

Vliv přídavku kyseliny adipové jako náhrady tavicích solí na vybrané texturní parametry tavených sýrů.

Pavel Mančík



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel MANČÍK**
Osobní číslo: **T08413**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Vliv přidavku kyseliny adipové jako náhrady tavicích solí na vybrané texturní parametry tavených sýrů.**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Stručná charakteristika tavených sýrů a úlohy tavicích solí během výroby tavených sýrů.
2. Charakteristika kyseliny adipové z hlediska jejich vlastností a interakcí.

II. Praktická část

1. Realizace výroby modelových vzorků s různou koncentrací kyseliny adipové (bez přidavku tavicích solí) a kontrolních vzorků (s přidavkem tavicích solí). Vzorky budou vyrobeny z přírodního sýru o různé zralosti
2. Zhodnocení homogenity vzorků vyrobených bez přidavku tavicích solí.
3. Stanovení vybraných texturních parametrů modelových vzorků.
4. Vyhodnocení výsledků a vyvození závěrů.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] GUINEE, T. P., CARIC, M., KALÁB, M. Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. In Fox, P.H. (Ed.) Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, vol. 2, Major Cheese Groups. 3rd ed. London: Elsevier, 2004. 349-394. ISBN 0-1226-3653-8.

[2] VYHLÁŠKA č.4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin.

[3] Brickley, C. A., Auty, M. A. E., Piraino, P. & McSweeney, P. L. H. (2007). The effect of natural Cheddar cheese ripening on the functional and textural properties of the processed cheese manufactured therefrom. *Journal of Food Science*, 72, 483-490.

[4] MITROFANOVA, G.V. Complexation of Calcium Ions with Dicarboxylic Acids in Aqueous Solution. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 2002, 75, 712-714.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Kristýna Hladká

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2011

Ve Zlíně dne 21. března 2011


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Mančík Pavel


Obor: CHTP-ML

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 18. 8. 2011



¹¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací;

(1) Vysoká škola nevydávající zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²¹ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3;

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³¹ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 školní dílo;

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybnějšího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užití či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělků jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Základním cílem práce bylo srovnat tvrdost tavených sýrů vyrobených s použitím tradičních tavicích solí a jejich náhrad. Jako náhrady byly využity kyselina adipová a její sodná sůl. Fosforečnanové tavicí soli anebo karagenan byly použity k výrobě kontrolních vzorků. Přírodní sýry o různém stupni prozrálosti (1, 2, 4, 8, 12 a 16 týdnů) byly využity k výrobě kontrolních modelových tavených sýrů. Tvrdost byla měřena pomocí analyzátoru textury TA-XTplus. Výrobky s karagenanem byly hodnoceny jako nejtěžší ze všech testovaných, a to bez ohledu na stupeň prozrálosti suroviny. Produkty s kyselinou adipovou a adipánem sodným byly relativně měkké ve srovnání s kontrolními produkty a výrobky s karagenanem. Tvrdost tavených sýrů klesala s narůstajícím stupněm prozrálosti suroviny – přírodního sýra.

Klíčová slova: Tavený sýr, přírodní sýry, stupeň prozrálosti, tvrdost.

ABSTRACT

The main of this study was to compare hardness of processed cheese produced using traditional emulsifying agents and samples manufacturing without traditional emulsifying agents. Adipic acid and its sodium salt were used as substitutes of traditional emulsifying agents. Phosphates and/or carrageenan were used as control samples. Cheese with different period of ripening (1, 2, 4, 8, 12 and 16 weeks) was used for production of control and model processed cheeses. Hardness was measured using TA-XTplus. The products with carrageenan were evaluated as the hardest in comparison with the rest samples (regardless the maturity of cheese). Samples with adipic acid and its sodium salt were relatively soft compared to control and sample with carrageenan. Hardness of processed cheeses decreased with the period of maturity increased.

Keywords: Processed cheese, Cheese, Maturity, Hardness.

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí bakalářské práce Ing. Kristýně Hladké za odborné vedení, podněty a za cenné rady při zpracování své bakalářské práce.

Také bych rád poděkoval Doc. Ing. Františku Buňkovi PhD. za cenné připomínky a poznatky.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Kristýny Hladké, a uvedl v seznamu literatury všechny literární a odborné zdroje.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická, nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 TAVENÉ SÝRY	11
1.1 KLASIFIKACE TAVENÝCH SÝRŮ.....	11
2 VÝROBA TAVENÝCH SÝRŮ	13
2.1 SUROVINY PRO VÝROBU	14
2.2 VÝBĚR A ÚPRAVA SUROVIN.....	15
2.3 TECHNOLOGIE VÝROBY	17
2.3.1 VLASTNÍ TAVENÍ	17
2.3.2 BALENÍ A CHLAZENÍ.....	18
3 KONZISTENCE TAVENÝCH SÝRŮ	20
4 TAVICÍ SOLI	22
4.1 DRUHY TAVICÍCH SOLÍ	22
4.2 DÁVKA TAVICÍCH SOLÍ	22
4.3 NÁHRADY TRADIČNÍCH TAVICÍCH SOLÍ.....	23
5 KYSELINA ADIPOVÁ A JEJÍ SOLI	25
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
6 CÍL PRÁCE	28
7 MATERIÁL A METODY	29
7.1 TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA	29
7.2 STANOVENÍ HODNOTY PH.....	30
8 VÝSLEDKY A DISKUZE	31
8.1 PŘEHLED PROVEDITELNOSTÍ TAVEB.....	31
8.2 VÝSLEDKY STANOVENÍ PH	32
8.3 VÝSLEDKY TEXTURNÍ PROFILOVÉ ANALÝZY	33
ZÁVĚR	36
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	37
SEZNAM GRAFŮ	40
SEZNAM TABULEK	41

ÚVOD

Tavené sýry patří k oblíbeným mléčným výrobkům na našem trhu. K jejich výrobě se mimo jiné využívají sodné soli fosforečnanů anebo citranů. Zejména fosforečnany nejsou v poslední době pozitivně hodnoceny, a to zejména ve spojení s nízkým příjmem dobře využitelného vápníku, železa a zinku. Proto se řada výzkumných týmů po celém světě pokouší nalézt kombinace sloučenin, kterými by bylo možné nahradit výše zmíněné fosforečnany. Sekundárním efektem těchto náhrad by rovněž byla inovace sortimentu a dodání alternativy k „běžným“ taveným sýrům.

V současné době existují návrhy sloučenin, pomocí kterých by bylo možné vyrobit homogenní tavené sýry. O vlastnostech těchto „nových“ výrobků však není známo mnoho. Proto jedním ze základních cílů této práce je prozkoumat vývoj texturních vlastností v závislosti na prozrálosti základní suroviny pro výrobu tavených sýrů, tedy přírodního sýra.

V teoretické části je stručně charakterizována výroba tavených sýrů, tradiční tavicí soli a možné náhrady tradičních tavicích solí. V praktické části byl realizován experiment, kdy byly vyráběny tavené sýry z různě prozrálé suroviny (přírodního sýra) a sledována jejich tvrdost a pH výsledné taveniny.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TAVENÉ SÝRY

Tavený sýr je dle [1,2,18] sýr, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí. Tavené sýry jsou tedy přírodní sýry přetvořené dalším technologickým postupem (tavením), jímž získávají žádoucí specifické vlastnosti. Výroba se člení na následující výrobní postupy a to:

- příprava suroviny
- tavení
- balení
- chlazení

1.1 Klasifikace tavených sýrů

Hlavní výhodou tavených sýrů je, že do jejich surovinové skladby lze zahrnout i přírodní sýry s různými, především mechanickými vadami, pro které by je nebylo možné uvádět do oběhu pro přímý prodej spotřebiteli. Nedoporučuje se však zpracovávat přírodní sýry s mikrobiologickými vadami, zejména pokud se jedná o sýry zaplísňené nebo s možným výskytem sporulujících bakterií. Tyto sporulující bakterie představují pro člověka zdravotní riziko, neboť obvyklé teploty používané při diskontinuální výrobě dokážou zničit pouze vegetativní formy mikroorganismů, nezničí se však bakteriální spory. U sýrů s výskytem plísně je zde riziko tvorby mykotoxinů [2,15].

Dobrou vlastností tavených sýrů je získání finálního výrobku se zvýšenou trvanlivostí, ve vztahu k použitým přírodním sýrům, které mají v porovnání s tavenými sýry kratší dobu trvanlivosti. Sortiment tavených sýrů zahrnuje velké množství produktů vzniklých kombinacemi jednotlivých druhů přírodních sýrů, obsahující různé suroviny mléčného i nemléčného původu (maso, zelenina, koření, houby, ovoce) [2]. Jako obaly pro tavené sýry se nejčastěji používají tenké hliníkové obaly, jejichž nevýhoda spočívá ve snadné deformaci. Používají se ale i plastové kelímky, tuby, sklenice aj. [2,15].

Další výhody tavených sýrů:

1. Výrobou tavených sýrů se odstraňoval dřívější vliv sezónnosti výroby, dodávky mléka a odbytu přírodních sýrů. (tento vliv sezónnosti nastával před několika desítkami let a v dnešní době je většině případů téměř eliminován).
2. Mnohostranné vlastnosti a možnosti použití.
3. Téměř neomezené možnosti kombinace surovin a přísad při vývoji nových variant taveného sýra.
4. Řádně vyrobený tavený sýr má trvanlivost několik měsíců, za určitých předpokladů dokonce několik let [15].
5. Většina patogenních mikroorganismů (jejich vegetativní formy), které mohou ovlivnit jejich kvalitu a bezpečnost výrobku jsou zničeny během záhřevu [24].

Podle obsahu tuku v sušině se dle Vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 77/2003Sb., v platném znění, tavené sýry zařazují do skupin:

- Vysokotučné s obsahem 60% a více t.v.s.
- Nízkotučné s obsahem 30% a méně t.v.s.
- Sýry s obsahem 30-60% t.v.s., nejsou dle vyhlášky nijak pojmenovány

Podle Formana *et al.* lze rozdělit ve vyhlášce nepojmenované skupiny tavených sýrů na plnotučné (s obsahem tuku v sušině cca 45 až 60 % hmotnostních) a polotučné (s obsahem tuku v sušině cca 30 až 45 % hmotnostních) [15,16].

2 VÝROBA TAVENÝCH SÝRŮ

Tavené sýry je možno v současné době vyrábět diskontinuálně nebo kontinuálně [2]. Provádí se v tavicích strojích, které jsou plněny spádovými trubkami, překlápěcím zařízením, šneky, čerpadly, v malých provozech i ručně. Stroje na tavení sýra mají při použití nejrůznější provedení. Liší se formou, velikostí a vybavením a rovněž svým způsobem provozu. Tavicí kotle se dodávají ve velikostech od 2, 20, 80, 100, až 600 l [15]. V České republice se používá především diskontinuální výroba v tavicích kotlích (např. kotle typu Vögele, Stephan a Kustner). Rozmělněná směs přírodních sýrů se dopraví k tavicímu kotli, kde se smíchá s ostatními surovinami (voda, tvaroh, máslo, tavicí soli apod.) [15,23].

Po nadávkování surovin se tavicí kotel uzavře a začne vlastní proces tavení, kdy dojde za sníženého tlaku v relativně krátkém čase ke zvýšení teploty až na tzv. tavicí teplotu, která je udržována řádově po několik minut. Přičemž tato doba závisí i na použité tavicí teplotě. Ohřev je zpravidla prováděn přímým vstříkem páry do tavené směsi. Při výpočtu množství pitné vody je třeba zohlednit skutečnost, že tavenina je zahřívána přímým vstříkem páry, a proto množství přidané pitné vody se musí snížit o vodu zkondenzovanou z použité páry [2,15,18,22,23].

Intenzivní míchání sýrových součástí a přísad, které se mají tavit s tavicími solemi a vodou, je podstatné pro získání stabilní emulze a k dosažení krémování. Čím silněji se používá mechanická energie, t.j. čím rychleji běží míchadlo, a čím déle se tavená hmota zpracovává, o to intenzivněji se podpoří krémování při tavení. Při vhodném nastavení rychlosti a délky míchání je možné vyrobit sýry s různorodou konzistencí [15]. Míchadla taviček jsou proto konstruována tak, aby jejich fyzikální vliv na taveninu byl co nejúčinnější [14].

Platí zásada, že se při výrobě sýrů s lomem (krájitelných) má počet otáček snižovat, kdežto při výrobě sýrů roztíratelných se má naopak rychle zvyšovat. Přesná pravidla (vyjádřená například počtem otáček atd.) nelze stanovit. Je třeba postupovat od případu k případu, empiricky. Jestliže se tavenina po roztavení ještě ve vhodném zařízení homogenizuje, zlepšuje se, hlavně u roztíratelných pomazánek, vzhled i konzistence. Sýr je pak lépe roztíratelný, má vysoký lesk, avšak bledší barvu. Tyto

změny se vysvětlují změnou vazby vody a dokonalou distribucí tukových kuliček [14].

2.1 Suroviny pro výrobu

Suroviny, které pro vlastní tavicí proces výrobci užijí, mají velký vliv na konečnou jakost, strukturu a vlastnosti tavených sýrů. Na konzistenci a celkovou kvalitu tavených sýrů má vliv obsah tuku, obsah vlhkosti, hodnota pH, celkový obsah vápníku, celkový obsah neporušených kaseinů, obsah laktosy a obsah syrovátkových bílkovin [5]. Jako základní surovinu, která je nutná pro výrobu tavených sýrů, lze uvést přírodní sýry.

Dále se přidává pitná voda, tvaroh, máslo, smetana,- (kromě natučnění se také podílí na charakteristické chuti a struktuře výrobku) či také lze užít rework [2,3,15,23].

Krém (rework) lze charakterizovat jako sýr, který již byl utaven a lze jej použít do surovinové skladby pro dosažení jemnější a stabilnější konzistence. V současné době se velmi často nahrazuje část základní suroviny různými mléčnými koncentráty (např. sušené odstředěné mléko, kasein, kaseináty či mléčné koprecipitáty), ale i suroviny nemléčného původu (nativní a modifikované škroby a další polysacharidy), což může mít podstatný vliv na jakost finálního výrobku [2].

Sušené odstředěné mléko se podílí na zahuštění výrobku a tvorbě krémovité struktury. Kaseináty se podílí nejen na korekci textury, ale vyznačují se schopností zvyšovat stabilitu emulze. Suroviny nemlékárenského původu tvoří velmi různorodou skupinu přísad. Patří sem suroviny především k ochucení tavených sýrů např. výrobky masného průmyslu (uzené maso, šunka, klobásy), houby (žampiony, hlíva ústříčná), zelenina (kapie, česnek, cibule, pažitka), ale také velmi široký sortiment koření [18].

Důležitou přísadou jsou také tavicí soli. Bez použití tavicích solí by záhřevem surovinové směsi, kde základ tvoří přírodní sýry, došlo ke sledu reakcí, které by měly za následek oddělení hydrofilní a hydrofobní fáze. Pro dosažení jemné a homogenní struktury bez separace hlavních složek (vody, tuku a vysrážených bílkovin), je v rámci tradičního výrobního postupu nutný přírůstek tavicích solí. Jejich základní schopnost spočívá v odštěpení vápníku, který je navázán na proteinovou matici přírodního sýra

(tento vápník znemožňuje kaseinům uplatnit svou funkční vlastnost emulgátorů). Výměnou vápenatých za sodné ionty se z nerozpustných vápenatých solí kaseinu stanou rozpustnější sodné soli. Klíčovou úlohou tavicích solí je tedy upravit prostředí v tavené směsi tak, aby přítomné proteiny mohly uplatnit své přirozené vlastnosti emulgátorů [2,22].

V přítomnosti tavicích solí nastává:

- odštěpení vápníku z proteinové matice
- peptizace, rozpuštění a rozptýlení bílkovin
- emulgace tuku a stabilizace emulze
- stabilizace a kontrola pH
- vytváření vhodné struktury po ochlazení [2,3,22,23].

2.2 Výběr a úprava surovin

Základním předpokladem produkce kvalitních výrobků je pečlivý výběr vysoce jakostních surovin. Výběru předchází analýza klíčových sensorických, chemických a mikrobiologických ukazatelů. Určujícím kritériem pro výběr všech surovin je dosažení požadovaného složení, textury a funkčních vlastností výrobku [2]. Vždy, když je třeba zpracovat různé surové sýry do jedné směsi, je třeba věnovat složení suroviny pozornost. Odpovídající směs není určována pouze chutí, ale také konzistencí. Příliš vyzrálý sýr má intenzivní vliv na chuť. Pokud bude chybět intaktní kasein, který je zapotřebí v určitém množství i při výrobě roztíratelných tavených sýrů, pak se musí do směsi zpracovat i relativně málo prozrálý sýr nebo tvaroh [15]. Sýr zralý pouze několik dnů, ať již jakéhokoliv druhu, má relativní obsah kaseinu (nehydrolizovaných bílkovin) 90-95 %. V průběhu zrání klesá tato hodnota podle intenzity zrání pomaleji nebo rychleji. Relativní obsah kaseinu se pohybuje u měsíc zralého Primátoru kolem 88%, po šesti měsících okolo 75-80 %, po devíti měsících okolo 70-75 %. Měkký sýr může vykazovat po šesti týdnech již takové odbourávání, že bude uchováno již pouze 50-60 % intaktního kaseinu. Ještě silněji odbourávají typické plísňové sýry jako niva, gorgonzola, hermelín a ostatní, které obsahují v plně zralém stavu často již pouze 30% intaktního kaseinu [14,15].

Správná směs přírodních sýrů je jádrem celé výroby tavených sýrů a je podmínkou pro dosažení dokonalé jakosti jak z hlediska chemického, tak i z hlediska fyzikálního [14].

Příprava směsi určené k tavení:

1. výběr suroviny a její vliv na chuť taveniny,
2. konzistence výrobku,
3. sušina a tučnost výrobku,
4. druh a vlastnosti suroviny,
5. pH suroviny a výsledného výrobku,
6. přísady,
7. stav surovin ve skladu,
8. jiná průmyslová a ekonomická hlediska.

Pro rychlé a jisté rozhodování při sestavování tavené suroviny je nutný dobře vedený sklad sýrů s přesnou registrací všech skladovaných partií. Směs suroviny se musí volit tak, aby se zásoby suroviny odčerpávaly rovnoměrně [14,15]. Jednotlivé sýry se skladují odděleně podle druhů při teplotě do 10 °C. Je-li třeba, během skladování se ošetřují [18].

Před tavením je sýry většinou nutné upravit – odstranit zrací fólie, odstranit maz, vykrojit poškozené části (bílé sýry částečně odsolit), sýry s větší hmotností rozkrájet na kusy o hmotnosti 2-3 kg. Takto připravené sýry se řežou na řezačkách, melou na kutrech a nakonec rozetřou na velmi jemné částice na válcových mlýnech. Jednotlivé sýry se ukládají do zásobníků a podle receptury se navažují společně s dalšími mlékárenskými i ochucujícími surovinami (některé musí být předem tepelně ošetřeny – např. houby). Nízký obsah intaktního kaseinu je třeba upravit přídavkem (mladých) neprozářalých sýrů nebo přídavkem tvarohu. Součástí vsádky je i pitná voda, je však nutné počítat s tím, že část vody přejde do taveniny přímým ohřevem parou.

Takto připravená směs se převede do tavicího kotle (periodicky pracující tavičky 75-200 kg), kde se od předcházející šarže nechá část taveniny (rozdílné množství u sýrů s lomem – do 2 % a u sýrů s roztíratelnou konzistencí 5-10%) a podle charakteru přírodního sýra (stáří, pH) 2-3 % tavicích solí [15,18]. Je vskutku velmi obtížné dát jednoznačný předpis sestavení směsi. K dosažení stejnoměrné standardní jakosti je třeba především dokonalé vstupní kontroly jakosti a dlouholeté zkušenosti [14].

2.3 Technologie výroby

Výrobu tavených sýrů lze diferenciovat do několika etap. Technologie zahrnuje fázi přípravnou, vlastní proces tavení a dokončovací operace.

Přípravná fáze je tvořena těmito kroky:

- výběr přírodních sýrů a ostatních surovin dle požadovaných jakostních kritérií,
- příprava surovinové skladby, čištění sýrů,
- výpočet dávek surovin a vážení,
- mletí sýrů a míchání s ostatními složkami směsi určené k tavení,
- přídavek vhodné směsi tavicích solí [2,14,15,22]

Směs surovin s dávkou tavicích solí je následně tepelně ošetřena tavením. K dokončovacím operacím patří:

- balení a tvarování produktu
- chlazení a skladování [7,8]

2.3.1 Vlastní tavení

Nejdůležitější fází technologického postupu je tavení. Podstatou tavení je praktické spojení účinku tepla, tavicích solí a intenzivního míchání za účelem homogenní distribuce všech přísad ve směsi. Mohou tak snáze probíhat mikrostrukturální a fyzikálně chemické změny, které přetvoří směs surovin ve finální výrobek s požadovanými vlastnostmi a fyzikálně chemickou stabilitou. Aplikací tavicí teploty s předepsanou dobou výdrže by měly být usmrceny vegetativní formy

patogenních, podmíněně patogenních dalších a technologicky nežádoucích mikroorganismů. To je nezbytný předpoklad zdravotní nezávadnosti výrobku [2,9]. Literatura obecně mluví o tavicích teplotách v širokém rozmezí od 80 do 120°C, ale prakticky se obvykle v diskontinuálním způsobu výroby používají teploty 90 až 100°C. V případě kontinuální výroby se tavení provádí v nerezových trubkách v tenké vrstvě při teplotě 130-145°C po dobu 2-3 s [2,15,16,18].

Délku tavení ovlivňují tyto faktory:

- způsobilost suroviny (druh, struktura, stav zralosti, tendence k bobtnání)
- ostatní přísady
- druhy taveného sýra (od roztíratelného po blokový tavený sýr)
- velikost a konstrukce tavicích strojů
- teplota tavení
- teplota páry, závislá na tlaku
- množství páry
- přímý nebo nepřímý ohřev
- mechanické zpracování
- tavicí sůl
- požadovaná trvanlivost [14,16,18,22]

2.3.2 Balení a chlazení

Nejčastěji používaný obal pro tavené sýry je v současné době hliníková fólie. Jejím používáním se odstranily závady v barvě a konzistenci způsobované cínovými fóliemi používanými v 1. polovině 20. století. Hodnotí se nepropustnost fólie pro světlo, vzduch, vodní páry a cizí pachy [14].

V České republice se tavené sýry balí většinou do hranolovitých nebo trojúhelníkových forem předem vyložených hliníkovou fólií, která je z vnitřní strany lakovaná [2,18]. Moderní baličky jsou již vybaveny strojními mechanismy

umožňujícími fólii zavařit, což má podstatný vliv na trvanlivost tavených sýrů. V současné době se však ve světě používají i jiné obalové materiály, jako např. laminované hliníkové obaly, tuby, plasty, kelímky, sklenice apod. Je důležité, aby se tavenina balila co nejdříve po utavení (teplota by neměla klesnout pod 60 až 70°C), čímž se sníží pravděpodobnost kontaminace mikroorganismy. V případě, že pro výrobu tavených sýrů byl použit kontinuální způsob, je důležité zajistit aseptické balení, aby byla zachována sterilita výrobku. Pozornost by měla být rovněž věnována obalovým materiálům, neboť zejména jejich mechanická odolnost a bariérové vlastnosti přímo předurčí trvanlivost, byť i sterilizovaného produktu [2].

Po zabalení taveniny do obalu následuje ochlazení, které může probíhat dvěma různými cestami, a sice :

- skladováním kulatých nebo hranatých krabiček naplněných jednotlivými porcemi na větratelných policích, přičemž jsou vystavovány různým zdrojům chladu.
- přímou dopravou porcí nebo krabiček na běžícím pásu chladícím tunelem [15].

Zabalený tavený sýr se po vychlazení skladuje při 4 až 8°C [1].

3 KONZISTENCE TAVENÝCH SÝRŮ

Jedním z nejsledovanějších sensorických znaků u tavených sýrů, na který je vedle chuti a vůně kladen velký důraz, je konzistence taveného sýru. Prakticky je možné pomocí vhodné úpravy technologie výroby anebo surovinové skladby vyrobit tavený sýr s širokou škálou konzistencí od lomivé, přes dobře roztíratelnou až po tekutou. Principiálně je možné konzistenci tavených sýrů ovlivnit:

- složením surovinové směsi
- způsobem zpracování a chlazení taveniny
- délkou a podmínkami při skladování

Podstatný vliv na konzistenci tavených sýrů má stupeň prozrálости základní suroviny – přírodního sýra. Použitím mladé (neprozrálé) suroviny má za následek tužší a gumovitější konzistenci. Naopak použitím zralé suroviny dosáhneme jemnější a roztíratelnější konzistence. V praxi se kombinují výhody jak zralejších tak i mladých přírodních sýrů, do surovinové skladby jsou začleňovány ve vzájemné kombinaci. Pokud se zahrnují velmi zralé sýry, pak se do surovinové skladby přidává zpravidla i tzv. intaktní kasein (nejčastěji ve formě tvarohu), který poskytuje relativně nezhydrolyzované bílkoviny, jenž napomohou tvorbě stabilní proteinové matrice [2,14,15,22]

Dalším důležitým faktorem podmiňujícím konzistenci tavených sýrů jsou základní parametry chemického složení finálního výrobku – obsah sušiny, dusíkatých látek a tuku v sušině. Konzistenci tavených sýrů může ovlivnit i obsah vápenatých iontů v tavenině. Vyšší obsah vápenatých iontů v surovinové skladbě může mít za následek nárůst tuhosti finálního výrobku. Podstatnou roli při utváření konzistence tavených sýrů sehrávají i tavicí soli, jejich množství a skladba. Obecně je možné říci, že s nárůstem obsahu tavicích solí fosforečnanového a citranového typu se zvyšuje i tuhost finálního výrobku [14]. K vytváření konečné struktury taveného sýra dochází v průběhu chladnutí výrobku, kdy dochází k hydrofobním interakcím a vzniku vodíkových, vápníkových a disulfidických můstků [17].

Při studování různých faktorů ovlivňujících konzistenci tavených sýrů je třeba si uvědomit, že jednotlivé faktory nepůsobí odděleně, nýbrž současně a mnohdy situaci komplikuje skutečnost, že samy tyto faktory se navzájem ovlivňují [14].

Z hlediska konzistence finálního výrobku je velmi důležitý:

- vztah sušiny a tuku v sušině. Se zvyšujícím se obsahem tuku v sušině se musí zvyšovat sušina tak, aby bylo dosaženo stejné konzistence. Vysokotučné tavené sýry 60 – 70 % t.v.s. mají již máslovitě roztíratelnou konzistenci, kterou není možno dosáhnout při 20 – 30 % t.v.s. ani při minimálních sušinách přípustných z hlediska technologického
- tavený sýr s nižším pH má konzistenci pevnější než tentýž výrobek s pH vyšším (platí přibližně v rozsahu pH 5,2 – 6,5)
- množstvím reworku (taveniny z předchozí výroby) lze příznivě ovlivňovat fázový přechod
- typ a stupeň prozrání přírodního sýra - použití neprozrálé suroviny má za následek tužší a gumovitější konzistenci, naopak použitím zralé suroviny dosáhneme jemnější a roztíratelnější konzistence taveného sýra
- obsah vápenatých iontů v tavenině – jejich vyšší obsah v surovinové skladbě může mít za následek nárůst tuhosti finálního výrobku
- zvýšení obsahu laktózy snižuje tvrdost taveného sýra, např. při vyšší dávce sušeného mléka nebo syrovátky
- způsob zpracování taveniny má rozhodující vliv, čím rychleji se hmota zpracovává, tím rychleji probíhá krémování a vytužování taveniny
- chlazení rovněž ovlivňuje finální výrobek – krémování probíhá jen při teplotě nad 25°C a tak čím pomaleji se sýr chladí, tím tužší se dosahuje konzistence [2,16].

4 TAVICÍ SOLI

Jedním ze základních předpokladů dosažení požadovaných konzistenčních znaků a homogenní struktury tavených sýrů je aplikace tavicích solí. Tyto přídatné látky jsou příslušnou vyhláškou [10] definovány jako substance měnící vlastnosti bílkovin při výrobě tavených sýrů za účelem zamezení oddělování tuku. Při výrobě klasických tavených sýrů dodávají tavicí soli výrobkům charakteristické organoleptické vlastnosti, jsou důležité k odštěpení Ca^{2+} vázaného na protein přírodního sýra, k peptizaci, hydrataci, bobtnání a ke zvýšení rozpustnosti a dispergace sýrových proteinů [17,22].

4.1 Druhy tavicích solí

Nejčastěji jsou jako tavicí soli používány citráty nebo monomery a lineární polymery kyseliny fosforečné: monofosforečnany, difosforečnany a z nich kondenzované polyfosfáty. Obecně je tvoří jednomocný kation alkalického kovu (sodíku, draslíku) s vícemocným aniontem fosforečnanu [8].

Po surovině jsou to právě tavicí soli, které určují nejvýrazněji stav taveného sýra. Při použití různých solí je navíc rozhodující příslušná „účinnost“ solí s ohledem na výměnu iontů a vylučování bílkoviny [15]. Nejjednodušší soli na tavení sýrů jsou soli kyseliny citronové, které se sice lehce rozpouští a mají dobrou schopnost rozpouštět bílkoviny, ale nevytváří krémovou konzistenci taveniny. Monofosfáty mají dobrou schopnost rozpouštět bílkoviny, ale chybějí jim emulzifikační a stabilizační vlastnosti. Mají ovšem dobrou puфраční schopnost a jsou potřebné na regulování pH. Polyfosfáty jsou soli od difosfátů až po vysokomolekulární Grahamovu sůl. Už samotné difosfáty mají dobrou puфраční schopnost vytvářet krémovitou konzistenci a tato vlastnost spolu s vázáním vápníku se zlepšuje až po polyfosfáty, které mají nejlepší emulzifikační a stabilizační vlastnosti [22].

4.2 Dávka tavicích solí

Nejen druh tavicí soli, ale i jejich dávka má vliv na strukturu těsta. Podle druhů surovin kolísá dávka mezi 2 a 3,5 % [2,18,19]. Předávkování tavicích solí se pro-

jeví vyšší viskozitou taveniny a pevnější konzistencí koncového výrobku. Vedle těchto (do jistého stupně žádoucích) efektů může dojít ještě k následným jevům, které je nutné každopádně hodnotit negativně, a to :

- krystalizace různého druhu (např. vznik písčité struktury)
- vyolejování díky „vysolovacímu“ efektu“ (dochází k nadměrné agregaci bílkovin a tím riziku uvolnění vody a oleje – nedostatečná stabilizace, která hrozí zejména při vysokém pH)

Nízké dávky tavicích solí se projeví často hustým, špatně tekoucím a těžko čerpatelným těstem, nehomogenní konzistencí a projevy „vyolejování“ v hotovém výrobku. Vypočítané množství tavicí soli má postačit, aby splnilo veškeré potřebné funkce, a sice výměnu iontů, disperzi a stabilizaci emulze, regulaci pH a především krémování [15]. V praxi je důležité, aby byla při výrobě k dispozici vždy široká škála tavicích solí s různým pH a ty je potřebné operativně upravovat podle suroviny a požadovaných vlastností finálního výrobku [22].

4.3 Náhrady tradičních tavicích solí

V oblasti mlékárenství se dnes neodmyslitelnou součástí surovinových skladeb výrobků stávají i hydrokoloidy. Jsou to biopolymery obvykle sacharidické nebo bílkovinné povahy, které mají schopnost ovlivnit strukturu a stabilitu potravinářských gelů. Tyto biopolymery působí často jako zahušťující prostředky zvyšující viskozitu systému anebo jako látky, které stabilizují texturu finálních výrobků a zabraňují uvolňování vody během skladování. Mezi zástupce hydrokoloidů dávkovaných do potravin patří např. karagenany, modifikované škroby, arabská guma, agary, želatina, kasein a jeho soli apod. Tavené sýry, tavené sýrové pomazánky a jejich analogy rovněž patří k výrobkům, kde hydrokoloidy našly široké uplatnění. Již dlouho se využívají např. pro úpravu konzistence, zlepšení vazby vody, či v prevenci ulpívání výrobků na hliníkové obaly. K dalším aplikacím hydrokoloidů v oblasti tavených sýrů, resp. jejich analogů patří náhrada tradičních tavicích solí na bázi fosforečanů a citranů.

V posledních letech se v literatuře objevují zmínky o pokusech vyrobit určitý typ taveného sýra bez použití klasických tavicích solí. V práci Kwak *et al.* [26] jako

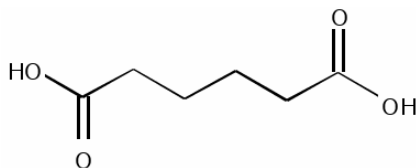
náhrada tradiční tavicí soli byl použit částečně hydrolyzovaný kasein. Uspokojivé výsledky však byly dosaženy s pouze částečných nahrazením tavicích solí (obecně do 50%). Při úplné náhradě se výrazně zhoršila tavitelnost směsi a zvýšila se tak pravděpodobnost následného uvolňování tuku u finálního výrobku [2].

V práci Pluta *et al* [25] aplikovali některé hydrokoloidy (modifikovaný škrob, loktusovou gumu, xanthanovou gumu a nízkomethylovaný pektin) jako náhradu tradičních tavicích solí. Poměrně uspokojivých výsledků bylo dosaženo zejména s modifikovaným škrobem a loktusovou gumou.

Na výše uvedené práce navázali Černíková *et al.* [21], kteří sledovali možnost nahradit tradiční tavicí soli aplikací pektinu (v kombinaci s lecitinem) a želírujících karagenanů (κ - a ι - karagenany). Z výsledků vyplynulo, že v případě pektinu (ani v kombinaci s lecitinem) nedojde na úrovni mikrostruktury k tvorbě homogenního výrobku. Ovšem na druhou stranu v případě použití karagenanů lze získat makroskopicky (organolepticky) i mikroskopicky homogenní produkt. Další studie a pokusy nahradit tradiční tavicí soli jinými látkami jsou neustále v běhu, takže do budoucnosti se výroba tavených sýrů může posunout na jinou a třeba i efektivnější úroveň [2].

5 KYSELINA ADIPOVÁ A JEJÍ SOLI

Kyselina adipová ($C_6H_{10}O_4$) je nasycená alifatická dikarboxylová kyselina. Její molekula je tvořena lineárním řetězcem se šesti atomy uhlíku (Obr 1). Podle pravidel chemického názvosloví je také známá jako 1,4-butandikarboxylová kyselina či kyselina hexandiová. [11]



Obr.1 Chemický vzorec kyseliny adipové

Tato dikarboxylová kyselina se může účastnit reakce s alkáliemi za tvorby solí a esterifikace vícesytnými alkoholy. Významnými zástupci alkalických solí kyseliny adipové jsou adipan sodný a draselný. Funkční vlastnosti této sloučeniny se všestranně využívají v potravinářském průmyslu. Je přídatnou látkou aplikovanou při výrobě širokého okruhu potravinářských výrobků.

Kyselina adipová je označena jako bezpečná látka vhodná pro různorodé a univerzální použití. V nemalé míře je především využívána jako regulátor pH, ochranná látka před enzymatickým hnědnutím a intezifikátor chuti potravin. Pro obdobné účely může sloužit i její sodná a draselná sůl [12]. Kyseliny jako látky záměrně přidávané do potravin jsou nejčastěji používány ke korekci chuti. Přídavkem kyseliny adipové do potravin je dosaženo jemné kyselé chuti [13]. V mnoha produktech, kde jsou běžně používány jako okyselující látky kyselina citrónová, vinná nebo vinan draselný, dosahuje kyselina adipová stejných funkcí, ale s podstatně lepšími výsledky [11,20].

Kyselina adipová se většinou distribuuje v podobě bílých krystalů či krystalického prášku. Je to nehydroskopická látka, která je omezeně rozpustná ve vodě, ale vysoce rozpustná v acetaldehydu [11]. Z komerčního hlediska je adipová kyselina jedna z nejdůležitějších průmyslově produkováných dikarboxylových kyselin.

Kyselinu adipovou včetně jejích solí a esterů lze podle tohoto standartu všestranně použít pro různé druhy potravin. Limity použití jsou v rámci některých potravin definovány pouze pro adipan acetylovaného škrobu. Ten je aplikován jako látka zajišťující modifikaci škrobu při výrobě nezrajících a čerstvých sýrů, smetanových produktů nebo sýru Cottage.

Ve světě je znám rovněž nemalý vliv kyseliny adipové při výrobě tavených sýrů. Je využívána pro zlepšení základních charakteristických rysů tavicího procesu. Na základě toho je dosaženo zlepšení struktury tavených sýrů, tavených sýrových pomazánek a sýrových analogů. Pro tuto aditivní látku je také charakteristická schopnost tvořit s mnoha kovovými ionty nedisociované sloučeniny, tzv. cheláty. Proto dalším možným využitím je aplikace kyseliny adipové jako chelatačního činidla [12]. Tato funkce může být následně uplatněna jako jedna z nových možností náhrady tradičních tavicích solí při výrobě tavených sýrů [20].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo sledovat vliv přídavku kyseliny adipové a jejích solí jako náhrady tradičních tavicích solí na vybrané texturní parametry tavených sýrů. Práce byla rozdělena na dvě základní části.

V teoretické části bylo cílem:

- charakterizovat tavené sýry, suroviny a technologii jejich výroby ,
- popsat faktory ovlivňující konzistenci tavených sýrů ,
- popsat použití tavicích solí a jejich náhrad.

V praktické části bylo cílem:

- realizovat laboratorní výrobu modelových tavených sýrů bez použití tradičních tavicích solí se 40 % hmot. sušiny a 50 % hmot. tuku v sušině a také vzorků kontrolních ,
- provést stanovení tvrdosti vzorků pomocí texturní profilové analýzy ,
- provést stanovení pH u kontrolních i modelových vzorků ,
- zpracovat výsledky a zformulovat závěry.

7 MATERIÁL A METODY

Modelové tavené sýry bez použití tradičních tavicích solí měly obsah sušiny 40 % (w/w) a 50 % (w/w) tuku v sušině. Surovinová směs se skládala z eidamské cihly (50 % w/w sušiny a 30 % w/w tuku v sušině), másla (84 % w/w sušina, 82 % w/w tuk), pitné vody a přídatné látky.

Jako náhrada tradičních tavicích solí byly použity: 1 %, 1,5 % a 2 % (w/w) kyseliny adipové - KA (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), 2 % (w/w) adipanu sodného - AS (Dr. Paul Lohmann GmbH KG, Německo). Dále bylo použito 1 % (w/w) kyseliny adipové a adipanu sodného KA:AS v poměru 75:25. Jako kontrolní vzorky byly použity výrobky s 2,5% (w/w) obsahem fosforečnanových tavicích solí – K-TS (Benckiser-Knapsack, Landenburg, Německo) nebo s 1% (w/w) κ -karagenan – K-K (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) [21].

K výrobě modelových i kontrolních vzorků bylo použito zařízení Vorwerk Thermomix TM 31-1 (Vorwerk & Co., GmbH, Wuppertal, Německo). Byla aplikována tavicí teplota 90 °C po dobu 1 minuty (celkový čas tavení 10-12 minut) při 4000 rpm. Následně byly utavené produkty za horka nality do válcových polypropylenových vaniček (rozměry: průměr 52 mm, výška 50 mm) a uzavřeny příslušnými hliníkovými víčky. Vzorky byly zchlazeny do dvou hodin od výroby na teplotu 6±2°C. Každá výroba byla opakována dvakrát z jedné šarže základní suroviny.

Základní surovina – eidamská cihla – byla použita v různém stupni prozrálosti. Pro eliminaci vnějších faktorů bylo ihned po výrobě ze stejné šarže odebráno dostatečné množství kusů a uloženo ve zracím sklepě výrobce sýra při 9-10°C. Surovina byla odebírána po 1, 2, 4, 8, 12 a 16 týdnech zrání (odběr byl prováděn vždy v den výroby tavených sýrů).

7.1 Texturní profilová analýza

K analýze tvrdosti byl použit analyzátor TA-XTplus (Stable Micro Systems Ltd., Velká Británie). Vzorky byly měřeny 30. den od výroby. Před měřením byly vzorky temperovány 4 hodiny v temperační komoře při 16°C. Analýza textury byla

provedena penetrací (hloubka 10 mm, rychlost penetrace sondy $2 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$, zahájení měření při síle odpovídající 5 g). Test byl proveden s použitím sondy o průměru 20 mm (P20; hmotnost sondy byla 16,3918 g). Sledována byla tvrdost, jako maximální síla při vtlačení sondy do hloubky 10 mm. Vzorky byly měřeny šestkrát.

7.2 Stanovení hodnoty pH

Hodnota pH u jednotlivých vzorků tavených sýrů byla stanovena pomocí vpičového pH-metru (pH Spear, Eutech Instruments, Holandsko). Hodnota pH všech vzorků byla měřena při $24 \text{ }^\circ\text{C}$ a to 30. den od výroby. Každý vzorek byl měřen třikrát.

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

8.1 Přehled proveditelností taveb

Tab. 1 Přehled proveditelností taveb pro vzorky tavené z přírodního sýra o různém stupni prozrálosti

Týden	1		2		4		8		12		16	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
<i>Série</i>												
K-TS	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
K-K	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1% KA	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+
1% KA:AS	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-
1,5% KA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2% KA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2% AS	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+

V tabulce 1 jsou uvedeny výsledky jednotlivých taveb s použitím tradičních tavicích solí a s částečnou náhradou tavicích solí. Každý vzorek byl utaven ve dvou po sobě jdoucích šaržích.

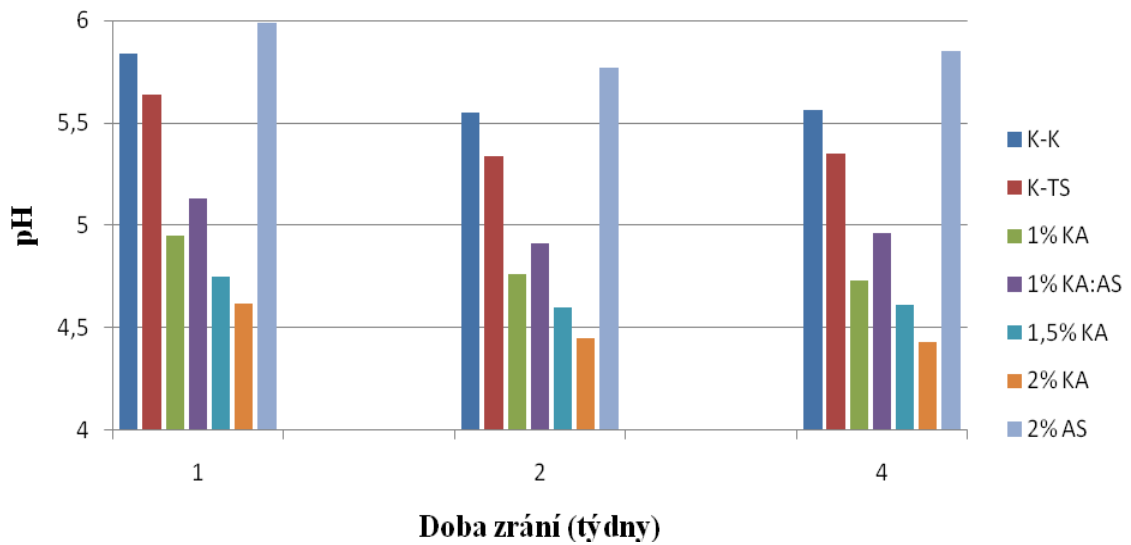
U vzorků označených „+“ se povedlo utavit kompaktní celistvou taveninu, která byla poté nalévána do plastových vaniček a následně po ochlazení přesunuta do lednice. U vzorků označených „-“ nebylo po utavení dosaženo kompaktní taveniny. Docházelo zde k vytváření velmi řídké nehomogenní směsi, kdy od sebe byly odděleny polární a nepolární fáze a vzorek proto nemohl být následně dále zpracován a analyzován. Důvodů neutavení některých vzorků může několik, přičemž pravděpodobně nejdůležitější je nedostatečná kapacita systému stabilizovat vodu a tuk. K dalším faktorům můžeme počítat:

- prozrálost přírodního sýra a obsah intaktního kaseinu,
- obsah sušiny a tuku v sušině finálního výrobku,
- obsah vápenatých iontů v tavenině,
- kombinace přídatku náhrady tradičních tavicích solí.

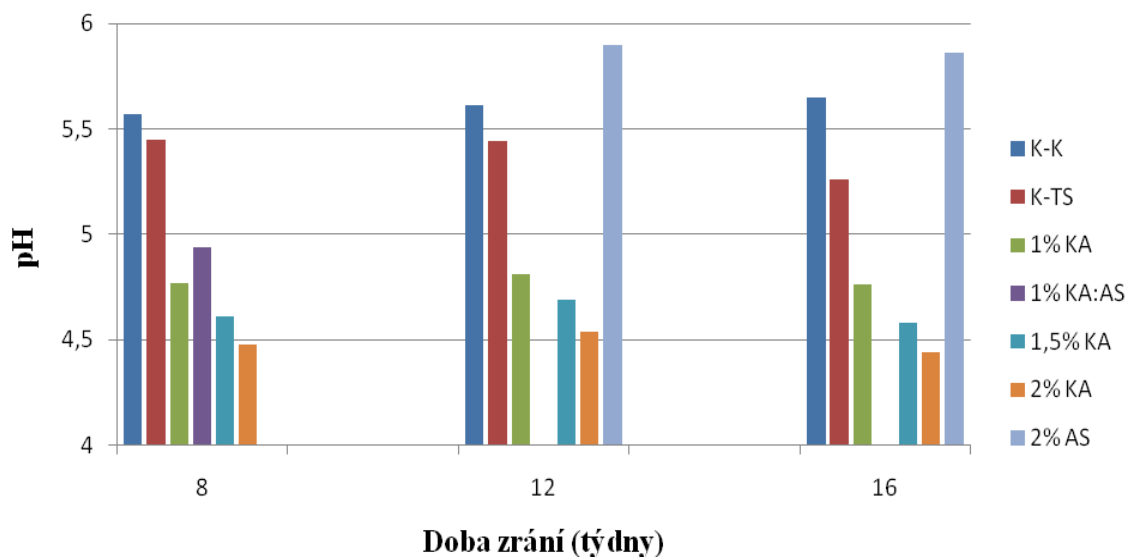
Vzájemná kombinace faktorů mohla mít za následek, že se nepodařilo utavit tavený sýr požadovaných vlastností v jedné ze dvou sérií. Možnou příčinu neutavení lze zkoumat v dalších experimentálních pracích.

8.2 Výsledky stanovení pH

V Grafu 1 a 2 jsou uvedeny naměřené hodnoty pH tavených sýrů.



Graf 1: Závislost pH tavených sýrů na stupni prozrálости základní suroviny (doba zrání 1. až 4. týden)



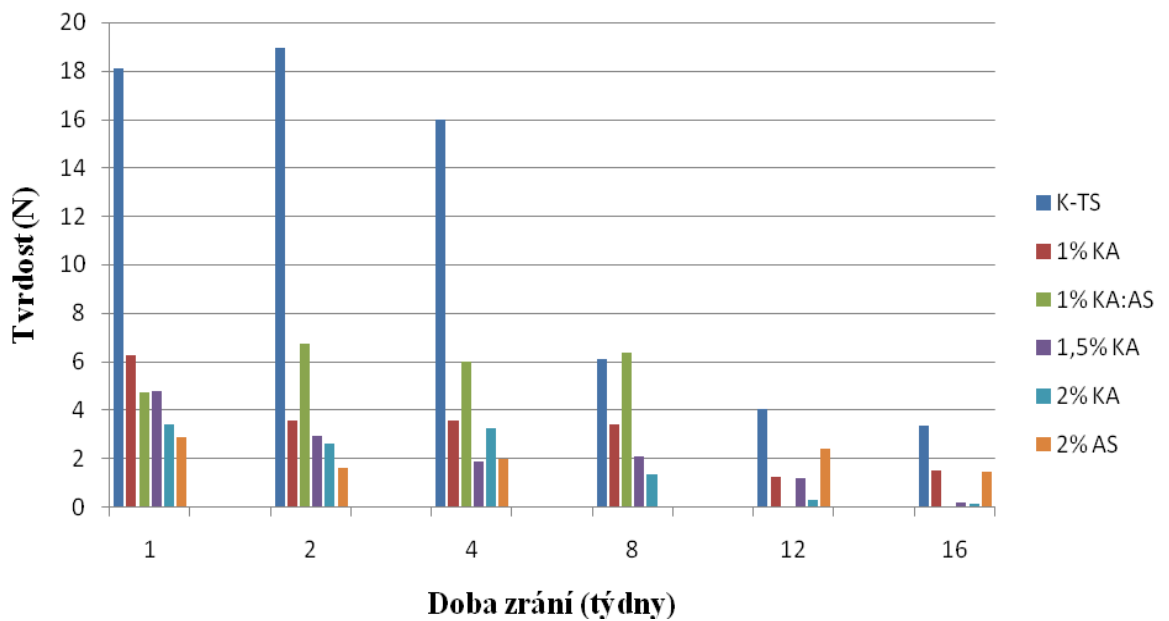
Graf 2: Závislost pH tavených sýrů na stupni prozrálости základní suroviny (doba zrání 8. až 16. týden)

Výsledky hodnot pH vzorků v závislosti na stupni prozrálости základní suroviny jsou uvedeny v Grafech 1 a 2. Z výsledků je patrné, že hodnoty pH u kontrolních vzorků s tradičními tavicími solemi, u vzorků s 1% κ -karagenanem a u vzorků s použitím 2% adipanu sodného dosáhly nad pH 5,3. Ostatní vzorky, kde byly použity náhrady tavicích solí v různých hmotnostních koncentracích, průměrně dosahovaly pH pod hodnotu 5, což je nízká hodnota pro finální tavený sýr. Nízká hodnota pH je způsobena působením kyseliny adipové v 1, 1,5 i ve 2 % (w/w) a může mít za následek tavený sýr s nepřirozenou tuhostí (až drobivou konzistencí).

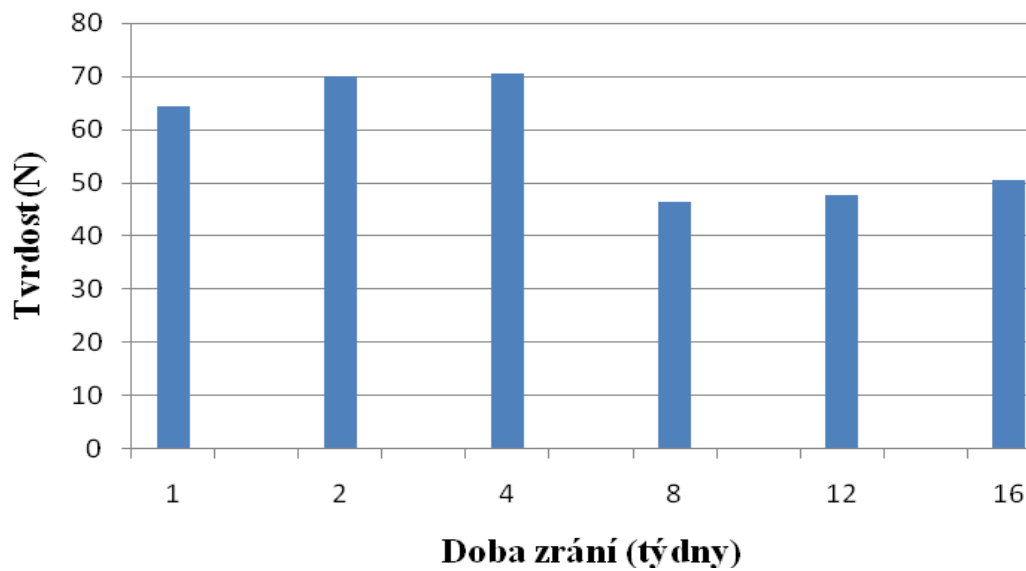
Hodnota všech kvalitativně bezvadných tavených sýrů a výrobků z tavených sýrů bez ohledu na to, zda blokových či roztíratelných - se pohybuje v oblasti od pH 5,3 až 6,0. Protože ale hodnota pH přírodních sýrů ve směsi určené k tavení podléhá větším výkyvům, musí mít každá tavicí sůl regulující vliv na hodnotu pH sýra tím, že ji posune o několik desetin nahoru nebo dolů, nebo ponechá dosavadní hodnotu a stabilizuje ji, aby bylo dosaženo požadované hodnoty pH hotového výrobku. Dosažitelné posunutí hodnoty pH je přitom závislé na stupni zralosti, pufrací kapacitě sýra a ostatní suroviny, hodnotě pH, aciditě popř. alkalitě a pufrové schopnosti tavicí soli a rovněž na obsahu tuku taveného sýra [15].

8.3 Výsledky texturní profilové analýzy

Výsledky texturní analýzy tavených sýrů s tradičními tavicími solemi a jejich náhradami jsou uvedeny v Grafech 3 a 4. Z výsledků je patrné, že tvrdost kontrolních vzorků s tradičními tavicími solemi je vyšší, ve srovnání s náhradami ve formě kyseliny adipové i adipanu sodného, a to při použití všech délek zralosti základní suroviny – přírodního sýra. 2% kyselina adipová i 2% adipan sodný vykazovaly prakticky stejnou tvrdost po celou dobu sledování. Mírně tužší byly vzorky obsahující jako náhradu 1 % kyseliny adipové, a to rovněž při použití přírodního sýra ve všech testovaných stádiích zralosti.



Graf 3: Závislost tvrdosti tavených sýrů vyrobených s použitím tradičních tavicích solí a náhrad tradičních tavicích solí (1 %, 1,5 % a 2 % w/w kyseliny adipové – KA; 2 % w/w adipanu sodného – AS; 1 % w/w KA:AS) na prozrálosti základní suroviny (přírodních sýrů)



Graf 4: Závislost tvrdosti tavených sýrů vyrobených s použitím 1 % w/w κ -karagenanu (bez použití tradičních tavicích solí) na prozrállosti základní suroviny (přírodních sýrů)

Jako sýry s nejvyšší tvrdostí byly hodnoceny produkty, k jejichž výrobě byl použit 1% w/w κ -karagenan (K-K). Tato vlastnost platila při použití všech testovaných délek prozrálости přírodního sýra.

Srovnáme-li vývoj tvrdosti u jednotlivých vzorků v závislosti na délce prozrálости základní suroviny (přírodního sýra), pak dojdeme k názoru, že s prodlužující se délkou zrání získáváme tavené sýry s nižší tvrdostí. Tento trend byl pozorován nejen u kontrolního vzorku s tradičními tavicími solemi, ale také u produktů obsahujících náhrady tradičních tavicích solí.

Snižování tvrdosti lze spojovat s probíhající hydrolyzou kaseinových frakcí, kterou lze pozorovat při zrání procesech přírodních sýrů. Při delším průběhu těchto reakcí obdržíme proteiny, resp. peptidy, s relativně malou molekulovou hmotností („s malou délkou“), které již nejsou schopny vytvořit pevnou proteinovou matici. Toto zdůvodnění i zjištěné trendy jsou v souladu s prací [2].

ZÁVĚR

V experimentální části práce byly vyrobeny modelové vzorky tavených sýrů, kde byly tradiční tavicí soli nahrazeny kyselinou adipovou, adipanem sodným, resp. jejich směsí. Jako kontrolní vzorky byly použity tavené sýry s tradičními tavicími solemi a také výrobky bez tradičních tavicích solí, do kterých byl přidán karagenan.

Z výsledků stanovení hodnot pH vyplynulo, že výrobky s tradičními tavicími solemi, výrobky s karagenanem a výrobky s 2 % w/w adipanu sodného vykazovaly hodnoty pH v rozmezí 5,3 až 6,0. Ostatní výrobky s náhradami tradičních tavicích solí naopak vykazovaly hodnoty pH pod 5, což nelze považovat za uspokojivé pro finální výrobek.

Z texturní analýzy vyplynulo, že výrobky s náhradami tradičních tavicích solí, které byly vyrobeny z prozrálejší suroviny, vykazují menší tvrdost ve srovnání se vzorky vyprodukovanými z mladé suroviny. Tento trend je obdobný, jako u tavených sýrů s tradičními tavicími solemi. Zajímavý byl vývoj tvrdosti u kontrolního vzorku s karagenanem, který bude podroben dalšímu zkoumání.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. Pro mléko a mléčné výrobky, mražené a jedlé tuky a oleje, v platném znění.
- [2] BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., KRÁČMAR, S. Základní principy výroby tavených sýrů [monografie]. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita, 2009, 72 s.
- [3] KOSIBOVÁ, N. Využití dikarboxylových kyselin jako náhrady tavicích solí v tavených sýrech. Zlín: UTB, 2009. [Diplomová práce]
- [4] PAVELKA, A. Mléčné výrobky pro vaše zdraví. Brno: Littera, 1996. 105s. ISBN 80-85763-09-5.
- [5] KAPOOR, R., METZGER, L., Process Cheese: Scientific and Technological Aspects – A review, Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety, vol. 7, 2008, Institut of Food Technologists.
- [6] KNĚŽ, V. Výroba sýrů, Praha: SNTL 1960, 377 s.
- [7] DRDÁK, M., STUDNICKÝ, J., MÓROVÁ, E., KAROVIČOVÁ, J. Základy potravinářských technologií. Bratislava: Malé centrum, 1996. 512 s. ISBN 80-967064-1-1.
- [8] FOX, P. F., MCSWEENEY, P. L. H. Dairy Chemistry and Biochemistry. Springer Verlag, 1998. 478 s. ISBN 978-0-412-72000-0.
- [9] CORREDIG, M. Dairy Derived Ingredients - Food and Nutraceutical Uses. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009. 738 s. ISBN 978-1-84569-465-4.
- [10] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin (v platném znění).
- [11] BURDOC, G. A. *Encyclopedia of food and color additives*. Vol. 1. Boca Raton: CRC Press, 1997. s. 49 – 52. ISBN 0-8493-9416-3.
- [12] SMITH, J., HONG-SHUM, L. Food additives data book. Oxford: Blackwell Publishing, 2003. 1016 s. ISBN 978-0-632-06395-6.

- [13] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin II.* 1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 304 s. ISBN 80- 902391-4-5.
- [14] BOHÁČ, V. *Výroba tavených sýrů*, Praha: SNTL 1964,
- [15] BERGER, W. KLOSTERMEYER, H. MERKENICH, K. & UHLMANN, G., 2002: *Processed Cheese Manufacture. A JOHA Guide*; Ladenburg: BK Giulini Chemie GmbH & Co. OHG
- [16] FORMAN, L. *Mlékárenská technologie II.*, Praha: VŠCHT, 1996, ISBN 80-70- 7080-250-2
- [17] ČERNÍKOVÁ, M. Studium možností snížení obsahu tavicích solí v tavených sýrech. Zlín: UTB ve Zlíně 2009, [Dizertační práce]
- [18] *Mlékárenská technologie II: distanční text.* 2007, Dostupné z [www: http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0029_mlekarenska_technologie/distancni_text_II/modul.xml#](http://utb-files.cepac.cz/moduly/M0029_mlekarenska_technologie/distancni_text_II/modul.xml#)
- [19] Johnson, M. E., Kapoor, R., McMahon, D. J., McCoy, D. R. and Narasimmon, R. G. (2009), Reduction of Sodium and Fat Levels in Natural and Processed Cheeses: Scientific and Technological Aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8: 252–268.
- [20] JEDLIČKOVÁ, L. Kyselina adipová a její soli jako možná náhrada tradičních tavicích solí. Zlín: UTB, 2010. [Diplomová práce]
- [21] ČERNÍKOVÁ, M., BUŇKA, F., POSPIECH, M., TREMLOVÁ, B., HLADKÁ, K.,PAVLÍNEK, V., BŘEZINA, P. Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. *International Dairy Journal*:n. 2009. 336-343 p.
- [22] HERIAN, K., Problematika zabezpečenia kvality syrov a ich kontrola (čerstvých, zrejmých bez obalu, parených, tavených). *Zborník prednášok ze školenia*. Žilina, apríl 2001., s. 33-40.

-
- [23] KOVÁŘOVÁ, P. Vliv přídavku karagenanů na jakost tavených sýrů. Zlín: UTB, 2007. [Diplomová práce]
- [24] VLČKOVÁ, O. Studium změn jakosti sterilovaných tavených sýrů během skladování. Zlín: UTB, 2007. [Diplomová práce]
- [25] PLUTA, A., ZIARNO, M. & SMOLINSKA, A., 2000: Możliwości zastosowania hydrokoloidów w produkcji serów topionych, *Przemysł Spożywczy*, 54, 42-44.
- [26] KWAK, H. S., CHOI, S. S., AHN, J. & LEE, S. W., 2002: Casein hydrolysate fraction act as emulsifiers in process cheese. *Journal of food science*, 67, 821-825. ISSN 022-1147.

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Závislost pH tavených sýrů na stupni prozrálosti základní suroviny (doba zrání 1. až 4. týden).....	32
Graf 2: Závislost pH tavených sýrů na stupni prozrálosti základní suroviny (doba zrání 8. až 16. týden).....	33
Graf 3: Závislost tvrdosti tavených sýrů vyrobených s použitím tradičních tavicích solí a náhrad tradičních tavicích solí (1 %, 1,5 % a 2 % w/w kyseliny adipové – KA; 2 % w/w adipanu sodného – AS; 1 % w/w KA:AS) na prozrálosti základní suroviny (přírodních sýrů)	34
Graf 4: Závislost tvrdosti tavených sýrů vyrobených s použitím 1 % w/w κ -karagenanu (bez použití tradičních tavicích solí) na prozrálosti základní suroviny (přírodních sýrů)	34

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Přehled proveditelností taveb pro vzorky tavené z přírodního sýra o různém stupni prozrálosti.....	31
---	----