

# SLEDOVÁNÍ KVALITY FARMÁŘSKÝCH SÝRŮ

Leona Buňková, Kateřina Hudcová, Pavel Budinský,  
Eva Lorencová, Helena Velichová, František Buňka  
Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

## Monitoring of farm cheese quality

### Abstrakt

Cílem práce byl průzkum obsahu šesti biogenních aminů (histaminu, tyraminu, fenyletylaminu, tryptaminu, putrescinu a kadaverinu) a dvou polyaminů (spermidinu a sperminu) v 55 vzorcích sýrů z farmářské produkce. Produkty byly testovány na konci doby minimální trvanlivosti. Ve vzorcích nebyl detekován tryptamin a fenyletylamin; histamin byl detekován pouze ve 4 vzorcích v koncentracích <25 mg/kg. Obsahy polyaminů (spermidinu a sperminu) je možné hodnotit také jako nízké (<35 mg/kg). Zjištěná množství tyraminu, putrescinu a kadaverinu však byla významná, a to zejména u sýrů vyrobených z ovčího mléka nebo u déle zrajících sýrů. U cca 10 % testovaných sýrů se součet koncentrací testovaných biogenních aminů pohyboval nad 200 mg/kg, což je již možné považovat za toxikologicky významné množství.

### Abstract

The aim of the study was to monitor the content of six biogenic amines (histamine, tyramine, phenylethylamine, tryptamine, putrescine and cadaverine) and two polyamines (spermidine and spermine) in 55 samples of cheeses from farm production. The cheeses were sampled at the end of shelf-life. Tryptamine and phenylethylamine were not detected in samples tested. Histamine was detected only in 4 samples at concentrations <25 mg/kg. Spermidine and spermine contents were evaluated as practically negligible (<35 mg/kg). On the other hand, the amount of tyramine, putrescine and cadaverine in many samples was significant, especially in cheeses made from sheep's milk or long-term ripened cheeses. In almost 10% of samples tested the total concentration of biogenic amines (total sum of 8 biogenic amines and polyamines) more than 200 mg/kg was observed. This concentration should be considered as toxicologically significant amounts.

### Úvod

Biogenní aminy (BA) jsou nízkomolekulární bazické sloučeniny, které v surovinách a potravinách vznikají především v důsledku dekarboxylázové aktivity některých mikroorganismů. Z tohoto důvodu lze BA považovat za indikátory kvality potravin. Prekurzory BA jsou zejména volné aminokyseliny uvolněné z proteinů a peptidů přede-

vším činností proteolytických enzymů. Biogenní aminy a polyaminy v živých organizmech vykazují významnou biologickou aktivitu. Běžná množství těchto metabolitů v potravinách a nápojích (cca < 100 mg/kg) nepředstavují pro zdravého člověka významnější riziko, protože jsou v lidském střevním traktu metabolizovány činností detoxikačních enzymů. Vysoká množství BA však již mohou vyvolat nežádoucí psychoaktivní a vazoaktivní účinky (kolísání krevního tlaku, bolesti hlavy, zvracení, dýchací potíže aj.). Histamin, tyramin a fenyletylamin mohou tyto nežádoucí účinky vyvolávat přímo. Putrescin a kadaverin samy o sobě nepůsobí příliš toxicky, mohou však zvyšovat nežádoucí toxické účinky dalších BA (zejména histaminu a tyraminu), resp. mohou inhibovat detoxikační systém (Halász a kol., 1994; Silla Santos, 1996).

Ve většině výrobků fermentovaných bakteriemi mléčného kvašení se nachází určité množství BA. Z fermentovaných mléčných výrobků jsou z hlediska přítomnosti biogenních aminů nejvíce sledované přírodní sýry. Vyšší hladiny tyraminu, histaminu, putrescinu a kadaverinu byly zjištěny zejména u zrajících sýrů (Spano a kol., 2010). Množství biogenních aminů je však značně variabilní nejen mezi jednotlivými druhy sýrů, ale i v rámci jednoho druhu. Množství biogenních aminů se také liší v různých vrstvách sýru (Spano a kol., 2010; Buňková a kol., 2010). Produkce biogenních aminů v sýrech závisí zejména na podmínkách a délce zrání, na množství a druhu mikroorganismů v mléku, na tepelném ošetření mléka před samotnou výrobou sýra. Více biogenních aminů bývá zpravidla detekováno v sýrech vyrobených z nepasterovaného mléka (Novella-Rodríguez a kol., 2003).

Monitorování výskytu biogenních aminů v různých potravinách a nápojích je v poslední době věnována značná pozornost a to i přes to, že legislativně je tato problematika ošetřena pouze u obsahu histaminu v rybách a výrobcích z ryb (Nařízení komise (ES) č. 2073/2005). Cílem této studie bylo zjistit obsah osmi biogenních aminů a polyaminů (histaminu, tyraminu, fenyletylaminu, tryptaminu, putrescinu, kadaverinu, spermidinu, sperminu) ve vzorcích sýrů od maloproducentů farmářského charakteru.

### Materiál a metody

#### Vzorky sýrů

V roce 2011 bylo zakoupeno celkem 55 sýrů od maloproducentů farmářského charakteru z východní Moravy a Slovenska. Často se jednalo o krajové výrobky, které byly zakoupeny na farmářských trzích, maloprodejnách a nebo přímo v místě výroby na jednotlivých farmách. Sýry byly rozděleny do 5 skupin: (i) brynzy a sýry z nepasterovaného ovčího mléka, (ii) sýry a tvarohy z pasterovaného ovčího mléka, (iii) sýry z kozího mléka (s výjimkou 1 vzorku vyrobeny z pasterovaného mléka), (iv) čerstvé sýry a tvarohy vyrobené z pasterovaného kravského mléka a (v) zrající sýry vyrobené z pasterovaného kravského mléka (Tabulka 1). Vzorky sýrů byly uchovávány při chladiřských

teplotách 4-8 °C a použity k analýze na konci doby minimální trvanlivosti, resp. doby použitelnosti.

### Stanovení obsahu biogenních aminů a polyaminů

Všechny odebrané vzorky byly po odběru lyofilizovány (přístroj Christ Alpha 1-4) a lyofilizovaná hmota byla udržována do okamžiku analýzy při -70 °C. Trojnásobná extrakce aminů byla provedena roztokem kyseliny chloristé (0,6 mol/l). Obsah 8 aminů byl stanoven metodou kapalinové chromatografie (přístroje LabAlliance a Agilent Technologies) po předchozí derivatizaci dansylchloridem. Derivatizace, chromatografická separace (ZORBAX Eclipse XDB-C18, 150 x 4,6 mm, 3,5 μm, Agilent Technologies) a spektrofotometrická detekce (λ = 254 nm) byly provedeny podle Dadákové a kol. (2009). Každý vzorek byl extrahován třikrát, každý extrakt dvakrát derivatizován a každá derivatizovaná směs třikrát nanesena na kolonu (n = 18). Meze detekce se pro jednotlivé aminy pohybovaly v rozmezí (0,24-1,39 mg/kg). Výsledky byly přepočteny na hmotu před lyofilizací.

### Výsledky a diskuze

Biogenní aminy anebo polyaminy byly detekovány ve 40 sýrech farmářského původu. V žádném z těchto sýrů nebyl detekován fenyletylamin a tryptamin, pouze v jednom sýru (vyrobeném z pasterovaného kozího mléka) byl detekován spermidin (cca 32 mg/kg). Rovněž četnost výskytu histaminu byla nízká, tento BA byl detekován ve 4 sýrech - v 1 brynze vyrobené z nepasterovaného mléka a ve 3 zra-

jičích sýrech vyrobených z pasterovaného kravského mléka, a to v rozmezí 18,3-24,2 mg/kg (Tabulka 1).

Nejčastěji detekovaným biogenním aminem u analyzovaných sýrů byl tyramin, který se vyskytoval ve 24 vzorcích v množství 7,2-207,1 mg/kg (Tabulka 1). U 11 sýrů byl zjištěn tyramin v koncentraci do 20 mg/kg, naopak u 6 sýrů bylo jeho množství vyšší než 100 mg/kg. Tyramin byl detekován ve většině sýrů vyrobených z ovčího mléka (pasterovaného i nepasterovaného). Tento BA byl také detekován u sýrů z pasterovaného kravského mléka, avšak v nižších koncentracích než u sýrů z ovčího mléka.

Druhým nejčastěji detekovaným aminem u sýrů od maloproducentů byl kadaverin, který byl zjištěn ve 20 výrobcích v koncentraci 7,0-149,0 mg/kg (Tabulka 1). U necelé poloviny vzorků byl kadaverin zaznamenán v poměrně nízkých koncentracích do 20 mg/kg. Toxikologicky závažnější množství kadaverinu (>100 mg/kg) bylo detekováno ve 2 sýrech. Přítomnost tohoto BA byla zjištěna především v ovčích sýrech s převahou sýrů vyrobených z nepasterovaného mléka. U sýrů vyrobených z kravského mléka byl zjištěn vyšší výskyt kadaverinu u čerstvých sýrů. U kozích sýrů byl tento BA detekován ve 2 vzorcích.

Podobné účinky jako kadaverin (potenciátor účinku histaminu a tyraminu) má i putrescin, který byl zjištěn u 17 sýrů v množství 12,2-229,5 mg/kg. U 3 sýrů byl putrescin detekován v koncentraci do 20 mg/kg, naopak u 4 sýrů v koncentracích vyšších než 100 mg/kg. U kozích sýrů byl putrescin detekován pouze v 1 vzorku (pařený sýr), u sýrů vyrobených z kravského mléka ve čtvrtině

**Tab. 1** Obsah biogenních aminů v mg/kg v testovaných sýrech od maloproducentů farmářského charakteru

Druh sýru podle suroviny	Počet vzorků	Biogenní aminy (ND/+/++/+++ /++++)*					
		Suma	Tyramin	Histamin	Putrescin	Kadaverin	Spermin
<b>Nepasterované ovčí mléko</b>							
Bryza	4	73,2-222,2	0/0/1/1/2	3/0/1/0/0	2/0/1/1/0	1/0/3/0/0	3/1/0/0/0
Uzený sýr	3	25,1-177,1	0/1/2/0/0	ND	0/0/2/1/0	1/0/0/2/0	ND
Čerstvý sýr	2	ND-40,3	ND	ND	1/0/1/0/0	1/0/1/0/0	ND
<b>Pasterované ovčí mléko</b>							
Čerstvý sýr	3	ND-140,3	1/0/2/0/0	ND	1/1/0/0/1	1/0/2/0/0	ND
Pařený sýr neochucený neuzený	2	ND-13,2	ND	ND	ND	ND	1/0/1/0/0
Sýr zrající v solném nálevu	2	37,2-529,8	0/0/1/0/1	ND	1/0/0/0/1	1/0/0/0/1	1/0/1/0/0
Ochucený sýr	2	ND-223,5	1/0/0/0/1	ND	1/0/0/0/1	ND	ND
<b>Kozí mléko</b>							
Zrající sýr z nepasterovaného mléka	1	356,1	0/0/0/0/1	ND	ND	0/0/0/0/1	ND
Čerstvý sýr neochucený	3	ND-32,7	2/0/1/0/0	ND	ND	ND	ND
Čerstvý sýr ochucený	6	ND-10,7	5/0/1/0/0	ND	ND	ND	ND
Pařený sýr neochucený neuzený	3	ND-89,9	2/1/0/0/0	ND	2/0/1/0/0	2/0/1/0/0	ND
<b>Čerstvé sýry kravské mléko</b>							
Čerstvý sýr neochucený	6	ND-161,9	4/1/1/0/0	ND	5/0/0/0/1	3/1/2/0/0	2/0/4/0/0
Čerstvý sýr ochucený	4	19,4-45,1	1/2/1/0/0	ND	ND	2/1/1/0/0	1/0/3/0/0
<b>Ostatní sýry kravské mléko</b>							
Zrající sýr	3	137,9-173,4	1/0/0/1/1	ND	1/0/1/1/0	0/0/2/1/0	0/0/2/1/0
Pařený sýr neochucený neuzený	5	ND-49,9	4/0/1/0/0	4/0/1/0/0	4/0/1/0/0	ND	3/1/1/0/0
Pařený sýr ochucený	3	12,0-25,6	ND	ND	1/0/2/0/0	ND	0/0/3/0/0
Pařený sýr neochucený uzeneý	3	9,2-39,3	ND	1/0/2/0/0	ND	2/0/1/0/0	1/2/0/0/0

\* Obsah biogenních aminů je vyjádřen pomocí intervalů: "ND" - nebylo detekováno; "+" pod 10 mg/kg; "++" 10 až 50 mg/kg; "+++" 50 až 100 mg/kg; "++++" nad 100 mg/kg.

vzorků s převahou zrajících sýrů. U sýrů vyrobených z ovčího mléka byl putrescin zaznamenán ve více než polovině vzorků (10 vzorků z 18 testovaných), přičemž v 1 sýru zrajícím v solném nálevu byl detekován v množství téměř 230 mg/kg.

U 19 sýrů byl rovněž zaznamenán spermin (Tabulka 1). Tento BA byl s výjimkou 1 sýru (čerstvý sýr vyrobený z pasterovaného kravského mléka) detekován v množství do 20 mg/kg. Spermin nebyl detekován u sýrů vyrobených z kozího mléka, jeho výskyt byl nízký rovněž u sýrů vyrobených z ovčího mléka. U sýrů vyrobených z kravského mléka byl nalezen ve 2/3 ze všech testovaných sýrů.

Pokud byly v sýrech farmářského původu detekovány biogenní aminy a polyaminy, tak ve většině sýrů byl detekován více než jeden amin. U 11 sýrů bylo zjištěno celkové množství biogenních aminů a polyaminů do 20 mg/kg, u 16 sýrů v rozmezí 20-100 mg/kg, u 8 sýrů v rozmezí 100-200 mg/kg a u 5 sýrů dokonce v množství vyšším než 200 mg/kg. Nejvyšší množství biogenních aminů (530 mg/kg) bylo zjištěno v sýru zrajícím v solném nálevu vyrobeném z pasterovaného ovčího mléka. V ovčích sýrech (vyrobených z pasterovaného i nepasterovaného mléka) byly BA detekovány obecně ve vyšších množstvích než v sýrech vyrobených z kozího a kravského mléka. Celkem 8 vzorků sýrů vyrobených z ovčího mléka obsahovalo BA v součtu >100 mg/kg, u kozích sýrů bylo toto množství zjištěno pouze v 1 sýru (vyrobeném z nepasterovaného mléka) a u sýrů vyrobených z pasterovaného kravského mléka u 4 sýrů, z nichž 3 sýry byly zrající.

Stanovení toxické hodnoty celkového množství biogenních aminů v potravinách je obtížné, neboť při stanovení sehrává význam velké množství různorodých faktorů. Jednotliví autoři uvádí hodnoty obsahu v širokém rozmezí a to 200-800 mg biogenních aminů na 1 kg potravin (Halász a kol., 1994; Silla Santos, 1996, Spano a kol., 2010). Vezmeme-li dolní hranici tohoto intervalu (200 mg/kg), pak asi 10 % vzorků již obsahuje taková množství biogenních aminů, která jsou schopna přivodit zdravotní komplikace i zdravému jedinci.

Zjištěné biogenní aminy mohou přecházet do výrobků z použitých surovin, ve kterých mohou být jejich přirozenou součástí. Příkladem mohou být polyaminy spermin, spermidin a putrescin, které jsou součástí čerstvého mléka (Spano a kol., 2010; Linares a kol., 2011). BA mohou být rovněž produkovány kyselinami a nezápornými bakteriemi mléčného kvašení, které byly použity při výrobě těchto výrobků nebo které se do nich dostaly během jejich technologického zpracování. Schopnost tvorby biogenních aminů byla popsána u řady zástupců bakterií mléčného kvašení (Buňková a kol., 2009, 2010; Fernández a kol., 2007). Biogenní aminy mohou rovněž vytvářet i bakterie náležící ke kontaminující mikroflóře, zejména bakterie čeledi Enterobacteriaceae (Pircher a kol., 2007).

Při posuzování závažnosti obsahu biogenních aminů v potravinách je třeba posuzovat denní příjem komplexněji. Řada dalších sloučenin, například alkohol (etanol) může snižovat aktivitu enzymů, které se podílejí na odbourávání

biogenních aminů v lidském střevním traktu (Shalaby, 1996). Přihlédneme-li ke skutečnosti, že sýry se často podávají k alkoholickým nápojům (například pivo nebo víno), pak mohou být i nižší koncentrace BA pro člověka nežádoucí. Situaci navíc zhoršuje i skutečnost, že samotné pivo a víno často obsahují vysoká množství biogenních aminů (Kalač a Křížek, 2003; Ancín-Azpilicueta a kol., 2008).

Jestliže srovnáme výskyt biogenních aminů a polyaminů v sýrech čerstvých a sýrech zrajících, tak vyšší obsah BA byl zjištěn u sýrů zrajících. Tento fakt lze přičíst tomu, že přítomná mikroflóra u čerstvých sýrů nemohla vyprodukovat "dostatečné" množství biogenních aminů. U zrajících sýrů se obvykle koncentrace BA s narůstající dobou zvyšují (Buňková a kol., 2010; Spano a kol., 2010). Na druhou stranu je však nutné podotknout, že u některých sýrů zakoupených od farmářů se vyskytovalo >200 mg/kg BA. Tuto problematiku je tedy třeba také sledovat i u těchto výrobků, zejména u sýrů vyrobených z ovčího mléka.

Výsledky této studie ukazují, že biogenní aminy a polyaminy se v sýrech vyskytují poměrně často, což je třeba vzít v úvahu i z toho důvodu, že v České republice se zvyšuje konzumace sýrů a rovněž roste obliba výrobků od maloproducentů. Jelikož není pro obsah biogenních aminů a polyaminů legislativně stanoven limit, nejsou tyto sekundární metabolity pravidelně dozorovými orgány sledovány a vyhodnocovány, což by v případě vyššího obsahu BA mohlo představovat potenciální riziko pro konzumenta.

### Poděkování

Tato práce vznikla za s finanční podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum, projekt QJ1210300 programu Komplexní udržitelné systémy v zemědělství 2012-2018 a interního grantu UTB ve Zlíně č. IGA/FT/2012/027 financovaného z prostředků specifického vysokoškolského výzkumu.

### Literatura

- ANCÍN-AZPILICUETA, C., GONZÁLEZ-MARCO, A., JIMÉNEZ-MORENO, N. (2008): Current knowledge about the presence of amines in wine. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 48, s. 257-275.
- BUŇKOVÁ, L., BUŇKA, F., HLOBILOVÁ, M., VAŇÁTKOVÁ, Z., NOVÁKOVÁ, D., DRÁB, V. (2009): Tyramine production of technological important strains of *Lactobacillus*, *Lactococcus* and *Streptococcus*. *Eur. Food Res. Technol.*, 229, s. 533-538.
- BUŇKOVÁ, L., BUŇKA, F., MANTLOVÁ, G., ČABLOVÁ, A., SEDLÁČEK, I., ŠVEC, P., PACHLOVÁ, V., KRÁČMAR, S. (2010): The effect of ripening and storage conditions on the distribution of tyramine, putrescine and cadaverine in Edam-cheese. *Food Microbiol.*, 27 (7), s. 880-888.
- DADÁKOVÁ, E., KRÍŽEK, P., PELIKÁNOVÁ, T. (2009): Determination of biogenic amines in foods using ultra-performance liquid chromatography (UPLC). *Food Chem.*, 116, s. 365-370.
- FERNÁNDEZ, M., LINARES, D.M., RODRÍGUEZ, A., ALVAREZ, M. A. (2007): Factors affecting tyramine production in *Enterococcus durans* IPLA 655. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 73, s. 1400-1406.
- HALÁSZ, A., BARÁTH, Á., SIMON-SARKADI, L., HOLZAPFEL, W. (1994): Biogenic amines and their production by microorganisms in food. *Trends Food Sci. Technol.*, 5, s. 42-49.
- KALÁČ, P., KRÍŽEK, M. (2003): A review of biogenic amines and polyamines in beer. *J. Inst. Brew.*, 109, s. 123-128.
- LINARES, D.M., MARTÍN, M.C., LADERO, V., ALVAREZ, M.A., FERNÁNDEZ, M. (2011): Biogenic amines in dairy products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 51, s. 691-703.

- NOVELLA-RODRÍGUEZ, S., VECIANA-NOGUÉS, M.T., IZQUIERDO-PULIDO, M., VIDAL-CAROU, M.C. (2003): Distribution of biogenic amines and polyamines in cheese. *J.Food Sci.*, 68 (3), s. 750-755.
- PIRCHER, A., BAUER, F., PAULSEN, P. (2007): Formation of cadaverine, histamine, putrescine and tyramine by bacteria isolated from meat, fermented sausages and cheeses. *Eur. Food Res. Technol.*, 226, s. 225-231.
- SHALABY, A.R. (1996): Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Res. Int.*, 29, s. 675-69.
- SILLA SANTOS, M.H. (1996): Biogenic amines: their importance in food. *Int. J. Food Microbiol.*, 29, s. 213-231.
- SPANO, G. A KOL. (2010): Biogenic amines in fermented foods. *Eur. J.Clin. Nutr.*, 64, S95-S100.

Přijato do tisku 18. 6. 2012

Lektorováno 2. 7. 2012

## VLIV DÉLKY FOSFOREČNANOVÉHO ŘETĚZCE NA TEXTURNÍ VLASTNOSTI TAVENÝCH SÝRŮ

Gabriela Nagyová<sup>a</sup>, František Buňka<sup>a</sup>, Dalibor Kuchař<sup>b</sup>,  
Tomáš Grüber<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Ústav technologie a mikrobiologie potravin,  
Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,  
nám. T. G. Masaryka 5555, 76001 Zlín

<sup>b</sup> Fosfa akciová společnost, Hraniční 268, 691 41 Břeclav -  
Poštorná

### The Effect of Chain Length of Phosphate on Texture Properties of Processed Cheese

#### Abstrakt

Cílem práce bylo sledovat vliv přísady sodných solí polyfosforečnanů s různou délkou řetězce na vybrané texturní parametry (tvrdost, kohezivnost a relativní lepivost) a pH modelových tavených sýrů (obsah sušiny 40 % w/w, obsah tuku v sušině 50 % w/w). Bylo použito šest sodných solí polyfosforečnanů s různou délkou řetězce (střední délka řetězce: 3-28) a pro srovnání byly zařazeny i hydrogenufosforečnan sodný a difosforečnan sodný, a to v jednotné koncentraci 3 % (w/w). Byly testovány výrobky s úpravou pH (na cílovou hodnotu 5,70 - 5,80) a také produkty bez úpravy hodnot pH. Hodnoty tvrdosti a pH vyrobených vzorků byly sledovány po 2, 9 a 30 skladování při 6°C. S prodlužující se délkou řetězce fosforečnanů tvrdost tavených sýrů rostla. Úprava pH rovněž ovlivnila texturní parametry, nicméně obecný trend zůstal nezměněn.

**Klíčová slova:** tavený sýr, polyfosforečnany, textura, tvrdost, pH

#### Abstract

The aim of this work was to observe the effect of addition of polyphosphate sodium salts with different chain

length on selected textural parameters (hardness, cohesiveness and relative adhesiveness) and on pH-values of model processed cheese (dry matter content 40% w/w, fat content in dry matter 50% w/w). Six sodium salts of polyphosphate with different chain length were used (mean chain length: 3-28); sodium hydrogenphosphate and sodium diphosphate were applied for comparison. All phosphate salts were used in concentration 3% (w/w). Products with pH adjustment (on target value 5.70-5.80) were also tested. The hardness values and pH of processed cheese were observed after 2, 9 and 30 storage days at 6°C. When the chain length increased the hardness of processed cheese were rose. The adjustment of pH influenced the texture parameters; on the other hand, the general trend remained unchanged.

**Key words:** processed cheese, polyphosphates, texture, hardness, pH

#### Úvod

Tavené sýry se vyrábí zahříváním směsí různých druhů přírodních sýrů, které mohou být v různém stupni prozrálosti, s tavicími solemi za částečného podtlaku a stálého míchání než je dosaženo homogenní hmoty požadovaných vlastností (Guinee a kol., 2004). V tavených sýrech zajišťují emulgaci tuku a stabilizaci vody především proteiny - kaseiny. V systému přírodního sýra jsou však kaseiny (a jejich částečné hydrolyzáty) pomocí vápenatých můstků uspořádány do formy trojrozměrné sítě, což způsobí jejich imobilizaci a znemožňuje plnění jejich emulgačních funkcí. Z tohoto důvodu jsou při výrobě tavených sýrů přidávány tavicí soli, které v důsledku iontové výměny vápenatých iontů za sodné vytvoří z nerozpustného parakaseinátu vápenatého rozpustnější parakaseinát sodný. Parakaseinát sodný (uvolněný z trojrozměrné sítě) již může efektivně plnit svou emulgační a stabilizační funkci. Mezi nejčastěji používanými tavicími soli patří sodné soli fosforečnanů, polyfosforečnanů a citranů (Miruno a Lucey, 2007, Kaliappan a Lucey, 2011).

Během záhřevu a míchání taveniny dochází následně k postupnému navazování polyvalentních aniontů fosforečnanů na proteiny (nejčastěji přes vápenaté ionty), kde váží větší množství vody. Finální struktura je tvořena vápenatými můstky, fosforečnato-vápenatými komplexy, disulfidickými můstky, vodíkovými vazbami, elektrostatickými a hydrofobními interakcemi. Kromě výše zmíněných přitažlivých sil zde můžeme identifikovat i síly odpudivé, jež jsou představovány především elektrostatickými interakcemi v důsledku převažujícího negativního náboje na přítomných kaseinech. Mezi přitažlivými a odpudivými silami se při tvorbě finální struktury (tzv. krémování) ustavuje rovnováha, která však může být narušena celou řadou vnitřních i vnějších faktorů (Miruno a Lucey, 2007, Weiserová a kol., 2011). Jedním z klíčových faktorů je také hodnota pH taveniny. Optimální pH rozrátatelného taveného sýra se obvykle pohybuje v intervalu 5,60-6,10. Klesající pH taveniny obvykle zvyšuje tuhost finálního výrobku. Naopak čím vyšší je pH taveniny, tím měkčí konzistenci lze očekávat.