

Vliv přísávků pektinů a vybraných monosacharidů na vybrané charakteristiky tavených sýrů

Barbora Voldánová

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Barbora VOLDÁNOVÁ**

Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Vliv přídavku pektinů a vybraných monosacharidů na
vybrané charakteristiky tavených sýrů**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši , jejíž součástí bude problematika výroby tavených sýrů, monosacharidů; pektinu, kaseinu a jejich interakcí.
2. V praktické části realizujte výrobu modelových tavených sýrů s přídavky pektinu a monosacharidů.
3. Výsledky vyhodnoťte a diskutujte s literaturou.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

FRANCIS, F.J. Encyclopedia of food science and technology, 2. ed. New York: John W.S., 2000
GUINEE, T.P., CARIC, M., KALÁB, M. Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. In: Cheese: Chemistry, Physics and Mikrobiology -- Volume 2: Major Cheese Groups, 3. ed. New York and London: Elsevier Applied Science. 2004. 349--394.

GAJDŮŠEK, S. Mlékařství II. 1.vyd. Brno: MZLU, 2000. 142s.

MAY, C.D. Pectins. In: Handbook of hydrocolloids. Cambridge and Boca Raton: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. 2000. pp 169-188.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. František Buňka, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

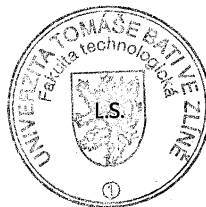
19. listopadu 2007

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2008

Ve Zlíně dne 12. května 2008

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

Děkuji Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování mé bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Ivaně Macků za konzultace a také za pomoc při práci na praktické části této bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně, 29.5.2008

.....

Podpis bakaláře

ABSTRAKT

Cílem této práce bylo zkoumat vliv různých přísadků monosacharidů (glukosy, fruktosy a galaktosy) na tvorbu gelu neesterifikovaného pektinu, který byl přidáván do modelového taveného sýra s obsahem 40% w/w sušiny a 50 % w/w tuku v sušině. V práci byly analyzovány a srovnány tyto vzorky: kontrolní vzorek, vzorky s přísadkem 0,2 nebo 0,4% w/w pektinu, vzorky s přísadkem 1% w/w monosacharidů a vzorky s přísadkem jak pektinu tak monosacharidů. Po čtrnáctidenním skladování (při 6 ± 2 °C) byla u vzorků sledována konzistence pomocí dynamického oscilačního reometru s geometrií deska-deska. Bylo zjištěno, že vzorky obsahující pektin byly tužší oproti kontrolnímu vzorku. Naopak přísadka monosacharidu do taveného sýra způsobil značný pokles jak elastického (G') tak ztrátového (G'') modulu pružnosti, což se projevilo i v poklesu tuhosti sýra. Všechny typy monosacharidů snížily hodnoty elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti na stejnou hladinu. Protože reálné vzorky vykazovaly široký rozptyl, byly v následující části vyrobeny analogy tavených sýrů. Analogy byly taveny především ze sladkého kaseinu a sójového či kokosového tuku. Cílem této části bylo najít vyhovující surovinovou skladbu analogů pro další práci.

Klíčová slova: tavený sýr, pektin, monosacharidy, analog taveného sýra

ABSTRACT

The scope of this study was to investigate the influence of various solid cosolutes (glucose, fructose, galactose) on gelation of non-esterified pectin which was included in model processed cheese with 40% w/w dry matter and 50% w/w fat in dry matter. In the work, there were analyzed and compared following samples: the control samples, samples with 0,2 or 0,4% w/w of pectin, samples with 1% w/w of monosaccharide and samples with pectin and monosaccharide together. After 14 days of storage (at 6 ± 2 °C), it was observed consistency of the samples using the dynamic oscillation rheometry with plate-plate geometry. In the present work was found that samples containing pectin were firmer than control samples without pectin. The monosaccharide addition caused substantial decrease in the storage (G') and loss (G'') moduli values, i.e. the decline in firmness of model processed cheese with monosaccharide. All these monosaccharides reduced the values of storage (G') and loss (G'') moduli to the same level. Results in the first part of this study weren't exact, so it was made another part, where some cheese analogs were prepared. These analogs contained mainly from rennet casein and soya and coconut fat. The scope of this part was to find suitable composition for next study.

Keywords: processed cheese, pectin, monosaccharides, processed cheese analog

OBSAH

ÚVOD	9
CÍL PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TAVENÉ SÝRY	12
1.1 VÝROBA TAVENÝCH SÝRŮ.....	12
1.1.1 Suroviny pro výrobu taveného sýra.....	13
1.1.2 Mletí a mísení surovin.....	17
1.1.3 Samotné tavení	17
1.1.4 Balení	18
1.1.5 Chlazení a skladování	18
1.2 ANALOGY TAVENÝCH SÝRŮ	19
2 KASEIN	20
3 PEKTIN	21
3.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA	21
3.2 VYBRANÉ VLASTNOSTI A POUŽITÍ PEKTINU.....	22
4 MONOSACHARIDY	23
4.1 D-GLUKOSA.....	23
4.2 D-FRUKTOSA	24
4.3 D-GALAKTOSA.....	24
5 VYUŽITÍ PEKTINU	25
6 VISKOELASTICKÉ VLASTNOSTI POTRAVIN	26
6.1 VISKOELASTICKÉ VLASTNOSTI TUHÝCH POTRAVIN	27
6.1.1 Viskoelasticita	27
6.1.2 Způsoby měření viskoelastických vlastností.....	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	29
7 METODIKA PRÁCE	30
7.1 PŘÍPRAVA VZORKŮ	30
7.2 CHEMICKÁ ANALÝZA.....	31
7.3 DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE	32
8 VÝSLEDKY A DISKUZE	33
8.1 EXPERIMENT 1.....	33
8.1.1 Výsledky základních charakteristik tavených sýrů.....	33
8.1.2 Výsledky dynamické oscilační reometrie.....	33
8.2 EXPERIMENT 2.....	37
8.2.1 Přehled tavených analogů (A)	37
8.2.2 Výsledky základních charakteristik analogů.....	39

ZÁVĚR	40
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	41
SEZNAM OBRÁZKŮ	43
SEZNAM TABULEK.....	44
SEZNAM GRAFŮ	45
PŘÍLOHY	46

ÚVOD

Tavené sýry patří do každodenního jídelního lístku. Oblíbené jsou především pro relativně nízké výrobní náklady a tím i cenu a také pro obrovský počet různých variant chutí, tvarů a fyzikálních vlastností (tuhé, měkké, dobře roztíratelné, atd.). O jejich oblibě lze možno usuzovat i z průměrné spotřeby tavených sýrů v ČR, která se pohybuje kolem 3kg na osobu za rok. Z výživového hlediska však nejsou tavené sýry příliš ideální kvůli vyššímu obsahu tuku, obsahu tavicích solí, a nižší výživové hodnotě (ztráta vitaminů a snížení biologické hodnoty bílkovin). Ta je způsobena použitím teplot nad 80°C při výrobě. V dnešní době se rozsáhle vyrábí tzv. analogy tavených sýrů, k jejichž výrobě se používají především kaseináty, bílkoviny jiného než mléčného původu, rostlinné oleje, tavicí soli, látky upravující aroma a jiné. Jejich hlavní výhodou jsou nízké náklady (hlavně na suroviny - levnější rostlinné zdroje). Nejčastěji jsou analogy využívány ve fast-foodech a u některých spotřebitelů jsou oblíbené pro jejich nižší cenu, nízký obsah tuku, vyšší podíl nenasycených mastných kyselin a nižší obsah cholesterolu.

Při výrobě tavených sýrů je možno taktéž využít některé hydrokoloidy, které se přidávají hlavně z technologických a ekonomických důvodů. Hydrokoloidy mohou významně ovlivnit jakost sýra a proto je důležité znát účinky a studovat interakce s jinými složkami systému.

Tato bakalářská práce má dvě části a to teoretickou a praktickou. Teoretická část se sestává ze 6 kapitol, z nichž první pojednává o tavených sýrech a jejich výrobě a druhá o hlavní bílkovině mléka, tedy kaseinu. Kapitoly 3, 4 a 5 pak hovoří o přídatných látkách, tj. o monosacharidech, pektinu a jeho využití. Poslední kapitola teoretické části popisuje základy reologie a některé reologické veličiny. Praktická část obsahuje metodiku práce a výsledky a diskuze. V poslední části bakalářské práce jsou shrnuty závěry ze všech provedených analýz a navrhnutá surovinová skladba pro výrobu analogů.

CÍL PRÁCE

V teoretické části se zabývat technologií výroby tavených sýrů, charakterizovat vybrané monosacharidy (glukózu, fruktózu a galaktózu), pektin, kaseinový komplex a jejich interakce.

V praktické části vyrobit tavený sýr a zkoumat jeho vlastnosti a změny v konzistenci po přidání pektinu a vybraných monosacharidů v zadané koncentraci.

V praktické části dále vyrobit analogy tavných sýrů a zjistit jejich optimální surovinovou skladbu pro další práci.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TAVENÉ SÝRY

Tavené sýry jsou vyráběny zahříváním směsi různých druhů přírodních sýrů, které mohou být v různém stupni prozrálosti, s tavicími solemi za mírného podtlaku a stálého míchání, až je dosažena homogenní hmota požadovaných vlastností. Ke směsi přírodních sýrů mohou být přidány jiné suroviny mléčného i nemléčného původu [3].

Z roku 1895 existuje první zmínka o výrobě taveného sýra bez použití tavicích solí. Až v roce 1911 Švýcaři Walter Gerber a Fritz Stettler poprvé použili k výrobě taveného sýra jako tavicí sůl citrát sodný. Tento objev způsobil obrovský nárůst ve výrobě tavených sýrů. [3] V roce 1917 byl v USA vyroben tavený čedar, který jako emulgační činidla obsahoval citráty a fosfáty.

Jeden z důvodů proč vyrábět tavené sýry byl užitekovat přírodní sýry, které byly např. mechanicky poškozeny a nedaly se prodat, a také zajištění delší trvanlivosti sýrů. A vzhledem k tomu, že existuje mnoho různých přírodních sýrů, je možno vyrobit velké množství variací tavených sýrů. Ty se pak mohou lišit konzistencí, složením, chutí i tvarem.

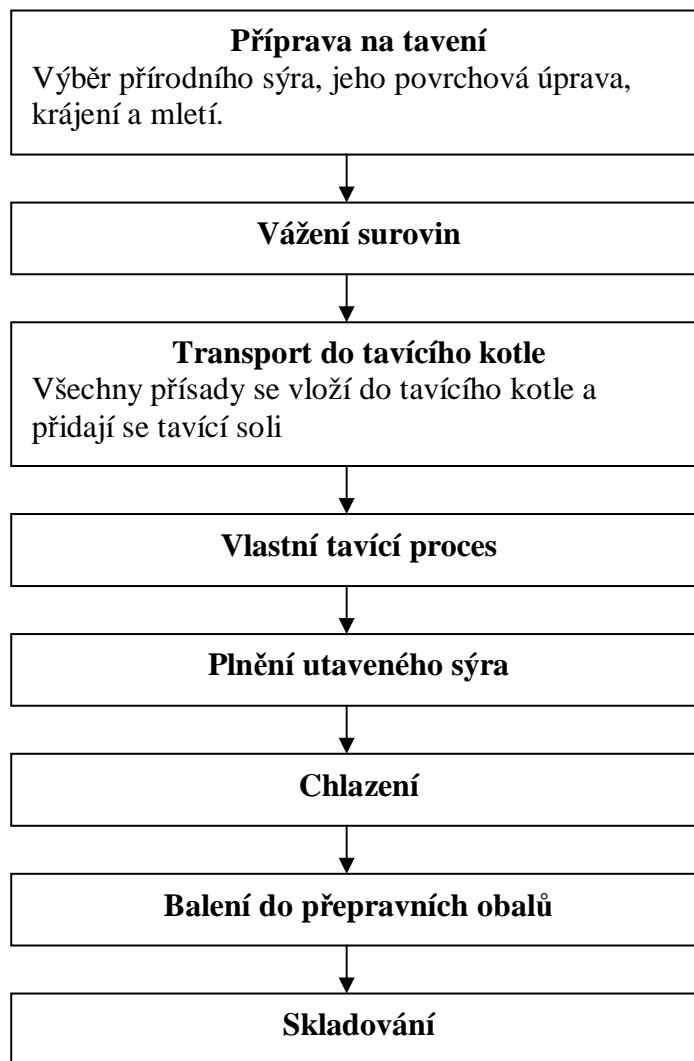
Hlavní výhody tavených sýrů:

- nízké náklady na skladování v chladu, přeprava
- dobrá kvalita a malé změny jakosti během skladování
- velká rozmanitost typů a chutí
- variabilní způsoby balení (různé tvary, materiály...) atd.

Mezi vlastnosti charakterizující tavené sýry patří: složení, obsah vody a konzistence. [1]

1.1 Výroba tavených sýrů

Výroba tavených sýrů začíná výběrem přírodního sýra. V ČR se používá převážně Eidamská cihla, Eidamský blok aj. o různém obsahu tuku v sušině. Poté se pokračuje vážením ingrediencí, krájením a mletím surovin, přidáním emulgujících činidel, tavením, balením, chlazením a celý proces je zakončen skladováním. (viz Obr.1) [1]



Obrázek 1 – schéma výroby taveného sýra

1.1.1 Suroviny pro výrobu taveného sýra

Pro úspěšnou výrobu taveného sýra je důležité správně zvolit přírodní sýr. V některých zemích se používá jeden typ přírodního sýra avšak v různém stupni zralosti. (např. ve Velké Británii Čedar, v Evropě sýry eidamského a ementálského typu,...) [3] Většinou se však používá směs různých typů přírodních sýrů. Lze použít některé mikrobiologicky závadné přírodní sýry, protože se při výrobě dosahuje vysokých teplot a případné mikroorganismy jsou usmrceny. To však neplatí pro plísňě a sporulující mikroorganismy. Zaplísňené sýry není možné používat, protože mohou produkovat mykotoxiny a sýry kontaminované sporulujícími mikroorganismy nelze použít kvůli možnosti jejich

pozdějšího vyklíčení. Jak toxiny, tak spory nelze během tavení při teplotě cca 95°C zničit.

[3]

Mezi hlavní kritéria, podle kterých se přírodní sýry vybírají patří např. konzistence a struktura, obsah tuku, zralost sýra, druh a charakter přidaných látek, potenciální trh aj. [1]

Přírodní sýr se před samotným použitím ještě může povrchově upravit, krájí a rozmělnuje.

[3] Výhodou použití mladého sýra je jeho nižší cena, vysoká vaznost vody a výsledná tužší konzistence. Mezi nevýhody pak lze zařadit produkci sýrů tzv. prázdné chuti, přílišné bobtnání a přítomnost malých vzduchových bublin. Své klady a zápory má i použití vyzrálého přírodního sýra. Jeho přednost je především v dosažení plné chuti, dobré roztíratelnosti a snadné tavitelnosti. Jako nevýhody je nutné uvést možnost ostré chuti, nízká stabilita emulze a příliš měkká konzistence. Z toho vyplývá, že k výrobě bloků tavených sýrů se povětšinou používá mladý nebo středně zralý sýr a naopak pro pomazánky se preferuje použití mírně prozrálého až zralého sýra. [1]

Další suroviny přidávané při výrobě tavených sýrů:

Kromě přírodního sýra, který je hlavní složkou tavených sýrů, se přidávají mléčné i nemléčné suroviny. Mezi nejvíce používané mléčné suroviny patří máslo, sušené mléko, kasein, tvaroh, laktóza a popř. tzv. krém (sýr již utavený).[3] Například sušené mléko se přidává pro krémovější konzistenci a lepší roztíratelnost. Mezi složky nemléčného původu se řadí např. koření, masové produkty (šunka, salám, ryby), zelenina (celer, žampiony, cibule, paprika, pepř, rajčata) aj. Tyto složky by měly být mikrobiologicky nezávadné, s typickou chutí a nejvyšší kvality. [1] Jako stabilizátory tavených sýrů lze použít tavicí soli (např. citrát a fosfát sodný) a také hydrokoloidy (karagenan, xantanová a guarová guma, aj.). [3] Tavené sýry mohou taktéž jako surovinu obsahovat mono- a disacharidy, které mohou ovlivňovat vlastnosti hydrokoloidů.

Emulgující činidla

Emulgující činidla se do směsi určené k tavení přidávají naposledy a jejich výběr závisí nejen na typu a stáří sýra, ale i na požadovaných vlastnostech finálního produktu. Množství

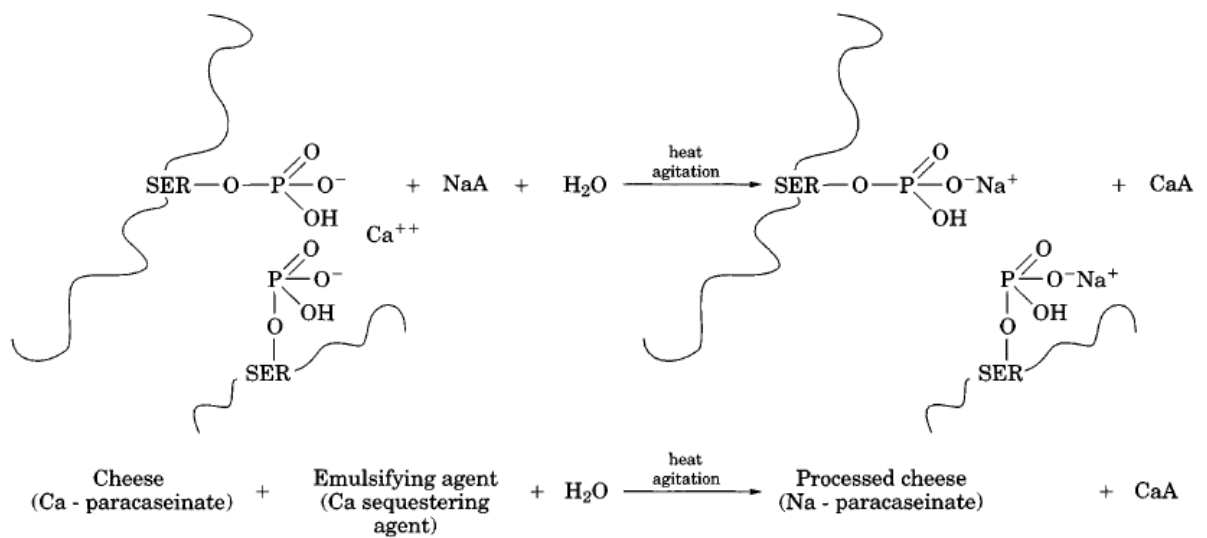
použitých tavicích solí se liší podle druhu sýra, ale zpravidla není překročena hranice 2-3 % hmotnosti surovinové skladby. Tavicí soli slouží k rovnoměrnému spojení všech složek a také mohou ovlivňovat chemické, fyzikální a mikrobiální vlastnosti sýra.

Pokud se tavený sýr vyrábí bez použití tavicích solí, vzniká heterogenní, gumovitá hmota podobající se pudinku, ze kterého se během výroby a chlazení uvolňuje voda a separuje tuk. Tyto vady jsou způsobeny sloučením zkapalněného tuku v důsledku porušení membrány pokrývající povrch tukové kuličky a částečné agregaci a kontrakci para-kaseinové matrice (vlivem relativně nízkého pH a vysokých teplot během výroby). Následně vzniká struktura s oddělenou hydrofilní a hydrofobní fází. [3]

Přidáme-li při výrobě tavených sýrů tavicí soli, vysoké teploty (obvykle 80-100°C) a míchání způsobí vznik jemného, homogenního a stálého produktu. Tavicí soli umožní částečnou hydrataci a rozpustnost para-kaseinu, který emulguje dispergované kapičky tuku.

Mezi nejčastěji používané tavicí soli při výrobě tavených sýrů patří sodné citrany, a fosforečnany. Tyto soli většinou obsahují monovalentní kation (např. sodný) a polyvalentní anion (např. fosfát). Tavicí soli nejsou emulgátory v pravém slova smyslu, ale spolu se záhřevem a mícháním způsobují různé fyzikálně-chemické změny, které mají za následek rehydrataci nerozpustného para-kaseinu a jeho přeměnu na aktivní emulgační činidlo. [3]

Nejdůležitější vlastností tavicích solí je schopnost odštěpit vápník. V sýrech se nachází převážně frakce α_{s1} -, α_{s2} - a β -kasein, které mají jak nepolární (lipofilní) tak polární (hydrofilní) segmenty. Tato struktura umožňuje jednotlivým frakcím kaseinů působit jako emulgátor. V sýrech se však nachází také velké procento nerozpustného vápníku tvořícího vápníkové můstky, které způsobují zesítnění para-kaseinu. Výměnou Ca^{2+} iontů (navázaných na kasein přes karboxylové skupiny kyselých aminokyselin anebo fosfoserylové zbytky) para-kaseinu za Na^+ ionty tavicí soli je docíleno lepší rozpustnosti kaseinu ve vodě. Z nerozpustného parakaseinanu vápenatého vzniká o něco rozpustnější parakaseinan sodný. Tato výměna probíhá za vyšších teplot (nad 70°C). Jak sýr chladne, nastává částečný návrat vápenatých iontů a vytváří se trojrozměrná síť. (viz obr. 2) [3]



Obrázek 2 - Chemická reakce při výrobě tavených sýrů [1]

Použitím vyšších teplot při tavicím procesu jsou přerušeny polypeptidické vazby. Polyvalentní aniony emulgačních činidel se navazují na proteiny a způsobují tak zvýšení jejich hydrofilního charakteru. Molekuly proteinů na sebe váží dodatečnou vodu což způsobuje růst viskozity taveniny. Tento jev je nazýván jako tzv. „krémování“. [1]

Použitím tavicích solí je obvykle zvýšeno pH sýra (až k 5,9) a zvyšuje se i negativní náboj. To má za následek rozpad proteinové matrice (díky odpudivé síle stejně nabitých částic), která je vlivem bobtnání a hydratace schopna vyšší vaznosti vody.

Během chlazení roztavené, homogenní a viskózní taveniny dochází k tvorbě charakteristické finální struktury. K tunutí taveniny přispívá především krystalizace tuku a vazby protein-protein.[3]

Složení jednotlivých směsí je výrobním tajemstvím a je chráněno výrobcem. Ti informují odběratele pouze o jejich vlastnostech jako např. o výměně iontů, krémování a úpravě pH.

Výběr tavicí soli závisí na charakteru použitého přírodního sýra, ostatních surovinách a jejich pH a také na požadavcích na konzistenci výsledného produktu. Je velmi důležité správně stanovit množství, protože jinak může dojít ke změnám v konzistenci i chuti. [1]

1.1.2 Mletí a mísení surovin

Mletí surovin slouží především k zajištění standardizace surovinové skladby, což se používá v případě, kdy podniková laboratoř disponuje rychlými analytickými metodami, na základě kterých je možné operativně provést změny v surovinové skladbě pokud výsledky neodpovídají požadovaným hodnotám. [1]

1.1.3 Samotné tavení

Jakmile proběhnou všechny přípravné kroky, směs se vloží do tavicího kotle a smíchá se se směsí tavicích solí, mléčnými ingrediencemi, vodou (musí se započítat i voda, která zkondenzuje z páry během tavení) a popř. i s ochucujícími látkami. Poté se kotel uzavře a dojde k vlastnímu procesu tavení. Tavení probíhá tak, že za sníženého tlaku se směs v relativně krátké době zahřeje na teplotu až 95°C a poté se nechá asi 4-15 minut tavit. K ohřívání se používá povětšinou přímý vstřík páry do tavené směsi. Takovýto záhřev při daném pH (obvykle 5,6 – 6,0) zajistí pouze tzv. pasterizaci sýra. [3]

Kromě diskontinuální výroby v tavicích kotlích (V ČR je tato metoda více využívaná), existuje i výroba kontinuální. Jde o proces tavení v antikoročních ocelových trubkách při teplotách 130-145°C po dobu 2-3 s. Díky vysokým teplotám je tavená směs sterilována. Takto je možno zničit bakterie jako *Clostridium butyricum*, *Clostridium tyrobutyricum* a *Clostridium sporogenes*. Utavená směs je ihned asepticky balena. [1], [2]

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující proces výroby a kvalitu finálního produktu patří:

- Způsob zahřívání, kdy nejčastější je zahřívání přímým vstříkem páry.
- Doba trvání procesu, která závisí na mnoha faktorech jako: typ tavicího kotle, kvalita surového materiálu a složení směsi, zahřívání, použití emulgačních činidel, atd.
- Rychlost míchání, kdy jiná se používá při výrobě bloků tavených sýrů a jiná při výrobě pomazánek.
- Surovinová skladba včetně přídatných látek (např. hydrokoloidy).

Důležitým faktorem je kyselost taveného sýra. Při nižším než optimálním pH (<5,6) získáme produkt velmi tuhý (pH se blíží izoelektrickému bodu kaseinu). Naopak při

vyšším než optimálním pH (>6,0) obdržíme výrobek měkký až rozbředlý. Navíc při vyšších hodnotách pH může rychleji probíhat mikrobiologický rozklad. [1]

1.1.4 Balení

Kontaminaci bakteriemi po sterilizaci se předchází plněním taveniny za horka. [2] Tavené sýry jsou většinou baleny do hliníkových fólií, plastických kelímků, tub, plechovek, sklenic atd. [3] V ČR je nejpoužívanější hliníková fólie, která je z vnitřní strany lakovaná, což zabraňuje reakcím solí a kyselin obsažených v sýru a tím i korozi obalu. V Evropě se běžně tavené sýry balí do hliníkové fólie ve tvaru trojúhelníčků (10-30g) a ty se poté uloží do kulaté papírové krabičky. V Severní Americe se naopak upřednostňuje balení po jednotlivých plátcích v plastické fólii (hlavní využití ve fast-foodech.) Tavenina se musí plnit co nejdříve po utavení, aby se předešlo kontaminaci mikroorganismy. [1]

1.1.5 Chlazení a skladování

Chlazení se provádí co nejdříve po zabalení a to v chladících boxech s teplotou pod 8°C. Poté se tavené sýry zabalí do transportních obalů a jsou přepraveny do chladících skladů (t 4-8°C). Z hlediska mikrobiální jakosti tavených sýrů má velký význam rychlost chlazení, kdy rychlejším zchlazením můžeme docílit vyšší údržnosti. Intenzita a metody chlazení závisí na typu taveného sýra. Rychlostí chlazení se dá ovlivnit i konzistence výrobku. Např. pomazánky se chladí co nejrychleji na rozdíl od pozvolného chlazení bloků taveného sýra. [1]

Je obtížné uchovat sýr aniž by byl kontaminován mikroorganismy. Dříve byla trvanlivost tavených sýrů poměrně krátká (cca 1 měsíc). Dnes se doba minimální trvanlivosti běžných tavených sýrů ve spotřebitelské síti obvykle pohybuje řádově v několika měsících. Na době skladování se podílí hlavně 4 faktory: složení produktu, výroba, balení a podmínky při skladování (teplota a délka trvání). Např. tužší produkty si uchovávají kvalitu déle než výrobky, které mají vyšší obsah vody. I obsah laktosy a emulgačních činidel ovlivňuje trvanlivost výrobku. [2]

Při skladování dochází v tavených sýrech k mnoha změnám. Mění se struktura (sýr je tužší), vzhled, barva a chuť. Tyto změny mohou být zapříčiněny např. ztrátou vlhkosti, hydrolýzou polyfosfátů, tvorbou krystalků, oxidací, neenzymovým hnědnutím atd. [2]

1.2 Analogy tavených sýrů

V současné době se čím dál více začíná rozmáhat produkce alternativních sýrů neboli imitací sýrů, které částečně nebo zcela nahrazují mléčný tuk, mléčné bílkoviny popř. obojí složkami nemléčného původu, zpravidla původu rostlinného. Nejčastěji využívanými surovinami při výrobě analogů jsou: rostlinná bílkovina (sojová, obilná), mléčná bílkovina (kasein), rostlinný tuk (sojový, palmový, řepkový, aj.) sůl, voda, popř. další dochucující látky. Technologie výroby analogů je velmi podobná výrobě tavených sýrů.

Hlavním důvodem, proč jsou vyráběny analogy tavených sýrů, je snížit náklady na suroviny (Především na mléčnou bílkovinu a mléčný tuk) a tím i snížit ceny produktů. Nevýhodou je však ztráta sýrového aroma a také možnost změn v konzistenci (drobivá, písčitá) než u klasických tavených sýrů. Analogy tavených sýrů mohou mít relativně lepší nutriční hodnotu než běžné tavené sýry. K jejich výrobě se často používají rostlinné oleje, které nahrazují máslo. Výhodou je, že obsahují nenasycené mastné kyseliny a podporují snižování hladiny cholesterolu (rostlinné tuky a oleje neobsahují cholesterol).

Největší oblibě se analogy tavených sýrů těší v USA, kde byly uvedeny na trh již v sedmdesátých letech. Analogy mají totiž mnoho způsobů využití, např. jako ingredience do salátů, sendvičů, sýrových omáček, na pizzu, do hamburgerů aj. Tyto imitace tavených sýrů je možné dlouho skladovat při minimálních změnách. [3], [4]

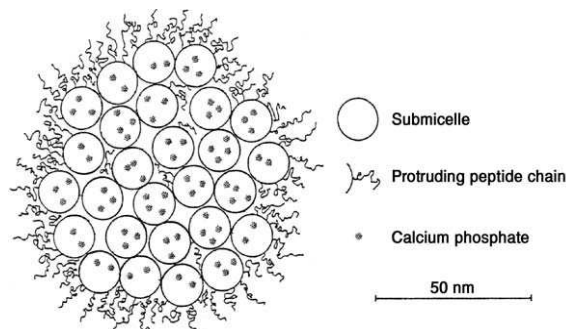
2 KASEIN

Kasein je hlavní bílkovinou mléka. Jedná se o komplex frakcí fosfoproteinů. Základní frakce kaseinu jsou α_{s1} , α_{s2} , β , a κ -kasein. Kappa-kasein má hydrofilní segment, protože jde o glykoprotein, a svým záporným nábojem stabilizuje ostatní hydrofobní frakce kaseinu proti vysrážení Ca^{2+} ionty. [5]

Kasein v mléce váže vápenaté ionty. Přidáním kyseliny popř. kyselinou vytvořenou mléčným kysáním (kyselina mléčná) se kasein sráží. Srážení je způsobeno tím, že se kasein dostane do izoelektrického bodu (pH~4,6). Druhý způsob srážení je využívanější a jedná se o působení enzymu chymosinu (renninu) na κ -kasein, kdy dochází k rozštěpení κ -kaseinu a frakce kaseinu se vysráží ve formě vápenatých solí. Obou těchto způsobů se využívá při výrobě sýrů a to buď tzv. kyselých, srážením kaseinu působením kyselin, nebo sladkých, při srážení mléka chymosinem (renninem). [6]

Kaseiny vytvářejí v mléce koloidní útvary zvané micely (Obr.3), které mají velikost 50-300 nm. Hlavní složkou kaseinové frakce je α_{s1} , α_{s2} – kasein, další složky jsou pak β a κ – kasein a ostatní frakce kaseinu se považují za deriváty, resp. štěpné produkty (např. λ a γ – kasein). Na velikosti, stabilitě a vlastnostech kaseinových micel se podílí nejvíce vápník a jeho formy. Teplota a pH ovlivňují zastoupení různých forem vápníku. (vápenaté fosfáty a citráty, kalcium fosfát, rozpustný vápník atd.) [5]

K agregaci molekul α_{s1} , α_{s2} , β a κ do micel dochází při teplotách větších než 5°C . Molekuly α_{s1} , α_{s2} , β a κ – kaseinů jsou uspořádány nejprve do submicel (po 25-30 molekulách). Ty se posléze vzájemně spojují do micel prostřednictvím fosfátových skupin α_{s1} , α_{s2} – kaseinů a β – kaseinů s vápenatými ionty buď přímo nebo prostřednictvím volných fosfátů a citrátů. [6]



Obrázek 3 – kaseinové micela [7]

3 PEKTIN

3.1 Základní charakteristika

Pektiny se nacházejí v ovoci v proměnlivém množství i kvalitě. Dnes se k výrobě pektinů využívají převážně kůry citrusových plodů a slupky jablek, které zůstaly po výrobě džusu. Preferovány jsou však hlavně kůry z citrónů a limetek, protože obsahují kvalitní pektin. [8]

Pektiny jsou heteropolymery skládající se především z jednotek D-galakturonové kyseliny (25-100 jednotek) vázaných vazbou $\alpha(1\rightarrow4)$. Zbytky kyseliny galakturonové jsou často substituovány methyl esterem na šestém uhlíku karboxylové skupiny a méně substituovány acetylovými skupinami na C2- nebo C3- hydroxylové skupiny. Tyto funkční skupiny pak ovlivňují fyzikální vlastnosti pektinů. [9]

Karboxylová skupina může být volná (popř. ve formě vápenaté, sodné, amonné a draselné soli) nebo může být esterifikována methanolem. Postranní řetězce kyseliny D-galakturonové jsou tvořeny cukry jako rhamnosa, galaktosa, arabinosa aj. [8]

Pektiny je možné rozdělit podle stupně esterifikace do dvou skupin: Vysoceesterifikovaný (HMP) a nízkoesterifikovaný (LMP) pektin.

Pektin jako hydrokoloid je citlivý na změny pH. Tvorba gelu může být popisována jako stav mezi rozpustností a srážením polymeru. [8]

Stupeň metylace silně ovlivňuje funkční vlastnosti pektinů. Oba typy pektinů se liší tvorbou gelů. Zatímco LMP vytváří trojrozměrnou síť pomocí vápníkových můstků mezi dvěma různými pektinovými řetězci, HMP gely jsou vytvářeny prostřednictvím hydrofobních interakcí a vodíkových vazeb mezi methylovými skupinami různých pektinových řetězců. LMP gely se vytváří v prostředí s širokým rozmezím pH (2,5-7,0), obsahujícím vápník (čím vyšší koncentrace Ca, tím vyšší tuhost gelu). HMP vytváří stabilní gely při $\text{pH} \leq 3,5$ a v přítomnosti vysokého obsahu cukrů (>55%). Z toho důvodu se používají HMP v potravinách s nízkým pH (např. v jogurtech a v zakysaných mléčných nápojích). Naopak LMP se využívá, pro jeho zahušťovací schopnosti, ve výrobcích s méně kyselým prostředím (např. v tavených sýrech). [15]

Bylo zjištěno, že různé aldehydy (včetně monosacharidů) ovlivňují tvorbu gelu HM pektinu. Tyto systémy obsahovaly 50-65% cukrů. [15] Údaje o interakcích mezi pektinem a monosacharidy v menších koncentracích však nalezeny nebyly.

3.2 Vybrané vlastnosti a použití pektinu

Pektin a kasein patří mezi tzv. biopolymery. Obecně se biopolymery mohou vyskytovat jako součásti různých potravin (např. v mléku – kaseinové a sérové bílkoviny; v mouce – škrob a proteiny glyadin a glutenin; ve vejcích – bílkoviny bílku; nebo v mase – zejména aktin a myoglobin). Velmi často se tyto látky používají jako samostatné ingredience (po předchozí extrakci anebo úpravě) – např. želatina a pektin. Biopolymery jsou látky složené z monomerů a mohou se lišit typem, pořadím a vazbou. Jejich vlastnosti pak závisí na délce řetězce, větvení, náboji, hydrofóbnosti a flexibilitě. Tyto vlastnosti pak udávají jak se bude daný biopolymer chovat v potravinách. Např. jak bude zahušťovat roztoky, tvořit gely, vázat vodu a vytvářet a stabilizovat emulze a pěny. Mohou se používat jak jednotlivé biopolymery, tak jejich směsi. [14]

Nekovalentních vazeb mezi proteiny a polysacharidy se využívá v potravinářství. Jak proteiny, tak sacharidy přispívají k strukturní i texturní povaze řady potravin. [13] Tyto interakce mohou být pro pektin a kaseinový komplex přitažlivé nebo odpudivé což závisí na pH. Přitažlivé interakce vznikají zejména při $\text{pH} < 5$ a závisí na adsorpci pektinu na povrch kaseinové micely. Při neutrálním pH, kdy oba biopolymery mají záporný náboj, se pektin neadsorbuje a dojde k odpudivým interakcím. [15]

4 MONOSACHARIDY

Monosacharidy jsou látky, které nemohou být dále hydrolyzovány na jednodušší cukry. Jsou převážně rostlinného původu, představují však také hlavní součást potravy mnohých zvířat a člověka. Mezi živinami jsou nejdůležitějším zdrojem energie a tvoří jednu ze základních složek nukleových kyselin. Monosacharidy jsou bezbarvé látky rozpustné ve vodě a téměř nerozpustné v organických rozpouštědlech. V přírodě se ve volné formě vyskytují jen velmi zřídka. [10]

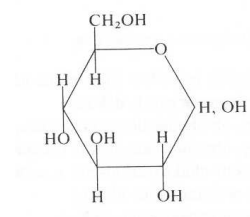
Jednoduché cukry dělíme na polyhydroxyaldehydy (aldosy) a polyhydroxyketony (ketosy). Tyto cukry mají v molekule nejméně 3 alifaticky vázané atomy uhlíku. Každý monosacharid má přesný systémový název podle pravidel nomenklatury organických sloučenin, avšak užívají se i všeobecně vžitá triviální názvy. [12]

Vzhledem k existenci center chiralidy můžeme odvodit od určitého typu monosacharidů s x asymetrickými atomy uhlíku 2^x stereoisomerních forem. Podle postavení $-H$ a $-OH$ na asymetrickém atomu uhlíku s sousedství skup. $-CH_2OH$ je řadíme podle konvence do řady D a L. Přírodní monosacharidy patří většinou do řady D. [11]

Cukry je možné dělit do dvou skupin, do řady D- a L-, a to podle konfigurace na chirálním atomu uhlíku s nejvyšším pořadovým číslem. Když je ve Fischerově projekci na chirálním uhlíku umístěna hydroxylová skupina vpravo, jde o řadu D-cukrů a pokud je hydroxylová skupina orientována doleva, jedná se o L-cukry. Většina monosacharidů vyskytujících se u savců je konfigurace D. [10]

4.1 D-glukosa

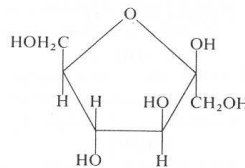
D-glukosa (hroznový, škrobový cukr), (Obr.4) je nejrozšířenější cukr. Vyskytuje se jako základní stavební jednotka např. v polysacharidech glykogen, celulóza a škrob a vyrábí se kyselou nebo enzymovou hydrolyzou škrobů. Je méně sladká než sacharosa a nachází se ve volné formě v mnoha sladkých plodech, vinných hroznech, včelím medu aj. V živočišném organismu je v malém množství obsažena v krvi. U člověka je fyziologicky normální množství 3,3 - 5,6 mmol/l. Její obsah je regulován účinkem hormonů insulinu a glukagonu. V patologických případech se může objevit i v moči (diabetes mellitus). [10], [11], [12]



Obrázek 4 - Haworthův vzorec D-glukosy [19]

4.2 D-fruktosa

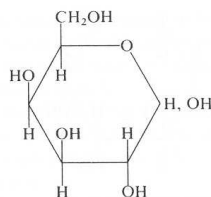
D-fruktosa (ovocný cukr, levulosa), (Obr. 5) je ketohexosa a dříve byla nazývána jako levulosa. D-fruktosa spojená $\beta(1\rightarrow4)$ -glykosidovou vazbou s D-glukosou tvoří disacharid sacharosu (řepný, třtinový cukr). V roztoku existuje převážně v cyklické formě, s pětičlenným kruhem. Ve volné formě je přítomna v některém ovoci a medu. Je sladší než sacharosa, obtížně krystaluje, a získává se proto většinou ve formě strupovité kapaliny. D-fruktosa je silně hygroskopická a váže se v polysacharid insulin. [10], [11], [12]



Obrázek 5 - Haworthův vzorec D-fruktosy [19]

4.3 D-galaktosa

D-galaktosa (Obr. 6) je složkou mléčného cukru (laktosy), je obsažena v trisacharidu rafinose, v některých rostlinných gumách a v cukerných složkách glykoproteidů. V těle se galaktosa metabolizuje po přeměně na glukosu, popř. je přeměňována na jiné sacharidy, které mají vysoce specifické funkce, např. glykogen jako zásobní forma. [10], [11], [12]



Obrázek 6 - Haworthův vzorec D-galaktosy [19]

5 VYUŽITÍ PEKTINU

V mléčných produktech a analozích mají pektiny dvě rozdílné úlohy. HMP pektin se může chovat jako proteinový stabilizátor disperze při nízkém pH (např. v jogurtech nebo v mléce). LMP pektin může vytvářet gel buď v mléce nebo v kyselých produktech interakcemi s vápníkem. [8]

Při stabilizaci kysaných mléčných produktů a jogurtů se používá vysoceesterifikovaný pektin pro jeho vlastnosti a schopnosti interagovat s kaseinem. V přítomnosti pektinu se rozpadají proteinové shluky, čímž vlastně dochází k homogenizaci. Avšak pokud by bylo do výrobku přidáno větší než požadované množství pektinu, mohlo by dojít k nežádoucím změnám v konzistenci (růst viskozity). V těchto typech výrobků se přidává pektin nejčastěji v množství do 0,4 % a je možno ho přidávat buď v podobě roztoku anebo rozmíchaný v cukru nebo sirupu. Podobně jako u jogurtů lze využít vlastností pektinů i u směsí mléka a ovocných džusů, popř. u produktů se syrovátkovým základem. [8]

Nízkoesterifikovaný pektin se využívá spíše v mléčných dezertech. Pektinový prášek je nejprve smíchán se studeným mlékem a cukrem a poté za stálého míchání zahříván až do úplné disperze. U těchto výrobků se uvádí přidávané množství pektinu v rozmezí 0,6 – 0,9 %. Konečná konzistence výrobku může být od tuhé až křehké k velmi měkké až krémové. [8]

6 VISKOELASTICKÉ VLASTNOSTI POTRAVIN

Reologie se zabývá tokem a deformací hmoty vlivem vnějších mechanických sil. Jsou možné dva mezní typy chování.

1. Jestliže účinkem vnější síly nastane deformace, která vratně vymizí po jejím odstranění, mluvíme o *elastickém chování*. Je vykazováno tuhými látkami. (V oboru potravinářství se používá při popisu reologických vlastností tuhých a polotuhých potravin jako jsou např. sýr, ovoce, chléb, aj.) Energie vynaložená na deformaci se ukládá, a po relaxaci tuhé látky se uvolní.
2. Jestliže působením síly hmota teče a tok se zastaví ale neobráť, je-li síla odstraněna, mluvíme o *viskózním chování*. Je charakteristické pro jednoduché tekutiny. (Pojem viskozita se zpravidla používá u potravin, které „tečou“, např. u rostlinných olejů, sirupů, aj.) Vynaložená energie je disponována jako teplo.

Mezi těmito dvěma extrémy jsou systémy, jejichž odezva na aplikovanou sílu záleží na době po kterou tato síla působí; nazývají se *viskoelastické*. K nim patří řada koloidně disperzních systémů, mezi které se řadí i tavené sýry. [1] [18] Viskoelastické vlastnosti potravin patří mezi významné kvalitativní znaky z hlediska konzumenta. [17]

Viskoelastické vlastnosti sýra jsou ty, které určují jeho odezvu na napětí a deformaci. V praxi se jedná o napětí a deformaci, které působí na sýr během výroby (porcování, krájení) a při konzumaci (krájení, roztírání a žvýkání). Reologické vlastnosti zahrnují i elasticitu, viskozitu a viskoelasticitu, které souvisí především se složením, strukturou a silou přitažlivosti mezi jednotlivými částmi sýra. Vzhledem k různým podmínkám při výrobě a různému složení vykazují sýry široké pásmo „reologického chování“ a to od viskózního chování měkkých sýrů až po elastické chování tvrdých sýrů při malé deformaci. Reologie sýra závisí na jeho složení, mikrostruktuře, fyzikálně-chemickém stavu jednotlivých složek. [16]

6.1 Viskoelastické vlastnosti tuhých potravin

6.1.1 Viskoelasticita

Mnoho pevných potravin je viskoelastických, to znamená, že se za určitých okolností chovají jako vazké kapaliny a za jiných jako pružná tělesa. [17]

Viskoelastická stránka reologického chování částečně souvisí s odezvou materiálu ve stavu proměnlivého pohybu, tzn., když se deformace a napětí mění s časem. Jako příklad lze uvést krájení, mačkání, žvýkání a polykání pevných potravin a lití, a čerpání tekutých systémů.

Elasticita může být definována jako schopnost potravin se po ukončení působení síly vrátit do původního stavu. Nepochybně mnoho produktů, jako jsou například právě sýry, se chovají elasticky, jestliže je napětí malé. Pokud však na potraviny působí tak vysoké napětí, že je rozmačkána, nedochází k jejímu návratu do původních rozměrů. Hranice napětí, při které ztrácí potraviny svou elasticitu, je nazývána jako tzv. „elastický limit“. Elasticita mnoha potravin je velmi důležitá pro jejich sensorické vlastnosti. Produkty jako margaríny, které mají sklon téci když dojde k překročení elastického limitu, jsou považovány za viskoelastické. Viskoelasticita potravin může být měřena a vyjádřena pomocí elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti. Elastickým modulem pružnosti (G') je měřena míra elasticity zatímco ztrátovým modulem pružnosti (G'') je měřena míra viskozity. Poměr elastického a ztrátového modulu pružnosti je nazýván jako „úhel fázového posunu“:

$$\tan \delta = G''/G'$$

Viskoelastické parametry závisí nejen na složení, ale i na teplotě potravin a proto je nutné u každého měření přesně popsat podmínky měření. [1]

6.1.2 Způsoby měření viskoelastických vlastností

Jsou využívány různé techniky pro měření viskoelastických vlastností potravin, ale pravděpodobně často je využívána dynamická oscilační reometrie, kde je sledována lineární viskoelastická odezva na velmi malou oscilační deformaci.

Při dynamické reometrii je smyková deformace γ sinusoidní funkcí času t :

$$\gamma = \gamma_0 \sin(\omega t)$$

kde: γ ... smyková deformace [-]

γ_0 ... amplituda smykové deformace [-]

ω ... úhlová frekvence [s^{-1}]

t ... čas [s]

Rychlost smykové deformace je potom první derivací smykové deformace podle času:

$$d\gamma/dt = \dot{\gamma} = \omega\gamma_0 \cos(\omega t)$$

kde: $\dot{\gamma}$... rychlost smykové deformace [s^{-1}]

Celkový odpor vzorku proti deformaci vyjadřuje komplexní modul pružnosti ve smyku G^* daný vztahem:

$$G^*(\omega) = \frac{\sigma^*}{\gamma^*} = G'(\omega) + iG''(\omega) = \sqrt{G'(\omega)^2 + G''(\omega)^2}$$

$$\sigma = \gamma_0 [G' \sin \omega t + G'' \cos \omega t]$$

kde: G^* ... komplexní modul pružnosti [Pa]

G' ... elastický modul pružnosti [Pa]

G'' ... ztrátový modul pružnosti [Pa]

i ... komplexní číslo

σ^* ... komplexní smykové napětí [Pa]

γ^* ... komplexní smyková deformace,

ω ... úhlová frekvence [s^{-1}]

γ_0 ... amplituda smykové deformace [-]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 METODIKA PRÁCE

Tato práce měla dvě části. Jako první byly vyrobeny vzorky tavených sýrů s různými přísadami monosacharidů (glukózy, fruktózy a galaktózy) a pektinu. Úkolem bylo zjistit, zda jednotlivé monosacharidy, popř. monosacharidy ve spojení s pektinem, ovlivňují konzistenci tavených sýrů stejně nebo různě. Ve druhé experimentální části byla hledána surovinová skladba pro analogy tavených sýrů, které by byly použitelné pro další experimenty jako prostředí s prakticky konstantními parametry. K tomuto účelu byl použit sladký kasein místo přírodního sýra, dále byl přidáván kokosový popř. sójový tuk místo másla, pH bylo upraveno pomocí kyseliny citrónové a slané chuti bylo dosaženo přísadkou chloridu sodného. Aby mohla být provedena analýza, bylo nejprve nutné najít surovinovou skladbu, která by byla základem pro další práci.

7.1 Příprava vzorků

Při výrobě tavených sýrů s obsahem 40% (w/w) sušiny a 50% tuku v sušině (w/w) byly použity tyto suroviny: přírodní sýr (Eidamská cihla 30% tuku v sušině w/w), máslo, deionizovaná voda a komerčně dodávané tavicí soli (sodné soli fosfátů a polyfosfátů). Tavení sýra probíhalo v zařízení Vorwerk Thermomix TM 21 blender cooker a nejvyšší dosažená teplota byla 90°C. Kromě základních surovin byly při výrobě použity přísadky citrusového pektinu v množství 0,2 % w/w a 0,4 % w/w a monosacharidů D-glukózy, D-fruktózy a D-galaktózy v množství 1 % w/w. Přísadky pektinu a monosacharidů byly vyrovnávány pomocí vody a másla tak, aby sušina a tuk byly konstantní.

Bylo vyrobeno celkem 12 vzorků:

- 1 kontrolní vzorek bez přísadky pektinu a monosacharidů
- 3 vzorky s přísadkou 1% w/w monosacharidu (glukózy, fruktózy, galaktózy)
- 2 vzorky s přísadkou samotného pektinu (0,2% w/w, 0,4% w/w)
- 3 vzorky s přísadkou 1% w/w monosacharidu (glukózy, fruktózy, galaktózy) a 0,2% w/w pektinu

- 3 vzorky s přidavkem 1% w/w monosacharidu (glukosy, fruktosy, galaktosy) a 0,4% w/w pektinu

Nejprve bylo odváženo potřebné množství všech surovin. Přírodní sýr se před vážením nakrájel na zhruba stejně velké kostky. Poté se pektin (pokud byl přidáván) nasypal do tavicího zařízení, přidala se voda a pektin se nechal 10 minut při 60°C a konstantním míchání bobtnat. Ke směsi se přidal nakrájený Eidam, máslo, tavicí soli a popř. i monosacharid. Následně se zvýšila teplota až na 90°C, která byla udržována 1 minutu (za konstantního míchání). Po utavení se sýr za horka plnil do 100g polystyrenových krabiček, na které se přitavila hliníková fólie. Takto připravené vzorky byly zchlazeny a skladovány v lednici při teplotě 6±2°C. Na jednu tavbu připadlo asi 600-700g hmoty.

7.2 Chemická analýza

U každého analyzovaného vzorku byla stanovena hodnota pH, sušiny a absolutního tuku.

Každý vzorek byl třikrát změřen pomocí pH metru se skleněnou elektrodou (pH metr 208L, GRYF (GRYF HB spol. s.r.o., Havlíčkův Brod, Česká Republika) s kombinovanou elektrodou THETA 90 HC 113 (Theta '90, Praha, Česká Republika).

Při stanovení sušiny byl tavený sýr ve vysoušecí misce rozetřen spolu s vysušeným křemenným pískem a poté byl sušen při 105±2°C až do konstantních úbytků hmotnosti.

Ke stanovení absolutního tuku v taveném sýru byly použity speciální van Gulikovy tukoměry (butyrometry) s rozsahem stupnice 0 - 40%. Měření probíhalo tak, že se na skleněnou váženku zasazenou do pryžové zátky navázilo 3g vzorku. Zátka s váženkou se pevně zasunula do tukoměru. Z pipety se horním otvorem napustila 65% H₂SO₄, tak aby hladina sahala do 4/5 butyrometru. Takto naplněný tukoměr se vložil do vodní lázně teplé 85°C a občas se protřepal obsah. Butyrometr se nechal ve vodní lázni až do úplného rozpuštění vzorku. Poté se přidal 1ml amylalkoholu a tolik H₂SO₄, až hladina ve stupnici sahala o 3 dílky níže, než byla předpokládaná tučnost vzorku. Po vytemperování se obsah tukoměru promíchal a následovalo odstředování, temperace a odpočet. Odstředování a odpočet se ještě jednou zopakoval.

Pro stanovení popela byl nejprve na analytických vahách odvážen 1g vzorku do porcelánového kelímku. Ten byl následně přemístěn do elektrické pece nastavené na teplotu $650 \pm 5^\circ\text{C}$ a zuhelněn. Po vychladnutí byl kelímek se vzorkem opět zvážen. [21]

7.3 Dynamická oscilační reometrie

K měření reologických vlastností tavených sýrů byla použita metoda dynamické oscilační reometrie pomocí rotačního viskozimetru Bohlin GEMINI s měřicí geometrií deska-deska (průměr 40mm, štěrbina 1mm). Měření elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti bylo provedeno v oblasti lineární viskoelastivity v rozmezí frekvencí 0.1–50.0 Hz. Měření probíhalo při teplotě 20°C .

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

8.1 Experiment 1

Tavené sýry vyrobené v první experimentální fázi byly podrobeny chemické analýze, která se skládala z měření pH, stanovení sušiny a absolutního tuku. Následně byly ještě vzorky charakterizovány pomocí dynamické oscilační reometrie.

8.1.1 Výsledky základních charakteristik tavených sýrů

Měření pH bylo prováděno u každého vzorku třikrát. pH bylo prakticky stejné u všech vzorků. Přidávky pektinu, monosacharidů nebo jejich kombinace pH nijak zásadně neovlivnily. Rozmezí pH bylo 5,90-5,96.

Stanovení sušiny bylo prováděno u každého ze vzorků nejméně dvakrát. Hodnoty sušiny se podobně jako hodnoty u pH výrazně neliší. Obsah sušiny se pohybuje v rozmezí 42,01-42,78% w/w.

Naměřené hodnoty absolutního tuku se od sebe výrazně nelišily, protože jsme již při výrobě množství tuku vyrovnávali pomocí surovin. Obsah tuku se pohybuje v rozmezí 22,0-23,0% w/w.

Vyrobené tavené sýry se nelišily v obsahu sušiny, tuku ani v pH. Prakticky konstantní obsah výše zmíněných parametrů je nutný pro srovnatelnost vyrobených vzorků a pro posouzení vlivu vybraných přísad na viskoelastické vlastnosti tavených sýrů [3].

8.1.2 Výsledky dynamické oscilační reometrie

Vzorky s přísadkou pektinu a monosacharidů (glukózy, fruktózy a galaktózy) byly analyzovány dynamickou oscilační reometrií. Cílem této analýzy bylo zjistit vliv různých přísad na konzistenci tavených sýrů. K vyjádření těchto vlastností nám posloužily elastický (G') a ztrátový (G'') modul pružnosti, které popisují míru elasticity zkoumaného výrobku.

Tabulka 1 uvádí hodnoty elastického G' a ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] pro referenční frekvenci 1 Hz, ze kterého lze srovnat tuhost tavených sýrů s různými přísadkami

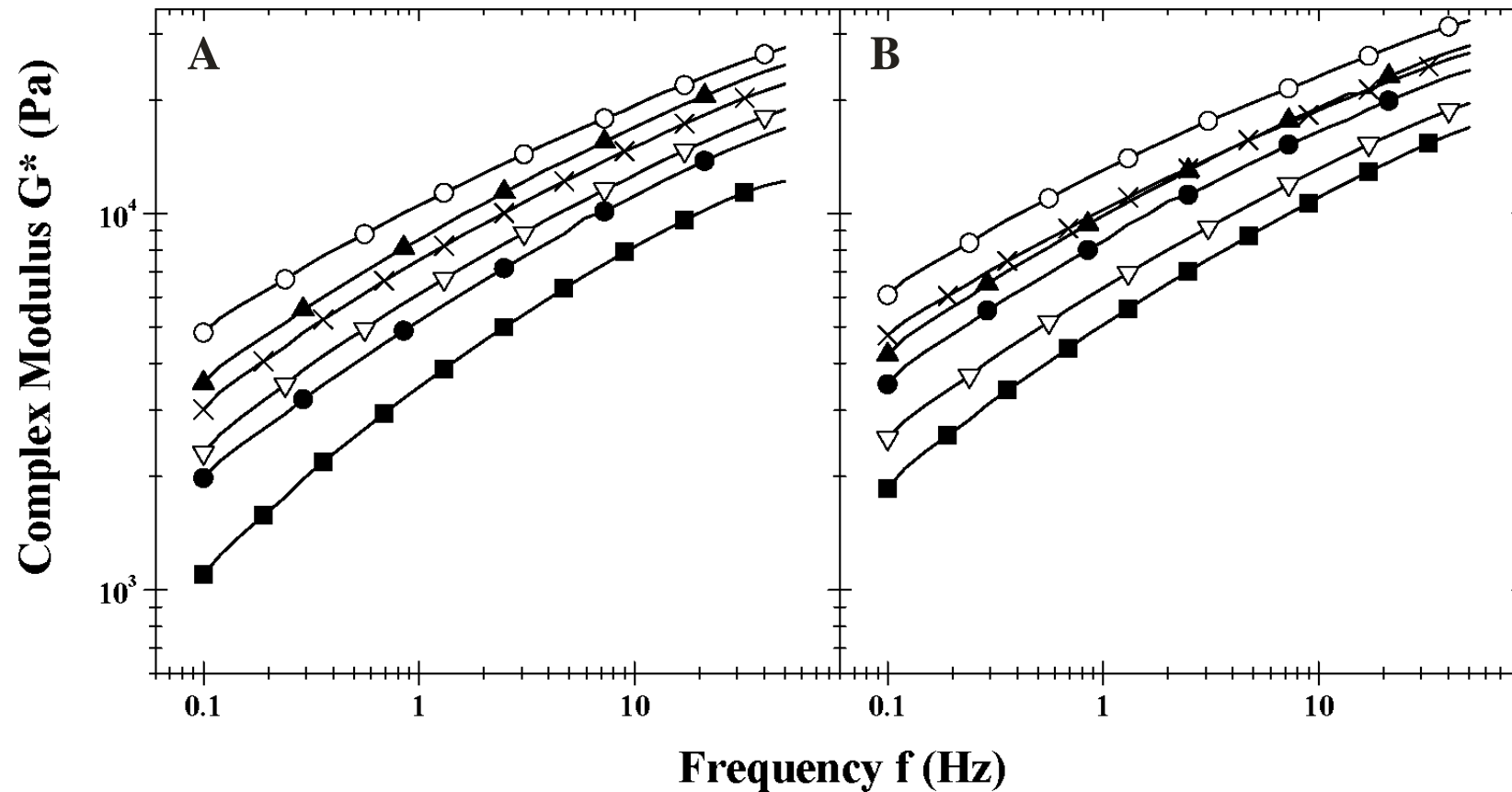
monosacharidů. Sacharidy všeobecně způsobily změnu struktury sýra, který se stal řidší. Z tabulky taktéž vyplývá, že nezáleží na tom, jestli je monosacharid aldosa (D-glukosa a D-galaktosa) nebo ketosa (D-fruktosa). Ani poloha hydroxylových skupin (rozdíl mezi D-glukosou a D-galaktosou) nezapříčinila rozdíl v tuhosti sledovaných tavených sýrů. Sacharidy působily stejně, i když byl do taveného sýra přidán pektin. Nejtušší konzistenci měl tavený sýr s přidavkem samostatného pektinu v množství 0,4 % w/w.

Následně byl sestaven graf závislosti komplexního modulu pružnosti (G^*) na frekvenci – viz Graf 1. Tento graf byl kvůli přehlednosti sestaven pouze pro tavený sýr s přidavkem 1 % w/w glukosy, 0,2 % w/w pektinu a 0,4 % w/w pektinu. Z tabulky 1 je patrné, že hodnoty u ostatních vzorků jsou velmi obdobné.

Z výsledků vyplývá, že přidavkem pektinu v koncentraci 0,4% w/w i 0,2 % w/w se zvyšuje elastická složka a tavený sýr se stává oproti kontrole tužší. Tyto změny mohou být způsobeny tím, že pektin má schopnost se zapojovat do trojrozměrné matrice s vápenatými ionty. U taveného sýra s přidavkem monosacharidu je naopak křivka komplexního modulu pružnosti nižší než křivka kontroly (tavený sýr je řidší), což je způsobeno porušením proteinové matrice . [3]

Vzorek	Skupina tavených sýrů					
	I			II		
	G' [Pa]	G'' [Pa]	tan δ [-]	G' [Pa]	G'' [Pa]	tan δ [-]
Kontrola	4850 ± 255	3404 ± 155	0,702	6353 ± 568	4149 ± 217	0,653
Gal	2947 ± 237	2296 ± 237	0,779	4229 ± 186	3202 ± 115	0,757
Fru	2984 ± 253	2471 ± 253	0,828	4085 ± 89	3269 ± 141	0,800
Glu	3017 ± 357	2456 ± 357	0,814	4291 ± 0	3312 ± 0	0,772
0,2CP	7574 ± 3	4703 ± 13	0,621	8949 ± 132	4765 ± 146	0,532
0,2CP;Gal	5481 ± 260	3968 ± 170	0,724	5369 ± 397	3644 ± 183	0,679
0,2CP;Fru	5066 ± 245	3617 ± 245	0,714	5605 ± 372	3694 ± 154	0,659
0,2CP;Glu	5188 ± 208	3953 ± 208	0,762	5439 ± 347	3717 ± 147	0,683
0,4CP	8612 ± 60	5055 ± 160	0,587	11760 ± 382	5424 ± 216	0,461
0,4CP;Gal	6560 ± 211	4192 ± 181	0,639	8984 ± 139	4600 ± 157	0,512
0,4CP;Fru	6635 ± 735	4107 ± 235	0,619	8430 ± 559	4612 ± 254	0,547
0,4CP;Glu	6748 ± 188	4251 ± 188	0,630	8724 ± 471	4643 ± 235	0,532

Tabulka 1 - Hodnoty elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti a hodnoty tangentu úhlu fázového posunu ($\tan \delta$) pro referenční frekvenci 1 Hz pro druhou experimentální fázi – skupiny I a II. Hodnoty jsou vyjádřeny jako aritmetický průměr \pm SD. Rozdílné písmenné indexy značí signifikantní rozdíl ($P < 0,05$) mezi hodnotami v rámci určitého sloupce.



Graf 1 - Závislost komplexního modulu pružnosti (G^*) na frekvenci pro modelové tavené sýry druhé experimentální fáze. Skupina I (A), skupina II (B); kontrolní vzorek (●), přídavek 1 % w/w D-glukózy (■), přídavek 0,2 % w/w pektinu (▲), přídavek 1 % w/w D-glukózy a 0,2 % w/w pektinu (▽), přídavek 0,4 % w/w pektinu (○), přídavek 1 % w/w D-glukózy a 0,4 % w/w pektinu (×).

8.2 Experiment 2

V druhé fázi byly vyrobeny analogy tavených sýrů. Hlavní snahou bylo najít optimální surovinovou skladbu pro další práci. Proto byly prováděny různé tavby o různém složení a byla zjišťována především jejich konzistence. Vyrobené analogy se lišily obsahem sušiny, tuku v sušině a použitím různých tavicích solí. Dříve používaný slunečnicový olej byl posléze nahrazen kokosovým či sójovým tukem. Po několika tavných vzorcích byly vybrány vzorky 35% sušiny/50% TVS a 45% sušiny/70% TVS. Ostatní vzorky byly vyřazeny pro jejich přílišnou tuhost. Vybrané vzorky byly podrobeny chemické analýze.

8.2.1 Přehled tavených analogů (A)

V první části byly vyrobeny analogy, u kterých byly použity různé směsi tavicích solí. Při výrobě byl používán slunečnicový olej. Tyto analogy obsahovaly 45% sušiny a 50 % TVS. Snahou bylo zjistit, která tavicí sůl by byla pro následnou výrobu nejvhodnější. Bohužel byly všechny vzorky příliš tuhé. Následně byly taveny vzorky s různým množstvím tuku v sušině.

Tabulka 2 – Sensorické hodnocení analogů s různým obsahem tavicích solí

VZOREK	SENZORICKÉ HODNOCENÍ
HBS	velmi tuhé, neroztíratelné
690	velmi tuhé, neroztíratelné
HBS:S4SS (1:1)	velmi tuhé, neroztíratelné
HBS:690 (1:1)	velmi tuhé, neroztíratelné

Ve druhé části byl jako surovina stále používán slunečnicový olej a tavicí soli HBS:495:S4SS 3:8,5:8,5. Analogy měly stejný obsah sušiny (45%) avšak tuk v sušině byl proměnlivý. Čím více se zvyšoval, tím lepší byla roztíratelnost. V tomto druhém kroku jsme tedy zjistili, že pro další práci je vyhovující pouze vzorek se 70% TVS, proto byla i nadále sušina snižována.

Tabulka 3 – Senzorické hodnocení analogů a proměnlivém množství TVS

VZOREK	SENZORICKÉ HODNOCENÍ
50 % TVS	oddělené malé množství vody, velmi tuhé až tvrdé, trhá se, avšak homogenní
55 % TVS	oddělené malé množství vody, trhá se, avšak homogenní a méně tuhé než 50%TVS
60 % TVS	stále tuhé, láme se, homogenní, už se netrhá
65 % TVS	tuhé, homogenní
70 % TVS	roztíratelné, homogenní

Třetí v pořadí byly taveny analogy se stále se snižujícím obsahem sušiny. Kromě slunečnicového oleje byl v posledním vzorku použit i sójový tuk a tavicí soli byly použity stejné jako v předchozím případě (HBS:495:S4SS 3:8,5:8,5). Vzorky se 40 % sušinou již sice byly roztíratelné avšak stále mírně tužší a proto s nimi nebylo dále pracováno. Ukázalo se, že analogy 35% sušina/50% TVS jak se slunečnicovým, tak se sójovým tukem mají vyhovující vlastnosti a z toho důvodu byly použity i v další tavně.

Tabulka 4– Senzorické hodnocení analogů a proměnlivém množství sušiny a TVS

VZOREK	SENZORICKÉ HODNOCENÍ
40% sušina/45 % TVS	mírně tužší, ale roztíratelné, na řezu se netrhá
40% sušina/50 % TVS	méně tužší než předchozí, roztíratelné, na řezu se netrhá
35% sušina/50 % TVS	roztíratelné, homogenní, netrhá se
35% sušina/50 % TVS	roztíratelné, homogenní, netrhá se, stejné jako se slunečnicovým olejem

Ze všech předchozích taveb byly vybrány vzorky: 35 % sušina/50 % TVS a 45% sušina/70 % TVS pro jejich nejlépe vyhovující konzistenci. Slunečnicový olej byl zcela nahrazen sójovým (70% MUFA – monounsaturated fatty acids) a kokosovým tukem (80 % SFA - saturated fatty acids) a tavicí soli byly přidávány ve stejném množství a neměnicích se poměrech. Všechny vzorky této tavně již byly homogenní a roztíratelné, 0,2 % CP byly oproti stejnému vzorku bez pektinu mírně tužší. Stejně vzorky byly taveny ve čtyřech paralelních šarších a měly stejné vlastnosti (pH, tuk, popel sušina).

Tabulka 5– Sensorické hodnocení vybraných analogů

VZOREK	SENZORICKÉ HODNOCENÍ
35 % sušina/50 % TVS (kokosový x sojový tuk)	roztíratelné, homogenní
45% sušina/70 % TVS (kokosový x sojový tuk)	roztíratelné, homogenní
35 % sušina/50 % TVS (sojový tuk + 0,2 % CP)	roztíratelné, homogenní
45% sušina/70 % TVS (sojový tuk + 0,2 % CP)	roztíratelné, homogenní

8.2.2 Výsledky základních charakteristik analogů

Výroba tavených sýrů z tradičních surovin s sebou nese relativní kolísání obsahu sušiny, tuku, bílkovin i popela, protože suroviny nemají konstantní složení. Pro účely experimentů, kde se sledují velmi malé vlivy na konzistenci, je třeba mít k dispozici suroviny s menší proměnlivostí výše zmíněných parametrů. Z tohoto důvodu byly připraveny tzv. analogy tavených sýrů, u kterých byla snaha docílit konstantního prostředí.

Postupným tavením analogů s různým množstvím sušiny a tuku v sušině bylo možné najít surovinovou skladbu, která by vyhovovala požadavkům pro další práci s analogy. Nakonec byly jako nejvhodnější vybrány analogy 45/70 a 35/50 s kokosovým (sojovým) tukem a popř. s pektinem, které byly následně analyzovány.

Měřením bylo zjištěno, že pH u analogů 45/70 (5,29-5,33) je téměř stejné podobně jako pH u analogů 35/50 (5,40-5,46). Z měření taktéž vyplývá, že přísady různých tuků, popř. pektinu neměly na pH přílišný vliv. Podle [20] je optimální hodnota pH během výroby v rozmezí 5,7-6,0, což naše vzorky nesplňovaly. Možným řešením by tedy bylo snížit množství přidávané kyseliny citrónové (viz surovinové skladby v přílohách).

Hodnoty sušiny pro analogy 45/70 měly větší rozptyl a pohybovaly se mezi 44,56-47,78% w/w obdobně jako sušina u analogů 35/50 (35,42-36,68% w/w).

Při stanovení absolutního tuku pro analogy 45/70 bylo změřeno rozmezí 31,5-33,5% w/w. Pro analogy 35/50 byl obsah tuku nižší a to 17,5-18,5% w/w. Ani zde nebyl zjištěn příliš zásadní vliv přísady různého druhu tuku nebo pektinu na výsledky absolutního tuku.

U stanovení popela nebyly taktéž zjištěny žádné výrazné výkyvy. Skupina analogů 45/70 se pohybovala v intervalu od 3,9% do 4,1%. Hodnoty popela pro analogy 35/50 byla mírně vyšší a vycházely v rozpětí 4,3-4,5%. Přísady pektinu ani dvou různých tuků nijak významně neovlivnily hodnoty popela.

ZÁVĚR

Z chemické analýzy tavených sýrů je zřejmé, že přísady pektinu a monosacharidů nijak zvlášť neovlivnily hodnoty pH, tuku i sušiny, což je důležité pro další charakterizaci vzorků. Z výsledků dynamické oscilační reometrie je možno tvrdit, že přísada samotného pektinu do taveného sýra způsobuje jeho tužší konzistenci. Poloha hydroxylové skupiny ani skutečnost, zda je sacharid (v použité koncentraci) aldosou nebo ketosou, neovlivní konzistenci tavených sýrů.

Analýza provedená u analogů tavených sýrů ukázala, že hodnoty pH, tuku, sušiny i popela vykazovaly minimální odchylky a proto je možné vzorky se stejnou surovinovou skladbou používat pro další práci.

Pektin jako přídatná látka při výrobě tavených sýrů se používá, avšak toto využití je prozatím diskutovatelné. Je třeba znát jeho interakce s ostatními složkami výrobku a také jeho vlastnosti, které mohou způsobovat značné změny v konzistenci tavených sýrů.

Problematikou tavených sýrů a různých přísad do nich (především pektinu a monosacharidů) bych se chtěla zabývat i nadále.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] FRANCIS, F.J. Encyclopedia of food science and technology, 2. ed. New York: John W.S., 2000
- [2] SCHÄR, W., BOSSET, J.O. Chemical and Physico-chemical Changes in Processed Cheese and Ready-made Fondue During Storage. A review. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. 2002. 35. 15-20
- [3] GUINEE, T.P., CARIĆ, M., KALÁB, M. Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Mikrobiology – Volume 2: Major Cheese Groups*, 3. ed. New York and London: Elsevier Applied Science. 2004. 349–394.
- [4] BACHMANN, H.P. Cheese analogues: a review. *International dairy journal*, 2001. 11. 505-515
- [5] GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*. 1.vyd. Brno: MZLU, 2000. 142s.
- [6] GAJDŮŠEK, S. *Laktologie*. 1.vyd. Brno: MZLU, 2003. 84s.
- [7] FOX, P.F., KELLY, A.L. The caseins. In: *Proteins in food processing*. Cambridge and Boca Raton: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. 2004. 29-71
- [8] MAY, C.D. Pectins. In: *Handbook of hydrocolloids*. Cambridge and Boca Raton: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. 2000. pp 169-188.
- [9] SANG-HO YOO, FISHMAN, M. L., HOTCHKISS, A.T., LEE, H.G. Viscosimetric behavior of high-methoxy and low-methoxy pectin solutions. *Food hydrocolloids*, 2006. 20. 62-67
- [10] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I*. 1.vyd. Zlín: UTB, 2005. 172s.
- [11] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie 2*, 1. vyd. Praha: ČSAV, 1992. 136s.
- [12] KARLSON, P. *Základy biochemie*, 3. vyd. Praha: ČSAV, 1981. 504s.

- [13] MAROZIENE, A., KRUIF, C.G. Interaction of pectin and casein micelles. *Food hydrocolloids*, 2000. 14, 391-394
- [14] CLEMENTS, D. J. Non-covalent interactions between proteins and polysaccharides. *Biotechnology advances*, 2006. 24. 621-625
- [15] TSOGA, A., RICHARDSON, R.K., MORRIS, E.R. Role of cosolutes in gelation of high-methoxy pectin. Part 1. Comparison of sugars and polyols. *Food hydrocolloids*, 2004. 18. 907-919
- [16] FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H., COGAN, T. M. GUINEE, T.P., Rheology and texture of cheese. In: *Cheese chemistry, physics and mikrobiology - Volume 1: General aspects*, 3. ed. 2004. 511-526
- [17] WEIN, O. Úvod do reologie. 1.vyd. Brno: Chemická fakulta VUT, 1996. 84s.
- [18] BARTOVSKÁ, L., ŠIŠKOVÁ, M., Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav, 5. vyd. VŠCHT Praha, 2005. 244s.
- [19] <http://www.ft.utb.cz/czech/upich/vyuka/chap/prednasky/sacharidy.pdf>
- [20] MARCHESSEAU, S., GASTALDI, E., LAGAUDE, A., CUQ, J.-L., Influence of pH on Protein Interactions and Microstructure of Process Cheese. *Dairy foods*. 1997. 1483-1489
- [21] ČERNÁ, E., MERGL, M., Laboratorní kontrolní metody v mlékařství, 1. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1971

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – schéma výroby taveného sýra	13
Obrázek 2 - Chemická reakce při výrobě tavených sýrů [1]	16
Obrázek 3 – kaseinové micela [7]	20
Obrázek 4 - Haworthův vzorec D-glukosy [19]	24
Obrázek 5 - Haworthův vzorec D-fruktosy [19]	24
Obrázek 6 - Haworthův vzorec D-galaktosy [19]	24

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Hodnoty elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti a hodnoty tangentu úhlu fázového posunu ($\tan \delta$) pro referenční frekvenci 1 Hz.	35
Tabulka 2 – Sensorické hodnocení analogů s různým obsahem tavicích solí	37
Tabulka 3 – Sensorické hodnocení analogů a proměnlivém množství TVS	38
Tabulka 4– Sensorické hodnocení analogů a proměnlivém množství sušiny a TVS	38
Tabulka 5– Sensorické hodnocení vybraných analogů.....	39

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Závislost komplexního modulu pružnosti (G^*) na frekvenci pro modelové tavené sýry.....	36
------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA P I: SUROVINOVÁ SKLADBA A1

Pořad. číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,1650	90,50	1,14	14,933	0,188
2	Sojový olej	0,1790	100,00	100,00	17,900	17,900
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,4240	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0088	99,00	0,00	0,871	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0056	99,00	0,00	0,554	0,000
Součet		0,802			36,158	18,088
1. Celkem TS [kg]		0,020	3. Celkem TS [kg]		0,020	
HBS		0,010	HBS		0,020	
S4SS		0,010				
2. Celkem TS [kg]		0,020	4. Celkem TS [kg]		0,020	
HBS		0,010	690		0,020	
690		0,010				

PŘÍLOHA P II: SUROVINOVÁ SKLADBA A2

	Název:	Vzor 45 % sušina, 50% TVS na 800 g				
	Charakter:	kontrola				
	Požadovaná sušina:	45,00	Vypočtená sušina:	45,06		
	Požadovaný tuk:	22,50	Vypočtený tuk:	22,54		
	Požadovaný tuk v sušině:	50,00	Vypočtený tuk v sušině:	50,03		
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,1650	90,50	1,14	14,933	0,188
2	Sojový olej	0,1790	100,00	100,00	17,900	17,900
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,4240	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0088	99,00	0,00	0,871	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0056	99,00	0,00	0,554	0,000
	Součet	0,802			36,158	18,088

	Název:	Vzor 45 % sušina, 55% TVS na 800 g				
	Charakter:	kontrola				
	Požadovaná sušina:	45,00	Vypočtená sušina:	45,04		
	Požadovaný tuk:	24,75	Vypočtený tuk:	24,75		
	Požadovaný tuk v sušině:	55,00	Vypočtený tuk v sušině:	54,97		
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,1440	90,50	1,14	13,032	0,164
2	Sojový olej	0,1960	100,00	100,00	19,600	19,600
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,4240	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0088	99,00	0,00	0,871	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0056	99,00	0,00	0,554	0,000
	Součet	0,7984			35,958	19,764

	Název:	Vzor 45 % sušina, 60% TVS na 800 g				
	Charakter:	kontrola				
	Požadovaná sušina:	45,00	Vypočtená sušina:	44,98		
	Požadovaný tuk:	27,00	Vypočtený tuk:	27,00		
	Požadovaný tuk v sušině:	60,00	Vypočtený tuk v sušině:	60,04		
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,1240	90,50	1,14	11,222	0,141
2	Sojový olej	0,2150	100,00	100,00	21,500	21,500
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,4280	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0088	99,00	0,00	0,871	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0056	99,00	0,00	0,554	0,000
	Součet	0,8014			36,048	21,641

	Název:	Vzor 45 % sušina, 65% TVS na 800 g				
	Charakter:	kontrola				
	Požadovaná sušina:	45,00	Vypočtená sušina:	44,95		
	Požadovaný tuk:	29,25	Vypočtený tuk:	29,24		
	Požadovaný tuk v sušině:	65,00	Vypočtený tuk v sušině:	65,05		
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,1030	90,50	1,14	9,322	0,117
2	Sojový olej	0,2320	100,00	100,00	23,200	23,200
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,4280	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0088	99,00	0,00	0,871	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0056	99,00	0,00	0,554	0,000
	Součet	0,7974			35,847	23,317

	<i>Název:</i>	Vzor 45 % sušina, 70% TVS na 800 g				
	<i>Charakter:</i>	kontrola				
	<i>Požadovaná sušina:</i>	45,00	<i>Vypočtená sušina:</i>	45,01		
	<i>Požadovaný tuk:</i>	31,50	<i>Vypočtený tuk:</i>	31,56		
	<i>Požadovaný tuk v sušině:</i>	70,00	<i>Vypočtený tuk v sušině:</i>	70,11		
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,0830	90,50	1,14	7,512	0,095
2	Sojový(kokosový) olej	0,2510	100,00	100,00	25,100	25,100
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,4300	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0088	99,00	0,00	0,871	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0056	99,00	0,00	0,554	0,000
Součet		0,7984			35,937	25,195

PŘÍLOHA P III: SUROVINOVÁ SKLADBA A3

	Název:	Vzor 50% TVS na 500 g				
	Charakter:	kontrola				
	Požadovaná sušina:	40,00	Vypočtená sušina:	40,01		
	Požadovaný tuk:	18,00	Vypočtený tuk:	17,96		
	Požadovaný tuk v sušině:	45,00	Vypočtený tuk v sušině:	44,90		
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,1650	90,50	1,14	14,933	0,188
2	Slunečnicový olej	0,1430	100,00	100,00	14,300	14,300
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,4670	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0070	99,00	0,00	0,693	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0045	99,00	0,00	0,446	0,000
	Součet	0,807			32,271	14,488

	Název:	Vzor 50% TVS na 500 g				
	Charakter:	kontrola				
	Požadovaná sušina:	40,00	Vypočtená sušina:	40,04		
	Požadovaný tuk:	20,00	Vypočtený tuk:	19,95		
	Požadovaný tuk v sušině:	50,00	Vypočtený tuk v sušině:	49,81		
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,1460	90,50	1,14	13,213	0,166
2	Slunečnicový olej	0,1580	100,00	100,00	15,800	15,800
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,4650	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0070	99,00	0,00	0,693	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0045	99,00	0,00	0,446	0,000
	Součet	0,801			32,052	15,966

	Název:	Vzor 50% TVS na 800 g				
	Charakter:	kontrola				
	Požadovaná sušina:	35,00	Vypočtená sušina:	35,12		
	Požadovaný tuk:	17,50	Vypočtený tuk:	17,68		
	Požadovaný tuk v sušině:	50,00	Vypočtený tuk v sušině:	50,35		
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,1220	90,50	1,14	11,041	0,139
2	Sojový (slunečnicový) olej	0,1400	100,00	100,00	14,000	14,000
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,5060	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0070	99,00	0,00	0,693	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0045	99,00	0,00	0,446	0,000
	Součet	0,800			28,080	14,139

PŘÍLOHA P IV: SUROVINOVÁ SKLADBA A4

	Název:	Vzor 35 % sušina, 50% TVS na 800 g				
	Charakter:					
	Požadovaná sušina:	35,00	Vypočtená sušina:	35,00		
	Požadovaný tuk:	17,50	Vypočtený tuk:	17,49		
	Požadovaný tuk v sušině:	50,00	Vypočtený tuk v sušině:	49,98		
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,1200	90,50	1,14	10,860	0,137
2	Sojový olej	0,1390	100,00	100,00	13,900	13,900
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,5090	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0088	99,00	0,00	0,871	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0056	99,00	0,00	0,554	0,000
	Součet	0,802			28,086	14,037

	Název:	Vzor 35 % sušina, 50% TVS na 800 g				
	Charakter:	kontrola				
	Požadovaná sušina:	35,00	Vypočtená sušina:	34,98		
	Požadovaný tuk:	17,50	Vypočtený tuk:	17,50		
	Požadovaný tuk v sušině:	50,00	Vypočtený tuk v sušině:	50,02		
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,1180	90,50	1,14	10,679	0,135
2	Sojový olej	0,1390	100,00	100,00	13,900	13,900
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,5090	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0016	95,00	0,00	0,152	0,000
6	NaCl	0,0088	99,00	0,00	0,871	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0056	99,00	0,00	0,554	0,000
	Součet	0,802			28,057	14,035

	Název:	Vzor 45 % sušina, 70% TVS na 800 g				
	Charakter:					
	Požadovaná sušina:	45,00	Vypočtená sušina:		45,01	
	Požadovaný tuk:	31,50	Vypočtený tuk:		31,56	
	Požadovaný tuk v sušině:	70,00	Vypočtený tuk v sušině:		70,11	
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,0830	90,50	1,14	7,512	0,095
2	Sojový(kokosový) olej	0,2510	100,00	100,00	25,100	25,100
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,4300	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0000	95,00	0,00	0,000	0,000
6	NaCl	0,0088	99,00	0,00	0,871	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0056	99,00	0,00	0,554	0,000
	Součet	0,7984			35,937	25,195

	Název:	Vzor 45 % sušina, 70% TVS na 800 g				
	Charakter:					
	Požadovaná sušina:	45,00	Vypočtená sušina:		45,05	
	Požadovaný tuk:	31,50	Vypočtený tuk:		31,53	
	Požadovaný tuk v sušině:	70,00	Vypočtený tuk v sušině:		69,98	
Pořadové číslo	Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [%]	Obsah tuku [%]	Sušinové jednotky	Tukové jednotky
1	Rennet casein	0,0820	90,50	1,14	7,421	0,093
2	Sojový olej	0,2510	100,00	100,00	25,100	25,100
3	Tavicí sůl	0,0200	95,00	0,00	1,900	0,000
4	Pitná voda	0,4300	0,00	0,00	0,000	0,000
5	pektin	0,0016	95,00	0,00	0,152	0,000
6	NaCl	0,0088	99,00	0,00	0,871	0,000
7	Kyselina citrónová	0,0056	99,00	0,00	0,554	0,000
	Součet	0,7990			35,999	25,193