

Přídavek mastichové gumy do modelových vzorků tavených sýrů

Bc. Karla Bezděková

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Karla Bezděková**

Osobní číslo: **T18556**

Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Technologie potravin**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Přídavek mastichové gumy do modelových vzorků tavených sýrů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Obecná charakteristika tavených sýrů a jejich výroba.
2. Faktory ovlivňující funkční vlastnosti tavených sýrů.
3. Obecná charakteristika rostlinné gumy *Pistacia lentiscus* var. *chia*

II. Praktická část

1. Vytvořte modelové vzorky tavených sýrů s různým obsahem mastichové gumy a tavicích solí.
2. Proveďte analýzu modelových vzorků.
3. Vyhodnoťte a oddiskutujte získané výsledky a formulujte závěr.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] HOSSEINI-PARVAR, S. H., MATIA-MERINO, L., GOLDING, M. Effect of basil seed gum (BSG) on textural, rheological and microstructural properties of model processed cheese. Food Hydrocolloids. [online]. Elsevier Science. 2015, vol. 43, p. 557-567.

[2] BUŇKA, F., DOUDOVÁ, L., WEISEROVÁ, E. et al. Effect of concentration and composition of ternary emulsifying salts on the textural properties of processed cheese spreads. Lwt-food Science and Technology [online]. Elsevier Science. 2014, vol. 58(1), p. 247-255.

[3] FELIX DA SILVA, D., BARBOSA DE SOUZA FERREIRA, S., BRUSCHI, M. L., BRITTEN, M., a MATUMOTO-PINTRO, P., T. Effect of commercial konjac glucomannan and konjac flours on textural, rheological and microstructural properties of low fat processed cheese. Food Hydrocolloids [online]. Elsevier Science. 2016, vol. 60, p. 308-316.

[4] BUREŠOVÁ, I., SALEK, R. N., VARGA, E., MASARÍKOVÁ, L., BUREŠ, D. The effect of Chios mastic gum addition on the characteristics of rice dough and bread. LWT - Food Science and Technology. 2017, vol. 81, p. 299-305.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Richardos Nikolaos Salek, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

2. února 2019

Termín odevzdání diplomové práce:

3. května 2019

Ve Zlíně dne 2. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jiří Miček, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

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

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

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

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

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

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

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

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

ABSTRAKT

Cílem práce bylo zjistit vliv přidané mastichové gummy do modelových vzorků tavených sýrů během skladování, a to v průběhu dvou měsíců o teplotě 6 ± 2 °C. S požadavky na stanovení cíle byly vyrobeny modelové vzorky tavených sýrů s přídavkem mastichové gummy o koncentraci 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w). U všech vzorků se 1., 7., 14., 30. a 60. den sledovaly hodnoty pH, obsah sušiny a reologické vlastnosti. Výsledky měření ukázaly, že doba skladování neměla vliv na obsah sušiny a že při zvyšujícím se obsahu mastichové gummy a v průběhu skladování pH mírně klesalo. Při analýzách bylo také zjištěno, že přídavek mastichové gummy ovlivňoval reologické vlastnosti modelových vzorků tavených sýrů tím, že při zvyšující se koncentraci mastichové gummy viskozita klesala. Od koncentrace 0,75 % (w/w) se ale trend měnil a vzorky vykazovaly viskózní charakter.

Klíčová slova: tavené sýry, mastichová guma, reologická analýza, skladování.

ABSTRACT

The aim of the work was to determine the effect of added masti gum on model samples of processed cheeses during storage during 60 days at 6 ± 2 ° C. With the goal-setting requirements, model samples of processed cheeses were made with the addition of a mastic gum of 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % and 1,00 % (w/w). All samples were monitored on day 1, 7, 14, 30 and 60 for pH, dry matter and rheological properties. The measurement results showed that the storage time had no effect on the dry matter content and that the pH decreased slightly with increasing mastichum gum content and during storage. It was also found in the analyzes that the addition of mastic gum influenced the rheological properties of the modeled processed cheese samples by decreasing the viscosity with increasing mastic gum concentration. However, the trend varied from 0,75 % (w/w) and the samples exhibited a viscous character.

Keywords: processed cheese, mastic gum, rheological analysis, storage.

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Richardosovi Nikolaosovi Salekovi, PhD., za odborné rady, ochotu a přístup při vedení diplomové práce.

A dále mé poděkování patří Ing. et Ing. Ludmile Zálešákové za pomoc při výrobě a analýze modelových vzorků tavených sýrů.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SÝRŮ A JEJICH VÝROBA.....	12
1.1 TAVENÉ SÝRY	12
1.1.1 Historie tavených sýrů.....	13
1.2 SUROVINY PRO VÝROBU TAVENÝCH SÝRŮ	14
1.2.1 Tavicí soli.....	16
1.2.1.1 Citráty	17
1.2.1.2 Fosfáty	18
1.2.2 Tavení.....	19
1.2.3 Balení a skladování	20
2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ FUNKČNÍ VLASTNOSTI TAVENÝCH SÝRŮ	22
2.1 VLIV SKLADBY SUROVIN PŘI VÝROBĚ TAVENÉHO SÝRA	22
2.1.1 Přírodní sýr.....	22
2.1.2 Tavicí soli.....	22
2.1.3 Vliv hydrokoloidů	24
2.2 VLIV CHLAZENÍ	24
2.3 VLIV PH	25
3 MASTICOVÁ GUMA	27
3.1 CHARAKTERISTIKA A CHEMICKÉ SLOŽENÍ	29
3.2 ZPRACOVÁNÍ	30
3.3 POUŽITÍ MASTICHY	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
4 CÍLE PRÁCE	34
5 MATERIÁL A METODIKA	35
5.1 VÝROBA MODELOVÝCH VZORKŮ TAVENÝCH SÝRŮ	35
5.2 ZÁKLADNÍ CHEMICKÁ ANALÝZA	36
5.2.1 Hodnota pH	36
5.2.2 Stanovení obsahu sušiny	36
5.3 STANOVENÍ VISKOELASTICKÝCH VLASTNOSTÍ.....	37
6 VÝSLEDKY A DISKUSE	38
6.1 VYHODNOCENÍ CHEMICKÉ ANALÝZY	38
6.2 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ DYNAMICKÉ OSCILAČNÍ REOMETRIE	40
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	50
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	59

SEZNAM OBRÁZKŮ	60
-----------------------------	-----------

ÚVOD

První tavené sýry se na trhu objevily téměř před stoletím a zájem spotřebitelů stále roste. Jsou oblíbené zejména z důvodu jejich konzistence, jsou dostupné v mnoha příchutích, cenově přijatelné a jeden z důvodů je také jejich dlouhá trvanlivost. Tavené sýry se od přírodních sýrů liší tím, že nejsou vyráběny přímo z mléka. Tavené sýry se vyrábí z přírodních sýrů o různé zralosti a dalších mléčných a nemléčných surovin, mezi které patří máslo, mléko, voda a tavící soli. Důležitou charakteristikou taveného sýra je konzistence, která je ovlivněna několika faktory, jako je druh a zralost přírodního sýra, pH tavených sýrů, podmínek zpracování, obsahem tuku a druhu a množstvím tavících solí. Tyto tavící soli jsou ale také předmětem dohadů o jejich škodlivosti. Vzhledem k tomu, že se zájem o zdravou výživu neustále zvyšuje, je snaha výrobců nahradit nebo snížit množství těchto solí při výrobě. Tavící soli hrají při zpracování tavených sýrů důležitou roli, protože emulgují tuk a usnadňují roztíratelnost.

Jistou alternativou je nahrazení tavících solí hydrokoloidy, které mají vynikající vlastnosti a fungují například jako zahušťovadla, stabilizátory, želírující látka a jejich významnou vlastností je schopnost vázat vodu.

Mezi nejčastěji používané hydrokoloidy patří nativní a modifikované škroby, karagenan, xantan, pektin, želatina, kasein, kaseináty a syrovátkové bílkoviny. Při výrobě tavených sýrů se používá karagenan, alginát furcellaran a agar. Cílem této práce bylo zjistit vliv méně známé mastichové gummy na vlastnosti taveného sýra během skladování, a to po dobu 60 dnů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SÝRŮ A JEJICH VÝROBA

1.1 Tavené sýry

Podle vyhlášky 397/2016 Sb. o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje se jako tavený sýr označuje sýr, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí. Podle této vyhlášky můžeme tavené sýry dělit na tavený sýr roztíratelný, který je lehce roztíratelný, nelepivý, nelomivý, hladký a homogenní a tavený sýr s lomem, jehož konzistence je lomivá, homogenní a nelepivá. Jedno z dalších dělení je dělení podle obsahu tuku v sušině, a to na tavené sýry vysokotučné s minimálním obsahem tuku v sušině 60 % (w/w), tavené sýry s obsahem tuku v sušině 30-60 % (w/w) a nízkotučné s obsahem do 30 % (w/w) tuku v sušině. Podle konzistence se tavené sýry dělí na blokové tavené sýry, plátkové tavené sýry, roztíratelné, krájitelné a termostabilní. Jiné možné dělení je podle složení, a to na tavené sýry jednodruhové, směsné, ochucené, neochucené a s přísadami [1, 2].

Sýr	přírodní	čerstvý
		zrající zrající pod mazem zrající v celé hmotě s plísní na povrchu s plísní uvnitř hmoty dvouplísňový v solném nálevu, bílý pařený extra tvrdý (ke strouhání) tvrdý polotvrdý poloměkký měkký
	tavený	roztíratelný
	tavený sýrový výrobek	s lomem
	syrovátkový	

Obr. 1. Členění sýrů na druhy, skupina a podskupiny podle vyhlášky 397/2016 Sb. [3].

Podle vyhlášky je také definováno přípustné množství laktózy v tavených sýrech, a to do 5 % (w/w). Pokud je obsah laktózy vyšší, mluvíme o taveném sýrovém výrobku [1, 3, 4]. Podle Codex Alimentarius se definují tavené sýry a roztíratelné tavené sýry jako produkty, které se vyrábí mělněním, tavením a emulgováním složek směsi, obsahující jeden, nebo více druhů přírodních sýrů za použití vyšších teplot a tavících solí [5]. Hlavní surovinou pro výrobu tavených sýrů jsou sýry přírodní, vyráběné z mléka. Mléko můžeme charakterizovat jako sekret mléčné žlázy samic savců, které je primárně určeno k výživě mláďate a po domestikaci zvířat začalo být využíváno pro lidskou výživu. Mlékem se podle nařízení 1234/2007/ES rozumí produkt získaný dojením jedné nebo více krav. Mléčnými výrobky se označují všechny mléčné produkty jiné než mléko, zejména odstředěné mléko, smetana, máslo, jogurt a sýr [1]. V současné době připadá celosvětová produkce mléka přibližně na 85 % mléka kravského, 12 % na mléko buvolí, 1-2 % připadá na kozí a ovčí mléko a minoritně jsou využívána mléka např. kobyli, sobí nebo velbloudí. Mléko využívané při výrobě produktů musí splňovat maximální limity pro kontaminující látky a toxiny specifikované pro mléko a maximální limity reziduí pro zbytky veterinárních léčiv a pesticidů [4, 5, 6, 7, 8].

1.1.1 Historie tavených sýrů

Sýr je součástí lidské stravy již mnoho let, přičemž literatura uvádí, že počátky výroby sýrů se datují již k roku 5200 př.n.l. Výroba sýra je také spojena s domestikací zvířat, s čímž souvisí i zvýšená produkce mléka [6, 9]. První továrna na výrobu sýra, která vyráběla zejména sýr Čedar, byla ve Spojených státech postavena v roce 1851, a to ve městě New Yorku. Sýry byly baleny do tkanin potírány sádlem nebo parafinem z důvodu zabránění ztráty vlhkosti a zrání probíhalo na dřevěných policích při pokojové teplotě. V roce 1914 již bylo ve Spojených státech kolem 3 520 továren na výrobu sýra. V roce 1914 bylo pasterované mléko na výrobu sýra používáno velmi zřídka, protože nebyly stanovené žádné standardy na maximální množství antibiotik ani množství mikroorganismů. Použití pasterovaného mléka se stalo samozřejmostí zhruba 50 let po vzniku první továrny na výrobu sýra ve Spojených státech [10].

Historie tavených sýrů sahá k počátku 20. století, kde cílem švýcarské firmy Gerber bylo prodloužení trvanlivosti přírodních sýrů, které byly přepravovány lodí. U prvních pokusů výroby tavených sýrů docházelo při zahřívání směsi k vylučování oleje a uvolňování vody. Bylo zjištěno, že těmto jevům lze zabránit používáním citrátu, které pomáhají vytvářet

hladký povrch a udržovat stabilitu výrobku. Později se k tomuto účelu začaly používat i fosforečnany [7, 11].

V bývalém Československu byla první výroba taveného sýru uskutečněna v roce 1923 ve firmě Bloch ve Vodňanech [12].

V roce 2016 byla spotřeba taveného sýra na osobu 2,2 kg/rok [13].

1.2 Suroviny pro výrobu tavených sýrů

Tavené sýry se liší od přírodních sýrů především tím, že se nevyrábí přímo z mléka, ale z různých složek mléčného a nemléčného původu. Základní složkou mléčného původu je přírodní sýr. V České republice se nejvíce používají sýry zejména holandského typu s nízkodohřivanou sýřeninou. V Austrálii a USA je nejvíce používaným přírodním sýrem sýr typu čedar. V jiných zemích se značně využívají i jiné sýry, jako např. gouda, mozzarella a ementál [14]. Pro výrobu tavených sýrů mohou být použity i přírodní sýry s mechanickými vadami (změna tvaru, porušení povrchu sýru) [15, 16, 78, 79].

Nedílnou součástí při výrobě tavených sýrů je mléčný tuk. I když přibližně 90 % tuku pochází z přídavku přírodního sýru, přidává se tuk ve formě másla, smetany nebo tuk na bázi mléčných výrobků (máselný koncentrát nebo máselný tuk). Množství tuků je důležité z hlediska úpravy textury a také ovlivňuje chuťové vlastnosti konečného výrobku [14, 17, 18]. V posledních letech se z důvodů snižování nákladů na výrobu začaly používat sušené suroviny, jako je sušené odstředěné mléko, sušená syrovátka, koncentrát syrovátkové bílkoviny nebo izolát syrovátkové bílkoviny [19, 20]. Většina tavených sýrů, s výjimkou analogů, je vyrobena z přírodních sýrů, kde druh a množství závisí na typu konečného výrobku. Často mohou být v jednom druhu taveného sýra použity různé druhy přírodních sýrů, a to především k dodání specifické chuti výsledného výrobku. Množství, stupeň zrání a složení přírodního sýra může ovlivnit strukturu a chuť konečného výrobku, proto by měl být druh přírodního sýru pečlivě vybrán, a to s ohledem na požadované vlastnosti konečného produktu [11, 21].

Jednou z hlavních složek je také bílkovina obsažená v přírodním sýru jako součást směsi [14, 22]. Bílkovina kasein, obsažená v sýru, vytváří spojitou síť, která tvoří základ sýrové matrice, v které je tuková fáze rozptýlena [15]. Při snížení množství přírodního sýru, a to zejména z ekonomických důvodů, lze použít jiné mléčné bílkoviny. Nejčastěji používaným

mléčným proteinem je sýrový kasein, i když je možno použít i sušené odstředěné mléko nebo syrovátku [23].

Tavené sýry se vyrábí v mnoha zemích a na trhu se objevuje řada alternativních názvů jako pasterizované, emulgované, pasterizované směsi, vařené nebo sterilizované. Dále jsou vyráběny tzv. „napodobeniny“ sýrů, které jsou tvořeny směsí mléčných, nemléčných bílkovin a mléčného nebo rostlinného oleje. Tyto výrobky jsou označovány jako analogy. Mohou nést také názvy jako „umělý“, „extrudovaný“ nebo „syntetický sýr“. V současné době existuje celá řada typů zpracovaných sýrů, které jsou klasifikované na základě potravinových standardů FAO/WHO Komise pro Codex Alimentarius a jsou rozděleny do dvou různých kategorií, založených na fyzikálních vlastnostech výrobku: tavený sýr a roztíratelný tavený sýr. Dle standardu je možné používat jen povolené mléčné výrobky a přídatné látky a minimální teploty při zpracování musí dosahovat 70 °C po dobu 30 s. Typ přírodního sýru, který je použit v názvu zpracovaného sýru, musí být ve výrobku obsažen v minimálním množství nejméně 70 g/100 g daného sýru a chemické složení výrobku je vyjádřeno jako obsah sušiny a procento tuku v sušině. Také musí obsahovat informaci o složení [5].

Další složkou při výrobě tavených sýrů mohou být hydrokoloidy. Hydrokoloidy jsou látky nemléčného původu, jejichž hlavní úlohou je vázat vodu, upravovat viskozitu a stabilitu výrobku. Nejčastěji se hydrokoloidy používají při výrobě sýrů s nízkým obsahem tuku, kde je zapotřebí dostatečná vazba vody [24].

Dnes se hydrokoloidy používají pravidelně a k nejvýznamnějším a nejvíce používaným hydrokoloidům patří karagenany, xantánová guma, nativní a modifikované škroby, lokustová guma, arabská guma, algináty apod. Při výrobě tavených sýrů může být použit i pektin. Ten napomáhá spojení složek ve směsi a také tvorbě konečného výrobku s menším obsahem tuku než u výrobků bez přidaného pektinu [25, 26].

Jednou z nejdůležitějších součástí výroby tavených sýrů jsou tavící soli. Potravinářské soli, které mají vlastnosti iontoměničů a pufrů, mohou být také využity jako tavící soli. Avšak nejvíce jsou používány soli kyseliny citrónové a kyseliny fosforečné. Používají se i jiné soli, jako vinan sodno-draselný, ortofosforečnan sodný a pyrofosforečnan sodný [15]. Použité soli by měly být silným emulačním činidlem, který je schopný měnit roztavený sýr na hladkou, krémovou emulzi bez uvolněného tuku, která by měla po ochlazení ztuhnout na pevný sýr s hladkou strukturou. Chuť sýru by neměla být ovlivněna použitím tavících solí a při skladování nesmí tavící soli vykazovat tendenci ke krystalizaci. Dále by měly být snadno rozpustné, bez škodlivých přísad a v neposlední řadě také cenově přijatelné [11].

Jako další tavící soli byly použity i soli kyseliny vinné, laktáty a soli kyseliny mléčné, ale z důvodu tvorby krystalků během skladování se již nepoužívají. Kromě tavících solí mohou být použity i kaseinové hydrolyzáty, které mají schopnost emulgovat tuk, ale nemají vlastnosti tavících solí. Také mohou dodávat konečnému výrobku hořkou chuť [11].

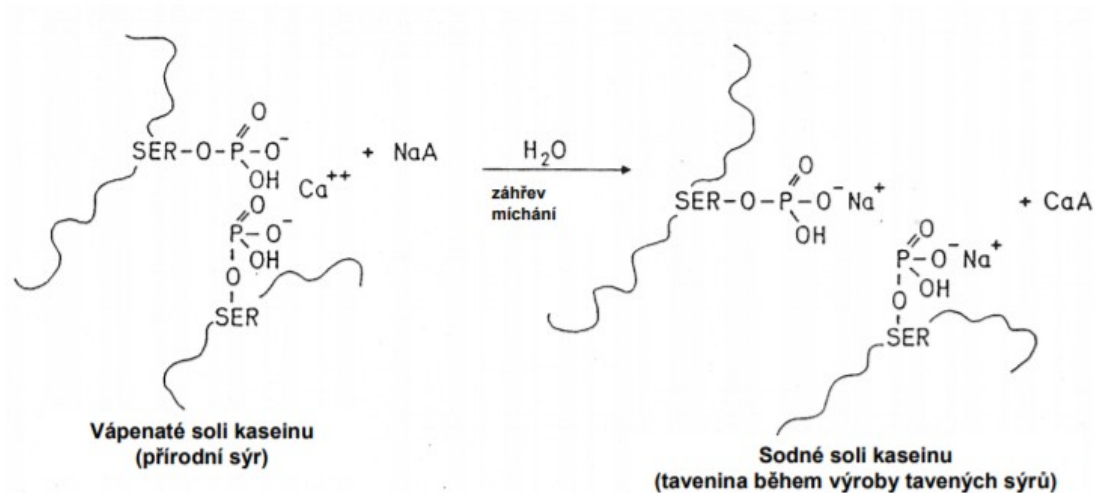
Další přísadou, používanou jako konzervační prostředek v tavených sýrech, jsou bakteriociny. Bakteriociny jsou polypeptidové sloučeniny produkované mnoha bakteriemi, které mohou inhibovat růst patogenních a nežádoucích mikroorganismů v mléčných a potravinářských produktech. Příkladem může být nisin, který je účinný proti gram-pozitivním bakteriím a je produkován určitými kmeny *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* [11, 14].

1.2.1 Tavící soli

Nedílnou součástí při výrobě tavených sýrů jsou tavící soli [16].

Obecně se tavící soli skládají ze sodíku a fosfátu. Tyto soli se běžně přidávají v množství až do 3 g/100 g výrobku. Tavící soli nepůsobí sami o sobě jako emulgátory, ale za pomoci tepla podporují řadu fyzikálně chemických změn ve směsi sýra, za jejichž pomoci dochází k rehydrataci agregovaného para-kaseinu a jeho přeměně na emulgační činidlo. Ačkoliv je použití tavících solí při výrobě velmi důležité, může docházet k „předávkování“ těmito solemi, což vede k hořkosti v konečném výrobku [11, 16, 27].

Všechny druhy tavených sýrů se vyrábějí pomocí tavících solí. Tyto soli pomáhají při fyzikálně chemických změnách v sýru během zpracování, podporují uvolňování vápníku z kaseinu, regulují pH a pomáhají při dispergaci tukových kapiček [6, 38]. Přidané množství tavících solí pomáhá uvolňovat vápník vázaný na molekulu proteinu, což umožňuje, aby kasein přímo interagoval a emulgoval přítomný tuk, což vede ke tvorbě homogenního výrobku s dispergovanými tukovými kapičkami [16, 28]. Při výrobě tavených sýrů se ve velké míře používají soli na bázi sodíku, a to z důvodu tvorby slané chuti, aniž by docházelo ke vzniku hořké chuti. Použití chloridu sodného ovlivňuje vodní aktivitu sýra, což může mít za následek méně stabilní výsledný produkt. Množství sodíku lze redukovat snížením množství tavících solí, což negativně ovlivňuje homogenizaci tuků a stabilitu výsledného výrobku [29, 30].



Obr. 2. Znárodnění výměny iontů sodíku za ionty vápníku při tavení přírodních sýrů [37].

Tavicí soli mají schopnost ovlivňovat různé děje, jako je výměna Ca^{2+} iontů v tavenině za Na^+ , ovlivňují pH, disperzi kaseinu, emulzi tuků a tvorbu výsledné struktury taveného sýra. Účinky tavicích solí mají vliv na funkční vlastnosti taveného sýra, které jsou rozhodující pro výběr konkrétního typu tavicí soli. Účinnost tavicích solí závisí na pH, iontové síle, teplotě apod. Fosfáty lépe vážou vápník než citráty a jejich vazebná schopnost je ovlivněna zejména hodnotou pH, především u fosfátů s krátkým řetězcem [15, 16, 27].

1.2.1.1 Citráty

Citráty jsou soli kyseliny citrónové. Systematický název kyseliny citrónové je kyselina 2-hydroxypropan-1,2,3-tri karboxylová, či kyselina 3-karboxypentandiová. V závislosti na stupních disociace tvoří kyselina citrónová citráty, hydrogen-citráty a di-hydrogen citráty. Soli na bázi citrátu se získávají nahrazením kyselých atomů vodíku kationty z tri bazické kyseliny citrónové. Například neutralizace vodíkových iontů kyseliny citrónové s ionty sodíku má za následek vznik tří typů solí: mono-, di-, a tri-citrátu sodného. Citrát sodný byl k výrobě sýrů použit jako první. Citrátové soli jsou rozpustné ve vodě a hodnoty pH se pohybují v rozmezí od 3,8 do 8,2 (1 g/100 ml), přičemž s větším množstvím nahrazeného vodíku se sodíkem se pH zvyšuje. Citrát monosodný a disodný má za následek, že výsledný produkt má kyselou chuť se špatnou strukturou, takže se k úpravě pH nepoužívají samostatně, ale pouze ve směsích. Kromě uvedených citrátových solí byly také hodnoceny jiné

formy citrátů, jako například citráty draselné nebo amonné. Ovšem tyto typy citrátů produkují hořkou chuť, která je během skladování ještě výraznější [14, 19, 31].

1.2.1.2 Fosfáty

Fosforečnany jsou sloučeniny odvozené od kyseliny trihydrogenfosforečné (H_3PO_4). Rozlišujeme fosfáty monomerní a polymerní. Monofosfáty jsou také známé pod názvem ortofosfáty. Polymerní fosfáty se získávají z kyselých ortofosforečnanů tepelným zpracováním a mohou být rozděleny do tří skupin: polyfosfáty tvořené lineárními řetězci, metafosforečnany tvořící kruhy a zesítené ultrafosfáty. Polyfosfáty tvořené lineárním řetězcem můžeme ještě rozdělit na polyfosfáty s krátkým a dlouhým řetězcem. Při výrobě tavených sýrů jsou nejdůležitější polyfosforečnany s krátkým řetězcem a polyfosforečnany s dlouhým řetězcem, které jsou někdy (nesprávně) označovány jako hexametaposforečnany. Rozpustnost fosfátů ve vodě je různá. Například tripolyfosforčnan sodný je jedním s nejméně špatně rozpustných fosforečnanů sodných a na druhou stranu polyfosforečnany s dlouhým řetězcem mají velmi vysokou rozpustnost, ale rozpouštění může být velmi pomalé [16, 32, 33].

Rychlost hydrolyzy v tavených sýrech závisí na teplotě zpracování, pH, obsahu vody, koncentraci Ca^{2+} a teplotě skladování. V kyselém prostředí se polyfosfáty rychle hydrolyzují, zatímco v neutrálním a slabě zásaditém pH jsou při pokojové teplotě stabilní [34, 35]. Působením fosforečnanových solí dochází k úpravě a stabilizaci pH, které se pro tavené sýry pohybuje mezi 5,6 až 6,1. Z důvodů různých hodnot pH fosforečnanů, je třeba zvolit vhodnou kombinaci pro dosažení optimální hodnoty pH [36, 33, 34].

Kyselina fosforečná může tvořit tři sodné soli nahrazením vodíku sodíkem. Tyto soli jsou dihydrogenfosforečnan monosodný (MSP), hydrogenfosforečnan sodný (DSP) a fosforčnan trojsodný (TSP). Někteří výrobci se snaží snížit obsah sodíku, proto v některých případech používají draselné soli kyseliny fosforečné. Mohou se používat buď samostatně, nebo v kombinaci s jinými solemi. I když jsou draselné soli více rozpustné než soli sodné, při výrobě sýrů se běžně nepoužívají, neboť se vyznačují hořkou chutí [15, 31, 37].

Fosforečnany mají schopnost výměny vápenatých iontů za ionty sodné a tím dochází k přeměně parakaseinu vápenatého na rozpustnější formu parakaseinan sodný. Díky výměně iontů se při výrobě tavených sýrů tvoří homogenní struktura konečného výrobku [16, 33, 38]. V závislosti na množství fosfátů v molekule je ovlivněna schopnost iontové výměny

skupin fosforečnanů. Se zvyšujícím se počtem fosforů ve sloučenině roste afinita ke kationtům, a to v pořadí – polyfosforečnany > difosforečnany > ortofosforečnany [16, 27, 33].

1.2.2 Tavení

Tavení sýrů probíhá buď diskontinuálním nebo kontinuálním způsobem. Diskontinuální způsob je celosvětově více rozšířen. U tohoto způsobu výroby nejdříve dochází ke smíchání všech složek, které se nakrájí na menší části a poté se přidává směs tavících solí v množství 2-3 % (w/w) [39]. Teplota používaná při výrobě tavených sýrů se pohybuje mezi 72 a 145 °C. Proto se tyto výrobky můžou charakterizovat jako pasterizované nebo sterilizované. Obecně je u sterilizovaných výrobků eliminována tvorba aerobních a anaerobních spor mikroorganismů, (jako jsou zástupci rodů *Bacillus*, *Geobacillus*, *Clostridium*), které mohou během skladování klíčit a růst [15, 16, 40]. U pasterizovaných výrobků musí činit minimální teplota při zpracování 72 °C po dobu 15 s [11, 41].

Kontinuální způsob spočívá v tavení směsi pomocí přímé páry o teplotě 120-145 °C. Poté dochází za podtlaku k ochlazení na teplotu 80-90 °C. Následuje dávkování taveniny do předem připravených forem vyloženými hliníkovou fólií. Tavené sýry jsou vyrobené rozmělněním, mícháním a roztavením jednoho nebo více přírodních sýrů, vody, tavících solí a dalších složek, které jsou pomocí míchání a působení teploty zpracované do hladké, homogenní směsi. Při zpracování sýru dochází k přeměně nerozpustných mléčných bílkovin na hydratovanou dispergovanou formu, která váže vodu, emulguje volný tuk, který se ze sýra uvolňuje během zpracování a vytváří se tak fyzikálně chemicky stabilní výrobek. Tato stabilita výrobku je zajištěna působením tavících solí, které se přidávají v množství 1,5 – 3,0 g /100 g výrobku [16].

Zařízení pro tepelné zpracování sýra je zhotoveno tak, aby poskytovalo vynikající míchací účinek pro vznik emulze tukových kapiček v hydratované fázi. Tato zařízení stimulují homogenizační efekt, proto se homogenizátory zpravidla nepřidávají. Pokud je homogenizace požadována, měl by být homogenizátor umístěn až za vařičem [36]. Teplá roztavená sýrová hmota může být tedy homogenizována prvním i druhým stupněm za použití tlaku 15 a 5 MPa. Homogenizace má řadu výhod, mezi které můžeme zařadit například to, že napomáhá dalšímu míchání a redukci velikosti větších částic, podporuje disperzi tukových kapiček, vede k hladší a krémovější konzistenci horké směsi a napomáhá k pevnější konzistenci hotového výrobku. Bylo zjištěno, že homogenizované sýry s vyšším obsahem tuku mají tvrdší

konzistenci. Homogenizace se často používá i při výrobě sýrů s vyšší vlhkostí [22, 36, 77, 77].

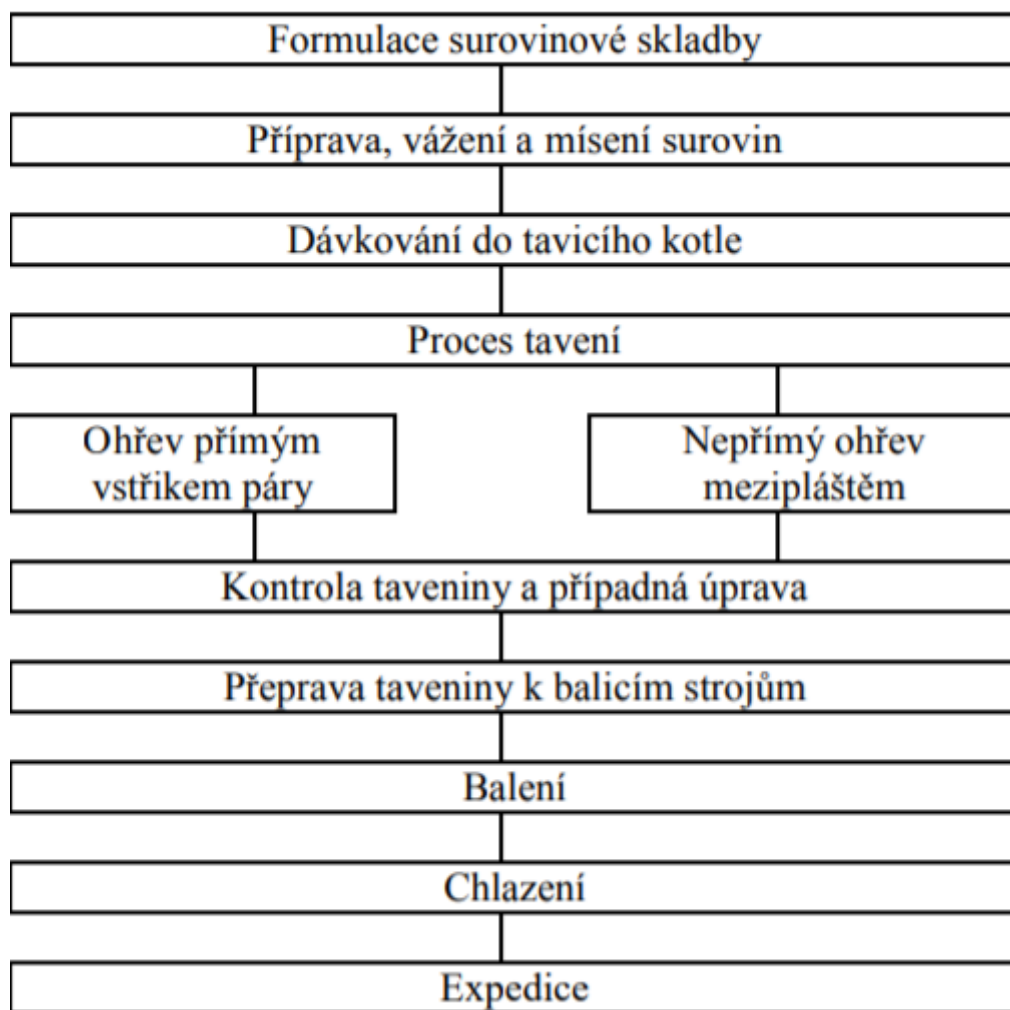
1.2.3 Balení a skladování

Tavený sýr může být dopraven čerpadlem do plnicího nebo balícího stroje, nebo může být přemístěn v mobilních nádobách. Použití mobilních nádob není z hlediska možnosti kontaminace příliš využíván [22]. Ještě teplá hmota, jejíž teplota by během balení neměla klesnout pod 65-70 °C, se plní do forem nebo obalů a obvykle se chladí při teplotě 4–8 °C. Během tohoto období roztavená směs získává požadovaný tvar a strukturu [3, 51, 52].

Konečný výrobek je většinou balen do skla, plechovek nebo lepenkových obalů [42]. U nás se sýry balí nejčastěji do hliníkové fólie opatřené odtrhávacím proužkem, plastických kelímků nebo vaniček a do tuby nebo střívka uzavřené sponou [43]. Obal musí být nepropustný, aby nedošlo k dehydrataci výrobku odpařením vody, což vede ke změně struktury a vzhledu výrobku a také ztrátě hmotnosti. Dále je potřeba zabránit kontaminaci výrobku mikroorganismy, které mohou být patogenní a způsobit znehodnocení výrobku. Propustnost obalu může být také příčinou změny chuti výrobku získanou absorpcí příchuti z vnějšího prostředí. Také např. přístup kyslíku může způsobit oxidaci tuku a změnu chuti výrobku. V neposlední řadě by měl obalový materiál chránit sýr před mechanickým poškozením [42, 44, 45].

Plátkové tavené sýry se balí individuálně každý plátek do tenké fólie a jsou určeny na výrobu sendvičů. Trvanlivost tavených sýrů je přibližně 3-5 měsíců, tavený sýr, balený v plastové folii by měl mít trvanlivost minimálně 3-4 měsíce, plátkový sýr 8 týdnů [43, 46].

Během doby skladování dochází k hydrolýze bílkovin, především kaseinu, což vede ke snižování interakcí mezi proteiny a v důsledku toho má konečný produkt měkčí strukturu [47]. K rozsáhlé hydrolýze kaseinu dochází ve větší míře u více zralých přírodních sýrů v porovnání se sýry s nižším stupněm zrání. Naopak sýry s nižším stupněm zrání poskytují sýrům pevnější a pružnější strukturu [38]. Zatímco zralejší sýry dodávají výrobku plnou chuť, méně zralé sýry mohou vést k výrobě sýru bez chuti [14]. Z tohoto důvodu mohou být při výrobě sýrů přidávány enzymově modifikované sýry, které napomáhají dozrání sýru namísto přírodní proteolýzy [48].



Obr. 3. Schéma diskontinuální výroby tavených sýrů [53].

2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ FUNKČNÍ VLASTNOSTI TAVENÝCH SÝRŮ

K nejsledovanějším vlastnostem tavených sýrů patří jejich konzistence, která může být ovlivněna různými faktory, mezi které patří složení surovinové směsi, jako je například vliv obsahu sušiny, tuku, složení tavících solí, hydrokoloidů a jejich koncentrace, procesy při výrobě (rychlost míchání, teplota, rychlost chlazení) a teplotou a délkou skladování [37, 38].

2.1 Vliv skladby surovin při výrobě taveného sýra

2.1.1 Přírodní sýr

Většina tavených sýrů je vyrobena z přírodních sýrů, které mají vliv jak na chuť, tak na konečné vlastnosti výrobků. Mezi vlastnosti, které zásadně ovlivňují výsledný produkt je zralost, složení sýra a jeho množství [14, 15]. V průběhu zrání dochází u přírodních sýrů k hydrolyze bílkovin, zejména kaseinu a dochází ke snížení interakcí mezi proteiny. Tím získáváme výrobek s měkčí strukturou a plnou chutí [14, 47]. Naopak méně zralé sýry obsahují větší množství neporušeného kaseinu, čehož se využívá při výrobě sýrů, u kterých se požaduje pevnější a pružnější struktura. I když výroba tavených sýrů z méně zralých přírodních sýrů je ekonomicky výhodnější, může jejich použití vést k získání produktu s méně výraznou chutí a gumovité konzistence [38]. Proto se při výrobě hledá optimální složení s použitím méně zralé a prozrálejší suroviny [49].

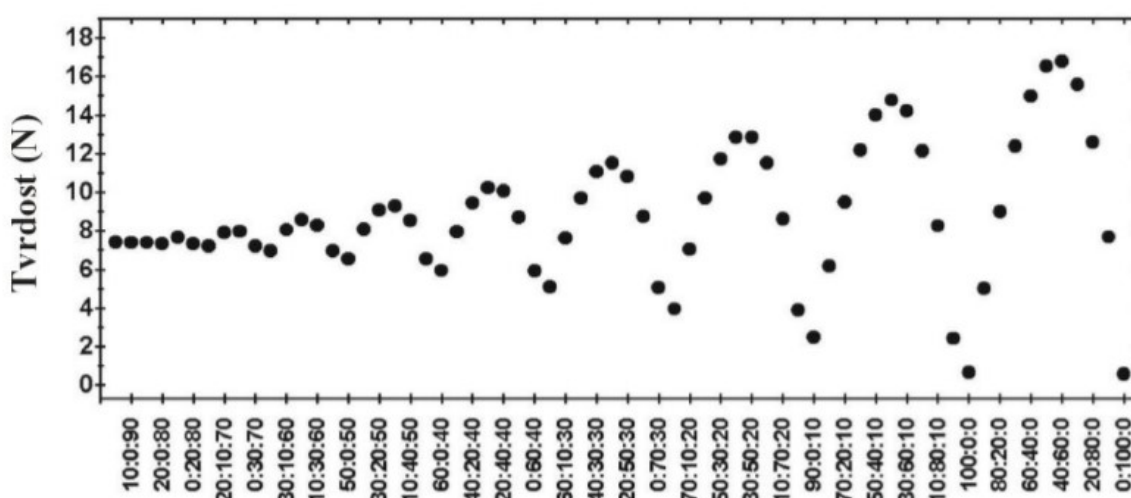
2.1.2 Tavící soli

Tavící soli se při výrobě tavených sýrů používají z důvodu dosažení jemné a homogenní struktury vyráběné směsi, k zabránění odlučování vody a tuku a také jsou schopny odštěpení vápenatých iontů v přírodním sýru. Při výrobě tavených sýrů se využívají komerční směsi tavících solí, které obsahují dva až tři druhy těchto solí, jejichž vzájemné poměry výrobce tavených sýrů nezná [15, 16].

Vlivem tavících solí na tvrdost taveného sýra se zabývalo několik studií, při kterých bylo zjištěno, že nejnižší tuhost byla zjištěna při použití monofosforečnanu a nejvyšší tuhost tavených sýrů při použití polyfosforečnanu [15, 16, 50]. Zvyšující se tvrdost tavených sýrů souvisí se schopností tavících solí rozptylovat kaseinové bílkoviny, které pochází

z přírodních sýrů [51]. Během chlazení dochází k interakcím některých složek, což má za následek znovu spojení rozptýlených kaseinů a tím ke vzniku trojrozměrné matrice [23].

Z výsledků také vyplynulo, že při zvyšující se koncentraci POLY (polyfosforečnan), klesajícím množství DSP (hydrogenfosforečnan sodný) a nulovém množství TSPP (difosforečnan sodný) tuhost vzorků roste. Stejné výsledky byly zaznamenány i při nulovém množství DSP, klesajícím podílu TSPP a zvyšujícím množství POLY [52].



Obr. 4. Závislost tvrdosti sýra na vzájemném poměru hydrogenfosforečnanu sodného, difosforečnanu sodného a sodné soli polyfosforečnanu [53].

Sýry s vysokou tvrdostí vznikají pravděpodobně při velmi nízkém nebo nulovém obsahu polyfosforečnanů ve směsi s monofosforečnany a dostatečném množství difosforečnanů. Toto složení směsi tavících solí vede ke tvorbě silných gelů kaseinových proteinů a schopnosti malých monofosforečnanů proniknout mezi kaseiny a vázat pevně vodu. Při použití vyššího obsahu polyfosforečnanů (do 60 %) ve směsích s monofosforečnany a difosforečnany dochází k zesilujícím účinkům polyfosforečnanů na matici taveného sýra. Polyfosforečnany mají schopnost udělit kaseinům negativní náboj, a to má za následek snížení specifického poměru monofosforečnanů a difosforečnanů. Tím se získávají sýry s tvrdostí, která se při rostoucí koncentraci polyfosforečnanů s konstantním poměrem monofosforečnanů a difosforečnanů snižuje. Při použití velkého množství polyfosforečnanů (60 % a více) ve směsi s monofosforečnany a difosforečnany je vliv polyfosforečnanu na vznik trojrozměrné sítě v taveném sýru zcela převládající. Polyfosforečnany dispergují kaseinové řetězce, na

kteřé jsou polyfosforečnany navázány a dochází ke zvýšení jejich hydratace. Přítomný tuk je snadno emulgován dispergovanými kaseiny a monofosforečnany a difosforečnany neprojeví své vlastnosti. Tím dochází ke vzniku tavených sýrů s tvrdší strukturou [53].

2.1.3 Vliv hydrokoloidů

Použitím hydrokoloidů dochází nejen ke snížení výrobních nákladů, ale také ke tvorbě struktury a stability konečných výrobků. Hydrokoloidy jsou vysokomolekulární látky sacharidické nebo bílkovinné povahy, které se vyznačují vysokou schopností vázat vodu. Používají se při zahušťování výrobků a zabraňují uvolňování vody během skladování [54].

K nejvíce používaným hydrokoloidům při výrobě tavených sýrů patří karagenany, xantánová guma a nativní a modifikované škroby. Při použití hliníkových fólií se používají především karagenany, které mají schopnost snižovat lepivost tavených sýrů právě k těmto fóliím [16, 55].

Hlavními složkami škrobu jsou amyulóza a amylopektin. Různými studiemi bylo zjištěno, že škroby s vysokým obsahem amyulózy (kukuřičný nebo bramborový) poskytují tavené sýry s tvrdší konzistencí než sýry vyrobené za pomoci škrobů s nižším obsahem amyulózy. Vyšší tvrdost je pravděpodobně způsobena uvolňováním amyulózy ze škrobových granulí do matrice sýra, což má za následek zvýšení vodíkové vazby mezi molekulami sacharidů a bílkovin [56, 57, 58].

2.2 Vliv chlazení

Na konzistenci a další vlastnosti (reologické) sýra může mít vliv i rychlost a teplota chlazení. Studium vlivu chlazení se zabývali Piska a Štětina (2004), kteří pro svůj výzkum použili Eidamský blok – sýr holandského typu s obsahem tuku 45 % (w/w) a sušiny 58 % (w/w); Moravský blok – tvrdý sýr s obsahem tuku 45 % (w/w) a sušiny 61 % (w/w) a Zlato – polotvrdý sýr s obsahem tuku 50 % (w/w) a sušiny 50 % (w/w). Pro experiment bylo připraveno pět sýrových směsí s různými kombinacemi sýrů o různém stupni zralosti a ve všech směsích byl použit mladý sýr Zlato.

	SÝROVÁ SMĚS			
Vzorek	Moravský blok	Eidamský blok	Zlato	Index proteolýzy [%]
I	zralý	zralý	mladý	18,0
II	zralý + mladý (2/3 + 1/3)	zralý	mladý	15,3
III	zralý + mladý (1/3 + 2/3)	zralý	mladý	12,7
IV	mladý	zralý	mladý	10,2
V	mladý	mladý	mladý	8,4

Tab. 1. *Sýry používané pro výrobu sýrových směsí [59].*

Vzorky sýrů byly připraveny ve vařiči na tavení sýrů s použitím másla, vody a tavících solí (Giulini Chemie GmbH & Co. OHG, Německo v množství 2,6 % (w/w)) při teplotě 95 °C po dobu 3 minut. Po zabalení do hliníkových folií byl sýr tvarován do bloku o velikosti 45 x 45 x 25 mm o hmotnosti 50 g. Následně byl výrobek chlazen. Nejdříve byly tavené sýry ponechány při pokojové teplotě 20-23 °C po dobu 8 hodin a následně byly přepraveny ke chlazení při teplotě mezi 12-16 °C na 24 hodin. Posledním krokem bylo ponechání tavených sýrů při teplotě 5-8 °C. Na základě sensorického vyhodnocování výsledků bylo zjištěno, že při zvyšujícím se poměru zralých surovin se snížila tvrdost a lepivost tavených sýrů. Rychlé chlazení vedlo ke snížení tuhosti a zvýšení lepivosti k hliníkové fólii taveného sýra. Rychlé ochlazení mělo tedy významnější vliv na texturu než zralost surovin [59].

2.3 Vliv pH

Také přirozené pH ovlivňuje kvalitu a vlastnosti konečného výrobku, i když během výroby tavených sýrů se provádí úprava pH [23]. Optimální hodnota pH taveného sýra je 5,6-6,1. Kyselé sýry s hodnotou pH mezi 4,6-4,9, která je blízko izoelektrického bodu (4,6) jsou

suché, tvrdé a s drobivou strukturou. Snížení náboje k izoelektrickému bodu způsobuje agregaci proteinu a snížení afinity vody a tím dochází ke výše zmíněným vlastnostem taveného sýru. Sýry s hodnotou pH vyšší než 6 jsou naopak velmi měkké a elastické, protože proteiny jsou vysoce nabité a mají schopnost více vázat vodu a zvýšit obsah vlhkosti konečného výrobku [49, 50].

3 MASTICHOVÁ GUMA

Nejstarší odkazy na mastichovou gumu se datují až k 5 stol. př. n. l., kdy byla mastichová guma využívána na vaření, přípravu nápojů, kosmetiky a pro léčbu žaludečních použití [60]. *Pistacia lentiscus* preferuje suché subtropické klima a vyskytuje se v pobřežních středomořských oblastech jižní Evropy a severní Afriky a na některých ostrovech ve Středomoří jako Sicílie, Sardinie a Kypr na dobře texturovaných a vápenatých půdách. Neužívá se v místech s vysokým výskytem podzemních vod, protože podzemní vody zabraňují provzdušnění kořenů a mohou způsobit jejich vysychání. Strom je citlivý na chlad a mráz. Pěstovat se může do nadmořské výšky až 500 m na vlhkých jižních svazích, které jsou uzavřeny severovýchodnímu větru. Při příliš vysokých, nebo naopak při teplotách příliš nízkých se úroda snižuje. Pokud jsou kmeny a větve umístěny na slunci, dochází ke zvýšené úrodě mastichové gummy. Strom *Pistacia lentiscus* je pěstován na Egejském ostrově Chios a často bývá vysazován spolu s olivovníky [61, 62].

Ačkoli produkt stromu *Pistacia lentiscus* bývá označován jako guma, je masticha tvrdou pryskyřicí, která se vyrábí narušením kmenové kůry malého stromu. Z důvodu pomalu rostoucího stromu *Pistacia lentiscus* není ekonomický výnos příliš velký. Výroba mastichy byla pod kontrolou a dozorem státu už i v dobách osmanské vlády, a vzhledem k tomu, že nová generace v současnosti preferuje jako zdroj obživy odvětví cestovního ruchu a služeb, naskýtají se obavy týkající se budoucnosti výroby mastichové gummy [61, 62].

Kromě řeckého ostrova Chios roste tato rostlina přirozeně také na západě Turecka. Produkce mastichy však není v Turecku běžná a téměř celá celosvětová poptávka je zaměřena na ostrov Chios. Mastichová guma je produkována ve formě kapiček ve tvaru slz a je bledě žluté barvy, čirá a křehká. V arabských zemích je dlouhodobě používána na žvýkání, z důvodu osvěžení dechu a pomáhá chránit zuby a dásně. Díky svým aromatickým vlastnostem je vhodná k použití do alkoholických nápojů. Destilací lze také získat esenciální olej, který se používá k aromatizaci a také jako dochucovadlo [60, 61].

Vzhledem k tomu, že Řecko je jeden z nejvýznamnějších zdrojů mezinárodního obchodu s mastichovou gumou, je výroba v Chiosu poměrně přesným ukazatelem světové poptávky. Masticha jako zemědělský produkt je nákladná, protože je vzácná a produkce na ostrově podléhá kontrole Rady Unie Chiosu. *Pistacia lentiscus* začíná produkovat přiměřené množství pryskyřice, přibližně 30 g/rok, ve věku 10-12 let. Úroda se poté postupně zvyšuje na

300-400 g/rok na strom ve věku 50-60 let. U některých stromů je známo, že za příznivých podmínek dokážou vyprodukovat až 1 kg pryskyřice za rok [61].

V polovině čtyřicátých let se roční produkce pohybovala kolem 300 tun. Řecké zdroje odhadovaly produkci 200 tun v roce 1961 a 1963. V roce 1975 byla výroba stanovena na 300 tun. Zdá se tedy, že poptávka byla po určitou dobu udržována přibližně na 200-300 tun ročně. Kromě zemí Blízkého východu, kde se masticha žvýká, je rovněž vyvážena do Evropy a USA. Ve Spojených státech a Evropě je využívána především pro výrobu éterického oleje [61].

Existuje řada různých druhů mastichové gumy, které odpovídají různým stupňům čistoty, velikosti a tvaru. Pryskyřice, která nebyla před sběrem vystavena pádu na zem, je nositelem nejlepší kvality za nejvyšší cenu. Cena mastichové gumy se na trhu pohybuje mezi 100 - 1200 EUR/kg, podle kvality. V posledních letech dochází k neustálému rovnoměrnému růstu cen. Od roku 1997 je Evropskou unií výrobek zařazen mezi výrobky s chráněným označením původu (PDO) [60, 61].

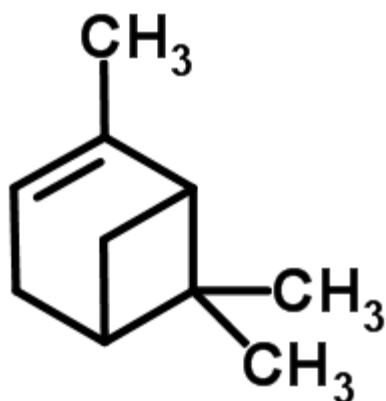


Obr. 5: *Pistacia lentiscus*

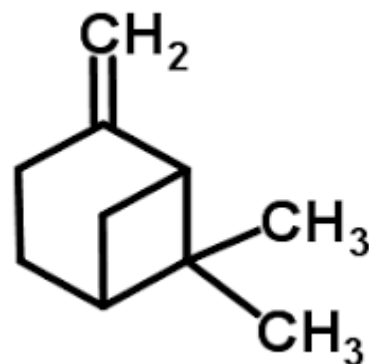
3.1 Charakteristika a chemické složení

Pistacia lentiscus L. var. *chia* je stálezelený keřovitý strom s červenými bobulemi a oválnými tmavě zelenými listy, který je lidstvem uznáván již od středověku. Obvykle dorůstá do výšky asi 2-4 m, výjimečně může narůst až do výšky 5 m. Jeho růst je pomalý a svého plného vývoje dosáhne za 50-60 let. Přirozená podoba rostliny je keřovitá, ale v kultivaci pro masťchovou gumu se zralá rostlina skládá z jednoho nebo dvou tlustých, zakřivených kmenů a korunou ve tvaru deštníku. Jiné druhy *Pistacia*, jako je *Pistacia vera*, také poskytují pryskyřici, avšak *Pistacia lentiscus* je jako jediná komerčně využívána [61, 63].

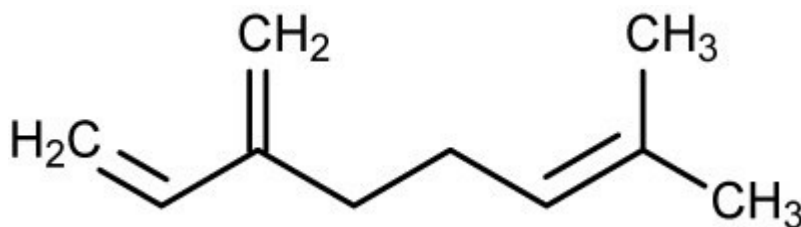
Masticha je nerozpustná ve vodě, ale je rozpustná v různých organických rozpouštědlech, včetně methanolu, dimethylsulfoxidu, acetonu a chloroformu. Hlavními složkami masťchové gumy jsou: α -pinen, β -myrcene, β -pinene, limonen a β -aryophyllen [60].



α -pinen



β -pinene



β -myrcene

Obr. 6: Chemická struktura některých významných složek *Pistacia lentiscus*.

Při výrobě oleje destilací získáváme kromě oleje, který obsahuje sekundární metabolity jako myrcén, limonen, terpinen-4-ol, alfa-pinen, beta-pinen, alfa-phelandren, sabinen, para-cymen a gamma-terpine i mastichovou vodu s obsahem verbenonu, α -terpineolu, linaloolu a trans-pinocarveolu. Bobule z *Pistacia lentiscus* jsou bohaté na antokyany, které mají antioxidační účinky. Stejně antioxidační vlastnosti mají i listy z mastichy, obsahující flavonoidy [64, 65, 66, 67].

3.2 Zpracování

Zpracováním mastichy získáváme tři hlavní produkty: pryskyřici, lisovaný olej z bobulí a esenciální olej z květů, listů a větví [68]. Pryskyřice, produkovaná samčím stromem, je z ekonomického hlediska velmi cenná. I když samičí rostlina pryskyřici také produkuje, pěstování samčích rostlin je upřednostňováno z důvodu vyšší kvality a většího množství produktu. V zimních měsících jsou stromy mastichy prořezávány tak, aby získaly tvar a kapající pryskyřice mohla být snadno sesbírána. V tomto období je také oblast povrchově zorána. Vzhledem k tomu, že kořeny stromu se nachází blízko povrchu země, nesmí se provádět hluboká orba. Na začátku léta se zarovná půda pod stromy na ploše, kam později masticha kape. Dalším krokem je umístění uhličitanu vápenatého rozprostřeného pod jednotlivé stromy, aby se zabránilo tomu, že masticha spadne na půdu a ztratí svoji kvalitu. V Chiosu je sběr pryskyřice omezen na 3 měsíce od července do října. První lehké zářezy se provádí, když je strom asi šest let starý. Do kůry kmene a hlavních větví se vytvoří řada krátkých, mělkých řezů o délce 10-15 mm a hloubce 2-3 mm. Počet zářezů je ovlivněn stářím stromu. Další řezy se provádějí v intervalech přibližně jednoho týdne. První období nařezávání pokračuje po dobu 5 až 6 týdnů. Zpočátku se pryskyřice vylučuje jako koloidní čirá kapalina, která po 15-20 dnech tuhne do různých tvarů. Poté, co poslední pryskyřice ztuhne a vysuší se, je proveden první sběr. Ten se provádí tak, že se sesbírá pryskyřice, která spadla na zem a i ta, která se drží na kmeni stromu. Vytekla pryskyřice se suší na půdě pokryté uhličitanem vápenatým po dobu až jednoho měsíce a nežádoucí části se odstraňují kombinací prosévání a ručního třídění. Vysušené kapky se sbírají ručně v ranních hodinách a skladují se na suchém a chladném místě v dřevěných bednách. pryskyřice závisí na atmosférické teplotě, expoziční době v přírodě a velikosti [61, 69].



Obr. 7: *Pistacia lentiscus* a rozprostřený uhličitan vápenatý.

3.3 Použití mastichy

Strom mastichy má širokou škálu využití, od ochrany půdy před erozí, až po potravinářský průmysl a léčebnou kosmetiku. Takovéto rostliny se nazývají víceúčelové. Na Středním východě se používá zejména k ochraně zubů a dásní a k dosažení čerstvého dechu. Díky svým aromatickým vlastnostem je také přidávána do alkoholických nápojů. Z literatury je patrné, že mastichová guma je široce využívána v medicíně a farmacii [60, 61].

V 80.tých letech byla provedena první klinická studie o účincích mastichy při léčbě vředů dvanáctníku u lidí. Tato klinická studie byla provedena na 38 pacientech se symptomatickým a endoskopicky prokázaným dvanáctníkovým vředem. Pro porovnání účinku byli pacienti rozděleni do dvou skupin. V první skupině byla podávána mastichová guma v množství 1 g denně u 20 pacientů a v druhé skupině byla podávána jako placebo laktóza v množství 1 g denně u 18 pacientů po dobu dvou týdnů. Symptomatickou úlevu potvrdilo 16 (80 %) pacientů po podávání mastichové gumy a 9 (50 %) pacientů po použití placebo. Navíc se po endoskopickém vyšetření vředu ukázalo, že vřed byl vyléčen u 14 (70 %) pacientů, kteří užívali mastichovou gumu a u 4 (22 %) pacientů užívající placebo. Rozdíly mezi léčbami byly velmi významné. Maticha byla dobře snášena a nevyvolávala vedlejší účinky. Byl učiněn závěr, že mastichová guma má léčivý účinek na vředy [70, 71].

Dalšími výzkumy byl dále prokázán antibakteriální účinek mastichy, a to především účinek působení oleje z mastichy v prostředí in vitro na gram pozitivní a gram negativní bakterie, ale i jiné mikroorganismy (houby). Studií bylo zjištěno, že přítomnost mastichového oleje má inhibující účinky na patogenní mikroorganismy a bakterie jako jsou *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus plantarum*, *Pseudomonas fragi* a *Salmonella enteritidis* [75]. Podobná studie, provedena Farmaceutickou fakultou Univerzity v Athénách, dokazuje antimikrobiální účinky proti bakteriím např. *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* a patogenním houbám, a to z důvodu vysoké koncentrace α -pinenů, které mají silné antimikrobiální účinky [72]. V roce 2004 byla v Mezinárodním deníku Food Microbiology review publikovaná studie, provedená Fakultou Food Science & Agricultural Chemistry v Quebecu v Kanadě, o využití mastichového oleje jako faktoru proti botulotoxinu ve výživových substrátech. Výsledky studií ukazují, že množství mastichového oleje v minimální koncentraci 0,3 % zastavuje růst *Clostridium botulinum*, který produkuje botulotoxin [73]. Podle výzkumu University Warwick v Coventry v Anglii z roku 2005 není antimikrobiální účinek mastichového oleje dán pouze některými specifickými složkami oleje, ale je to výsledek synergického působení různých složek, ze kterých je mastichový olej složen [74].

Dále se masticha osvědčila při léčbě dyspepsie, plísni, zbytněných jater, k léčbě ran, jako antiartritidum a při léčbě dny. Některé studie uvádějí pozitivní výsledky mastichového oleje v prevenci a léčbě některých typů rakoviny a také při léčbě peptického vředu a helikobakterie [60, 61].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍLE PRÁCE

Cílem práce bylo zjistit vliv přidané mastichové gummy, v závislosti na její koncentraci, na pH, obsah sušiny a reologické vlastnosti vybraných vzorků tavených sýrů při skladování. Práce byla rozdělena na část teoretickou a část praktickou.

Část teoretická byla zaměřena na:

- charakteristiku tavených sýrů, surovinovou skladbu a jejich výrobu,
- faktory, které ovlivňují funkční vlastnosti tavených sýrů, jako je skladba surovin, vliv chlazení, skladování a vliv pH,
- charakteristiku mastichové gummy, její zpracování a použití.

Cílem praktické části bylo:

- vyrobit modelové vzorky tavených sýrů s tavícími solemi a s přídavkem mastichové gummy o koncentraci 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) s obsahem sušiny 40 % a obsahem 50 % tuku v sušině v konečném výrobku,
- provést měření hodnot pH, stanovit obsah sušiny a vyhodnotit reologické vlastnosti vzorků tavených sýrů v 1., 7., 14., 30. a 60. den skladování vzorků,
- měřené výsledky řádně zaznamenávat a následně měření vyhodnotit.

5 MATERIÁL A METODIKA

5.1 Výroba modelových vzorků tavených sýrů

S požadavky na stanovení cíle byly vyrobeny modelové vzorky tavených sýrů s přidavkem mastichové gummy o koncentraci 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).

Pro výrobu tavených sýrů byly použity tyto suroviny: sýr Eidam s obsahem 50 % (w/w) sušiny, 30 % (w/w) tuku v sušině o zralosti 7 týdnů, máslo s obsahem 82 % (w/w) sušiny, voda, tavící soli a mastichová guma. Jako tavící soli byla použita směs od společnosti Fosfa a. s., Břeclav, ČR, která se skládala s dihydrogenfosforečnanu sodného (NaH_2PO_4) a hydrogenufosforečnanu sodného (Na_2HPO_4) v poměru 3:7 o koncentraci 3 g/100 g hmotnosti taveniny. Mastichová guma (pěstitelské asociace v Chiosu, Řecko) byla přidávána o koncentracích 0,0 % u kontrolního vzorku, 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) z celkové hmotnosti taveniny. Daným surovinovým složením by měl být vyroben produkt s obsahem 40 % sušiny a 50 % tuku v sušině.

Nejdříve byly suroviny pokrájeny na malé kostičky cca 2 x 2 x 2 cm (Eidam, máslo) a byly vloženy do tavícího zařízení na výrobu tavených sýrů. Pro výrobu tavených sýrů byl použit mixérový vařič Vorkwerk Thermomix TM 31-1 (Vorkwerk & Co., GmbH, Wuppertal, Německo) s nepřímým ohřevem. Suroviny byly v mixérovém vařiči zpracovávány po dobu 60 s při 5000 ot/min. Při množství 2000 ot/min byly do směsi přidány tavící soli, voda a mastichová guma. Vše probíhalo při teplotě 90 °C, která byla dosažena asi po 1 min zahřívání. Celková doba tání byla asi 10-12 minut.

Po zahřátí směsi následovalo dávkování taveniny do malých plastových misek o průměru 5,2 cm a výškou 5 cm. Po nalití taveniny byly misky uzavřeny za pomoci teploty hliníkovými víčky. Následovalo chlazení a skladování při teplotě 6 ± 2 °C.

Byly vyrobeny následující modelové vzorky:

- kontrolní vzorek bez přidavku mastichové gummy
- vzorek taveného sýra o koncentraci 0,10 % mastichové gummy
- vzorek taveného sýra o koncentraci 0,25 % mastichové gummy
- vzorek taveného sýra o koncentraci 0,50 % mastichové gummy
- vzorek taveného sýra o koncentraci 0,75 % mastichové gummy
- vzorek taveného sýra o koncentraci 1,00 % mastichové gummy

5.2 Základní chemická analýza

5.2.1 Hodnota pH

Stanovení hodnot pH taveného sýra probíhalo při pokojové teplotě za pomoci kalibrovaného pH-metru (pH Spear, Eutech Instruments, Oakton, Malajsie). Měření se provádělo vpichováním skleněného hrotu do vzorku taveného sýra do šesti různě rovnoměrně rozložených míst ve vaničce modelových vzorků sýrů. K získání co nejpřesnějších výsledků se měření provádělo ve třech po sobě jdoucích opakováních.

5.2.2 Stanovení obsahu sušiny

Při sušení dochází k odstranění vody, které probíhá za zvýšených teplot za definovaných podmínek. Nejdříve se připravilo odpovídající množství misek s pískem, do kterých byla vložena skleněná tyčinka na důkladné promíchání písku se vzorkem sýra. Do každé z těchto misek bylo následně na analytických vahách naváženo přibližně 3 g vzorku sýra o různých koncentracích mastichové gumy a důkladně promícháno. Poté se misky s důkladně promíchaným obsahem vložily do elektrické sušárny a byly vystaveny teplotě 102 ± 2 °C. Po dosažení konstantní hmotnosti se vzorky nechaly vychladnout a následně se provedlo jejich zvažení.

Procentuální obsah sušiny se stanovil podle rovnice (1) [80]:

$$w_s = \frac{m_{DW}}{m_{FW}} \quad (1)$$

Kde:

w_s	hmotnostní zlomek sušiny
m_{DW}	hmotnost vzorku po usušení [g]
m_{FW}	hmotnost vzorku před sušením [g]

5.3 Stanovení viskoelastických vlastností

Na stanovení viskoelastických vlastností slouží metoda dynamické oscilační reometrie. Při měření byl použit reometr (Rheostress 1, Haake, Brémy, Německo), s geometrií deska-deska o průměru 3,5 cm s mezerou ve štěrbině 0,1 cm. Měření probíhalo za teploty $20 \pm 0,1$ °C. Nejdříve se musel nechat rotační viskozimetr zahřát na teplotu $20 \pm 0,1$ °C a poté bylo na statickou desku nanášeno potřebné množství vzorku. Následně byla spuštěna oscilační deska. Po spuštění desky bylo setřeno množství přebytečného vzorku a okraje vzorku byly potřeny silikonovým olejem nanášeným na tenkém štětečku. Následovalo měření elastickeho (G') a ztrátového (G'') modulu o frekvencích 0,1 až 100 Hz. Elastickeý modul znázorňuje elasticitu vzorku a ztrátový modul hodnotu viskozity.

6 VÝSLEDKY A DISKUSE

V této diplomové práci byla vyrobena řada modelových vzorků tavených sýrů s přidavkem mastichové gumy o koncentraci 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w). Kontrolní vzorek obsahoval 0 % mastichové gumy. Vyrobené vzorky byly podrobeny chemické analýze, kde se stanovovaly hodnoty pH a sušiny po 1., 7., 14., 30. a 60. dnu skladování. Součástí praktické části bylo také měření viskoelastických vlastností modelových vzorků tavených sýrů.

6.1 Vyhodnocení chemické analýzy

U všech modelových vzorků tavených sýrů byla provedena chemická analýza, kdy byly měřeny hodnoty pH a obsah sušiny.

Hodnota pH taveného sýra se pohybuje mezi 5,6-6,1 a je ovlivněna hodnotou pH použitých přírodních sýrů a přidavkem tavících solí. Tyto soli mají za následek změnu hodnot pH u přírodních sýrů, které se jinak pohybují v rozmezí 5,0-5,5. U hodnot pH 5,5-6,0 se tvoří v tavených sýrech trojrozměrná struktura, ve které dochází ke zpevnění tukových kuliček a k částečné agregaci proteinů. Změna pH vede ke snížení jakosti finálního výrobku. [81, 82, 83].

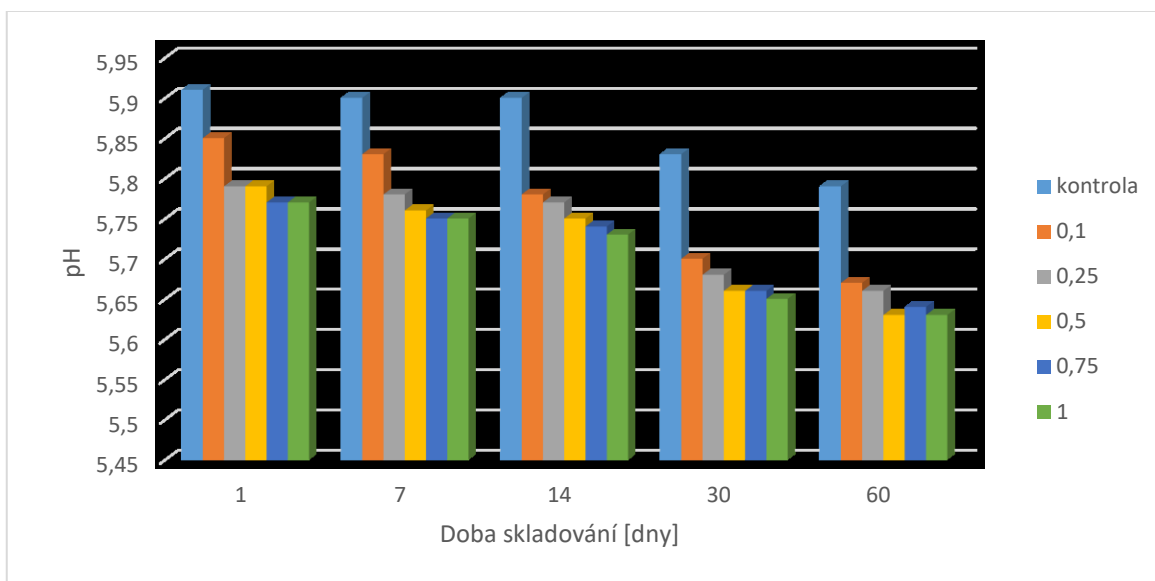
Naměřené hodnoty pH, které byly v jednotlivých dnech měřeny, jsou zaznamenány v Obr. 8 a jsou graficky znázorněny. Z grafu je patrné, že pH modelových vzorků tavených sýrů klesá s dobou skladování a se snižující se koncentrací mastichové gumy. Po prvním dni skladování se hodnoty pH pohybovaly od 5,77 do 5,91; po sedmi dnech od 5,75 do 5,9; po čtrnácti dnech od 5,73 do 5,9; po třiceti dnech od 5,65 do 5,83 a po šedesáti dnech od 5,63 do 5,79.

Po celou dobu skladování se hodnoty pH pohybovaly v optimálních hodnotách pro tavené sýry, které činí 5,6-6,0 [77, 82].

Vzhledem k tomu, že nebyla publikována žádná práce o vlivu mastichové gumy na hodnoty pH, lze se jen domnívat, že k poklesu pH pravděpodobně dochází v důsledku interakcí jednotlivých chemických látek obsažených v mastichové gumě [84].

DEN	1	7	14	30	60
KONTROLA	5,91 ± 0,01	5,90 ± 0,01	5,90 ± 0,01	5,83 ± 0,04	5,79 ± 0,01
MG 0,10	5,85 ± 0,02	5,83 ± 0,01	5,78 ± 0,00	5,70 ± 0,06	5,67 ± 0,01
MG 0,25	5,79 ± 0,01	5,78 ± 0,02	5,77 ± 0,01	5,68 ± 0,02	5,66 ± 0,02
MG 0,50	5,79 ± 0,00	5,76 ± 0,01	5,75 ± 0,00	5,66 ± 0,03	5,63 ± 0,01
MG 0,70	5,77 ± 0,00	5,75 ± 0,01	5,74 ± 0,01	5,66 ± 0,01	5,64 ± 0,01
MG 1,00	5,77 ± 0,02	5,75 ± 0,01	5,73 ± 0,01	5,65 ± 0,01	5,63 ± 0,01

Tab. 2. Průměrné hodnoty v 1., 7., 14., 30. a 60. dni skladování.



Obr. 8: Vývoj hodnot pH modelových vzorků tavených sýrů v průběhu skladování.

Na základě vyhodnocení chemické analýzy, především stanovením hodnot pH, můžeme očekávat určité chování modelových vzorků tavených sýrů, především jejich viskoelastické vlastnosti. Lze předpokládat, že tavené sýry s nižším pH (pod 5,2) budou mít drobnou a tuhou konzistenci, a naopak sýry s pH vyšším než 6,5 budou mít konzistenci velmi měkkou, až roztékavou. Toto chování lze očekávat z důvodů snížení elektrostatické interakce a

nárůstu negativních nábojů proteinů, což má za následek jejich vzájemné odpuzování a snižuje se pevnost vazeb v matici [16, 81].

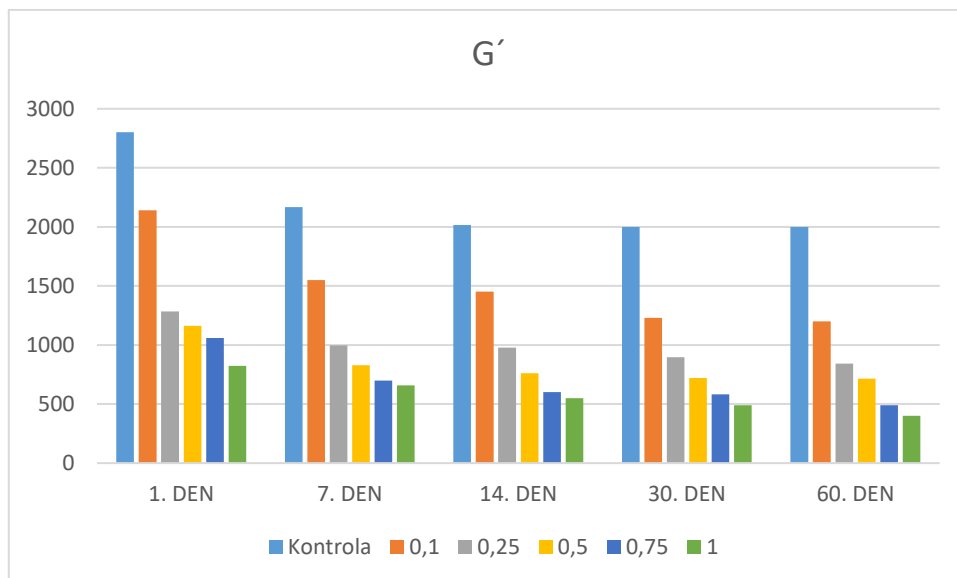
Kromě hodnot pH bylo v rámci základní chemické analýzy stanovení celkové sušiny a změny během skladování. Při daném surovinovém složení měl být vyroben produkt s konečným obsahem sušiny 40 % (w/w).

Obsah sušiny se během skladování pohyboval v rozmezí 39,85-40,55 % (w/w) a tyto hodnoty se během skladování pohybovaly v tomto rozmezí.

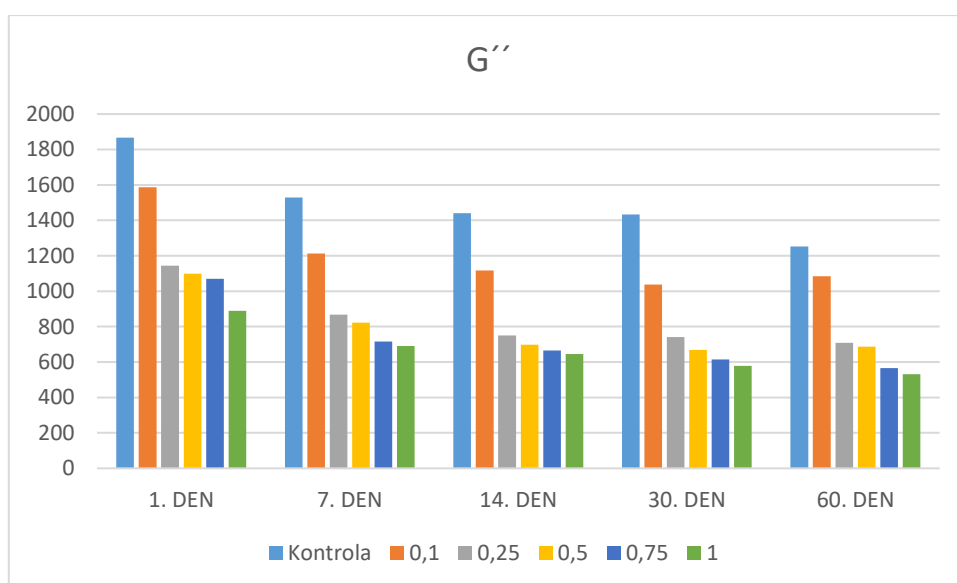
6.2 Vyhodnocení výsledků dynamické oscilační reometrie

Cílem měření bylo vyhodnotit vliv přídavku mastichové gumy na viskoelastické vlastnosti modelových vzorků taveného sýra o koncentraci 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).

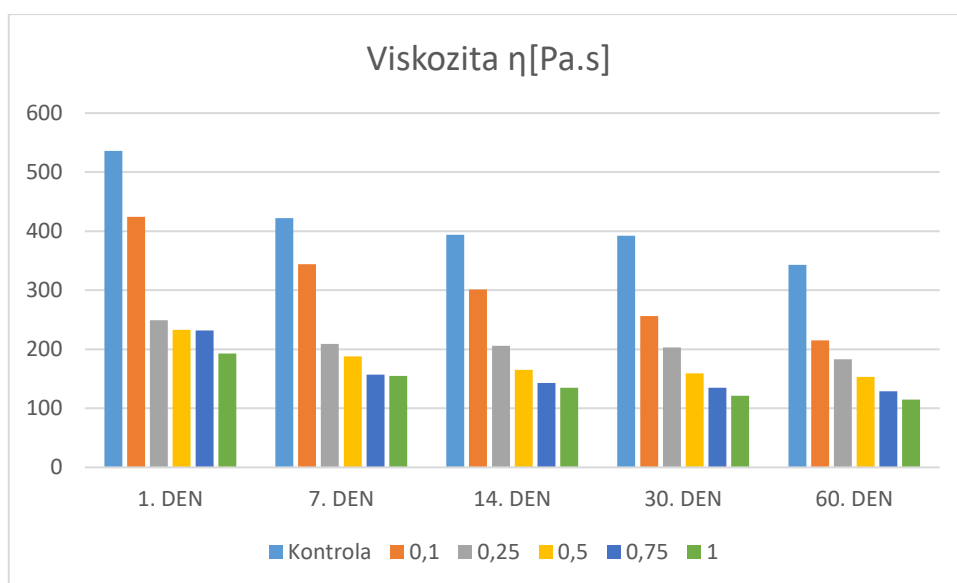
Pomocí dynamického oscilačního smykového reometru byly měřeny hodnoty elastického modulu (G'), ztrátového (G'') modulu a viskozity (η). Měření se provádělo při frekvenci 0,1-100 Hz a výsledky byly zpracovány do grafů pro jednotlivé dny a koncentrace a vyhodnoceny pro frekvenci 1 Hz. Elastický modul znázorňuje elasticitu vzorku a ztrátový modul hodnotu viskozity.



Obr. 9. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], při frekvenci 1 Hz o koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 1., 7., 14., 30. a 60. den.



Obr. 10. Hodnoty ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa], při frekvenci 1 Hz o koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 1., 7., 14., 30. a 60. den.

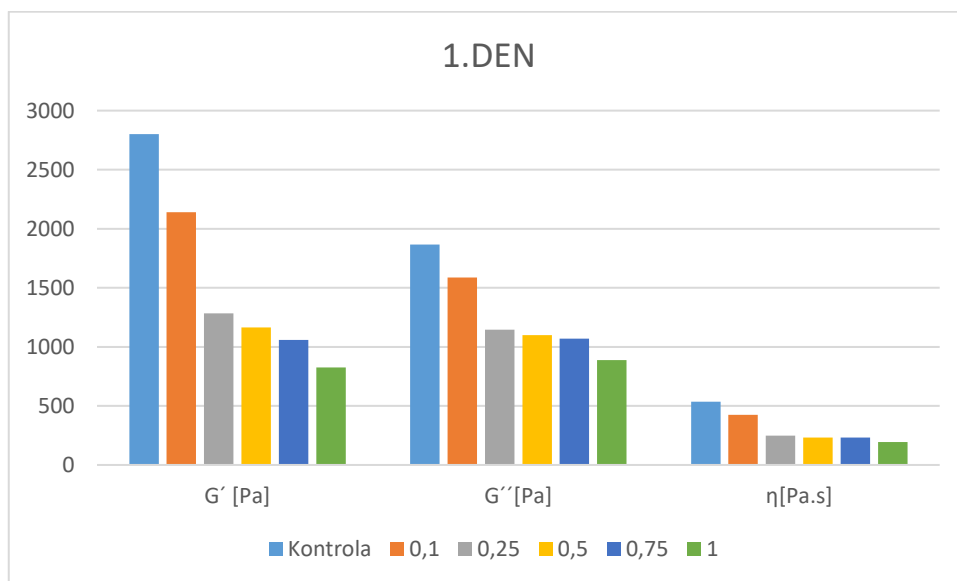


Obr. 11. Hodnoty viskozity η [Pa.s], při frekvenci 1 Hz o koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 1., 7., 14., 30. a 60. den.

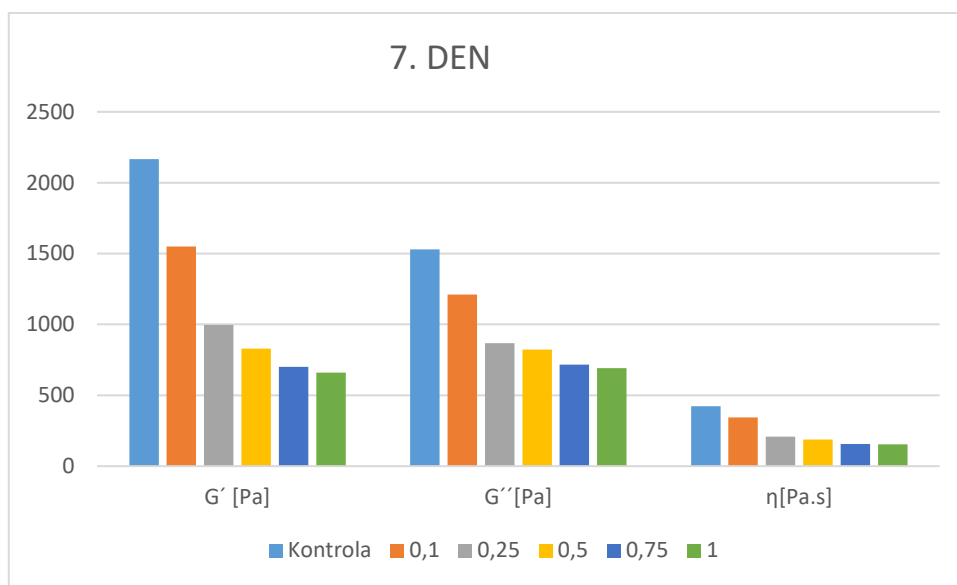
Na obrázku 9-11, které znázorňují hodnoty elastického modulu pružnosti (G'), ztrátového modulu pružnosti (G'') a viskozity pro 1., 7., 14., 30. a 60. den skladování, můžeme vidět, že se zvyšující koncentrací mastichové gumy klesá hodnota jak elastického modulu pružnosti (G'), ztrátového modulu pružnosti (G''), tak i hodnota viskozity. Čím vyšší je hodnota elastického modulu pružnosti, tím více vykazuje látka elastické vlastnosti. Jako elastické látky můžeme označit takové látky, jestliže účinkem vnější síly nastane deformace, která po odstranění vnější síly vymizí a žádná část vložené energie vnější silou se nepřemění na teplo, jedná se o elastické chování. Takové látky jsou především tuhé látky. Ale jestliže naopak účinkem vnější síly hmota teče a po odstranění síly se tok zastaví, označujeme toto chování za viskózní. Takové látky jsou především tekutiny [85].

Z grafu na obrázku 9 je patrné, že hodnota elastického modulu pružnosti dosahovala nejvyšších hodnot po 1. dnu měření. V dalších dnech došlo ke snížení hodnot, které se ovšem

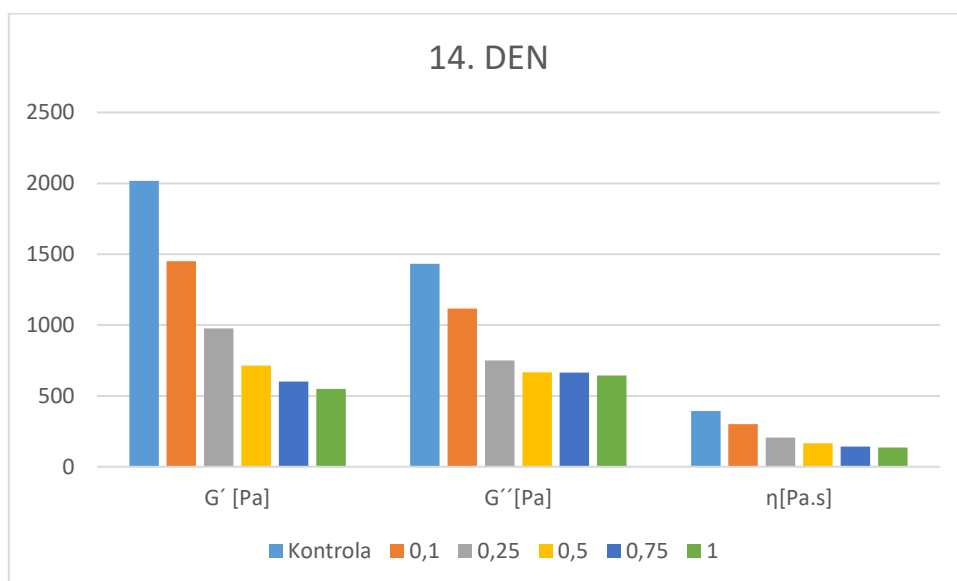
po sledovanou dobu skladování snižovaly jen nepatrně. Stejně tak platí i pro ztrátový modul pružnosti a viskozitu (obr. 10 a 11).



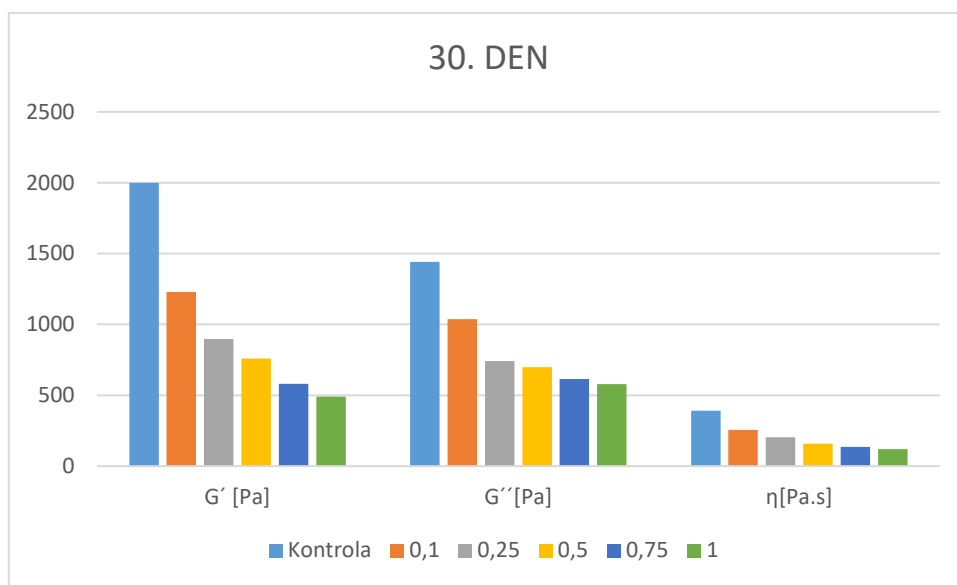
Obr. 12. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a viskozity η [Pa.s] při frekvenci 1Hz a koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 1. den skladování.



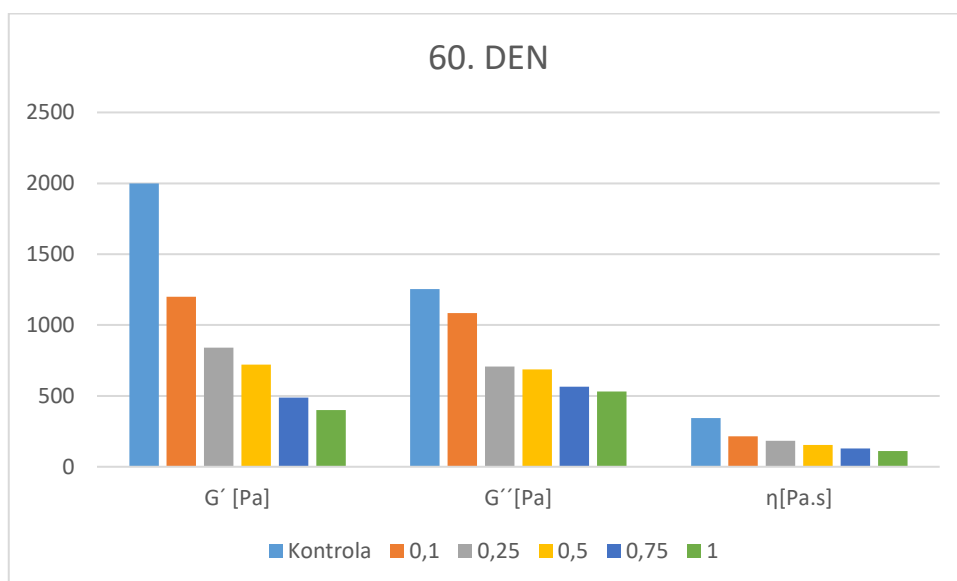
Obr. 13. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a viskozity η [Pa.s] při frekvenci 1Hz a koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 7. den skladování.



Obr. 14. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a viskozity η [Pa.s] při frekvenci 1Hz a koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 14. den skladování.



Obr. 15. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a viskozity η [Pa.s] při frekvenci 1Hz a koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 30. den skladování.



Obr. 16. *Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a viskozity η [Pa.s] při frekvenci 1Hz a koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 60. dnec skladování.*

Z grafů na Obr. 12-16 je vidět, že se vzrůstající koncentrací mastichové gumy, a to od koncentrace 0,75 % (w/w) dochází k opačnému trendu, a to takovému, že ztrátový modul pružnosti G'' [Pa] nabývá vyšších hodnot než elastický modul pružnosti G' [Pa] a modelové vzorky tavených sýrů se stávají více viskózní, tedy tekutější. Tento vzrůstající trend můžeme pozorovat již od prvního dne skladování.

Tavicí soli, používané při výrobě tavených sýrů obsahují velké množství fosforu, které snižuje optimální poměr Ca:P (1:1,5-3,00) v potravě. Za optimální se považuje poměr Ca:P ve stravě 1:1. Snižené množství vápníku se může podílet na osteoporóze. Také vysoké množství sodíku obsažené v tavících solích může přispívat k různým druhům onemocnění [86, 87].

Byly zkoumány různé hydrokoloidy, které by při výrobě tavených sýrů sloužily jako náhrady tavících solí na bázi fosfátů a citrátů. Tyto hydrokoloidy jsou stále předmětem zkoumání.

Jako náhradu tavících solí nedoporučuje Černíková [88] např. lokustovou gumu a modifikovaný škrob. Naopak vhodnými náhradami za tavící soli může být κ -karagenan a ι -karagenan, které mají ovšem velmi tvrdou strukturu. Podle sensorického hodnocení κ -karagenanu a β -karagenanu lze usoudit, že κ -karagenan o koncentraci 0,10 %, 0,20 %, 0,30 %, 0,40 %, 0,50 %, 0,60 %, 0,80 % a 1,00 % (w/w) vykazoval při nižších koncentracích měkkou konzistenci a při vyšších koncentracích byly vzorky velmi tuhé. Stejně vlastnosti vykazoval i β -karagenan o koncentraci 0,10 %, 0,30 %, 0,50 % a 1,00 % [88].

HYDROKOLOID	KONCENTRACE	SENZORICKÉ HODNOCENÍ	
		HOMOGENITA	TVRDOST
κ-karagenan	0,10	5	4
	0,20	4	3
	0,30	4	3
	0,40	3	2
	0,50	1	2
	0,60	1	1
	0,80	1	1
	1,00	1	1
	β-karagenan	0,10	5
0,30		4	2
0,50		1	1
1,00		1	1

Tab. 3. *Výsledky senzoričkého hodnocení homogenity a tvrdosti vzorků (40% obsah hmotnostní sušiny a 55% hmotnostní obsah tuku v sušině) zpracované bez emulgačních solí s κ- nebo β-karagenanem (vyjádřeno jako medián; n = 5) [88].*

Homogenita: 1- zcela homogenní, 4 – mírná nehomogenita, přijatelný, 7 – zcela nehomogenní.

Tvrdość: 1 – velmi tvrdá, 7 – velmi měkká.

Podle výsledků Černíkové [88] a výsledků z obr. 9-11 můžeme říci, že mastichová guma vykazuje zcela jiný trend než κ -karagenan a β -karagenan. Zatímco mastichová guma je při snižující se koncentraci více elastická, κ -karagenan a β -karagenan vykazují při zvyšující se koncentraci vlastnosti více viskózní.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo posoudit vliv přidané mastichové gumy do modelových vzorků tavených sýrů o koncentraci 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) na viskoelastické vlastnosti, hodnotu pH a obsah sušiny modelových vzorků tavených sýrů během skladování. Skladování probíhalo při teplotách 6 ± 2 °C po dobu 60 dní.

Po vyhodnocení výsledku lze závěr shrnout do následujících bodů:

- přídatky mastichové gumy o koncentraci 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) neměly vliv na obsah sušiny během celé doby skladování,
- se zvyšujícím se obsahem přídatku mastichové gumy pH mírně klesalo,
- pH klesalo také s prodlužující se dobou skladování,
- přídatek mastichové gumy ovlivnil reologické vlastnosti modelových vzorků tavených sýrů a to tak, že se zvyšující koncentrací mastichové gumy viskozita klesala,
- při koncentraci mastichové gumy od 0,75 % (w/w) vzorky vykazovaly viskózní charakter
- a s prodlužující se dobou skladování vybrané reologické vlastnosti vykazovaly snižující trend.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Nařízení Rady (ES) č. 1234/2007, kterým se stanoví společná organizace zemědělských trhů a zvláštní ustanovení pro některé zemědělské produkty („jednotné nařízení o společné organizaci trhů“).
- [2] FORMAN, L. (1996). *Mlékárenské technologie II*. Praha: VŠCHT, 217 s. ISBN80-7080-214-6.
- [3] Vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje.
- [4] BUŇKA, F., HRABĚ, J., HOZA, I. (2006). Tavené sýry ve výživě člověka. *Výživa a potraviny*, 61, č. 5, s. 135-136.
- [5] Codex general standard for process(ed) cheese and spreadable process(ed) cheese. Codex Stan A-8(b)-1978. Codex Alimentarius.
- [6] FOX P. F. (2004): Cheese: An Overview, s. 1-8. In: FOX P.F., MCSWEENEY P.L.H., COGAN T.M., GUINEE T.P. Cheese: Chemistry, physics and mikrobiology. Volume 1, Eslevier, Amsterdam, 617 s.
- [7] IDF (2008), The world dairy situation 2008. ZDF Bulletin, 432., 72(9), C483–C490.
- [8] GAJDŮŠEK S. (2003). *Laktologie*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 78 s.
- [9] SALGUE, M., BOGUCKI, P. I., PYZEL, J., SOBKOWIAK-TABAKA, I., GRYGIEL, R., SZMYT, M., et al. (2013). Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium bc in northern Europe. *Nature*, 493(7433), 522–525. <http://www.nature.com/nature/journal/v493/n7433/abs/nature11698.html#supplementary-information>.
- [10] JOHNSON, M. E. A. (2017). 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science*. December (Volume 100, 12.), 9952-9965.
- [11] TALBOT-WALSH, G., KANNAR, D., SELOMULYA, C. (2018). A review on technological parameters and recent advances in the fortification of processed cheese. *Trends in Food Science & Technology*. Elsevier, 2018, (81), 193-202.

- [12] KOPÁČEK, J. (2011). 100 let od zahájení výroby tavených sýrů. *Mlékařské listy*, 128, 2.
- [13] <https://www.czso.cz/> [online]. [cit. 2019-05-06]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/>.
- [14] CARIĆ, M., & KALÁB, M. (1993). Processed cheese products. In P. F. Fox (Ed.). *Cheese: Chemistry, physics and mikrobiology*. Volume 2 major cheese groups. Boston, MA, Springer US, (pp. 467–505).
- [15] GUINEE, T. P., & FOX, P. F. (2004). Salt in cheese: Physical, chemical and biological aspects. In P. L. H. M. P. F. Fox, T. M. Cogan, & T. P. Guinee (Vol. Eds.), *Cheese: Chemistry, physics and mikrobiology*, Vol. 1 California: Elsevier General Aspects.
- [16] BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., KRÁČMAR, S. (2009). *Základní principy výroby tavených sýrů*. Brno: MZLU, 70 s.
- [17] JOHNSON, M. E., KAPOOR, R., McMAHON, D. J., McCOY, D. R. & NARASIMMON, R. G. (2009). Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: Scientific and technological aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 8 (3), 252–268.
- [18] CUNHA, C. R., DIAS, A. I. & VIOTTO, W. H. (2010). Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogue made with vegetable fat. *Food Research International*, 43 (3), 723–729.
- [19] FOX, P. F., GUINEE, T. P., COGAN, T. M., McSWEENEY, P. L. H. (2000). Fundamentals of Cheese Science. *Aspen Publishers, Inc*, Gaithersburg, MD, USA.
- [20] FDA (2006). Food and Drug Administration: CFR Title 21. 133.169–133.180, *Department of Health and Human Services*, Washington, DC.
- [21] BRICKLEY, C. A., AUTY, M. A. E., PIRAINO, P., & McSWEENEY, P. L. H. (2007). The effect of natural cheddar cheese ripening on the functional and textural properties of the processed cheese manufactured therefrom. *Journal of Food Science*, 72(9), C483–C490.
- [22] GUINEE, T. P. & O'CALLAGHAN, D. J. (2013). Effect of increasing the protein-to-fat ratio and reducing fat content on the chemical and physical properties of processed cheese product. *Journal of Dairy Science*, 96 (11), 6830–6839.

- [23] KAPOOR, R., METZGER, L. E., BISWAS, A. C. & MUTHUKUMMARAPPAN, K. (2007). Effect of natural cheese characteristics on process cheese properties. *Journal of Dairy Science*, 90 (4), 1625–1634.
- [24] SWENSON, B. J., WENDORFF, W. L. & LINDSAY, R. C. (2000). Effect of ingredients on the functionality of fat-free process cheese spreads. *Journal of Food Science*, 65, 822–825.
- [25] LIU, H., XU, X. M. & GUO, S. D. (2008). Comparison of full-fat and low-fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1581–1592.
- [26] MACKU, I., BUŇKA, F., PAVLÍNEK, V., LECIÁNOVÁ, P. & HRABĚ, J. (2008). The effect of pectin concentration on viscoelastic and sensory properties of processed cheese. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1663–1670.
- [27] BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., ČERNÍKOVÁ, M., HLADKÁ K. (2010). Základní charakteristika tavených sýrů a jejich analogů: *Potravinářská revue*, vol. 6, s. 29-32. ISSN 1801-9102.
- [28] WEISEROVÁ, E., DOUDOVÁ, L., GALIOVÁ, L., ŽÁK, L., MICHÁLEK, J., JANIŠ, R., et al. (2011). The effect of combinations of sodium phosphates in 52ktivni mixtures on selected texture parameters of processed cheese spreads. *International Dairy Journal*, 21(12), 979–986.
- [29] EL-BAKRY, M. (2012). Reducing sodium in cheese: A solution for excess sodium intake as a cause of hypertension and heart diseases. *International Journal of Medical and Biological Frontiers*, 18 (1), 13.
- [30] McINTYRE, I., O'SULLIVAN, M., & O'RIORDAN, D. (2017). Manipulating calcium level provides a new approach for the manufacture of casein-based food structures with different functionalities. *International Dairy Journal*, 70, 18.
- [31] BUŇKA, F., DOUDOVÁ, L., WEISEROVÁ, E., KUCHAR, D., MICHÁLEK, J., SLAVÍKOVÁ, S., et al (2012). The effect of different ternary mixtures of sodium phosphates on hardness of processed cheese spreads. *International Journal of Food Science & Technology*, 47 pp, 2063-2071.

- [32] ZEHREN, V. L. & MUSBAUM, D. D. (1992). Processed cheese. *Cheese Reporter Publishing Co. Inc.*, Madison.
- [33] MOLINS, R. A. (1991). Phosphates in food. Boca Raton: CRC Press.
- [34] SHEN, C. Y. & MORGAN, F. W. (1973). Hydrolysis of phosphorus compounds. *Environmental Phosphorus Handbook* (eds E. J. Griffith, A. Beeton, J. M. Spencer, & D. T. Mitchell), John Wiley & Sons, New York, pp. 241-263.
- [35] CORBRIDGE, D. E. C. (1980). Phosphorus: *An Outline of its Chemistry, Biochemistry and Technology*, 2nd edn, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- [36] TAMIME, A. Y. (2011). Processed cheese and analogues. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, *Society of Dairy Technology series*. ISBN 978-1-4051-8642-1.
- [37] KAPOOR, R., METZGER, L. E. (2008). Process cheese: scientific and technological aspects – a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7, pp. 194-214.
- [38] MULSOW, B. B., JAROS, D., & ROHM, H. (2007). Processed cheese and cheese analogues. In A. Y. Tamime (Ed.). *Structure of dairy products*, Blackwell Publishing Ltd, (pp. 210–235).
- [39] ČEPIČKA, J. (1995). *Obecná potravinářská technologie*. Vyd. 1. Praha. VŠCHT, s. 246. ISBN 80-7080-239-1.
- [40] BUŇKOVÁ, L., BUŇKA, F. (2017). Microflora of processed cheese and the factors affecting it. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* – accepted for publication.
- [41] *Nariadení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004* [online]. [cit. 2013-07-11]. Dostupné online.
- [42] SARANTÓPOULOS, C. I. G. L., OLIVEIRA, L. M. & CANAVESI, E. (2001). Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SBCTA)-Campinas*, 35 (1/2), 175–183.

- [43] DOSTÁLOVÁ, J., KADLEC, P. (2014). Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. *Ostrava: Key Publishing*. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-208-2.
- [44] MOSTERT, J. F. & JOOSTE, P. J. (2002). Quality control in the dairy industry. *Dairy Microbiology Handbook* (ed. R.K. Robinson), 3rd edn, pp. 669–673, John Wiley & Sons, New York.
- [45] TAMIME, A. Y. & ROBINSON, R. K. (2007). Tamime and Robinson's Yoghurt. *Science and Technology*. 3rd edn, , Woodhead Publishing, Cambridge, pp. 106-123.
- [46] STURM, W. (1998). Verpackung Milchwirtschaftlicher Lebensmittel, *Kempten: EditionIMQ*, cited by Schär & Bosset (2002).
- [47] PURNA, S. K. G., POLLARD, A., & METZGER, L. E. (2006). Effect of formulation and manufacturing parameters on process cheese food functionality. Trisodium citrate. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2386–2396.
- [48] OSTHOFF, G., SLABBER, E., KNEIFEL, E., & DURRSCHMID, K. (2011). Flavours and flavourants, colours and pigment. In A. Y. Tamime (Ed.). *Processed cheese and analogues*, West Sussex: Wiley-Blackwell.
- [49] BRICKLEY, C. A., GOVINDASAMY-LUCEY, S., JAEGGI, J. J., JOHNSON, M. E., MCSWEENEY, P. L. H., LUCEY, J. A. (2008). Influence of emulsifying salts on the textural properties of nonfat process cheese made from direct acid cheese bases. *Journal of Dairy Science*, 91, 39-48.
- [50] SÁDLÍKOVÁ, I., BUŇKA, F., BUDINSKÝ, P., VOLDÁNOVÁ, B., PAVLÍNEK, V., HOZA, I. (2010). The effect of selected phosphate emulsifying salts on viscoelastic properties of processed cheese. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie-Food Science and Technology*, 43, 1220-1225.
- [51] SHIRASHOJI, N., JAEGGI, J. J., LUCEY, J. A. (2010). Effect of sodium hexametaphosphate concentration and cooking time on the physicochemical properties of pasteurized process cheese. *Journal of Dairy Science*, 93, 2827-2837.
- [52] BUŇKA, F., DOUDOVÁ, L., WEISEROVÁ, E., KUCHAR, D., PONÍŽIL, P., ZAČALOVÁ, D., NAGYOVÁ, G., PACHLOVÁ, V., MICHÁLEK, J. (2013). The effect of 22 ternary emulsifying salt composition and cheese maturity on the textural properties of processed cheese. *International Dairy Journal*, 29, 1, 1-7.

- [53] BUŇKA, F. (2017). Tavené sýry a faktory ovlivňující jejich konzistenci: Processed cheese and factors influencing its consistency: *teze přednášky k profesorskému jmenovacímu řízení v oboru Potravinářská chemie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUM. ISBN 978-80-214-5460-6.
- [54] VEGA, C., DALGLEISH, D. G., GOFF, H. D. (2005). Effect of κ -carrageenan addition to dairy emulsions containing sodium caseinate and locust bean gum. *Food Hydrocolloids*, 19, 187-195.
- [55] CIPRYSOVÁ, Z., BUŇKA, F., PAVLÍNEK, V., HUDEČKOVÁ, L., JANIŠ, R. (2013). The effect of selected hydrocolloids on the rheological properties of processed cheese analogues made with vegetable fats during cooling. *International Journal of Dairy Technology*, 66, 4, 484-489.
- [56] YE, A., HEWITT, S. M. (2009). Phase structures impact the the reological properties of rennet-casein-based imitation cheese containing starch. *Food Hydrocolloids*, 23 (3), p. 867-873.
- [57] GAMPALA, P., BRENNAN, C. S. (2008). Potential starch utilisation in a model processed cheese systém. *Starch-Stärke*, 60 (12), p. 685-689.
- [58] MOUNSEY, J. S., O'RIORDAN, E. D. (2007). Modification of imitation cheese structure and rheology using pre-gelatinised starches. *European Food Research and Technology*, 226 (5), p. 7.
- [59] PISKA, I., ŠTĚTINA, J. (2004). Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering.*, 2004 (4), 551-555.No: 35 (in Turkish).
- [60] KOUTSOUDAKI, C., KRSEK, M., RODGER, A. (2005). Chemical composition and antibacterial 55ktivty of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* var. chia. *Agric Food Chem* 53, 7681-7685.
- [61] COPPEN, J. J. W. (1995). Gums, resins and latexes of plant origin. Roma, (6), ISSN 1020-3370.
- [62] ISFENDIVAROGLU, M. (2000). Cutting propagation of mastic tree (*Pistacia lentiscus* var. Chia Duham.). NUCIS Newsletter 9, 42-44.

- [63] MASCARELLO, C., FASCELLA, G., ZIZZO, G. V., MANTOVANI, E., RUFFONI, B. (2007). In vivo and in vitro Propagation of *Pistacia lentiscus* L. *Acta Horti* 764, 354–361.
- [64] PARASCHOS, S., MAGIATIS, P., GOUSIA, P., ECONOMOU, V., SAKKAS, H., PAPADOPOU, C. (2011). Skaltsounis Chemical exploration and antimicrobial properties of marine and essential component. *Food Chemistry*, 129 (3), 907-911.
- [65] LONGO, L., PLATINI, F., SCARDINO, A., ALABISO, O., ASAPOLLO, G., TESSITORE, L. (2008). Autophagy inhibition enhances anthocyanin-induced apoptosis in hepatocellular carcinoma, *Mol. Cancer Ther.* 7, 2476–2485.
- [66] PILUZZA, G., BULLITTA, S. (2011). Correlations between phenolic content and antioxidant properties in twenty-four plant species of traditional ethnoveterinary use in the Mediterranean area. *Pharm. Biol.* 49, 240–247.
- [67] CASTOLA, V., BIGHELLI, A., CASANOVA, J. (2000). Intraspecific chemical variability of the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from Corsica. *Biochem Syst Ecol* 28, 79–88.
- [68] BARRA, A., CORONEO, V., S. DESSI, S., CABRAS, P., ANGIONI, A. (2007). Characterization of the volatile constituents in the essential oil of *Pistacia lentiscus* L. from different origins and its antifungal and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (17), s. 7093-7098.
- [69] ACAR, İ. (1988). (*Pistacia lentiscus* L. var. Chia) Sakızı Üretimine Geliştirilmesine Esas Olmak Üzere Sakızın Fiziko-kimyasal Yönünden İncelenmesi. Ankara, Turkey: *Forestry Research Institute Technical Report No: 35* (in Turkish).
- [70] AL-HABBAL, M., J., AL-HABBAL, Z., HUWEZ, F., U. (1984). A double-blind controlled clinical trial of mastic and placebo in the treatment of duodenal ulcer. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 11, 541-544.
- [71] AL-HABBAL, M., AL-HABBAL, Z., HUWEZ, F. (1984). A double blind trial of mastiha and placebo in treatment of duodenal ulcer. Proceedings of 3th International Conference on Islamic Medicine, Istanbul, Turkey, p. 105.

- [72] MAGIATIS, P., MELLIOU, E., SKALTSOUNIS, A. L., CHINO, I. B., MITAKU, S. (1999). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Pistacia lentiscus* var. *chia*. *Planta Medica* 65, 8, p. 749.
- [73] DAIFAS, D. P., SMIT, J. P., BLANCHFIELD, B., SANDERS, B., AUSTIN, J. W., KOUKOUTIS, J. (2004). Effect of mastiha resin and its essential oil on the growth of proteolytic *Clostridium botulinum*. *Int. J. of Food Microb.* Vol. 94, Pages 313-322.
- [74] KOUTSOUDAKI, C., KRSEK, M., RODGER, A. (2005). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil and the gum of *Pistacia lentiscus* var. *chia*. *J. Agric Chem.* Oct 5; 53 (20), p.7681-7685.
- [75] CHRYSOULA, C., TASOU, NYCHAS, G. J.E. (1995). Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Mastiha Gum (*Pistacia lentiscus* var. *chia*) on Gram Positive and Gram Negative Bacteria in Broth and in Model Food System. *International Biodeterioration & Biodegradation* 36, 3-4, p. 411.
- [76] GAJDŮŠEK S., (2009): Tavené sýry. *Mlékařské listy*, (115), 37-39.
- [77] ŠUSTOVÁ K., SÝKORA V. (2013). *Mlékárenské technologie*. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 223 s.
- [78] KADLEC, P., MELZUCH, K., VOLDŘICH, M. (2010). Co byste měli vědět o výrobě potravin: technologie potravin. Vyd. 1. Ostrava: *Key Publishing*, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [79] TAMIME, A. Y. (2011). Processed cheese and analogues: An overview. In Tamime (Ed.). *Processed cheese and analogues*. Wiley Blackwell.
- [80] KUBÁŇ, V., KUBÁŇ. P. (2007). *Analýza potravin*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, ISBN 978-80-7375-036-7.
- [81] LEE, S. K., KLOSTERMEYER, H. (2001). The effect of pH on the Rheological Properties of Reduced-fat Model Processed Cheese Spreads. *LWT – Food Science and Technology*. Vol. 63, No. 5, p. 288-292.
- [82] MARCHESSEAU, S., GASTALDI, E., LAGAÚDE, A., CUQ, L., J. (1997). Influence of pH Protein Interactions and Microstructure of Process Cheese. *Journal of Dairy Science*. Vol. 80, No. 8, p. 1483-1489.

- [83] GUINEE, T. P. (2003). Pasteurized Processed Cheese Product. *Encyclopedia of Dairy Science*, vol. 1, 411-418. ISBN 0122272358.
- [84] BUREŠOVÁ, I., SALEK, R. N. (2017). The effect of Chios mastic gum addition on the characteristics of rice dough and bread. *Food Science and Technology*. (81), 299-305.
- [85] BUREŠOVÁ, I., LORENCOVÁ, E. (2013). *Výroba potravin rostlinného původu: zpracování obilovin*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, ISBN 978-80-7454-278-7.
- [86] PALAR, K., STURM, R. (2009). Potential societal savings from reduced sodium consumption in the US adult population. *American Journal of Health Promotion*, 24, pp. 49-57.
- [87] BUCHMAN, A. L., MOUKARZEL, A. (2000). Metabolic bone disease associated with total parenteral nutrition. *Clinical Nutrition*, 19, pp. 217-231.
- [88] ČERNÍKOVÁ, M., BUŇKA, F., POSPIECH, M., TREMLOVÁ, B., HLADKÁ, K., PAVLÍNEK, V., BŘEZINA, P. (2010). Replacement of traditional emulsifying salts by selected hydrocolloids in processed cheese production. *International Dairy Journal*, 20(5), 336-343.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Apod Apodobně.

TS Tavicí soli.

MSP Dihydrogenfosforečnan sodný.

DSP Hydrogenfosforečnan sodný.

TSPD Difosforečnan sodný.

Obr. Obrázek.

Tab. Tabulka.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Členění sýrů na druhy, skupina a podskupiny podle vyhlášky 397/2016 Sb. [3].

Obr. 2. Znárodnění výměny iontů sodíku za ionty vápníku při tavení přírodních sýrů [37].

Obr. 3. Schéma diskontinuální výroby tavených sýrů [53].

Obr. 4. Závislost tvrdosti sýra na vzájemném poměru hydrogenfosforečnanu sodného, difosforečnanu sodného a sodné soli polyfosforečnanu [53].

Obr. 5: *Pistacia lentiscus*

Obr. 6: Chemická struktura některých významných složek *Pistacia lentiscus*.

Obr. 7: *Pistacia lentiscus* a rozprostřený uhličitan vápenatý.

Obr. 8: Vývoj hodnot pH modelových vzorků tavených sýrů v průběhu skladování.

Obr. 9. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], při frekvenci 1 Hz o koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 1., 7., 14., 30. a 60. den.

Obr. 10. Hodnoty ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa], při frekvenci 1 Hz o koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 1., 7., 14., 30. a 60. den.

Obr. 11. Hodnoty viskozity η [Pa.s], při frekvenci 1 Hz o koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 1., 7., 14., 30. a 60. den.

Obr. 12. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a viskozity η [Pa.s] při frekvenci 1 Hz a koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 1. den skladování.

Obr. 13. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a viskozity η [Pa.s] při frekvenci 1 Hz a koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 7. den skladování.

Obr. 14. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a viskozity η [Pa.s] při frekvenci 1 Hz a koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 14. den skladování.

Obr. 15. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a viskozity η [Pa.s] při frekvenci 1Hz a koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 30. den skladování.

Obr. 16. Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a viskozity η [Pa.s] při frekvenci 1Hz a koncentraci mastichové gumy 0,10 %, 0,25 %, 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w) pro 60. den skladování.

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. *Sýry používané pro výrobu sýrových směsí [59].*

Tab. 2. *Průměrné hodnoty v 1., 7., 14., 30. a 60. dni skladování.*

Tab. 3. *Výsledky sensorického hodnocení homogenity a tvrdosti vzorků (40% obsah hmotnostní sušiny a 55% hmotnostní obsah tuku v sušině) zpracované bez emulgačních solí s κ -nebo β -karagenanem (vyjádřeno jako medián; n = 5) [88].*