ± 0,06	39,7 ± 1,9	0,98 ± 0,00	4,68 ± 0,10	103,3 ± 5,8
10	15	0,70 ± 0,10	39,8 ± 1,5	0,98 ± 0,00	4,68 ± 0,10	99,6 ± 5,6
10	5	0,50 ± 0,08	39,9 ± 2,0	0,98 ± 0,00	4,68 ± 0,10	101,7 ± 5,7
-	0	0,15 ± 0,01	40,6 ± 1,3	0,99 ± 0,00	4,69 ± 0,10	103,4 ± 4,8

poznatky, které publikovali Jesus a kol. (2016). V citované práci byla část NaCl v sýru typu cottage nahrazena KCl a MgCl₂ při zachování stejné aktivity vody. Díky tomu dle autorů nebyl růst *Listeria monocytogenes* ovlivněn chemickým složením solicí směsi.

Nyní k mikrobiologickým parametrům sýrů. Pod mezí detekce ve všech vzorcích byla denzita *E. coli* a pouze sporadické záchyty jednotek kolonií na prvním desítkovém ředění sýrů (<1,6 log KTJ/g) byly pro koliformní bakterie, enterokoky a plísň. Denzita termorezistentních mikroorganismů se pohybovala od <1 do 3,1 log KTJ/g, což jsou běžné hodnoty pro nesterilované mléčné výrobky (Němečková a kol., 2006). Nejhojněji zastoupenými mikroorganismy byly dle očekávání mezofilní mléčné koky, jejichž denzita po výrobě se pohybovala v řádu od 9 do 10 log KTJ/g a během 14 dnů skladování poklesla na 7 až 8 log KTJ/g. Závislost těchto mikrobiologických parametrů na podmínkách solení, obsahu soli či době skladování sýrů shledána nebyla.

V jednom vzorku po výrobě byla zjištěna náhodná kontaminace fakultativně heterofermentativními laktobacily (3,7 log KTJ/g). Jak upozorňuje Johnson (2001), každý jednotlivý kus sýra má svou jedinečnou směs mikroorganismů, která pochází nejen ze zákysových kultur, ale také ze suroviny, z prostředí výroby a technologického zařízení a z rukou pracovníků. Tato jedinečnost se v naší práci projevila zejména u halotolerantních mikroorganismů a kvasinek, kdy byly velké rozdíly mezi vzorky solenými za stejných podmínek a neexistoval jednoznačný trend (nárůst či pokles denzity) v průběhu skladování. Proto v tab. 3 předkládáme tyto mikrobiologické parametry jako průměr výsledků pro dvě série výrob a tři časy v průběhu skladování.

Přestože jsou směrodatné odchylky výběru v tab. 3 značně vysoké a dokládají diskutovanou jedinečnost každého jednotlivého analyzovaného vzorku, průměrné hodnoty ukazují souvislost mikrobiologických parametrů s podmínkami solení, resp. obsahem soli v sýru. Nejhorších mikrobiologických parametrů podle očekávání dosahovaly zcela nesolené kontrolní vzorky. Pokud pro halotolerantní mikroorganismy opomeneme vzorek solený 5 minut v lázni o koncentraci 20 % NaCl, denzita halotolerantních mikroorganismů se s klesajícím obsahem soli v sýru napříč analyzovanými vzorky zvyšovala a hodnotu 2 log KTJ/g překročila při 0,70 % NaCl v sýru. Také pro kvasinky se kritický obsah soli v sýru pohyboval okolo 0,68-0,70 %, při vyšším obsahu soli byla denzita kvasinek cca 1,5 log KTJ/g, při nižším obsahu soli téměř 3 log KTJ/g.

Zjištěný limit pro snižování obsahu soli v čerstvých netermizovaných sýrech 0,70 % lze považovat za krajní možnost, neboť pokusné výroby sýrů byly provedeny za velmi dobrých hygienických podmínek a v modelové připravené solné lázni bez cíleného přídavku kontaminujících mikroorganismů. Při zvažování možnosti reformulace soli v sýrech by proto měly být uváženy konkrétní hygienické podmínky daného provozu. Souvislost mezi

obsahem soli v sýru 0,70 % a velmi vysokými požadavky na hygienický standard výroby je patrná i z toho, že takto nízký obsah soli v tržní síti v ČR mají jen některé z čerstvých sýrů termizovaných, a tedy mikrobiologicky méně rizikových. Pro zlepšení mikrobiologických parametrů reformulovaných čerstvých sýrů se sníženým obsahem soli de Farias a kol. (2019) testovali různé biologické protektivní preparáty. Je však třeba zdůraznit, že se jedná jen o podpůrné prostředky, které dostatečně vysoký hygienický standard výroby nahradit nedokáží.

Za pozornost ještě stojí, že i 1 % soli v sýru může vykazovat mikrobistatický účinek. Za předpokladu, že je všechna sůl rozpuštěna ve vodné fázi sýra, by koncentrace soli byla 1,7 %, což je i tak relativně málo. Jak zjistili Chramostová a kol. (2014) ve své práci, kde testovali 48 kmenů psychrotrofních bakterií, bakterií čeledi *Enterobacteriaceae*, rodu *Bacillus*, kvasinek a dalších mikroorganismů izolovaných z mléka a mléčných výrobků, všechny tyto kmeny rostly v bujónu obsahujícím 2 % soli a 71 % kmenů i v bujónu, který obsahoval 4,5 % soli. Vysvětlením může být společné mikrobistatické působení několika bariér – obsah NaCl, nízké pH, vakuové balení a konkurence jiných mikroorganismů.

Tab. 3 Denzita halotolerantních mikroorganismů a kvasinek v sýrech solených za různých podmínek (stanovení ve dvou sériích výrob a třech časech v průběhu skladování)

Koncentrace NaCl v solné lázni (%)	Doba solení (min)	Halotolerantní mikroorganismy (log KTJ/g)	Kvasinky (log KTJ/g)
20	15	1,98 ± 2,32	1,41 ± 1,45
20	5	0,86 ± 1,24	1,20 ± 1,41
15	15	1,96 ± 2,35	1,60 ± 1,80
15	5	2,73 ± 3,02	1,62 ± 1,80
10	15	2,36 ± 2,47	2,95 ± 3,10
10	5	2,88 ± 3,18	2,92 ± 2,99
-	0	3,24 ± 3,60	2,96 ± 3,09

Pokud jde o senzorické vlastnosti reformulovaných sýrů, všechny solené sýry byly většinou hodnotitelů vnímány jako slané dostatečně, zatímco zcela nesolený sýr nevyhovoval. Reformulace obsahu soli v čerstvých sýrech je tedy limitována jinými (např. mikrobiologickými) parametry více než preferencemi spotřebitelů pro slanou chuť.

Přestože slovní popis senzorického hodnocení panelem neumožňuje přesnou kvantifikaci výsledků, lze v něm vysledovat určité trendy. V sérii s neoptimalizovanou dávkou syřidla docházelo k hořknutí, avšak slanost sýrů pomáhala hořký vjem tlumit. Při nižším obsahu soli v sýrech se hořká chuť v průběhu skladování začala objevovat dříve a vnímána byla jako více intenzivní. A při srovnatelném obsahu soli v sýrech byla hořká chuť vnímána intenzivněji, pokud sýr vykazoval též problémy s konzistencí.

Konzistence sýrů spíše než na obsahu soli v sýru či době solení závisela na koncentraci solné lázně. Solení v lázni s 15 nebo 20 % NaCl přispělo k dosažení vyhovující konzistence. Sýry solené v lázni s 10 % soli vykazovaly měkkou, blátivou konzistenci, zatímco zcela nesolené sýry měly konzistenci tvarohovitou, která se navíc pojila s vjemem výrazně kyselé chuti (přestože kyselost sýrů významně vyšší nebyla).

Je nutno zdůraznit, že lázeň s 10 % soli byla zařazena pouze modelově, aby v designu experimentu pomohla rozšířit koncentrační řadu pro dosažené obsahy soli v sýrech. Bylund (1995) uvádí, že nejčastěji se používají solné lázně o koncentraci 18-23 % NaCl. Dále vysvětluje, že při koncentraci lázně pod 16 % soli dochází k bobtnání a solubilizaci kaseinu, což způsobuje mazlavý a slizký povrch sýrů. A zároveň se u takovýchto sýrů zvyšuje riziko vzniku mikrobiologických vad, jako jsou barevné změny povrchu a slizovitost způsobená mikrobiálním rozkladem bílkovin a tuků. S ohledem na konzistenci sýrů a koncentraci solné lázně a v návaznosti na diskuzi uvedenou výše týkající se organizace práce na solovně se obsah soli v sýru 0,65-0,70 % jeví rovněž jako limit technických a technologických možností.

V této práci je diskutována souvislost mezi konzistencí sýra a intenzitou vnímání hořké a kyselé chuti. Konzistence však může ovlivnit i intenzitu vnímání chuti slané, jak zjistili Benjamino a kol. (2018) pro čerstvé polotvrdé sýry s přísadkou alginátu sodného a dalších polysacharidů. Intenzifikace slané chuti při snížení obsahu soli je potenciálně zajímavým řešením, avšak je otázkou, zda by byl takový výrobek s přídatnou látkou namísto „clean-label“ spotřebiteli akceptován.

Snížení obsahu soli v sýrech je možné spotřebitelům komunikovat prostřednictvím nutričního tvrzení v souladu s Nařízením 1924 (2006). Na rozdíl od zvyšování obsahu živiny, pro které platí dva limity (minimálně o 15 nebo 30 %) a dvě různě silná nutriční tvrzení, pro snižování obsahu platí limit jediný, a to minimálně o 30 %. Výjimka platí pro snižování obsahu soli, resp. sodíku, kdy je možno příslušného nutričního tvrzení použít při snížení obsahu minimálně o 25 %. Při obvyklém obsahu soli v čerstvých sýrech 1 % to znamená dosáhnout snížení alespoň na 0,75 %. To se blíží technickému a mikrobiologickému limitu zjištěnému v našich modelových výrobcích za optimálních hygienických podmínek. V souvislosti s nutričním tvrzením pro obsah soli je ještě zapotřebí upozornit, že je nutno pro analýzu finálních reformulovaných výrobků použít příslušnou referenční metodu, a to stanovení sodíku metodou atomové absorpční spektroskopie (AAS).

Závěr

V modelových výrobcích čerstvých netermizovaných sýrů bylo zjištěno, že je možno dosáhnout snížení obsahu

soli z 1 na 0,75 % tak, aby bylo možno použít příslušné nutriční tvrzení. Tato hodnota se však blíží mikrobiologickým a technickým limitům – před rozhodnutím, zda a jakou měrou reformulaci realizovat by měly být důkladně zváženy především hygienické podmínky konkrétní výroby a možnosti organizace práce na dané solovně.

Poděkování

Tato práce vznikla s finanční podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství České republiky při řešení projektu QK1910100 v programu ZEMĚ.

Literatura

- BENJAMINO O., DAVIDOVICH-PINHAS M., SHPIGELMAN A., RYTWO G. (2018): Utilization of polysaccharides to modify salt release and texture of a fresh semi hard model cheese. *Food Hydrocolloids*, 75, s. 95-106.
- BYLUND G. (1995): Cheese. *Dairy Processing Handbook* (s. 287-331). Švédsko, Tetra Pak Processing Systems AB.
- DE FARIAS F.M., DOS SANTOS MASCIMENTO J., DA SILVA SANTOS O.C., DO CARMO DE FERRE BASTOS M. (2019): Study of the effectiveness of staphylococci in biopreservation of Minas fresh (Frescal) cheese with a reduced sodium content. *International Journal of Food Microbiology*, 304, s. 19-31.
- GABROVSKÁ D., CHÝLKOVÁ M. (2017): Slaná fakta o soli aneb je sůl nad zlato? (s. 31-32). Praha, Platforma pro reformulace, Česká technologická platforma pro potraviny.
- CHRAMOSTOVÁ J., HAVLÍKOVÁ Š., PURKRTOVÁ S., NĚMEČKOVÁ I., ROUBAL P. (2014): Potenciál mikroorganismů při kažení mléka a mlékařských produktů. *Mlékařské listy – zpravodaj*, 147, s. XVII-XX.
- JESUS A.L.T., FERNANDES M.S., KAMIMURA B.A., PRADO-SILVA L., SILVA R., ESMERINO E.A., CRUZ A.G., SANT'ANA S. (2016): Growth potential of *Listeria monocytogenes* in probiotic cottage cheeses formulations with reduced sodium content. *Food Research International*, 81, s. 180-187.
- JOHNSON M.E. (2001): Cheese products. MARTH E.H., STEEL J.L. (Ed.): *Applied Dairy Microbiology*, 2. vydání (s. 345-384). USA, Marcel Dekker, Inc.
- KLOSS L., DAWN MEYER J., GRAEVE L., VETTER W. (2015): Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union – A review. *NFS Journal*, 1, s. 9-19.
- NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) Č. 1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin.
- NĚMEČKOVÁ I., ROUBAL P., PECHAČOVÁ M., VYLETĚLOVÁ M., NEJESCHLEBOVÁ L. (2006): Výskyt *Bacillus cereus* a *Bacillus licheniformis* ve vybraných mlékařských technologiích. *Mlékařské listy – zpravodaj*, 99, s. 23-27.
- WHO (2012): Guideline: Sodium intake for adults and children. Švýcarsko, World Health Organization.

Korespondující autor:

Ing. Irena Němečková, Ph.D.,
Výzkumný ústav mlékařský s.r.o., Ke Dvoru 12a,
160 00 Praha 6, e-mail: nemeckova@milcom-as.cz.

Přijato do tisku: 25. 3. 2020

Lektorováno: 1. 4. 2020