

Využití dikarboxylových kyselin jako náhrady tavicích solí v tavených sýrech

Bc. Natália Kosibová

Diplomová práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Natália KOSIBOVÁ**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Využití dikarboxylových kyselin jako náhrady
tavících solí v tavených sýrech**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Charakteristika tavených sýrů.
- Definice a výroba tavených sýrů.
- Úloha tradičních tavících solí.
- Vlastnosti a užití karboxylových kyselin a jejich solí.
- Legislativa a toxikologické charakteristiky.

II. Praktická část

- Provedení výroby modelových výrobků s dikarboxylovými kyselinami.
- Stanovení jejich pH.
- Provedení senzorního hodnocení.
- Zhodnocení proveditelnosti tavby.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] DAVÍDEK, POKORNÝ, HAJŠLOVÁ, VELÍŠEK- Chemie potravin 1. a 2. vyd.

[2] MOLINS, R.A - Phosphates in food.

[3] VELÍŠEK, J. Chemie potravin II. 1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999.

[4] CARIC, M., KALÁB, M. Processed cheese products. In Fox, P.F. (ed) Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Vol.2. Major Cheese Groups, 2.ed. Elsevier Applied Science, London and New York, 1997.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. František Buňka, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

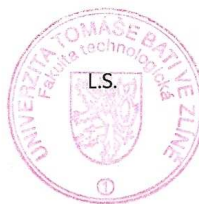
20. února 2009

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo zjistit, zda je možné vyrobit tavené sýry bez přídavku tavicích solí. Jako náhrada tavicích solí byli použity dikarboxylové kyseliny a soli dikarboxylových kyselin v různých koncentracích. Utavené vzorky byly taveny v laboratorních podmínkách, poté uloženy v chladu a následně sensoricky zhodnoceny. U sensorického hodnocení byla hodnocena homogenita, konzistence a vzhled vzorků. Jako nejlepší vzorek byl hodnocen vzorek taveného sýra s přídavkem 1 a 2 % šťavelanu sodného.

Klíčová slova: tavený sýr, tavicí sůl, dikarboxylové kyseliny, soli dikarboxylových kyselin, toxikologie

ABSTRACT

Aim of the diploma work was to find out whether it is possible to produce processed cheese without smelting salts additives. As smelting salts substitutes were used dicarboxyl acids and salts of dicarboxyl acids in various acidities. Smelted samples were processed in laboratory conditions, then stored in a cold place and finally sensorially evaluated. In case of sensorial evaluation there was evaluated homogeneity, consistence and look of the samples. The processed cheese sample with addition of 1 and 2% of sodium oxalate was evaluated as the best.

Keywords: processed cheese, smelting salt, dicarboxyl acids, acids of dicarboxyl acids, toxicology

Tímto bych chtěla poděkovat Doc. Ing. Františkovi Buňkovi Ph.D. za cenné připomínky a rady při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Kristýně Hladké za pomoc při psaní teoretické a praktické části.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

1.	TAVENÉ SÝRY.....	9
1.1	SUROVINY PRO VÝROBU TAVENÝCH SÝRŮ.....	10
1.2	MIKROBIOLOGIE TAVENÝCH SÝRŮ.....	11
1.3	VÁPŇÍK A JEHO FUNKCE.....	12
2.	VÝROBA TAVENÝCH SÝRŮ.....	14
3.	ÚLOHA TRADIČNÍCH TAVICÍCH SOLÍ.....	17
3.1	ROLE TRADIČNÍCH TAVICÍCH SOLÍ PŘI TAVENÍ.....	18
4.	VLASTNOSTI A UŽITÍ KARBOXYLOVÝCH KYSELIN A JEJICH SOLÍ.....	20
4.1	STRUKTURA KARBOXYLOVÉ SKUPINY.....	20
4.2	FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI KARBOXYLOVÝCH KYSELIN.....	20
4.3	ACIDITA KARBOXYLOVÝCH KYSELIN.....	21
4.4	CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH KYSELIN.....	21
4.5	CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH SOLÍ DIKARBOXYLOVÝCH KYSELIN.....	23
5.	LEGISLATIVA A TOXIKOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY.....	25
5.1	CHOVÁNÍ KYSELIN V POTRAVINÁCH.....	25
5.2	LEGISLATIVNÍ ASPEKTY.....	27
5.3	TOXIKOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY.....	29
6.	METODIKA PRÁCE.....	35
6.1	PŘÍPRAVA VZORKŮ.....	35
7.	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	39
7.1	PŘEHLED SAD VZORKŮ.....	39
7.2	SÉRIE TAVENÝCH SÝRŮ S PŘÍDAVKEM KYSELINY ŠŤAVELOVÉ A ŠŤAVELANU SODNÉHO.....	40
7.3	SÉRIE TAVENÝCH SÝRŮ S PŘÍDAVKEM KYSELINY MALONOVÉ A MALONÁTU SODNÉHO.....	47
7.4	SÉRIE TAVENÝCH SÝRŮ S PŘÍDAVKEM KYSELINY JANTAROVÉ A JANTARANU SODNÉHO.....	50
7.5	SÉRIE TAVENÝCH SÝRŮ S PŘÍDAVKEM KYSELINY PIMELOVÉ.....	53
7.6	SÉRIE TAVENÝCH SÝRŮ S PŘÍDAVKEM KYSELINY SUBEROVÉ.....	54
7.7	SÉRIE TAVENÝCH SÝRŮ S PŘÍDAVKEM KYSELINY MALEINOVÉ A MALEINÁTU SODNÉHO.....	55
7.8	SÉRIE TAVENÝCH SÝRŮ S PŘÍDAVKEM KYSELINY FUMAROVÉ A FUMARÁTU SODNÉHO.....	58
7.9	DISKUZE.....	60

ÚVOD

Tavené sýry jsou relativně mladou vyráběnou skupinou sýrů. V technologii výroby je nutné užívat tavicí soli, které negativním způsobem ovlivňují biologickou využitelnost vápníku, přítomného v tavených sýrech. Také se nepříznivě posunuje poměr mezi vápníkem a fosforem v taveném sýrů. Tavicí soli je nutné užívat, aby při výrobě nenastalo oddělení vodné a tukové fáze.

V teoretické části je zmíněn vliv tavicích solí na tavený sýr a na jeho vlastnosti. Také je popsána úloha tavicích solí při procesu tavení. Pokud by se tavicí soli podařilo nahradit sloučeninami, které by neposunovaly poměr fosforu a vápníku do nepříznivé oblasti, zlepšila by se biologická využitelnost vápníku. Tato skutečnost by, co se týče zdraví, byla výhodná pro konzumenty tavených sýrů.

V teoretické části je také uvedena legislativa, které upravuje množství a typ užívaných přídatných látek a toxikologické charakteristiky k daným námi aplikovaným sloučeninám.

V praktické části byla popsána metodika vyráběných vzorků a následně také sensoricky zhodnocena.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TAVENÉ SÝRY

Legislativa České republiky definuje tavený sýr ve vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. Dle vyhlášky v platném znění je taveným sýrem sýr, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí. Vyhláška dále uvádí, že 51 % hmotnostní sušiny taveného sýra musí pocházet ze sýra (přírodního). Výrobu tavených sýrů řadíme do sekundární mlékárenské výroby, která jako základní surovinu zpracovává výrobky základní výroby. [18]

Dělení tavených sýrů dle obsahu tuku v sušině:

- Vysokotučné: nejméně 60 % (w/w) tuku v sušině (obsah tuku v sušině nejméně 60 % hmotnostních)
- Nízkotučné: nejvýše 30 % (w/w) tuku v sušině (obsah tuku v sušině nejméně 30 % hmotnostních)
- Skupinu produktů s obsahem tuku v sušině 30 až 60 % vyhláška nijak nepojmenovává

V odborné literatuře lze najít dělení ve vyhlášce neuvedené skupiny tavených sýrů:

- Vysokotučné: 60-70 % (w/w) tuku v sušině
- Plnotučné: 45-55% (w/w) tuku v sušině
- Polotučné: 30-45% (w/w) tuku v sušině
- Nízkoučné: 30 a méně % (w/w) tuku v sušině

V odborné literatuře lze také najít rozdělení dle použitých surovin:

- Jednodruhové sýry: v použité surovině převažuje jeden druh sýra
- Vícedruhové sýry: v použité surovině je užito směsi různých sýrů [33]

Tavené sýry jsou dle Cariće a Kalába [2] sýry vyrobené mícháním, zahříváním a emulgováním, do výsledné homogenní směsi, za použití tavicích solí a částečného podtlaku. Směs je složena z jednoho či více druhů přírodních sýrů, popřípadě z dalších složek mléčného či nemléčného původu (např. zelenina, maso), které lze použít dle typu výsledného produktu. Carić a Kaláb [2] dále uvádějí, že za přítomnosti tavicích solí, vysoké teploty a stálého míchání je možné vytvořit hladký, homogenní a stabilní produkt.

Je to umožněno schopností tavicích solí částečně hydratovat a stabilizovat *para*-kaseiny. Nejdůležitější vlastností tavicích solí je jejich schopnost odejmout vápník. Nejdůležitější kaseiny v sýrech (skupiny kaseinů α_{s1} , α_{s2} , β) jsou v nativním stavu amfiony, které mají polární a nepolární části. Nepolární část sestává z lipofilních segmentů a polární část tvoří hydrofilní segmenty, které z velké části sestávají z navázaných fosfátů. Tato struktura umožňuje kaseinům uplatnit své vlastnosti emulgátorů za užití tavicích solí. [2] Kapoor a Metzger také uvádí, že na rozdíl od přírodních sýrů, mohou být tavené sýry popsány jako stabilní emulze oleje ve vodě. [6]

1.1 Suroviny pro výrobu tavených sýrů

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. [6]

Jako základní surovinu, která je nutná pro výrobu tavených sýrů, lze uvést přírodní sýry. Dále je nutná voda, máslo či také lze užít rework. Rework (krém) lze charakterizovat jako sýr, který již byl utaven a lze jej užít pro zvýšení jemnosti. Dále lze užít tvaroh, sušenou syrovátku, sušené odstředěné mléko, kasein či kaseináty. [4] Důležitou přísadou jsou také tavicí soli, které slouží jako emulgační činidla. O tavicích solích je pojednáno v samostatné kapitole č. 3.

Přírodní sýry – Jakostní tavený sýr se může vyrábět pouze z chuťově a konzistenčně dobrého přírodního sýra. Tavicí soli totiž mohou zlepšit některé vlastnosti, nikdy však nemohou odstranit závažné vady suroviny. K výrobě se hodí všechny druhy přírodních sýrů, v různém stupni zralosti a s různou tučností, tyto sýry také mohou vykazovat některé nedostatky (např. mechanické poškození). [33] Výběr druhu přírodních sýrů závisí na požadovaných vlastnostech výsledného taveného sýra. Největší část základní směsi, určené pro tavení, by měly tvořit sýry ve stáří 1 – 3 měsíce, popř. sýry krátkodobě skladované, ve stáří do 6 měsíců. Mladé přírodní sýry dodají taveným sýrům požadovanou konzistenci, starší a prozrálejší dodají výraznou a typickou chuť. [18]

Odstředěné mléko, sušené mléko – přídavek může sloužit k úpravě tukuprusté sušiny. Svým obsahem laktosy mohou příznivě ovlivňovat konzistenci. [18]

Rework – v českém překladu známý jako „krém“. Rework je tavený sýr, který prošel tavicím procesem a z různých důvodů nemůže být distribuován jako tavený sýr (např. z důvodu nesprávného hmotnostního balení, defektů, nevyhovující kvality apod.). Rework mohou výrobci užít k minimalizaci ekonomických ztrát. Příklad reworku vede ke zjemnění konzistence a k vytvoření pevnějšího vzhledu. Byly vypracovány studie, které uvádí, že množství reworku, které lze přidat k tavenině, aniž by došlo ke změně jejich vlastností, se pohybuje okolo přídatku reworku 4 % na celkovou hmotnost taveného sýra. [6]

Pro vytvoření homogenní bílkovinné hmoty a pro její opětovné ztužení při chladnutí v tavených sýrech má velký význam obsah vápníku v sýru. Vápník umožňuje navázání molekul bílkovin ve větší molekuly, které jsou předpokladem tvorby bílkovinného gelu, a tím i zpevnění taveniny. [18]

Ostatní suroviny – Teplý [19] uvádí, že lze k prodloužení trvanlivosti a k vytváření chuťových variací užívat mnoho různých výrobků. Lze užít např. maso, masné výrobky, ryby, plody, zeleninu, zeleninové šťávy a různé příchutě. Dále lze užít máslo, tvaroh, sušenou syrovátku, kasein či kaseináty a přídatné látky na bázi polysacharidů.

1.2 Mikrobiologie tavených sýrů

Trvanlivost a jakost tavených sýrů z hlediska mikrobiologického záleží především na mikrobiologické hodnotě použité suroviny, na mikrobiologické čistotě během výroby, na jakosti obalů a způsobu skladování. [20]

Z hlediska mikrobiologického je největším nebezpečím tavených sýrů přítomnost mikroorganismů z čeledi *Bacillaceae*. Bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* (pokud by byly přítomny v surovině) ničí teplota 80 – 85 °C, kdežto spory čeledi *Bacillaceae* záhřev mohou přežít. Záhřevem na 80 °C trvajícím 10 minut, se ničí plísňe. Vegetativní formy sporulujících organismů se ničí záhřevem u teploty 95°C. Jako aerobní sporulující mikroorganismy lze uvést zástupce rodu *Bacillus*, jako zástupce anaerobních sporulujících mikrobů lze jmenovat rod *Clostridium*. Co se týká tepelné odolnosti mikroorganismů, přežívají alkaligenní mikroorganismy vysoký záhřev snadněji než mikroorganismy kyselinotvorné. Při výrobě tavených sýrů je potřeba dbát na čistotu vzduchu, pozornost je také dobré věnovat čistotě oděvů pracovníků a čistotě výrobních strojů. Z

mikrobiologického hlediska je také nejlepší hned po utavení a zabalení tavené sýry co nejrychleji zchladit a předat k expedici. [20]

Případné mikrobiologické vady tavených sýrů:

Nadouvání – obvyklým původcem může být *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium lentoputrescens*. U těchto organismů je předpoklad, že se do tavených sýrů dostaly kontaminací již s původní surovinou. Nadouvání mohou také způsobit zpravidla rody *Escherichia* a *Aerobacter*. Pokud se vyskytne kontaminace těmito rody, jedná se o kontaminaci po tavení. [20]

Plesnivění – tavené sýry jsou vhodným substrátem pro růst plísní. Proto se musí kontaminaci při formování, balení a skladování zabránit. Hlavními původci plesnivění tavených sýrů bývají plísně rodů *Penicillium* a *Aspergillus*, které mohou tvořit porost pod obalem. Tato vada se může vyskytnout zejména u špatně zabalených sýrů. Taktéž sýry nekvalitně utavené, které v pozdějších fázích uvolňují vodu, poskytují dobré podmínky pro růst plísní. Dnes se hliníkové fólie zatahují a díky tomuto způsobu balení se minimalizuje možnost kontaminace. [20]

1.3 Vápník a jeho funkce

Vápník je esenciální prvek. Vyskytuje se ve všech organismech, nejčastěji ve formě Ca^{2+} iontů. Organismus dospělého člověka obsahuje průměrně asi 1,5 kg Ca^{2+} , z čehož 99% je vázáno v kostře. Vápenaté ionty jsou důležité pro lidský organismus. Jsou nutné pro činnost svalů a nervového systému, ovlivňují stabilitu bunčkových membrán a také srážlivost krve. [30] Člověk by měl denně přijmout průměrně 0,8 – 1,0 g vápníku, těhotná žena 1,5 g a kojící matka až 2 g. Nejdůležitějším zdrojem jsou mléko, přírodní sýry a fermentované mléčné výrobky. [34]

Ve srovnání s přírodními sýry mají sýry tavené nižší výživovou hodnotu. Jednak je tento fakt způsoben vyššími teplotami u tavicího procesu (dochází ke snížení biologické využitelnosti bílkovin) a jednak je to užitím tavicích solí. [31] Za nejvhodnější zdroj příjmu vápníku bývá považováno mléko a mléčné výrobky [32], neboť vápník je zde navázaný na kasein a v této formě je dle odborné literatury nejlépe využitelný pro lidský organismus. Při výrobě tavených sýrů totiž dochází k vytěsnění vápníků z proteinové

matrice a navázání vápníku na fosforečnan nebo citrát (dle užitých tavicích solí). Tímto dochází ke zhoršení využitelnosti vápníku pro lidský organismus.

2 VÝROBA TAVENÝCH SÝRŮ

Pokud by jsme k výrobě tavených sýrů užíli pouze přírodní sýry a další složky bez tavicích solí, došlo by vlivem zahřívání ke srážení bílkovin, které obklopují tukové kuličky. Tyto kuličky by se spojovaly, slévaly a nakonec by vystoupily z tavené hmoty. Tímto by došlo k oddělení tukové a vodné fáze. Aby byla zachována homogenní struktura a plastičnost během vlastního tavení i po jeho ukončení, je nevyhnutelný přídavek tavicích solí. Působením tavicích solí se zamezí uvolnění vody a tuku. Po ukončení tavení se uplatní přirozené vlastnosti bílkovin, které po vychladnutí vytvoří opět pružné prostředí. Tvorba homogenní hmoty je vázána na aktivní kyselost prostředí, kterou také upravujeme za pomoci tavicích solí. Příznivá kyselost pro získání homogenní konzistence tavených sýrů je v rozmezí od pH 5,5 do 6,0. Pokud by se rozmezí pH zvýšilo či snížilo, došlo by k nepříznivému sensorickému ovlivnění. Při pH pod 5,5 by bílkoviny vyvločkovaly, při pH nad 6,5 by se začal uvolňovat tuk. [18]

Hlavní kroky v procesu výroby sýrů lze rozdělit dle Kapoora a kol. [6] do 2 fází:

1. Výběr surovin a složení, kdy dochází k výběru a mletí přírodních sýrů (na základě stáří, pH, chuti) a následně výběr vhodných tavicích solí. Dále je potřebné provést formulaci a výpočet dalších složek (nutné ke splnění požadované vlhkosti, tuku, soli a pH hodnoty konečného produktu, v souladu s legislativou)
2. Proces tavení sýra, zpracování a skladování. Tato fáze zahrnuje vlastní tavení (za působení tepla a míchání). Poté se přistoupí k balení, chlazení a skladování.

Výběr surovin a složení – 1. fáze procesu zahrnuje výběr komponent a následnou přípravu. Můžeme užít velké množství surovin, je však potřeba brát ohled na výsledný produkt, který požadujeme a tomuto faktoru podřídít výběr surovin. Jako suroviny můžeme užít přírodní sýry, tavicí soli, mléčné a také nemléčné (barviva, látky dodávající chuť, potravinářské hydrokoloidy a inhibitory plísní) suroviny, které jsou běžně užívány k výrobě tavených sýrů. Různé složky mohou v mnoha ohledech ovlivnit fyzikálně-chemické vlastnosti výsledného taveného sýra. Abychom vyrobili kvalitní tavený sýr s požadovanými vlastnostmi, je také velmi důležité vhodně vybrat druh přírodního sýra a správný typ tavicích solí. [6]

Proces zpracování a skladování sýra – Pokud připravíme směs požadovaného složení, můžeme přistoupit k tepelnému opracování. Směs je tedy tepelně opracována a současně

míchána, kdy zároveň dochází k vytvoření homogenní struktury. Následně je tavený sýr balen a zchlazen na požadovanou teplotu. Za minimální čas a teplotu, potřebnou pro vznik tavených sýrů, se uvádí působení teploty 65,5°C po dobu 30 sekund. Výrobci a producenti tavených sýrů užívají k výrobě různá zařízení a různé provozní podmínky, které ovlivní výsledný produkt. Zařízení se liší ve způsobu zpracování, v typu směšování a způsobu a mechanismu vytápění (topení nepřímé či přímé vstřikování páry). Na významné funkční vlastnosti výsledného taveného sýra mají vliv hodnoty jako čas, teplota vaření, rozsah míchání během vaření a rychlost zchlazení. [6] Tavené sýry lze vyrobit 2 způsoby: Lze užít kontinuální či diskontinuální způsob. U nás je rozšířenější zejména diskontinuální způsob. [4] U diskontinuálního způsobu se vlastní tavení provádí v kotlích tavícího zařízení. Zde dochází k zahřívání přímou párou. Kotle jsou vybaveny míchadlem a pláštěm, umožňujícím chlazení. Při výrobě tuhých tavených sýrů se tavenina zahřívá na teploty 85 – 95 °C po dobu 5 minut při pomalém míchání, užíváme také předtavenou surovinu (krém) v množství do 2 %. Při výrobě roztíratelných sýrů se tavenina zahřívá na teploty 85 – 95 °C po dobu 10 – 15 minut a míchání je rychlé.

Výrobu tavených sýrů lze rozdělit na následující technologické operace:

1. Příprava suroviny – surovinovou skladbu je potřeba připravit podle požadovaných vlastností tavených sýrů. Stáří a druh přírodních sýrů má vliv na požadovanou konzistenci a chuť. Výrobci tavených sýrů při velkovýrobě musí počítat s faktem, že ne každý den obdrží suroviny pro tavený sýr ve stejném stáří a ve stejné kvalitě. Tyto faktory (společně s cenou a dostupností jiných složek) mohou kolísat ze dne na den. Pokud v praxi došlo k ovlivnění nějakého z výše uvedených faktorů, musela se surovinová skladba přepracovat. Dříve výrobci užívali své zkušenosti, v nynější době lze také užít počítačový software, který upraví skladbu dle ekonomické náročnosti dané suroviny a optimalizuje tak náklady na výrobu. [6] Důležitým faktorem je také určení směsi tavících solí (množství se pohybuje v rozmezí 2 až 3 % hmotnosti tavených sýrů) a závisí na použitém přírodním sýru, na pH suroviny a na požadavcích, které jsou kladeny na hotový tavený sýr. [4]
2. Vážení surovin – probíhá dle přichystané surovinové skladby. Obzvláště pečlivě je potřeba navážít tavící soli, které při předávkování mohou mít negativní vliv na senzorické vlastnosti finálního výrobku. [4]

3. Dávkování do tavicího kotle – navážená a přichystaná směs se dopraví do tavicího kotle. Zde se vše v daném pořadí promísí a poté se tavicí kotel uzavře. [4]
4. Vlastní tavicí proces – Tavení lze vysvětlit jako proces zahřívání. Nejdříve se přistoupí k rozemletí přírodních sýrů, k nimž se přidají tavicí soli, voda, popřípadě další látky v příslušném pořadí. Následně dochází k jejich zahřátí na teplotu 85 °C a teploty vyšší, po definovanou dobu (obvykle v rozmezí 5 minut). Po naplnění kotle surovinami se kotel uzavře. Za stálého promíchávání se obsah zahřívá. Ohřev se nejčastěji provádí párou (přímý ohřev). Tento ohřev lze také doplnit nepřímým ohřevem v plášti. Z kotle se odsává vzduch, tavení tedy probíhá za sníženého tlaku. [18]
5. Kontrola tavicího procesu a jeho úprava – Pokud tavený sýr vyhovuje předpsaným vlastnostem a požadavkům, není nutná úprava. Pokud sýr vykazuje změny či dokonce vady, musí se přistoupit k úpravě tavicího procesu, jeho vlastností a popřípadě také změny u surovinové skladby. U surovinové skladby se nejčastěji upravuje množství užitých tavicích solí.
6. Balení – Po skončení tavicího procesu se tekutá tavenina vylévá do dílků určitého tvaru a hmotnosti. [18] Obvykle se sýry balí do hranolovitých či trojúhelníkových forem. Tyto formy jsou dopředu vyloženy hliníkovou fólií, která je z vnitřní strany lakovaná. [4] Tyto fólie jsou zatavitelné.
7. Chlazení – Zabalené sýry se zchladí na teplotu 4°C.
8. Skladování - Zabalený tavený sýr skladujeme při 4 – 8°C. [4]

3 ÚLOHA TRADIČNÍCH TAVICÍCH SOLÍ

Důležitým činitelem při výrobě tavených sýrů jsou tavicí soli. Slouží současně jako neutralizátory, pufry, emulgátory a stabilizátory. Pomocí tavicích solí má sýr jemnou a homogenní konzistenci. Tavicí soli nejčastěji patří mezi sodné soli trojsytných slabých kyselin, tedy citrónové a fosforečné, také polyfosfáty. Existuje celá škála tavicích solí, které vykazují alkalický, kyselý či neutrální charakter. Mícháním těchto solí v určitém poměru umožňuje vyrábět směsi tavicích solí o daných vlastnostech. [19]

Tavicí soli charakterizuje vyhláška 4/2008 Sb. Tavicí soli definuje jako látky měnící vlastnosti bílkovin při výrobě tavených sýrů za účelem zamezení oddělování tuku. Jako tavicí soli lze užít soli s vícesytnými anionty (fosfáty, polyfosfáty či citráty) a monovalentními alkalickými kovy (zejména sodíkem). [4] Fosforečné soli jsou schopny navázat větší množství vápníku a proto se užívají k výrobě roztíratelných tavených sýrů, naproti tomu se citrátové soli užívají u tavených sýrů s tužší konzistencí, neboť jejich schopnost vázat vápník je menší než u fosforečných solí. [33] Tavicí soli jsou hlavní složkou tavených sýrů a jsou nezbytně nutné pro tavicí proces. Tavicí soli jsou tvořeny monovalentními kationty a polyvalentními anionty. Primární funkcí při tavení je „sekvestrace vápníku“ a úprava pH. Obě tyto funkce pomáhají při hydrataci kaseinů v přírodních sýrech. Dojde ke spojení vodné a tukové fáze a následně k vytvoření homogenní emulze. Mezi nejčastěji užívanými soli patří fosforečnanové a citrátové soli. [6]

Již bylo uvedeno, že přírodní sýry obsahují především proteiny či bílkoviny (tzv. kaseiny), mléčný tuk, vodu a další látky (soli, kyseliny). Tavené sýry se vyrábí pomocí záhřevu. Pokud bychom zahřívali pouze směs přírodních sýrů, došlo by k oddělení tuku, vody a kaseinátů a vznikla by nehomogenní hmota. Proto se k výrobě tavených sýrů využívají emulgátory – tavicí soli. Tavicí soli jsou však spíše než emulgátory povrchově aktivní látky, které umožní upravit prostředí v tavené směsi tak, aby přítomné kaseiny mohly uplatnit svou přirozenou schopnost emulgátorů. [4]

Použití potravinářských fosfátů v procesu výroby sýrů je jedním z nejvíce široce studovaných, sledovaných a chráněných procesů v historii moderního zpracování potravin. Chemicky se proces skládá z peptidizace a částečné solubilizace kaseinu v důsledku přeměny kaseinátu vápnatého na kaseinát sodný. Za tuto přeměnu jsou zodpovědné tavicí soli (odborná literatura uvádí *emulsifying salts* – emulgační činidla). [15] Emulgační

schopnosti kaseinátů totiž potlačuje navázaný vápník, který je na ně vázán. Pomocí tavicích solí se vápník odstraní a na jeho místo se naváže sodík. [4] Charakter konečné emulze je umožněn prostřednictvím zvýšení dostupnosti proteinů, které jsou nezbytné pro pokrytí kapiček tuku, které se v emulzi vyskytují vlivem míchání a zahřívání. [15]

Kyselost je ve vlastním procesu tavení důležitým faktorem, a to nejen v průběhu zpracování, ale také pro stabilitu konečného výrobku. Obecně lze říci, že hodnoty pH mezi 5,3 a 6,1 jsou optimální pro kvalitní zpracování sýrů. Dosažení pH uvnitř tohoto rozmezí obvykle vyžaduje přesné určení směsi fosfátů, které bere v úvahu druh sýra, stupeň zralosti, obsah tuku a pufrací kapacitu tavicích solí. Ortofosfáty mají dobré pufrací vlastnosti a z těchto důvodů bývají často zahrnuty ve směsi tavicích solí společně s dalšími fosfáty. Peptizace během procesu tavení sýrů způsobuje změny ve velikosti tavené směsi (díky hydrataci kaseinů a jejich následnému zvětšení) a následné doprovodné změny viskozity. [15]

Proces výroby sýra musí být pečlivě kontrolován, zejména v parametrech, které přímo ovlivňují kvalitu sýra. Obdobně musí také kvalitní vlastnosti finálního výrobku korespondovat s užitými surovinami. [15] Tavicí soli mají kromě schopnosti odštěpit vápník z kaseinů také další důležité vlastnosti. Napomáhají například k lepší emulgaci tuku, stabilizují pH a mají kladný vliv na formování struktury při chlazení. [4]

3.1 ROLE TRADIČNÍCH TAVICÍCH SOLÍ PŘI TAVENÍ

V sýrech je část vápníku v nerozpustné formě a vyskytuje se ve formě kalcium – fosfátových komplexů, navázaných v kaseinové matici, nebo ve formě vápníkových můstků, které spojují *para*-kaseinové molekuly. Tavicí soli tedy umožní výměnu vápenatého iontu Ca^{2+} za sodný iont Na^+ . Vyvázání vápenatého iontu vede k částečné hydrataci *para*-kaseinu. Zároveň nastává zvýšení hydratace *para*-kaseinových molekul. Stupeň vyvázání vápenatého iontu a stupeň hydratace *para*-kaseinových molekul závisí na použitých tavicích podmínkách a na typu užitých tavicích solí (schopnost vyvazovat vápník, schopnost úpravy pH). [2]

Zvýšení hydratace *para*-kaseinů v průběhu zpracování má za následek také zvětšení objemu kaseinátů a zvýšení viskozity v průběhu tavení. V průmyslové výrobě tavených sýrů se zvýšení viskozity označuje jako proces „krémování“. V případě použití správné směsi tavicích solí se pH tavených sýrů zvyšuje (obvykle z pH 5,0 – 5,5 u přírodních sýrů

až na pH 5,6 – 6,0 u tavených sýrů) a je následně stabilizováno pomocí pufrací kapacity tavicích solí. Tato změna také přispěje ke schopnosti sodných tavicích solí izolovat vápník a následně také ke zvýšení záporného náboje na *para*-kaseinátu. Důsledkem těchto reakcí je zvýšení hydratace již sodnofosfátových *para*-kaseinátů a celkově se navýší emulgační schopnosti molekuly. Proto lze pufrací kapacitu tavicích solí označit jako rozhodující faktor pro vlastní tavení a dále pro reologické a texturní vlastnosti tavených sýrů a analogů tavených sýrů. Peptizací můžeme označit rozptyl *para*-kaseinů a jejich následnou hydrataci, přičemž ji můžeme posílit zvýšením teploty a mícháním v průběhu procesu tavení. [2]

Podle podmínek při zpracovávání tavených sýrů mohou rozptýlené hydratované molekuly *para*-kaseinů přispívat k emulgování tím způsobem, že dojde k pokrytí povrchu volných kapiček tuku. Postupně dochází ke stabilizování emulze a ke znehybnění velkého množství volné vody v emulzi. [2]

Během chlazení tavených sýrů dochází k vytvoření typické struktury, zejména ke zvýšení viskozity tavené hmoty. V závislosti na složení směsi, na určení tavicích podmínek a na rychlosti chlazení pak záleží, jak dobře bude výsledný produkt roztíratelný a jakou bude mít výslednou konzistenci. Mezi faktory, které by mohly ovlivnit interakce tuku řadíme reakce mezi proteiny a mezi emulgovanými rozptýlenými kapičkami tuku. Během skladování tavených sýrů se můžou vyskytnout reologické změny. Tyto změny jsou do určité míry závislé na čase a na skladovací teplotě. Skladovací teplota v rozmezí 10 – 30°C podporuje tyto nežádoucí změny. [2] Struktura tavených sýrů se v podstatě skládá z tukové fáze rovnoměrně rozptýlené (ve formě tukových kuliček – globulí, v průměru cca 1 až 5 μm) v gelové kaseinové síti. [6] U vytváření kaseinových sítí se uplatňují vápníkové můstky, fosfátové můstky, disulfidické můstky, vodíkové můstky a hydrofóbní interakce.

V posledních letech se zkouší uplatnit náhrady tavicích solí pro výrobu tavených sýrů. Náhradami tavicích solí se ve svých pracech zabývali Černíková a kol [38], Guinee a kol. [39], Kwak a kol. [40], Schäffer a kol. [41] [42]. Jako náhrada byl užit částečně hydrolyzovaný kasein, dobrých výsledků se však dosáhlo pouze s částečnou náhradou tavicích solí. Dále lze uvést možnou náhradu tavicích solí s monoacylglyceroly, hydrokoloidy (např. modifikovaný škrob, lokustová guma).

4 VLASTNOSTI A UŽITÍ KARBOXYLOVÝCH KYSELIN A JEJICH SOLÍ

Karboxylové kyseliny jsou organické sloučeniny, které obsahují v molekule alespoň jednu charakteristickou karboxylovou skupinu a řadí se do skupiny substitučních derivátů uhlovodíků. Formálně se tato skupina odvozuje z methylové skupiny, náhradou atomů vodíku atomem kyslíku a hydroxylem. Skládá se tedy ze skupiny karbonylové a hydroxylové a nazývá se karboxyl $-C(O)OH$. [21]

Karboxylové kyseliny jsou široce rozšířené v přírodě, jsou však také důležitými technickými produkty. [13] Karboxylové kyseliny jsou významné složky především rostlinných produktů. Ovlivňují průběh enzymových reakcí, mikrobiologickou stabilitu, organoleptické a technologické vlastnosti. [1] Karboxylové kyseliny mají v molekule několik potenciálních reakčních center. Z tohoto důvodu patří mezi četné meziproducty syntézy, k významným složkám biologických systémů i ke stavebním kamenům mnoha přírodních látek. [23] Organické kyseliny charakterizuje Klásek [14] jako slabé kyseliny, se značně vyšší teplotou varu či teplotou tání. Karboxylové kyseliny jsou také důležité pro syntézu v přírodních materiálech, a také pro syntézu v laboratorních podmínkách. Důležitým znakem je jejich acidita. [22]

4.1 Struktura karboxylové skupiny

Karboxylová skupina vzniká formálně kombinací karbonylové a hydroxylové skupiny. Karboxylové kyseliny, které tuto skupinu obsahují, jsou vlastně metakyselinami, které se dají odvodit od orthokyselin odštěpením molekuly vody. Podle charakteru zbytku, který získáme po odštěpení karboxylové kyseliny, rozlišujeme kyseliny alifatické (nasyčené a nenasyčené), alicyklické (nasyčené a nenasyčené) a aromatické. Dále je možné rozdělení podle počtu karboxylových skupin, a to na monokarboxylové, dikarboxylové, atd. [14] Konjugace a delokalizace elektronů se projevuje zvýšenou aciditou karboxylových kyselin v porovnání s alkoholy. [13]

4.2 Fyzikální vlastnosti karboxylových kyselin

Karboxylová skupina je silně polární. Tvoří mezi sebou navzájem a mezi dalšími polárními molekulami (např. s vodou, alkoholy) velmi silné vodíkové vazby. Tyto vazby způsobují

vysoké body tání a varů. Body varů karboxylových kyselin s rostoucí délkou řetězce rostou a alifatické mono- a dikarboxylové kyseliny se sudým počtem atomů uhlíku mají vyšší body tání než jejich nejbližší nižší i vyšší homology s lichým počtem atomů uhlíku. V pevném stavu a také ve vodném roztoku nacházíme karboxylové kyseliny jako dimery, někdy mohou existovat i ve stavu plynném. Dikarboxylové kyseliny se vyskytují v tuhém stavu, obdobně jako aromatické karboxylové kyseliny. Nižší karboxylové kyseliny jsou kapalné, vyšší jsou tuhé. [13]

4.3 Acidita karboxylových kyselin

Karboxylové kyseliny jsou značně kyseléjší než alkoholy. Disociací karboxylových kyselin ve vodě vzniká oxoniový a karboxylový ion. Polohu rovnováhy určuje konstanta K , která se definuje jako poměr součinu molárních koncentrací produktů a výchozích látek. Dikarboxylové kyseliny disociují ve dvou stupních. V prvním i ve druhém stupni je jejich vlastní acidita (v porovnání s monokarboxylovými kyselinami) vyšší. [13]

4.4 Charakteristika vybraných kyselin

Pro potravinářské účely lze použít celou řadu organických kyselin, zejména octovou, mléčnou, citrónovou, jablečnou, fumarovou, jantarovou a vinnou kyselinu. Kyseliny jako potravinářská aditiva se nejčastěji používají ke korekci chuti. [1]

Základním členem homologické řady alifatických dikarboxylových kyselin je šťavelová kyselina. Vyskytuje se zejména ve špenátu a v reveni. Vyšší nasycené alifatické dikarboxylové kyseliny jako jsou malonová, jantarová a glutarová, jsou vesměs meziprodukty biosyntézy mastných kyselin či citrátového cyklu. Z nenasyčených kyselin má význam kyselina fumarová, která vzniká v ornithiovém cyklu. [3]

Nejnižší dikarboxylovou kyselinou je kyselina šťavelová (ethandiová kyselina, HOOC-COOH). Tato kyselina je v potravinách běžně hlavně ve formě vápenatých či draselných solí, a to v téměř všech potravinách rostlinného původu, zejména v reveni a ve šťovíku. [11]. Kyselina šťavelová má redukční vlastnosti. Šťavelová kyselina je běžnou složkou zelenin a potravin rostlinného původu. S vápenatými ionty tvoří nerozpustný šťavelan vápenatý, což může za určitých podmínek, např. současný nízký příjem vápníku a vitamínu D vážně interefrovat s metabolismem vápníku. [5]

Kyselina malonová (propandikyselina, $\text{HOOC-CH}_2\text{-COOH}$) byla prokázána ve víně, v houbách a také v obilovinách. Inhibuje některé oxidační enzymy, zúčastňuje se syntézy mastných kyselin ve formě malonylkoenzymu A. Inhibuje některé oxidační enzymy, zúčastňuje se syntézy mastných kyselin ve formě α -malylkoenzymu. [1]

Jantarová kyselina (butandikyselina, $\text{HOOC-CH}_2\text{CH}_2\text{-COOH}$) byla prokázána v řadě potravinářských materiálů, protože je meziproduktem kyseliny cyklu citrónové kyseliny. Ve větším množství se vyskytuje v nezralých plodech, kde při zrání přechází enzymovými pochody ve vinnou a citrónovou kyselinu. [1] Jantarovou kyselinu lze užít také jako intenzifikátor a modifikátor chuti. Lze ji užít jako jednu ze složek zesilujících chuťové vlastnosti masných výrobků. Její přirozeně vysoký obsah byl zjištěn v bílkovinných hydrolyzátech. Uplatnila se i jako chuťové korektivum při výrobě sýrů. Jantarová kyselina se vyskytuje jako přirozená složka v ovoci, zelenině, v nealkoholických nápojích, a to koncentraci do 700 mg kg^{-1} . V alkoholických nápojích je její koncentrace navýšena vlivem činnosti kvasinek a může dosáhnout koncentrace až 4 g kg^{-1} . Bylo zjištěno, že v kombinaci s glutamovou kyselinou působí jantarová kyselina na chuťové vlastnosti bujónů. [1] Velíšek [10] uvádí, že kyselinu jantarovou můžeme nalézt také v čerstvém masu, a to v obsahu okolo 0,05 %. V potravinářském průmyslu lze tuto kyselinu užít pro pečivo, mléčné výrobky, jedlé tuky a oleje, maso, drůbež, vejce a vaječné výrobky, nápoje, cukr a cukrovinky, ocet, nakládanou zeleninu a omáčky. Kyselinu jantarovou lze užít ke zlepšení chuti některých výrobků. Používá se při výrobě želatinových dezertů a koláčů, jako látka určená k aromatizaci. [17]

Glutarová kyselina (pentandikyselina, $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$) je přítomna např. v zelené cukrové řepě. [1] Kyselina glutarová byla také nalezena ve vodném extraktu surové vlny. [36]

Adipová kyselina (hexandikyselina, $\text{HOOC-(CH}_2)_4\text{-COOH}$) je přítomna v cukrové řepě. [1] Kyselinu adipovou je možné užít pro pečivo, ryby a mořské plody, jedlé oleje a tuky, maso a masné výrobky, drůbež, ovocné a zeleninové výrobky, nápoje, ocet a nakládané výrobky. Může být také užita jako sekvestrant v technologii tuků, a lze ji užít při výrobě tavených sýrů a pomazánek, kde zlepšuje vlastnosti a texturu výsledných produktů. Lze ji také užít pro výrobu pudinků a želatiny. Jako přídatek do pečiva je vhodná zejména pro svou kypřící vlastnost, kdy při kvašení u výroby těsta pomáhá uvolňovat oxid uhličitý. [17]

Pimelová kyselina (heptandiová kyselina, $\text{COOH}(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$) se využívá v průmyslu plastů a polymerů. [37]

Kyselina suberová (oktandiová kyselina, $\text{COOH}(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$) se využívá v průmyslu plastů, při výrobě polyamidů (nylonu). [37]

Kyselina maleinová (2-*cis*-butendikyselina, COOH-CH=CH-COOH) náleží do nenasyčených dikarboxylových kyselin a je v přírodě celkem vzácná. Od kyseliny fumarové se liší svou *cis*-konfigurací dvojně vazby. [1] Kyselina maleinová se používá hlavně na výrobu umělých pryskyřic, při barvení a zušlechťování vlny, bavlny a hedvábí. Užívá se také jako složka antihistaminika jako konzervant pro oleje a tuky. [37]

Kyselina fumarová (2-*trans*-butendikyselina, COOH-CH=CH-COOH) vzniká jako součást cyklu citronové kyseliny, můžeme ji nalézt ve všech rostlinných a živočišných potravinách. Ve větším množství byla prokázána v houbách, obilovinách a sýrech. [1] Kyselina fumarová se v některých zemích používá k inhibici mléčného kvašení vín. [5] V potravinářském průmyslu ji lze užít pro pečivo, mléčné výrobky, jedlé oleje a tuky, maso, drůbež, vejce a výrobky z nich, pro zeleninu a ořechy a výrobky z nich, dále pro nápoje, cukr a cukrovinky a také pro alkoholické nápoje. Může se také přidávat ve směsi s dalšími látkami za účelem zlepšení chuti a aromatu u ovocných šťáv. Kyselina fumarová také působí jako látka, která zvyšuje pevnost želatinových gelů a vykazuje také antioxidační vlastnosti, zejména v potravinách obsahující tuk. [17] Byla také použita jako modifikátor pro polyester a fenolové pryskyřice a také jako změkčovadlo. Lze ji také nalézt v tiskařských barvách a užívá se pro organické syntézy. [37]

4.5 Charakteristika vybraných solí dikarboxylových kyselin

Soli karboxylových solí jsou vzhledem k síle příslušných kyselin stálé, k jejich sklon k hydrolyze závisí na povaze kationtu. Jedná se o typické hydrofilní látky, jsou rozpustné ve vodě, alkoholech, kyselině octové a pyridinu, nerozpuštějí se v etheru, benzenu a ostatních nepolárních solventech. [23] Podle Kláska [14] organické kyseliny tvoří soli s anorganickými hydroxidy a uhličitany. Mohou však také tvořit amoniové soli při reakcích s aminy. Dikarboxylové kyseliny tvoří dvě řady solí. Ze solí můžeme uvolnit organické kyseliny působením minerálních kyselin. [14] Karboxylové kyseliny mohou vytvářet soli při neutralizaci pomocí bází. Jako neutralizátory lze užít různé hydroxidy či uhličitany alkalických kovů. Většina alkalických solí karboxylových kyselin je ve vodě rozpustná.

Soli mají svůj původ ve slabých kyselinách, proto reagují jejich vodné roztoky slabě alkalicky. Soli karboxylových kyselin s delším alifatickým řetězcem tvoří ve vodných roztocích micely – agregáty kulovitého tvaru. Zde je hydrofilní struktura orientována vně, hydrofóbní struktura (alkylové řetězce) jsou orientovány dovnitř. Pokud se tento roztok dostane do kontaktu s hydrofóbním materiálem, dochází k jeho adsorpci uvnitř micely a nastane jeho smáčení. Tento jev je obecně principem funkce mýdla. [13]

Šťavelan sodný – sodná sůl kyseliny šťavelové, je, stejně jako její draselné a amonné soli, je látka dobře rozpustná ve vodě. Tyto soli mohou být také značně rozšířeny v rostlinných částech. Nejvíce je jich v reveni, špenátu, mangoldu, z píceňin v řepném chrástu, šťovíku kyselém a v mokřadních porostech. [28] Naproti tomu vápenaté a hořečnaté soli soli šťavelové kyseliny jsou nerozpustné, vylučují se v buňkách četných rostlinných pletiv ve formě drobných krystalků. [1]

Malonát sodný a maleinát sodný - v odborné literatuře nebylo nalezeno užití pro potravinářský průmysl.

Jantaran sodný – jedná se o sůl odvozenou od kyseliny jantarové. Vápenaté a hořečnaté soli jantarové kyseliny jsou velmi špatně rozpustné. Sodná sůl má příznivý vliv na chuť potravinářských výrobků. [1] Jantaran je také stimulem pro chuť umami.

Fumarát sodný – lze užít společně s dalšími fumaráty, v souladu s legislativou a správnou výživovou praxí, jako přídavek do kojenecké výživy, společně s dalšími fumaráty. [17]

5 LEGISLATIVA A TOXIKOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY

Přidáváním kyselin do potravin, nápojů či vody je dle Stratforda [16] jednou z nejstarších a nejjednodušších metod ochrany a prevence kontaminace. Řada bakterií, včetně mnoha patogenních druhů, se obtížně množí pokud hodnota pH klesne pod hodnotu 4. Kromě schopnosti chránit potraviny před mikrobiální zkázou má přídavek kyselin další výhody. Sem můžeme zařadit např. zlepšení chuti, antioxidační aktivitu, zachování delší čerstvosti potravin, chuti a barvy. Rozsah přídávek kyselin do potravin je velmi široký. Můžou se přidávat do kolových nápojů, ovocných šťáv a vín, do pomazánek, také do majonézy a nakládaných okurek. [16]

Organické kyseliny mohou být přidávány do potravin za účely popsány níže. Nejčastěji mohou kyseliny působit jako:

- acidulanty – kyseliny jsou přidávány pro zvýšení kyselosti
- příchutě - kyseliny jsou přidávány jako příchutě
- antioxidanty – kyseliny, které přednostně reagují s kyslíkem, čímž brání oxidaci potravin
- konzervanty – kyseliny, které chrání potraviny před poškozením a zničením mikroorganismy [16]

5.1 Chování kyselin v potravinách

Přikyselení kyselinami vyžaduje uvolnění protonů. Odštěpení protonu závisí na síle kyseliny. Acidulanty – kyseliny – lze popsat jako slabé kyseliny, které pouze částečně disociují. Rovnováha disociace je závislá na hodnotě pH. Při nižším pH je koncentrace protonů vyšší. Dikarboxylové kyseliny poskytují širokou pufrací škálu. Účinně tvoří vynikající pufr v rozmezí pH většiny kyselých potravin. Monokarboxylové kyseliny mají omezený pufrací rozsah. Do jaké míry pH poklesne, závisí na pufrací kapacitě, obsahu tuku, typu kyseliny a koncentraci. [16]

Acidulanty, které přidáváme do potravin, mohou působit na mikrobiální buňky více faktory. Záleží na typu kyseliny. Stratford [16] jako nejčastější mechanismy uvádí: snížení pH a tím působení na buněčné stěny a cytoplazmatickou membránu, snížení pH v cytoplazmě či chelace kovových iontů z médií a buněčné stěny. Některé kyseliny inhibují

podle jednotného mechanismu, ostatní mohou kombinovat několik mechanismů. Jako primární činnosti tradičních kyselin na mikroorganismy, přidávaných jako konzervanty, můžeme zahrnout přímé akce protonů na mikrobiální buňky. Protony jsou nabitě a pomalu přechází přes lipidovou membránu. Působení pH na mikrobiální buňky pravděpodobně zahrnuje mechanismus působení na buněčné stěny, vnější strany membrán a na bílkoviny, které vyčnívají přes membránu.

V odborné literatuře nebyly nalezeny informace o působení kyselin v matrici tavených sýrů, proto bylo působení odvozeno.

Prvořadým reakčním centrem v molekulách karboxylových kyselin a u jejich funkčních derivátů je karbonylová struktura. [23] Chemickou afinitu látek můžeme definovat jako snahu látek chemicky reagovat. Čím vyšší je hodnota afinity, tím větší je snaha látek vstoupit do chemické reakce. Obecně lze tedy říct, že pravděpodobnost samovolného průběhu reakce vzrůstá s růstem chemické afinity. [29]

Většina kyselin tvoří komplexy s ionty kovů. Ale pro většinu kyselin platí, že tyto komplexy jsou nestabilní, a to díky slabé afinitě kyselin ke kovovým iontům. Za výjimky však můžeme považovat karboxylové kyseliny s více karboxylovými skupinami. Proto mohou dikarboxylové kyseliny tvořit podstatně stabilnější komplexy s ionty kovů. Dikarboxylové kyseliny tedy mohou s kovovými ionty tvořit stabilní komplexy. [16]

Chelatační činnost je obzvláště významná u kyseliny citronové a jejího antimikrobiálního působení. Proces antimikrobiálního působení se jeví jako mechanismus, kdy kyselina citronová vlivem své afinity k příslušným iontům na sebe váže klíčové živiny z prostředí a tím znemožňuje růst bakterií, které již živiny nemohou využít. Afinita je výborná k iontům Fe^{3+} . Inhibici mikroorganismů napomáhá také vyšší pH a množství iontů, které mají příslušnou afinitu k užitým kyselinám. Pro kyseliny jablečnou, vinnou a jantarovou jsou stanoveny obdobné podmínky pro antimikrobiální působení. Toto působení je úměrné chelaci, afinitě kyselin pro příslušné kovové ionty a může být znásobeno vysokými koncentracemi kyselin v potravinách. Nezanedbatelný vliv na antimikrobiální působení má také působení kyselin na buněčné stěny. [16] Chelatační vlastnosti některých acidulantů, užívaných v potravinářství, lze nalézt v tabulce 1.

Tab. 1. Chelatační vlastnosti acidulantů používaných v potravinách

Kyselina						
Kationt	EDTA	Citrónová	Jablečná	Vinná	Jantarová	Mléčná
K ⁺	0,96	0,59	0,18-0,23	-	-	-
Na ⁺	1,79–2,61	0,7	0,28-0,3	1,98	0,3	-
Mg ⁺⁺	8,69	3,16-3,96	1,7	1,91	-	0,73
Ca ⁺⁺	10,45-10,59	3,40-3,55	1,96	2,17	1,2	0,9
Mn ⁺⁺	12,88-13,64	2,84-3,72	-	1,44-2,92	-	0,92
Zn ⁺⁺	15,94-17,50	4,98	2,93	2,69-3,31	1,76-3,22	1,61
Cu ⁺⁺	18,80-19,13	5,9	3,43-3,97	2,6-3,1	2,93	2,5
Fe ³⁺	23,75-25,15	11,4	7,1	6,49	6,88	6,4

Inhibiční činnost kyseliny jantarové se týká jak chelace a tvorby komplexů díky afinitě k iontům, tak její vyšší koncentrací v potravinách. Kyseliny tedy mohou způsobit buněčnou smrt či zpomalit růst. Kyselost vyvolaná kyselinami způsobí ztrátu životaschopnosti. Kinetika buněčné smrti závisí na typu mikroorganismů, na fázi růstu, ve kterém se bakterie nacházejí a na předchozím působení kyseliny. Nízké pH má však slabý účinek na plísně a kvasinky. Chelatační aktivita kyselin také zabraňuje využití živin mikroorganismy a příznivě znásobuje konzervační účinek. [16]

5.2 Legislativní aspekty

Použití karboxylových kyselin v potravinářském průmyslu upravuje pro Českou republiku vyhláška:

- Vyhláška 4/2008 vyhláška, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin.

Použití karboxylových kyselin v potravinářském průmyslu upravují pro Evropskou Unii Směrnice:

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 95/2/ES ze dne 20.2.1995 o potravinářských přídatných látkách jiných než barviva a náhradní sladidla

- Tuto směrnici opravuje Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/52/ES, která je stejného znění.

Vyhláška 4/2008 definuje přídatné látky jako látky, které se z technologických důvodů záměrně přidávají do potravin při jejich výrobě a stávají se tak součástí konečné potraviny. Vyhláška také stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. Regulátory kyselosti jsou látky, které mění či udržují kyselost nebo alkalitu potraviny. Kyselinu fumarovou, adipovou a jantarovou vyhláška zařazuje právě mezi regulátory kyselosti. Tyto kyseliny je také možné užít pro výrobu potravin. [27]

- Kyselina fumarová – Dle Stratforda [16] se nejvíce užívá pro ovocné šťávy, želatinové dezerty a koláčové náplně. Jako výhodu lze uvést že se jedná o ekonomicky výhodnou látku – je relativně levná. Jako nevýhody lze uvést, že je obtížněji rozpustná a má silnější chuť než kyselina citrónová. [16]
- Kyselina adipová – dle Stratforda [16] se užívá jako acidulant pro ovocné a ochucené nápoje, želé, džemy a želatinové dezerty. Je upřednostňována jako přídavek do suchých potravin, neboť není hydrokopolická. [16]
- Kyselina jantarová

Tabulka 2 uvádí povolená legislativně povolená množství kyseliny fumarové, adipové a jantarové.

Tab. 2. Legislativně povolená množství kyseliny fumarové, adipové, jantarové

Číslo E	Přidatná látka	Potravina nebo skupina potravin	NPM# mg.l ⁻¹ resp. mg.kg ⁻¹
E 297	Kyselina fumarová	náplně a sladké dezertní omáčky (toppingy) pro jemné a trvanlivé pečivo a cukrářské výrobky	2500
		cukrovinky	1000
		gelovité deserty	4000
		deserty s ovocnou příchutí	4000
		práškové směsi pro přípravu desertů	4000
		práškové výrobky pro přípravu nápojů na bázi ovoce	1000
		instantní výrobky pro přípravu aromatizovaného čaje a aromatizovaných instantních bylinných čajů	1000
		žvýkačka	2000
E 355 E 356 E 357	Kyselina adipová Adipát sodný Adipát draselný	náplně a sladké dezertní omáčky (toppingy) pro jemné a trvanlivé pečivo a cukrářské výrobky	2000 jako kyselina adipová
		gelovité deserty	6000 jako kyselina adipová
		deserty s ovocnou příchutí	1000 jako kyselina adipová
		práškové směsi pro přípravu desertů	1000 jako kyselina adipová
		nápoje v prášku	10000 jako kyselina adipová
E 363	Kyselina jantarová	deserty	6000
		polévky a vývary	5000
		nápoje v prášku	3000

5.3 Toxikologické charakteristiky

Jako jedy můžeme podle Waissera [12] označit látky, které již v malých dávkách nebo koncentracích při jednorázové nebo opakované expozici vyvolávají těžké poškození organismu, který může vést až k usmrcení. Toxicita chemické látky závisí na dávce, kterou organismus přijme. Některé jedy jsou schopny působit již v dávkách nanogramů, další působí až v řádech gramů. V odborné literatuře lze najít úvahy, že toxická je každá látka, rozdíl je jen ve výši dávky vyvolávající toxické příznaky. Vlastní toxicitu můžeme rozlišit na akutní a chronickou. Někdy mohou být i látky o nízké akutní toxicitě velmi škodlivé, pokud je jejich účinkům organismus vystaven delší dobu. [12]

Karboxylové kyseliny jsou toxikologicky jednotvárnou skupinou látek. Působí svojí kyselostí a platí pro ně obdobné principy, jako u anorganických kyselin. Poleptání bývá časté u očí a kůže. Pokud je kyselina dostatečně těkavá, může se stát, že se poleptají i dýchací cesty po expozici inhalační. Jedovatost solí karboxylových kyselin je dle Ruska

[26] dána charakterem jejich kationtu. V řadě alifatických nenasyčených dikarboxylových kyselin vyniká jedovatostí kyselina šťavelová. [8] Podle Lazareva [9] je fyzikální charakter vyšších nenasyčených dvojsytných organických kyselin takový, že se jedná o látky rozpustné ve vodě, forma je krystalické povahy. Chemické vlastnosti jsou určovány vlastnostmi jejich kyselé skupiny a povahou navázaného uhlovodíkového radikálu. Organické kyseliny mohou vstupovat do celé řady reakcí, například se mohou zúčastnit adičních reakcí. Toxický účinek při přímém působení na tkáň může vyvolat nevratné změny. Pokud se působí silnou organickou kyselinou, může dojít k nevratné změně u koloidů a k dalším rozkladným účinkům. Tento účinek vyvolávají vodíkové ionty, které vznikají při disociaci kyselin ve vodném roztoku, přičemž vlastní účinek na tkáň je tím silnější, čím je větší disociační konstanta. Účinky u slabších kyselin se může omezit na podráždění tkání. U těchto případů má mimo disociační konstantu také vliv její povaha. U některých kyselin (např. kyselina šťavelová) můžeme nalézt velice specifické toxikologické působení na celkový organismus. [9]

Kyseliny mohou mít dle Lüllmana a kol. [11] specifický a nespecifický účinek. Specifické účinky mají pouze některé kyseliny a tyto účinky mohou být při některých intoxikacích rozhodující. Nespecifické otravy platí pro celou skupinu organických kyselin. Jedná se o místní leptavý účinek v případě přímého kontaktu a o acidózy organismu po resorpci kyseliny z trávicího ústrojí. Místní leptavý účinek se může vyskytnout u perorálního přívodu nedostatečně naředěné kyseliny, které může vyvolat lokální podráždění, v horším případě poleptání dutiny ústní, hltanu, jícnu a žaludku. Následně se může dle závažnosti objevit akutní perforace, anebo později sekundární onemocnění jako následek infekce. Pokud dojde k resorpci kyseliny z trávicího ústrojí, zůstává hodnota pH krve delší dobu beze změny. Je tomu tak, neboť krev má vynikající pufrovací účinky, zejména díky hemoglobinu a plazmatickým bílkovinám, které obsahuje. Důležitou úlohu zde sehrává také fosfátový a hydrogenuhličitanový pufr. Pro udržení hodnoty pH krve má důležitou úlohu poměr mezi oxidem uhličitým a hydrogenuhličitanem (optimálně mezi 1:20). Pokud dojde k podání kyseliny, nastane uvolnění oxidu uhličitého, ten stimuluje centrum dýchání – nastane zvýšené vydechování oxidu uhličitého. Toto zvýšení trvá tak dlouhou dobu, pokud nedojde k vyrovnání k poměru oxidu uhličitého a hydrogenuhličitanu na stabilní poměr 1:20. Tento mechanismus se uplatňuje tak dlouho, dokud se v krvi nevyčerpá standardní hydrogenuhličitan (jež lze považovat za alkalickou rezervu organismu). Po

případném vyčerpání teprve nastává pokles hodnoty pH krve a vyvíjí se zjevná acidóza. O stavu před zjevnou acidózou lze hovořit jako o kompenzované acidóze. Následkem acidózy se zpomaluje dýchání, klesne krevní tlak a vyvine se kómatózní stav. Při acidóze se zvyšuje vylučování primárního fosforečnanu sodného na úkor sekundárního. [11]

Obecně lze dle Tichého [7] charakterizovat účinky kyseliny šťavelové (vzorec: $C_2H_2O_4$) následovně: dobře se vstřebává pokožkou a sliznicemi, vůči tkáním je agresivní a může tak dojít i k akutní otravě. Účinky chronické expozice mají vliv na snížení hladiny vápenatých iontů v organismu. V důsledku to může mít vliv na funkci srdeční činnosti a také na centrální nervovou soustavu. Vápenatá sůl oxalát vápenatý může tvořit ledvinové kameny. [7] Kyselina šťavelová má redukční vlastnosti. [9] Kyselina šťavelová a její soli mají také specifický účinek působení. Jedná se o tvorbu nerozpustných sloučenin s vápníkem. Tato reakce může po požití většího množství reveně vyvolat subjektivní pocit „tupých zubů“. Přívod či vznik většího množství této kyseliny vyvolává příznaky nedostatku vápníku. Pokud se jedná o život neohrožující otravu, může se projevit v ledvinové insuficienci, která se dá vysvětlit jako ucpání ledvinových tubulů oxalátovými krystalky. [11] Celkový účinek lze vysvětlit poklesem hladiny vápenatých iontů. Tento pokles se především může projevit na funkci centrální nervové soustavy, na tonu svalstva a na srdeční činnosti. Následně se může vyskytnou arytmie, deprese a hypotenze. Pokud stav přetrvává, může dojít k usmrcení. Obvyklý je výskyt poškození ledvin, který můžeme připsat přímému toxickému účinku aniontu a také mechanicky vysráženým oxalátům. V celkovém obraze akutní otravy se uvádí zejména boelsti hlavy, záškuby obličejového svalstva a kosterního svalstva. [8] Kromě akutní otravy může také nastat také chronická otrava. Jako známky chronické otravy můžeme jmenovat: úbytek na hmotnosti, celková slabost, zažívací obtíže a bolesti hlavy. Příznaky celkového působení se mohou projevit i po inhalační expozici prachu nebo mlze roztoků. Za nebezpečnou dávku lze pro dospělého člověka považovat 1 až 5 g, tato dávka způsobí otravu. Dávka nad 5 g je shcopná usmrtit organismus. [8]

Šťavelan sodný, vzorec: $C_2Na_2O_4$ – Pokud by došlo k intoxikaci šťavelanem draselným intravenózně, nastalo by koma a arytmie. Při záhřevu se uvolňují toxické výpary Na_2O . [35] Jedovatost šťavelanu draselného je kvalitativně i kvantitativně přibližně stejná jako jedovatost kyseliny šťavelové. [8]

Kyselina malonová, vzorec $C_3H_4O_4$ – se podle Marholda užívá společně s kyselinou šťavelovou jako hemostatikum. [8]

Malonát sodný, vzorec: $C_3H_3O_4 \cdot Na$ - mírně toxický při intraperitonálním a subkutánním podání. Při záhřevu uvolňuje toxické výpary Na_2O . [35]

Kyselina jantarová, vzorec: $C_4H_6O_4$ - mírně toxická u subkutánního podání. Kyselina je dráždivá pro oči. Během záhřevu se uvolňuje štiplavý kouř a dráždivé výpary. [35]
Kyselina jantarová se běžně vyskytuje v lidské moči. V odborné literatuře nebyly dále nalezeny zmínky o toxicitě této kyseliny. [37]

Jantaran sodný, vzorec: $C_4H_4Na_2O_4$ – se užíval jako léčivo v různých indikacích, například jako antidepresivum či antidiuretikum. Množství v dávce se pohybovalo v rozmezí gramů. Při intravenózním užití se jeví mírně toxicky. Během záhřevu se uvolňuje štiplavý kouř a dráždivé výpary. [35]

Kyselina glutarová, vzorec: $C_5H_8O_4$ - kyselina je mírně toxická při požití. Během záhřevu se uvolňuje štiplavý kouř a dráždivé výpary. [35]

Kyselina adipová, vzorec: $C_6H_{10}O_4$ - kyselina je jedovatá při intraperitonálním podání, mírně toxická při podání jinou cestou. Při záhřevu se uvolňují štiplavý kouř a výpary. [35]
Při perorálním podání 100 mg / kg kyseliny adipové denně nebyly nalezeny důkazy o toxicitě. Na oči působí dráždivě, limitní množství pro podráždění oka bylo prokázáno množství 20 mg/m³. [37]

Kyselina pimelová, vzorec: $C_7H_{12}O_4$ – při požití působí tato kyselina středně toxicky. Při záhřevu se uvolňují štiplavý kouř a výpary. [35]

Kyselina suberová, vzorec: $C_8H_{14}O_4$ - kyselina suberová byla nalezena v moči pacientů, kterým byla diagnostikována porucha endogenního metabolismu mastných kyselin. [37]

Kyselina maleinová, vzorec: $C_4H_4O_4$ - se považuje za jedovatější a dráždivější než kyselina fumarová. [8] Kyselina jeví známky mírné toxicity při požití a při styku s kůží. Během záhřevu se uvolňuje štiplavý kouř a také dráždivé výpary. [35] Kyselina maleinová může způsobit podráždění kůže a sliznic, nebezpečná je zejména při styku s okem. Zde může způsobit vážné problémy již při koncentraci ve vodném roztoku již 5 %. [37]

Maleinan sodný, vzorec: $C_4H_4O_4 \cdot xNa$ – Maleinan jeví mírnou toxicitu při požití a při intraperitonálním podání, je také dráždivý pro oči. Při záhřevu uvolňuje toxické výpary Na_2O . [35]

Kyselina fumarová, vzorec: $C_4H_4O_4$ – působí jako jed při intraperitonálním podání. Kyselina je mírně toxická při požití a při styku s kůží. Při záhřevu se ozkládá na štiplavý kouř a dráždivé výpary. [35] Kyselina fumarová je mírně dráždivá při styku s lidskou kůží a sliznicemi. Kyselina fumarová je v lidském těle metabolizována v erytrocytech. [37]

Fumaran sodný, vzorec: – při opakovaném podávání této látky na pokusných zvířatech (králících) bylo v řadě pokusů nalezeno zvětšení štítné žlázy, po chronické perorální aplikaci nebylo v jiných pokusech nalezeno žádné poškození organismu. [8]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 METODIKA PRÁCE

6.1 Příprava vzorků

V laboratorních podmínkách bylo vyrobeno celkem 14 sad vzorků tavených sýrů. Přehled ukazuje tabulka 3. Surovinová skladba byla stejná, ale měnila se aplikovaná látka. Surovinová skladba se počítala tak, aby obsah sušiny v tavených sýrech byl 40 % (w/w) a aby obsah tuku v sušině byl 50 % (w/w). Společně s každou sadou vzorků byly utaveny dva kontrolní vzorky, které obsahovaly tavicí soli (fosforečnany a polyfosforečnany sodné). Surovinovou skladbu těchto kontrolních vzorků uvádí tabulka 4.

K výrobě vzorků tavených sýrů byly užity následující suroviny: přírodní sýr eidamská cihla, tuk, voda, dikarboxylová kyselina či sodná sůl dikarboxylové kyseliny. U kontrolních vzorků se užili tavicí soli. Tyto suroviny byly naváženy dle rozpisu surovinových skladeb, uvedených v tabulkách 4, 5, 6, 7, 8. Surovinové skladby lze nalézt v tabulkách 4, 5, 6, 7, 8. Aplikovaná látka byla přidávána v koncentracích 0,5; 1; 2 a 3 % (w/w). Surovinové skladby pro kyseliny malonovou, jantarovou, glutarovou, adipovou, pimelovou, suberovou, maleinovou a fumarovou jsou totožné se surovinovými skladbami uvedenými v tabulkách 4, 5, 6, 7, 8. V koncentracích 0,5%, 1 %, 2 %, 3 %, (w/w) se měnili pouze použité kyseliny pro konkrétní sadu vzorků, totéž platí i pro sodné soli kyselin, které byly užity. Jedná se o šřavelan sodný, malonát sodný, jantaran sodný, maleinát sodný a fumarát sodný. Jejich surovinové skladby jsou totožné se surovinovými skladbami, uvedenými v tabulkách 4, 5, 6, 7, 8.

Nejdříve byl nakrájen přírodní sýr, a to na kostky. Poté byl uložen do plastového boxu s víčkem, aby sýr neosychal. Následně byl dle rozpisu připraven sójový tuk, pitná voda a aplikovaná látka nebo tavicí soli. Poté byly v příslušném pořadí – sýr, tuk, voda, kyseliny či jejich sodné soli (popř. tavicí soli u kontrolních vzorků) vkládány do tavicího přístroje. K tavení byl užit přístroj Vorwerk Thermomix, typ TM 31-1 (Vorwerk & Co. Thermomix; GmbH, Wuppertal, Germany). Poté byla tavenina přelita do polystyrenových misek, které byly uzavřeny hliníkovou fólií. Vzorky byly poté uloženy do lednice, kde došlo ke chlazení a skladování po dobu 14-ti dní při teplotě 6 ± 2 °C.

Tab. 3. Přehled sad vzorků utavených s aplikovanými sloučeninami

Sada vzorků	Aplikovaná látka
1	Kyselina šťavelová
2	Kyselina malonová
3	Kyselina jantarová
4	Kyselina glutarová
5	Kyselina adipová
6	Kyselina pimelová
7	Kyselina suberová
8	Kyselina maleinová
9	Kyselina fumarová
10	Šťavelan sodný
11	Malonát sodný
12	Jantaran sodný
13	Maleinát sodný
14	Fumarát sodný

Tab. 4. Surovinová skladba kontrolního vzorku taveného sýra

Surovina	Množství [kg]
Eidamská cihla 30%	0,350
Tuk	0,090
Tavicí sůl	0,017
Pitná voda	0,235
Součet	0,692

Tab. 5. Surovinová skladba taveného sýra s přidavkem 0,5 % aplikované látky

Surovina	Množství [kg]
Eidamská cihla 30%	0,385
Tuk	0,085
Tavicí sůl	0,000
Pitná voda	0,225
Aplikovaná látka 0,5 %	0,035
Součet	0,699

Tab. 6. Surovinová skladba taveného sýra s přidavkem 1 % aplikované látky

Surovina	Množství [kg]
Eidamská cihla 30%	0,375
Tuk	0,083
Tavicí sůl	0,000
Pitná voda	0,230
Aplikovaná látka 1 %	0,007
Součet	0,695

Tab. 7. Surovinová skladba taveného sýra s přidavkem 2 % aplikované látky

Surovina	Množství [kg]
Eidamská cihla 30%	0,360
Tuk	0,088
Tavicí sůl	0,000
Pitná voda	0,230
Aplikovaná látka 2 %	0,014
Součet	0,692

Tab. 8. Surovinová skladba taveného sýra s přidavkem 3 % aplikované látky

Surovina	Množství [kg]
Eidamská cihla 30%	0,340
Tuk	0,095
Tavicí sůl	0,000
Pitná voda	0,230
Aplikovaná látka 3 %	0,021
Součet	0,686

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Přehled sad vzorků

V tabulce 9 je uvedený přehled jednotlivých vzorků. Hodnota plus v tabulce znamená že se daný vzorek utavil, hodnota minus znamená, že se vzorek neutavil. Kontrolní vzorky byly u všech sad vzorků lesklé a homogenní, dobře roztíratelné. Fotografie kontrolního vzorku je na obr. 1.

Tab. 9. Přehled utavených sad vzorků

Aplikovaná látka	Aplikovaná koncentrace			
	0,50%	1,00%	2,00%	3,00%
Kyselina šťavelová	+	+	+	+
Kyselina malonová	-	+	+	+
Kyselina jantarová	-	+	+	+
Kyselina glutarová	-	-	-	-
Kyselina adipová	-	-	-	-
Kyselina pimelová	-	-	+	-
Kyselina suberová	-	-	+	-
Kyselina maleinová	-	+	+	+
Kyselina fumarová	-	-	+	+
Šťavelan sodný	-	+	+	+
Malonát sodný	-	-	-	-
Jantaran sodný	-	-	-	-
Maleinát sodný	-	-	-	-
Fumarát sodný	-	-	-	-

Jedná se o tavené sýry s přísávkem 0,5 % šťavelanu sodného, 0,5 % kyseliny malonové, 0,5; 1; 2 a 3 % malonátu sodného, 0,5 % kyseliny jantarové, 0,5; 1; 2 a 3 % jantaranu sodného, 0,5; 1; 2 a 3 % kyseliny glutarové, 0,5; 1; 2 a 3 % kyseliny adipové, 0,5 a 1 %

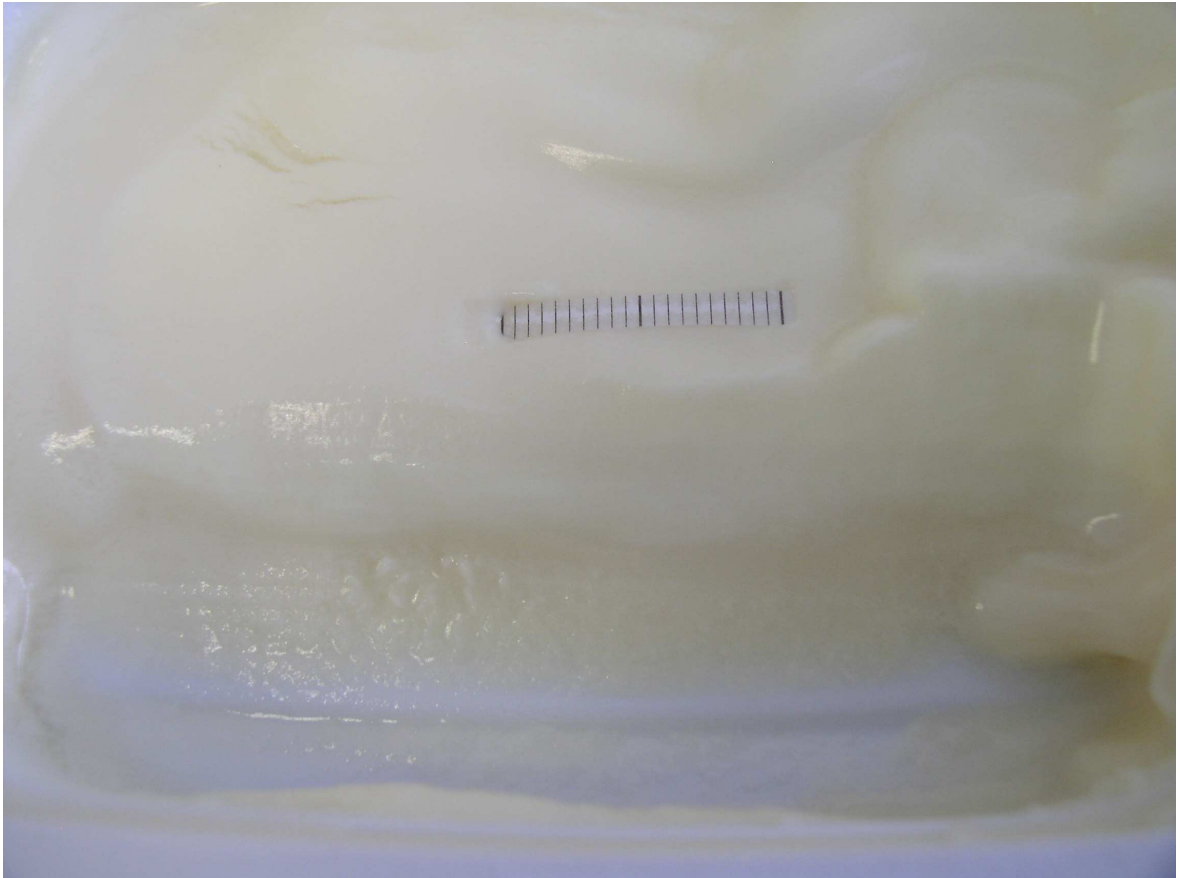
kyseliny pimelové, 0,5 a 1 % kyseliny suberové, 0,5 % kyseliny maleinové, 0,5; 1; 2 a 3 % maleinátu sodného, 0,5 a 1 % kyseliny fumarové a 0,5; 1; 2 a 3 % fumarátu sodného. Ostatní vzorky se podařilo utavit a jsou sensoricky zhodnoceny v kapitolách níže.



Obr. 1. Kontrolní vzorek

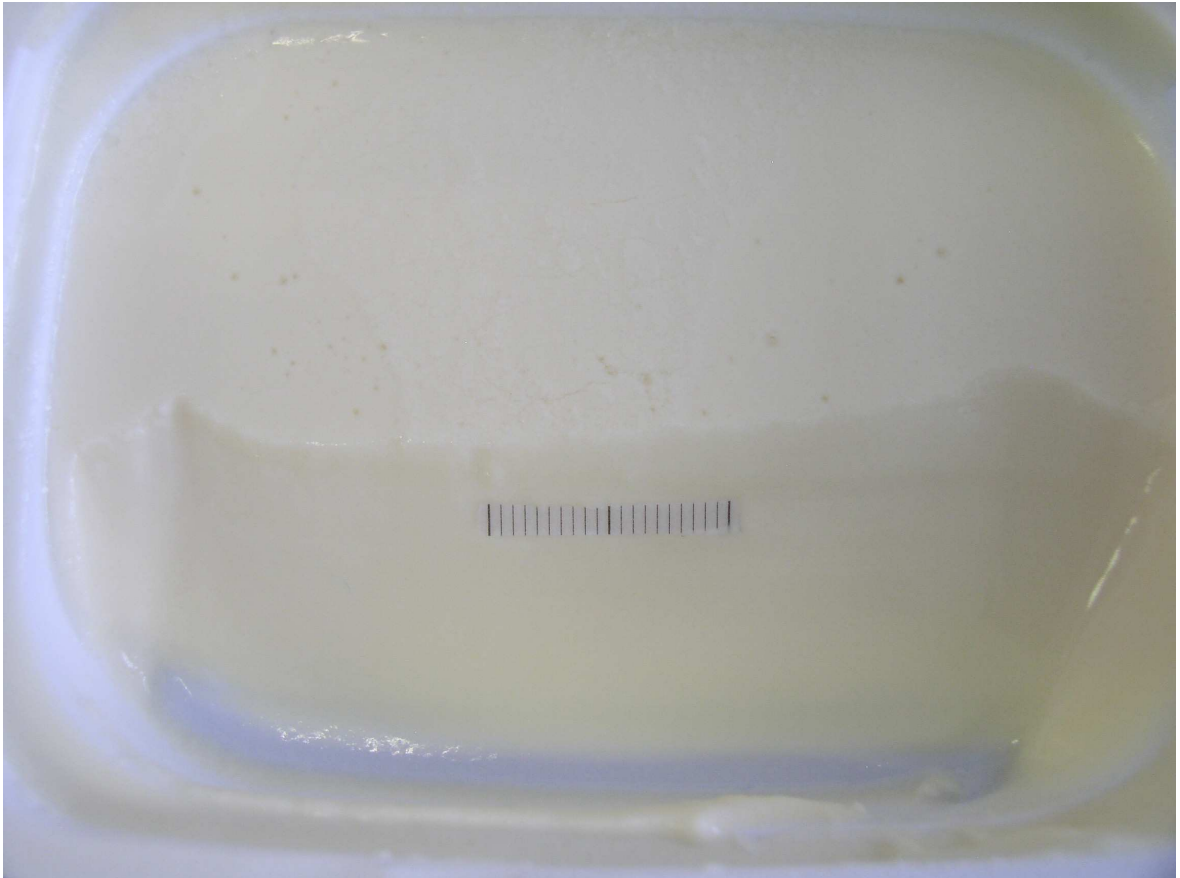
7.2 Série tavených sýrů s přidavkem kyseliny šťavelové a šťavelanu sodného

Na obrázku 2 je vzorek s obsahem 0,5 % kyseliny šťavelové. Vzorek uvolňoval vodu, struktura byla krátká a nehomogenní. Bylo patrné, že se trhala, na pohled byly také mírně odsazené vrstvy (nahore tekutá, měkká, dole tužší a mírně zrnitá). pH u tohoto vzorku bylo $4,71 \pm 0,01$, což je nízká hodnota a lze předpokládat, že právě kvůli nízkému pH tavený sýr vykazoval nedostatky ve struktuře.



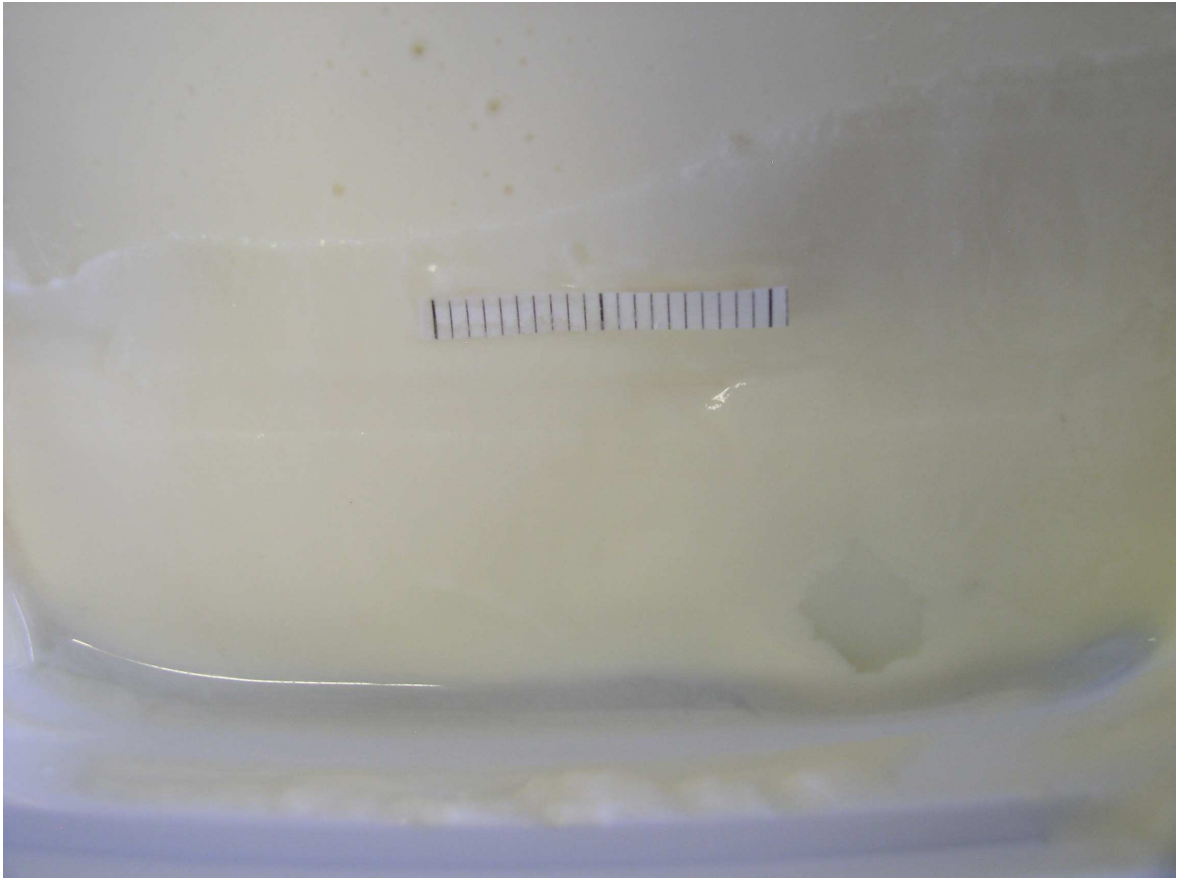
Obr. 2. Vzorek s 0,5 % kyseliny šťavelové

Na obrázku 3 je vzorek s obsahem 1 % kyseliny šťavelové. Vzorek uvolňoval vodu, struktura byla krátká, o něco tužší než u vzorku s přidavkem 0,5 % kyseliny šťavelové. Byl patrný lepší strukturní charakter (homogenější struktura) než u vzorků utavených s 0,5 % kyselinou šťavelovou. Vyskytly se mírně odsazené vrstvy (nahore tekutá konzistence, měkká, dole spíše tužší a mírně zrnitá). Hodnota pH u tohoto vzorku byla $4,02 \pm 0,02$.



Obr. 3. Vzorek s 1 % kyseliny šťavelové

Na obrázku 4 je vzorek s obsahem 2 % kyseliny šťavelové. Vzorek uvolňoval vodu, byl nehomogenní, ale roztíratelný. Bylo patrné zlepšení proti vzorku (zejména v homogennější struktuře) s 1 % kyselinou šťavelovou. Naměřená hodnota pH byla $2,85 \pm 0,01$.



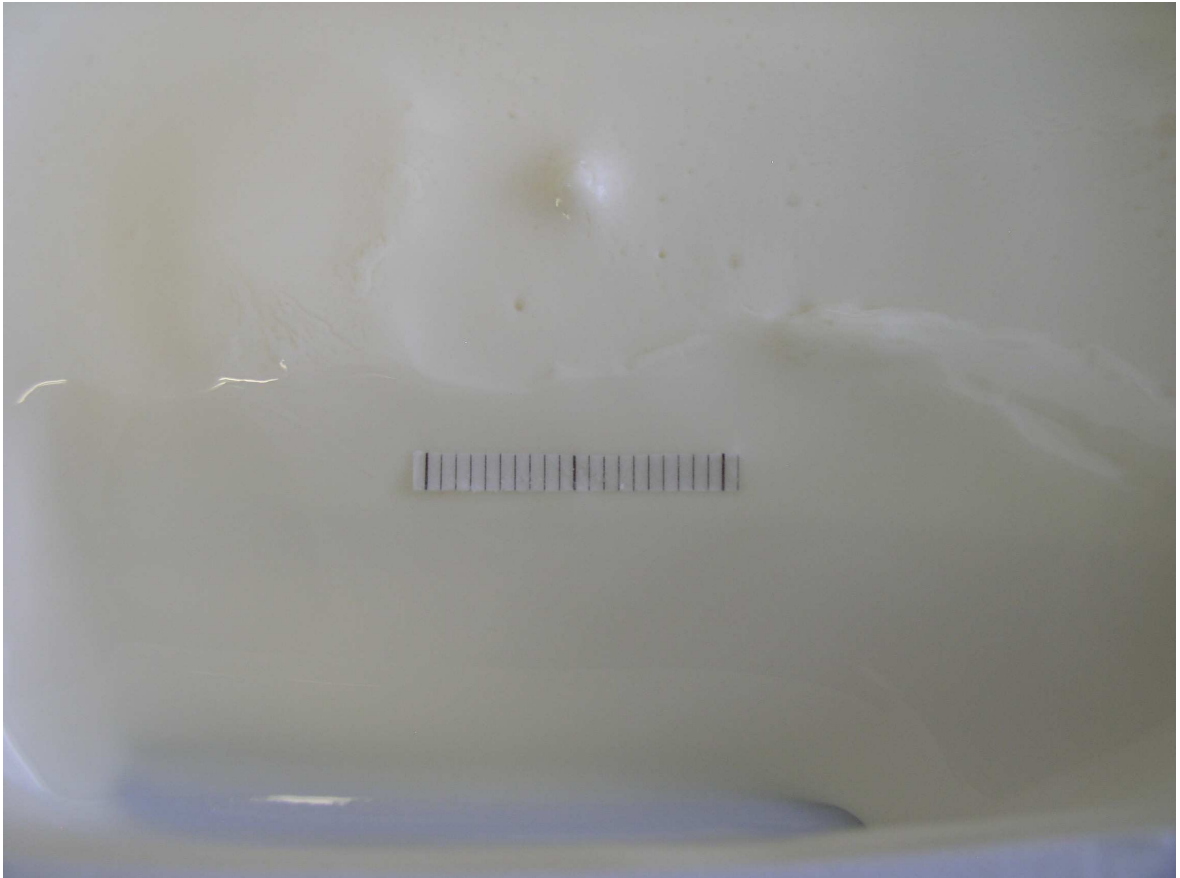
Obr. 4. Vzorek s 2 % kyseliny šťavelové

Na obrázku 5 je vzorek utavený s obsahem 3 % kyseliny šťavelové. Vzorek uvolňoval vodu, struktura byla krátká a blátivá. Vzorek byl mírně nehomogenní, ale vykazoval nejlepší vlastnosti ze vzorků utavených s kyselinou šťavelovou. Hodnota pH u tohoto vzorku byla $1,57 \pm 0,01$, což je nejnižší hodnota ze vzorků utavených s kyselinou šťavelovou.



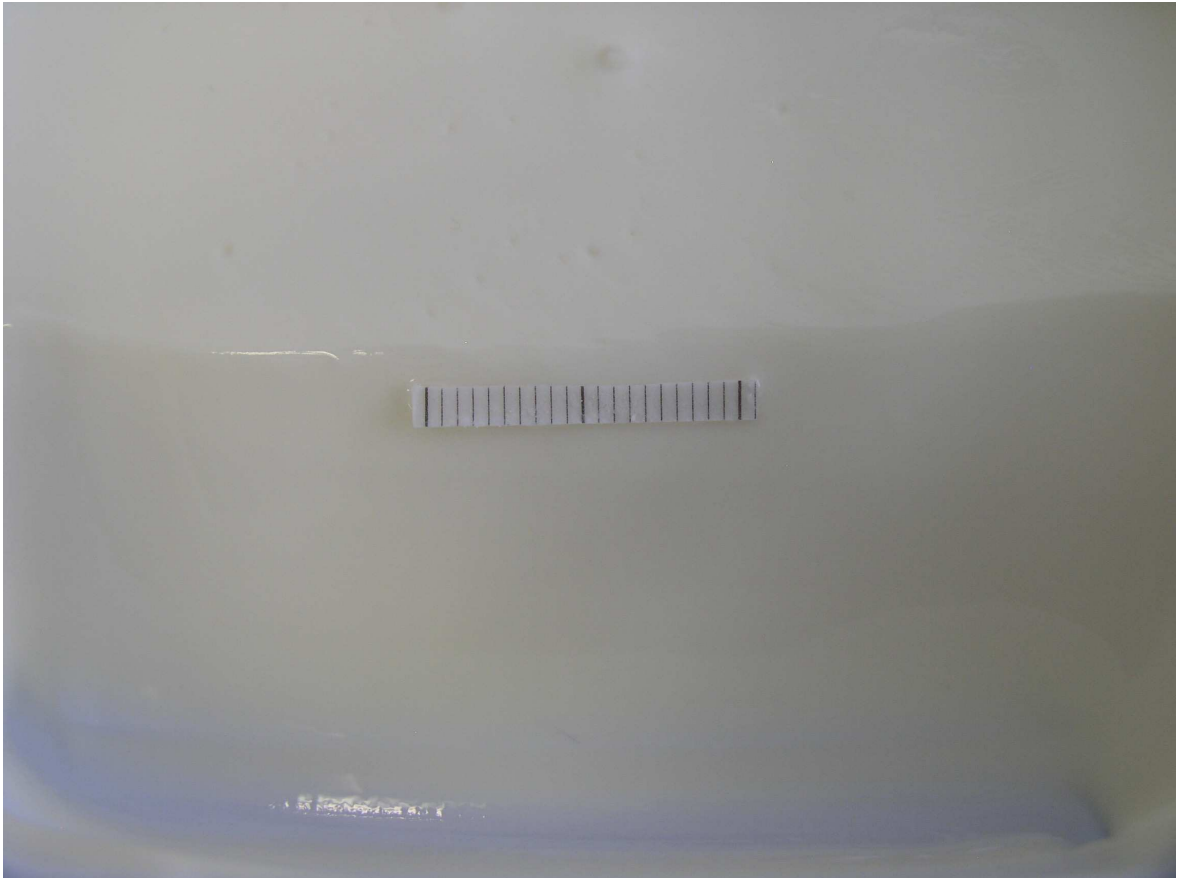
Obr. 5. Vzorek s 3 % kyseliny šťavelové

Na obrázku 6 je utavený vzorek s přidavkem 1 % šřavelanu sodného. Tento vzorek měl homogenní strukturu ale velmi řídkou konzistenci. Na povrchu byl lesklý a hladký. Hodnota pH byla $6,21 \pm 0,02$.



Obr. 6. Vzorek s 1 % šřavelanu sodného

Na obrázku 7 je utavený vzorek s přídavkem 2 % šřavelanu sodného. Vzorek vykazoval homogenní strukturu, konzistence byla sice řídka, ale o poznání tužší než u vzorku utaveného s 1 % šřavelanem sodným. Vzorek byl lesklý a hladký. Hodnota pH byla u tohoto vzorku naměřena $6,68 \pm 0,01$.



Obr. 7. Vzorek s 2 % šťavelanu sodného

Na obrázku 8 je vzorek s 3 % šťavelanu sodného. Tento vzorek byl nehomogenní, z důvodu vysoké koncentrace šťavelanu sodného. Sýr byl blátivý, řídký a lepivý. Jevil se jako roztékavý a nesoudržný. Hodnota pH byla naměřena $6,65 \pm 0,01$.



Obr. 8. Vzorek s 3 % šťavelanu sodného

7.3 Série tavených sýrů s přidavkem kyseliny malonové a malonátu sodného

Vzorek s přidavkem 1 % kyseliny malonové je na obrázku 9. Konzistence byla nehomogenní, blátivá a roztékavá. Sýr byl rozsazený, mírně zrnitý, nebyly však odděleny vrstvy. Strukutra byla měkká v celém objemu. Naměřená hodnota pH u toho vzorku byla $4,54 \pm 0,01$.



Obr. 9. Vzorek s 1 % kyseliny malonové

Na obrázku 10 je vzorek, který byl utavený s přidavkem 2 % kyseliny malonové. Vzorek se jevil nehomogenní a uvolňoval vodu. Konzistence byla blátivá, oddělily se dvě vrstvy. Vrstva nahoře byla tužší, vrstva spodní byla tekutější. Konzistence byla mírně zrnitá, ne však do takové míry jako u vzorku s přidavkem 1 % kyseliny malonové. Hodnota pH byla $4,00 \pm 0,02$.



Obr. 10. Vzorek s 2 % kyseliny malonové

Vzorek s přidavkem 3 % kyseliny malonové je na obrázku 11. Tento vzorek byl značně nehomogenní. Nejvíce ze všech vzorků tavených s kyselinou malonovou uvolňoval vodu, byl také nejvíce roztékavý a měl nejzřetelněji oddělené fáze, které byly nahoře tužší a dole měkčí. Celkově byla konzistence řídká a nesoudržná. Hodnota pH byla naměřena $3,50 \pm 0,02$, což je nejmenší hodnota ze tří vzorků, které se podařilo s kyselinou malonovou utavit.



Obr. 11. Vzorek s 3 % kyseliny malonové

7.4 Série tavených sýrů s přidavkem kyseliny jantarové a jantaranu sodného

Na obrázku 12 je vzorek s přidavkem 1 % kyseliny jantarové. Konzistence u tohoto vzorku byla nehomogenní, vzorek také uvolňoval vodu. Byly patrné oddělené fáze, které byly v horní vrstvě tekuté, dole se jevíly jako tužší a mírně zrnité. Hodnota pH byla u tohoto vzorku naměřena $4,70 \pm 0,02$. Tato hodnota byla nejvyšší ze sady vzorků tavených s kyselinou jantarovou.



Obr. 12. Vzorek s 1 % kyseliny jantarové

Na obrázku 13 je vzorek s přídavkem 2 % kyseliny jantarové. Struktura byla nehomogenní, vzorek také uvolňoval vodu. Bylo patrné vytvoření dvou fází, fáze nahoře byla tekutější, dole byla mírně zrnitá, zrnitost však byla menší než u vzorku s přídavkem 1 % kyseliny jantarové. Celkově byl vzorek lepší než vzorek s 1 % kyselinou jantarovou. Hodnota pH u toho vzorku byla $4,35 \pm 0,01$.



Obr. 13. Vzorek s 2 % kyseliny jantarové

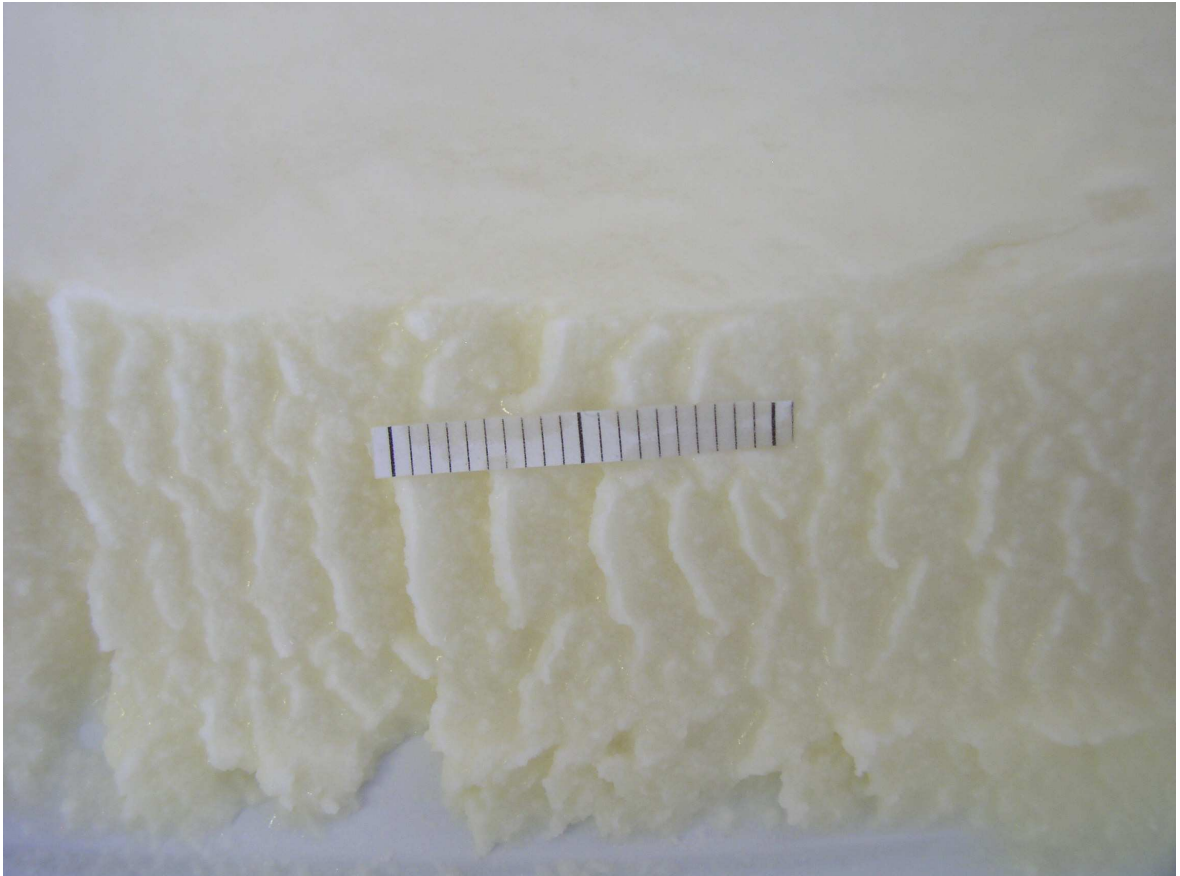
Vzorek s 3 % kyseliny jantarové je na obrázku 14. Vzorek byl nehomogenní, uvolňoval vodu. Sýr byl nesoudržný, nebyly však již odděleny vrstvy. Celkově byl vzorek nejlepší z celé série vzorků tavených s kyselinou jantarovou, měl také nejnižší pH, jehož hodnota byla $4,1 \pm 0,01$.



Obr. 14. Vzorek s 3 % kyseliny jantarové

7.5 Série tavených sýrů s přidavkem kyseliny pimelové

Ze sady vzorků tavených s kyselinou pimelovou se podařilo utavit pouze vzorek s koncentrací 2 %. Tento vzorek byl nehomogenní a uvolňoval vodu. Byly patrné krátké struktury. Hodnota pH byla $4,72 \pm 0,02$.



Obr. 15. Vzorek s 2 % kyseliny pimelové

7.6 Série tavených sýrů s přidavkem kyseliny suberové

Ze sady tavených sýrů s přidavkem kyseliny suberové se podařilo utavit vzorek s koncentrací kyseliny suberové s 2 %. Vzorek byl nehomogenní a uvolňoval vodu. Struktury vzorku byla krátká, obdobně jako u vzorku s 2 % kyseliny pimelové. Uvolněná voda byla však méně patrná, při srovnání se vzorkem utaveným s kyselinou pimelovou. Hodnota pH byla $4,97 \pm 0,02$, což je vyšší než u vzorku taveného s kyselinou pimelovou.



Obr. 16. Vzorek s 2 % kyseliny suberové

7.7 Série tavených sýrů s přidavkem kyseliny maleinové a maleinátu sodného

Na obrázku 17 je vzorek utavený s přidavkem 1 % kyseliny maleinové. Vzorek byl značně drobnivý, struktura nehomogenní. Neuvolňovala se voda, nebyly patrné vrstvy. Hodnota pH byla nameřena $4,75 \pm 0,02$.



Obr. 17. Vzorek s 1 % kyseliny maleinové

Vzorek tavený s 2 % kyseliny maleinové je na obrázku 18. Vzorek vykazoval podobnost se vzorkem taveným s 2 % kyseliny pimelové a suberové. Byl také nehomogenní, v malé míře uvolňoval vodu. Nebyly patrné vrstvy. Hodnota pH byla naměřena $4,12 \pm 0,02$, což je, v porovnání se vzorky utavenými s kyselinou pimelovou a suberovou, nejnižší hodnota.



Obr. 18: Vzorek s 2 % kyseliny maleinové

Na obrázku 19 je vzorek utavený s 3 % kyseliny maleinové. Konzistence byla nehomogenní a vzorek mírně uvolňoval vodu. Struktura byla krátká, nebyly patrné vrstvy. Naměřená hodnota pH byla $3,52 \pm 0,02$. Tato hodnota byla nejnižší v sadě utavených vzorků s kyselinou maleinovou.



Obr. 19. Vzorek s 3 % kyseliny maleinové

7.8 Série tavených sýrů s přidavkem kyseliny fumarové a fumarátu sodného

Na obrázku 20 je vzorek s přidavkem 2 % kyseliny fumarové. Konzistence byla nehomogenní, vzorek uvolňoval vodu. Strukutra byla drobná a tužší. Hodnota pH byla naměřena $3,88 \pm 0,01$.



Obr. 20: Vzorek s 2 % kyseliny fumarové

Na obrázku 21 je vzorek utavený s přidavkem 3 % kyseliny fumarové. Vzorek byl nehomogenní a uvolňoval vodu. Vzorek byl značně tuhý. Hodnota pH byla naměřena $3,5 \pm 0,01$.



Obr. 21. Vzorek s 3 % kyseliny fumarové

7.9 Diskuze

Cílem práce bylo zjistit zda je možné vyrobit tavený sýr s náhradou tavicích solí s aplikovanými chemickými sloučeninami, uvedenými v tab. 3.

U vzorků s přidavkem kyseliny šťavelové lze charakterizovat nehomogenní strukturu, ze vzorků se uvolňovala voda. Vzorky s přidavkem 1 % a 2 % šťavelanu sodného vykazovaly homogenní strukturu, povrch utavených vzorků byl lesklý a hladký, konzistence však byla řídká. Tyto vzorky lze označit za nejlepší ze všech utavených sad. Vzorky s 1 %; 2 % a 3 % kyseliny malonové byly nehomogenní a uvolňovala se voda. Vzorky s přidavky 1 %; 2 % a 3 % kyseliny jantarové byly nehomogenní a uvolňovaly vodu. Vzorky s 2 % kyseliny suberové a pimelové byly nehomogenní. Vzorky uvolňovaly vodu a byly patrně krátké struktury. Utavené vzorky s přidavkem 1 %; 2 % a 3 % kyseliny maleinové měly nehomogenní strukturu a uvolňovaly vodu. Vzorky s přidavkem 2 % a 3 % kyseliny

fumarové vykazovaly nehomogenní strukturu. Vzorky uvolňovaly vodu, byly značně tuhé a drobné konzistence.

Vzorky, u kterých činil přídavek aplikované látky 0,5 % (w/w) se, s výjimkou přídávku 0,5 % kyseliny šťavelové, nepodařilo utavit s žádnou další sloučeninou. Vzorky s přídavkem sodných solí dikarboxylových kyselin se podařilo utavit pouze v sadě s přídavkem šťavelanu sodného.

Většina vzorků vykazovala velmi nízké pH, které se v mnohých případech pohybovalo v intervalu pH 4 – 5. Tato skutečnost byla způsobena disociací dikarboxylových kyselin a uvolněním vodíkových iontů. Takto nízká pH se však pohybují mimo interval optimálního pH pro tavené sýry, které se podle Buňky a kol. [4] pohybuje v rozmezí 5,6 – 6,0. Hodnoty pH většiny pozorovaných výrobků se pohybovaly kolem izoelektrického bodu kaseinu, tj. kolem 4,6 [2], což pravděpodobně způsobilo agregaci přítomných proteinů a v konečném důsledku i nehomogenitu celého díla. Výraznější vzdálení od izoelektrického bodu se u vzorků obvykle projevovalo snížením stupně nehomogenity. Toto „pravidlo“ platilo nejen pro výrobky s vyšším pH ($\text{pH} > 4,8$), ale také pro výrobky s výrazně nižším pH ($\text{pH} < 4,0$). Nejnižší pH vykázal vzorek tavený s 3 % kyseliny šťavelové, hodnota pH byla $1,57 \pm 0,01$. Ani u tohoto vzorku však nebylo dosaženo optimální konzistence a homogenity díla.

Nejlepší námi utavené vzorky pocházely ze sad tavených s kyselinou šťavelovou a se šťavelanem sodným. Sada vzorků tavených s kyselinou šťavelovou však nevykazovala ideálně homogenní strukturu. Jako nejzdařilejší lze označit vzorek tavený s 2 % šťavelanu sodného. Hodnota pH u tohoto vzorku byla $6,68 \pm 0,01$, což řádově vyšší než doporučené rozmezí pro tavené sýry. Proto vzorek vykazoval homogenní strukturu, konzistence byla řídká. V průběhu jeho skladování by rovněž bylo možné (v důsledku pH) předpokládat vyšší riziko mikrobiální činnosti.

Podle Stratforda [16] jsou dikarboxylové kyseliny schopny vázat ionty kovů a tvořit s nimi za určitých situací stabilní komplexy. Tato vlastnost pravděpodobně umožnila nahradit v některých případech tradiční tavicí soli dikarboxylovými kyselinami resp. jejich sodnými solemi. V případě podstatného snížení pH ($\text{pH} < 5,0$) lze kromě elektrostatických sil předpokládat i další efekt podporující tavitelnost, a to disociaci koloidních forem fosforečnanu vápenatého přirozeně se vyskytujícího v mléce, resp. přírodních sýrech. Podle Buňky a kol. [4] disociace koloidního fosforečnanu vápenatého nastává v některých případech již při $\text{pH} < 5,5$.

Vyhláška č. 4/2008 Sb., v platném znění, povoluje do potravin přidávat kyselinu fumarovou, adipovou a jantarovou. Vzorky s přídavkem kyseliny fumarové byly nehomogenní a uvolňovaly vodu. Vzorky ze sady tavené s kyselinou adipovou se nepodařilo utavit a vzorky s přídavkem jantarové kyseliny byly nehomogenní a uvolňovaly vodu. Ostatní chemické látky, se kterými byly provedeny tavy, vyhláška neuvádí a jsou tak v tomto okamžiku obtížně přímo využitelné v potravinářství. I budoucí potravinářské použití řady dalších dikarboxylových kyselin je obtížné v důsledku jejich toxikologických charakteristik.

Na druhou stranu však lze tyto látky využít v nepotravinářských odvětvích, kde se směsí s kaseinovou hmotou anebo obdobné materiály využívají. Za těchto podmínek je využitelná dokonce i kyselina šťavelová a její soli.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala výrobou tavených sýrů s náhradou tradičních tavicích solí. Jako náhrady bylo užito dikarboxylových kyselin a jejich sodných solí. V praktické části bylo zjištěno, že se přes 60 % vyrobených vzorků nepodařilo utavit.

Jako nejlepší vzorky z námi utavených sad lze považovat vzorky s přídavkem šřavelanu sodného v koncentracích 1 % a 2 %. Tyto vzorky lze na makroskopické úrovni považovat za homogenní. Ostatní vzorky již homogenní nebyly. Většina vzorků měla pH položené v nízké oblasti.

Mimo kyselinu jantarovou, adipovou a fumarovou je však přídavek ostatních dikarboxylových kyselin a jejich sodných solí obtížně využitelný v potravinářství, neboť legislativa nepovoluje přídavky těchto látek, skrze jejich toxické působení. Tyto látky, včetně kyseliny šřavelové a šřavelanu sodného, by však mohly být využity v nepotravinářských odvětvích.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ J. *Chemie potravin*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1983. 632 s.
- [2] CARÍĆ, M., KALÁB, M. *Processed cheese products*. In Fox, P.F. (ed) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*, Vol.2. Major Cheese Groups, 2.ed. Elsevier Applied Science, London and New York, 1997, ???s. 467 – 505???
- [3] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin II*. 1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999. S. 304. ISBN 80-902391-4-5
- [4] BUŇKA, F., HRABĚ, J. *Tavené sýry*. Ústav potravinářského inženýrství, Fakulta Technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. *Potravinářská Revue* 4/2006
- [5] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin III*. 1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 342 s. ISBN 80-902391-5-3
- [6] 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
- [7] TICHÝ, M. *Toxikologie pro chemiky*, Přírodovědecká fakulta UK, Univerzita Karlova v Praze, 1 dotisk 2. vydání, Nakladatelství Karolinum 2004. ISBN: 80-246-0566-X
- [8] MARHOLD, J. *Přehled průmyslové toxikologie*, svazek 1 Praha: AVICENUM, zdravotní nakladatelství, 1986.
- [9] LAZAREV, N. *Chemické jedy v průmyslu I*, Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1959
- [10] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. 1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 328 s. ISBN 80-902391-3-7
- [11] LÜLLMANN, H., MOHR, K., WEHLING, M. *Farmakologie a toxikologie*, 2.vyd, Praha: Grada Publishing, AVICENUM, 2004. 725 s. ISBN: 80-247-0836-1
- [12] WAISSER, K. *Biologicky aktivní organické látky*, 1. vyd. Univerzita Hradec Králové: GAUDEAMUS, 2006. 175 s. ISBN: 80-7041-092-2

- [13] SVOBODA, J. *Organická chemie I*, 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2005. 310 s. ISBN: 80-7080-561-7
- [14] KLÁSEK, A. *Organická chemie*, 1. vyd. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 112 s. ISBN: 80-7318-483-4
- [15] MOLINS, R.A. *Phosphates in food*. Boca Raton: CRC Press, 1991, 261 s. ISBN: 0-8493-4588-X
- [16] STRATFORD, M., *Encyclopedia of Food Microbiology*, Elsevier, 2004, s. 1729-1737. ISBN: 978-0-12-227070-3
- [17] SMITH, J., HONG-SHUM, L. *Food Additives Data Book*, Blackwell Publishing 2003, 1016 s. ISBN: 978-0-632-06395-6
- [18] KNĚŽ, V. *Výroba sýrů*, Praha: SNTL 1960, 377 s.
- [19] TEPLÝ, M. *Nové směry v technice a technologii mlékarenského průmyslu*, Praha: SNTL 1980, 243 s.
- [20] DOLEŽÁLEK, J. *Mikrobiologie mlékarenského a tukařského průmyslu*, Praha: SNTL 1962, 548 s.
- [21] LIŠKA, F. *Konstituce, Konformace, Konfigurace v názvech organických sloučenin*, 1.vyd. Praha: VŠCHT 2008, 248 s. ISBN: 978-80-7080-640-1
- [22] MCMURRY, J. SIMANEK, E., *Fundamentals of Organic Chemistry*, 6.vyd. Thomson – Brooks/Cole, 566 s. ISBN: 0-495-01203-3
- [23] KRATOCHVÍL, M. POTÁČEK, M., ŠIBOR, J., *Principy a modely organické chemie, 2.díl*, 1.vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně 2004, 704 s. ISBN: 80-210-3512-9
- [24] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy, jedlé tuky a oleje
- [25] Vyhláška č.4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin
- [26] RUSEK, V. *Základy toxikologie a úvod do problematiky hygieny a bezpečnosti práce v chemické laboratoři – učební text*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Ústav ochrany životního prostředí [online]. [cit. 2009-04-07]. Dostupný z WWW:

- <<http://webak.upce.cz/~uozp/skripta/uozp-skripta-tox-rusek.pdf>>
- [27] Vědecký výbor pro potraviny: Přídavné látky (aditiva) v potravinách, [online].
[cit. 2009-04-08]. Dostupný z WWW:
<http://www.chpr.szu.cz/vedvybor/dokumenty/studie/adit_2003_1_deklas.pdf>
- [28] KALÁČ, P. *Organická chemie přírodních látek a kontaminantů*, České Budějovice: Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích 2001, 120 s. ISBN: 80-7040-520-1
- [29] BOŠEK, J. *Chemie*, Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci 1985, 307 s.
- [30] ŠMOGROVIČ, J., K. *Všeobecná a anorganická chemia*, Martin: Osveta, 1994, 398 s. ISBN: 80-217-0532-9
- [31] DOSTÁLOVÁ, J. ČURDA, L., *Význam tavených sýrů ve výživě*, [online].
[cit. 2009-04-19]. Dostupný z WWW:
<http://www.fzv.cz/web/fzv-poskytuje/tiskovematerialy/cesky_fenomen/syry_vyznam>
- [32] BUŇKA, F., NOVÁK, V., KADIDLOVÁ, H. *Ekonomika výživy a výživová politika I*. 1.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2006, 159 s. ISBN: 80-7318-429-X
- [33] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2006, 180 s. ISBN: 80-7318-405-2
- [34] NOVÁK, V., BUŇKA, F. *Základy ekonomiky výživy*, 1.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2005, 116 s. ISBN: 80-7318-262-9
- [35] LEWIS, R., J. *Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials (11th Edition)*, 2007. 4770 s. ISBN: 978-0-471-47662-7
- [36] O'NEIL, M., J., ET AL. *The Merck Index - An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals* (14th Edition). Merck & Co., Inc. 2007. 11625 s. ISBN: 978-0-911910-00-1
- [37] BINGHAM, E., COHRSSSEN, B., POWELL, CH. *Patty's Toxicology* (5th Edition). John Wiley & Sons. 2003. 9008 s. ISBN: 978-0-471-31943-6

- [38] ČERNÍKOVÁ M., BUŇKA F., POSPIECH, M., TREMLOVÁ, B., PAVLÍNEK, V., BŘEZINA, P. *Možnosti využití nízkoesterifikovaného pektinu jako substituentu fosfátových tavicích solí ve výrobě tavených sýrů*. Sborník mléko a sýry 2008, Praha: VŠCHT, 2008.
- [39] GUINEE, T.P., CARIC, M., KALÁB, M. *Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese product*. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Vol. 2 Major Cheese Groups, 3. ed Elsevier Applied Science, London and New York, 2004. s.379
- [40] KWAK, H.S., CHOI, S.S., AHN, J., LEE, S.W. *Casein hydrolysate fraction act as emulsifiers in process cheese*. Journal of Food Science, 2002. s. 821 – 825.
- [41] SCHÄFFER, B., LÖRINCZY, D., BELÁGYI, J. *Dsc and electronmicroscopic investigation of dispersion-type processed cheeses made without peptization*. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 1999. s. 671 – 679.
- [42] SCHÄFFER, B., SZAKÁLY, S., LÖRINCZY, D., SCHÄFFER, B. *Processed cheese made with and without peptization*. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2001. s. 671-679.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Kontrolní vzorek	40
Vzorek s 0,5 % kyseliny šťavelové.....	41
Vzorek s 1 % kyseliny šťavelové.....	42
Vzorek s 2 % kyseliny šťavelové.....	43
Vzorek s 3 % kyseliny šťavelové.....	44
Vzorek s 1 % šťavelanu sodného.....	45
Vzorek s 2 % šťavelanu sodného.....	46
Vzorek s 3 % šťavelanu sodného.....	47
Vzorek s 1 % kyseliny malonové.....	48
Vzorek s 2 % kyseliny malonové.....	49
Vzorek s 3 % kyseliny malonové.....	50
Vzorek s 1 % kyseliny jantarové.....	51
Vzorek s 2 % kyseliny jantarové.....	52
Vzorek s 3 % kyseliny jantarové.....	53
Vzorek s 2 % kyseliny pimelové.....	54
Vzorek s 2 % kyseliny suberové.....	55
Vzorek s 1 % kyseliny maleinové.....	56
Vzorek s 2 % kyseliny maleinové.....	57
Vzorek s 3 % kyseliny maleinové.....	58
Vzorek s 2 % kyseliny fumarové.....	59
Vzorek s 3 % kyseliny fumarové.....	60

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Chelatační vlastnosti acidulantů používaných v potravinách.....	27
Tab. 2. Legislativně povolená množství kyseliny fumarové, adipové, jantarové.....	29
Tab. 3. Přehled sad vzorků utavených s aplikovanými sloučeninami.....	36
Tab. 4. Surovinová skladba kontrolního vzorku taveného sýra.....	36
Tab. 5. Surovinová skladba taveného sýra s přídavkem 0,5 % aplikované látky.....	37
Tab. 6. Surovinová skladba taveného sýra s přídavkem 1 % aplikované látky.....	37
Tab. 7. Surovinová skladba taveného sýra s přídavkem 2 % aplikované látky.....	37
Tab. 8. Surovinová skladba taveného sýra s přídavkem 3 % aplikované látky.....	38
Tab. 9. Přehled utavených sad vzorků.....	39

SEZNAM PŘÍLOH

PI Článek publikovaný v časopise Potravinářstvo

**PŘLOHA PI: ČLÁNEK PUBLIKOVANÝ V ČASOPISE POTRAVINÁRTSVO,
VYDÁVÁ ZDRUŽENIE HACCP CONSULTING, VE SPOLUPRÁCI S KATEDROU
HYGIENY A BEZPEČNOSTI POTRAVÍN, FBP, SPU INTRA.**