

Změna texturních vlastností analogů tavených sýrů v důsledku aplikace vybraných hydrokoloidů

Bc. Jitka Šindlerová, DiS.

Diplomová práce
2011

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jitka ŠINDLEROVÁ, DiS.**
Osobní číslo: **T09828**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Změna texturních vlastností analogů tavených sýrů
v důsledku aplikace vybraných hydrokoloidů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakterizujte tavené sýry, jejich výrobu a legislativní požadavky.
2. Zpracujte literární rešerži na téma hydrokoloidy se zaměřením na arabskou a lokustovou gumu.
3. Popište texturní vlastnosti tavených sýrů

II. Praktická část

1. V laboratorních podmínkách vyrobte tavené sýry s obsahem 40 % hmot. sušiny a 40% a 50 % hmot. tuku v sušině s různým zastoupením tavicích solí.
2. Vyrobte analogy tavených sýrů za použití tuků s různým zastoupením mastných kyselin a rozdílným přídatkem hydrokoloidů.
3. Analyzujte vybrané texturní parametry modelových vzorků. Výsledky zpracujte a stanovte závěry.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] BUŇKA, F.; BUŇKOVÁ, L.; KRÁČMAR, S. Edice průvodních vědeckých prací a monografií : Základní principy výroby tavených sýrů. 1. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009. 70 s. ISBN 978-80-7375-336-8.

[2] PHILLIPS, G. O., WILLIAMS, P. A., Handbook of hydrocolloids, Eds. Phillips, G. O. & Williams, P. A., Woodhead Publishing Limited and CRC Press: Boca Raton, 2000. ISBN 0-8493-0850-X.

[3] YANJIE LU; SHIRASHOJI, NOBUAKI ; LUCEY, JOHN A . Rheological, textural and melting properties of commercial samples of some of the different types of pasteurized processed cheese. International Journal of Dairy Technology. May, 2007, No 2, Vol 60, s. 74-79.

[4] ROSENTHAL, Andrew J. . Food Texture : Measurement and Perception. 1. Gaithersburg, Maryland : Aspen Publishers, Inc., 1999. i-xiii s. ISBN 0-8342-1238-2.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Zuzana Ciprysová

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání diplomové práce:

25. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

20. května 2011

Ve Zlíně dne 21. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

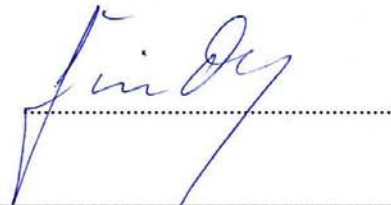
Příjmení a jméno: Bc. Jitka Šindlerová, DiS
Obor: Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin

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, 27.4.2011



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 vzdělávacího zařízení (školní dílo).

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 přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem mé diplomové práce bylo vyhodnocení změn texturních vlastností tavených sýrů a jejich analogů v důsledku aplikace vybraných hydrokoloidů. Byly zkoumány tři skupiny vzorků. První skupinu tvořily vzorky dvou řad, z nichž první byla s obsahem sušiny a tuku v sušině 40 % w/w, u druhé šarže byl obsah sušiny 40 % w/w a obsah tuku v sušině 50 % w/w. Druhá a třetí skupiny vzorků byla zaměřena na vliv přídatku hydrokoloidů (arabská a lokustová guma) v koncentraci 0,10 %; 0,25 % a 0,50 % w/w na texturní vlastnosti tavených sýrů a jejich analogů s 30 % a 40 % w/w obsahu sušiny a 50 % w/w tuku v sušině. Vzorky byly podrobeny základní chemické analýze a texturní profilové analýze se zaměřením na tvrdost, relativní lepivost a kohezivnost, a to 1., 14. a 30. den skladování. Výsledky ukázaly, že tvrdost modelových vzorků roste s vyšším obsahem sušiny a dobou skladování. Dále bylo zjištěno, že vliv přídatku hydrokoloidů na texturní vlastnosti závisí na koncentraci, přičemž s rostoucí koncentrací se zvyšuje tvrdost vzorků.

Klíčová slova: tavený sýr, texturní vlastnosti, arabská guma, lokustová guma

ABSTRACT

The aim of this thesis was to determine changes in the textural properties of processed cheeses and analogues by the application of selected hydrocolloids. Were analyzed three batches of samples. The first batch was consisted from samples of two sets, the first of them consisted 40% w/w dry matter and fat in dry matter. The second set included 40% w/w dry matter and 50% w/w fat in dry matter. The second and third batches of samples were focused on the effect of addition of hydrocolloids (gum arabic and locust bean gum) at a concentration of 0.10%, 0.25% and 0.50% w/w on the textural properties of processed cheeses and their analogues with 30% and 40% w/w dry matter content and 50% w/w fat in dry matter. Samples were subjected to basic chemical analysis and texture profile analysis. The hardness, adhesiveness and cohesiveness were analyzed in first, 14 and 30 day after storage. The results showed that hardness increases together with model samples of dry matter content and storage time. It was found that the addition of hydrocolloids effect on texture properties depend on the concentration, increasing concentration rose the hardness of the samples.

Keywords: processed cheese, textural properties, gum arabic, locust bean gum

Ráda bych poděkovala Ing. Zuzaně Ciprysové za odborné vedení a cenné připomínky, které mi poskytovala v průběhu vypracování diplomové práce. Velký dík patří mé rodině za trpělivost, pochopení, vstřícnost a časový prostor, který mi poskytla.

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

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

Ve Zlíně, 16.5.2011

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 HISTORIE TAVENÝCH SÝRŮ	12
2 CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SÝRŮ	13
2.1 LEGISLATIVNÍ A NORMATIVNÍ POŽADAVKY	14
2.2 ZNAČENÍ A DĚLENÍ TAVENÝCH SÝRŮ	14
2.3 SUROVINY PRO VÝROBU TAVENÝCH SÝRŮ.....	16
2.4 VÝROBA TAVENÝCH SÝRŮ.....	17
2.5 VLIVY PŮSOBÍCÍ NA KONZISTENCI TAVENÝCH SÝRŮ	18
2.5.1 Složení surovinové směsi	18
2.5.2 Způsobu zpracování taveniny	19
2.5.3 Vliv skladování	20
2.6 SMYSLOVÉ A MIKROBIOLOGICKÉ A POŽADAVKY	20
2.6.1 Smyslové požadavky	20
2.6.2 Mikrobiologie tavených sýrů	20
2.7 ANALOGY TAVENÝCH SÝRŮ	22
2.8 BIO TAVENÉ SÝRY	23
3 CHARAKTERISTIKA HYDROKOLOIDŮ	24
3.1 ARABSKÁ GUMA.....	25
3.2 LOKUSTOVÁ GUMA.....	26
4 HODNOCENÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ	29
4.1 TEXTURA POTRAVIN	29
4.2 HODNOCENÍ TEXTURY POTRAVIN	30
4.2.1 Senzorické (primární) metody.....	30
4.2.2 Instrumentální (sekundární) metody	31
4.3 HODNOCENÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ	33
4.3.1 Základní parametry	33
4.3.2 Druhotné parametry	34
4.4 TEXTURNÍ VLASTNOSTI TAVENÝCH SÝRŮ	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
5 CÍLE PRÁCE	38
6 METODIKA PRÁCE	39
6.1 CHARAKTERISTIKA A VÝROBA VZORKŮ	39
6.1.1 Vzorky řady I.	39
6.1.2 Vzorky řady II.	40
6.1.3 Vzorky řady III.....	40

6.2	STANOVENÍ HODNOTY PH	40
6.3	TEXTURNÍ PROFILOVÁ ANALÝZA (TPA)	40
7	VÝSLEDKY A DISKUZE	43
7.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ HODNOTY PH	43
7.1.1	Vzorky řady II	43
7.1.2	Vzorky řady III	44
7.2	VÝSLEDKY TEXTURNÍ PROFILOVÉ ANALÝZY	45
7.2.1	Vzorky řady I	45
7.2.2	Vzorky řady II	48
7.2.3	Vzorky řady III	52
7.3	DISKUZE	54
	ZÁVĚR	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	65
	SEZNAM OBRÁZKŮ	66
	SEZNAM TABULEK	68
	SEZNAM PŘÍLOH	69

ÚVOD

Obsahem teoretické části je popis historie výroby tavených sýrů, dále jejich charakteristika, včetně legislativních požadavků, požadavků na suroviny a výrobu. Dále se v teoretické části zabývám hydrokoloidy a jejich charakteristikou, které byly používány při výrobě modelových skupin analogů tavených sýrů. Poslední kapitola teoretické části je věnována hodnocení texturních vlastností. V praktické části jsou shrnuty a vyhodnoceny všechny tři modelové skupiny tavených sýrů a jejich analogů z hlediska trendů pH a texturní profilové analýzy.

Mléko a mléčné výrobky provází člověka již od nepaměti, kdy hrály ve výživě lidstva důležitou roli.

Z hlediska výživy člověka jde o obtížně nahraditelnou součást pestrého a vyrovnaného jídelníčku. Svou důležitou roli z mléčných výrobků ve výživě hrají sýry, které jsou zdrojem biologicky hodnotných látek a vitaminů. Skupina tavených sýrů je nejmladší skupinou sýrů. Přesto, že jejich historie se začala psát teprve před sto lety, získala si svou popularitu a zájem spotřebitelů po celém světě.

Ekonomické důvody a snižování výrobních nákladů se citelně dotkly i výroby tavených sýrů. Zatímco dříve se tavené sýry vyráběly z tradičních surovin, dnes se můžeme v obchodní síti setkat i s nabídkou tzv. analogů tavených sýrů. U takových sýrů výrobci nahrazují některou z mléčných složek částečně nebo úplně surovinami rostlinného původu. Mimo jiné můžeme také používat různé druhy hydrokoloidů, ať už z hlediska ekonomického či jako jistý činitel ovlivňující organoleptické vlastnosti daných výrobků.

Svou diplomovou práci jsem zaměřila na problematiku tavených sýrů a změny texturních vlastností analogů tavených sýrů v důsledku aplikace vybraných hydrokoloidů. I když byla provedena celá řada studií, není k dispozici ucelený soubor informací a zkoumání v této oblasti i nadále pokračuje. Smyslem všech těchto studií je zjistit jakým způsobem a jakou měrou hydrokoloidy ovlivňují vlastnosti tavených sýrů a jejich analogů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE TAVENÝCH SÝRŮ

Tavené sýry přesto, že jsou nejmladší skupinou sýrů patří v České republice k velmi oblíbeným skupinám mléčných výrobků. Jejich historie se začala psát na začátku minulého století v roce 1911 ve Švýcarsku [21, 46].

U zrodu tavených sýrů stál obchodní zájem Švýcarska, které vyváželo tvrdé sýry do zámoří, převážně do USA. Sýry byly přepravovány lodí, a protože během dlouhých plaveb nebyly prostory se sýry dostatečně chlazeny, docházelo k výraznému zhoršování jejich kvality. Vystal tedy problém, jak prodloužit trvanlivost sýrů, které byly dodávány do zemí s teplým podnebím nebo dopravovány na dlouhé vzdálenosti. Prvotním důvodem jejich vývoje a výroby byla tedy snaha o prodloužení trvanlivosti přírodních sýrů [38].

V roce 1911, kdy se začala psát historie výroby tavených sýrů se podařilo tento problém vyřešit firmě Gerber, která byla zaměřena na výrobu, prodej a distribuci Ementálu. V roce 1905 začali majitelé firmy Walter Gerber a Fritz Stattler experimentovat s výrobou sýrů v menším balení. Dlouhodobé a nákladné experimenty vedly k úspěchu, firma se mohla pochlubit vznikem prvních tavených sýrů [38].

Nezávisle na švýcarském objevu začaly s výrobou tavených sýrů i v USA. V roce 1916 vyrobila první tavený sýr také firma Kraft Cheese Co. A Phenix Cheese Co. v Chicagu. Nový produkt byl velmi podobný švýcarskému objevu [14, 22]. Na území Československa vyrobila první tavený sýr firma Bloch z Vodňan pod názvem Simplon. [38].

Postupem času se rozšiřovala i možnost jejich použití jako pomazánky na pečivo, využití na sýrové omáčky atd. Díky pestré škále chutí, tvarů, vlastností a rozmanitému sortimentu (měkké, tuhé, dobře roztíratelné) jsou oblíbenou potravinou nejen v Česku, kde se jejich průměrná spotřeba už několik let pohybuje kolem 2,5 kg/obyvatele/rok, ale i ve světě [21, 46].

2 CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SÝRŮ

Tavené sýry jsou velmi populární skupinou sýrů, zejména kvůli své rozmanitosti a širokému využití. Nabízí téměř neomezenou škálu rozmanitosti, pokud jde o chuť, konzistenci a funkční vlastnosti jako je krájitelnost (sliceability) (schopnost sýrů krájet se) nebo opětovná tavitelnost (meltability - opětovná schopnost se roztavit po znovuohřátí) [43]. Tavené sýry jsou v podstatě obecně řečeno komplex bílkovin, tuků, tavicích solí, vody a dalších ingrediencí [5].

Hlavní výhody tavených sýrů v porovnání s přírodními sýry, jsou snížení nákladů chlazení během skladování a přepravy, které jsou důležité zejména v horkých klimatech. Lepší skladovatelnost s méně zjevnými změnami při dlouhodobém skladování, velká rozmanitost druhů a intenzity chuti od jemných až po ostré nebo kořeněné. Další výhodou je rozmanitá velikost či hmotnost balení, vhodné pro použití jak do restaurací, tak do provozoven rychlého občerstvení [11].

Pro tavené sýry je charakteristické tepelné ošetření za přídavku tavicích solí. Hlavními surovinami jsou přírodní sýry, tuky, tavicí soli, pitná voda [26]. Kromě tavených sýrů, lze na trhu najít i tzv. analogy tavených sýrů. Jedná se o výrobky, které mají některou z mléčných složek částečně nebo zcela nahrazenou surovinami rostlinného původu [10, 14]. Současný trend v používání tavených sýrů nachází své využití i v „convenience food“ neboli k rychlému, snadnému použití. Vývoj v posledních letech směřuje k hledání technologie výroby tavených sýrů bez použití tavicích solí a k prodeji v obchodní síti mimo chladicí řetězec [10, 21, 46].

V České republice se v současnosti vyrábí okolo 20 tis. tun ročně tavených sýrů, ale více jak dalších 7 tis. tun je k nám přivezeno ze zahraničí. V současné době se výrobou tavených sýrů v ČR zabývá 14 společností, nicméně podstatná část produkce se odehrává pouze ve 3 z nich (TPK Hodonín, vlastněno skupinou Bongrain, Bel Sýry Česko, Želetava a Madeta Řípec) [36].

Tavené sýry jsou významnými výrobky mlékárenského průmyslu také proto, že technologie jejich výroby dovoluje velmi dobrým způsobem zhodnotit i sýry, které jsou sice chuťově bezchybné, avšak vzhledově zcela nevyhovují danému typu [39].

2.1 Legislativní a normativní požadavky

Tavený sýr lze definovat jako sýr, který byl tepelně ošetřen za přítomnosti tavicích solí, případně dalších přídatných látek, s přidavkem nebo bez přidavku potravinářských přísad a surovin, s obsahem laktózy nejvýše 5% [16].

Vyhláška 77/2003 Sb. v aktuálním znění (Vyhláška, kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje), jej definuje jako sýr, který byl tepelně upraven za přítomnosti tavicích solí [9, 54]. Požadavky na komoditu tavených sýrů můžeme najít také v ČSN 57 1300 (Tavené sýry a tavené sýrové výrobky) [16].

V zahraniční literatuře se můžeme setkat s problematikou tavených sýrů poměrně často. Nejčastěji jsou definovány jako tavené sýry vyráběné zahříváním směsí různých druhů přírodních sýrů, které mohou být v různém stupni zralosti, s přidavkem tavicích solí za částečného podtlaku a stálého míchání, dokud není dosažena homogenní hmota požadovaných vlastností. Ke směsi přírodních sýrů mohou být přidány i další suroviny mléčného i nemléčného původu [27]. Podobnou definici uvádí také Caric a Kaláb [11], kde tavené sýry se vyrábějí smícháním nakrájených přírodních sýrů různých typů a stupňů zralosti s emulgátory. Ohříváním směsi pod částečným vakuem s konstantním mícháním, dokud nevznikne homogenní hmota. Kromě přírodních sýrů mohou být obsaženy ve směsi i další mléčné a nemléčné složky [11].

2.2 Značení a dělení tavených sýrů

Tavené sýry mohou být děleny podle několika hledisek. Jedním z nejdůležitějších hledisek je obsah tuku v sušině. Jako "nízkotučný" lze označit tavený sýr s obsahem tuku v sušině do 20 % hmot. w/w tuku v sušině (tvs), polotučné s obsahem 40 % hmot. w/w tvs a méně, plnotučné s obsahem 45-55 % hmot. w/w tvs. Jako vysokotučný se označuje tavený sýr s obsahem tuku v sušině 60-70 % hmot. w/w tvs [9, 25].

Vyhláška MZe 77/2003 Sb. v aktuálním znění definuje nízkotučné tavené sýry jako tavený sýr s obsahem tuku v sušině nejvýše 30 % hmot. w/w tvs. Jako vysokotučný lze označit tavený sýr s obsahem tuku v sušině nejméně 60 % hmot. w/w tvs. Tavené sýry s obsahem 30% až 60 % hmot. w/w tvs vyhláška nedefinuje [54].

Forman uvádí rozdělení tavených sýrů do těchto skupin [24]:

Blokové tavené sýry – u těchto výrobků je požadována vysoká sušina vzhledem k obsahu tuku v sušině. Sýry se balí do hliníkové fólie a nebo plastových obalů (salámové sýry).

Tavené plátkové sýry – jsou zabaleny do plastové fólie po jednotlivých kusech.

Krájitelné tavené sýry – klasický sortiment tavených sýrů, sýry jsou baleny do hliníkové fólie ve formě hranolků a trojúhelníků.

Roztíratelné tavené sýry – tavené sýry u kterých neproběhl proces krémování, konzistence je medovitá, sýry se plní do kelímků, lahvíček a tub nebo roztíratelné tavené sýry s krémovou konzistencí, které se balí jak do hliníkových fólií, tak i do vaniček.

Termostabilní tavené sýry – jedná se o tuhý blokový sýr krájený na kostičky, které se při dalším zpracování nedeformují [24].

Norma ČSN 57 1300 i Vyhláška MZe 77/2003 Sb. v aktuálním znění uvádí podrobnosti ke značení tavených sýrů. Tavené sýry se označují názvem druhu - tavený sýr, tavený sýrový výrobek a syrovátkový sýr, rovněž názvem skupiny, u skupiny přírodních sýrů lze sýr označit názvem podskupiny. Dále obsahem tuku nebo tuku v sušině, obsahem sušiny případně použitou ochucující složkou. Jako "tavený sýrový výrobek" jsou označeny výrobky, pokud tavený sýr obsahuje více než 5 % laktózy [16, 54].

V zahraniční literatuře se můžeme setkat s dalším členěním tavených sýrů do následujících skupin:

- tavený sýr (pasteurized processed cheese),
- tepelně opracovaný sýr (pasteurized blended cheese),
- výrobky z tavených sýrů (pasteurized processed cheese food), kde můžeme zahrnout roztíratelné tavené sýry, tavené bloky, tavené omáčky atd.)
- tepelně opracované sýrové pomazánky (pasteurized cheese spread)
- tavené sýrové pomazánky (pasteurized processed cheese spread) [9, 43].

Další dělení které literatura uvádí s ohledem na charakteristiku, složení a konzistenci je dělení do tří základních skupin: tavené sýrové výrobky, tavené sýrové bloky a roztíratelné tavené sýry [11].

2.3 Suroviny pro výrobu tavených sýrů

Základní surovinou k výrobě tavených sýrů a tavených sýrových výrobků jsou přírodní sýry, dále tuky, tavicí soli, pitná voda a ostatní suroviny [10, 16]. Celosvětově se používá široké množství přírodních sýrů. V České republice jsou pro výrobu tavených sýrů využívány především sýry eidamského typu zejména Eidamská cihla, Eidamský blok, Moravský blok, Primátor. V zahraničí je nejvíce zpracováván Čedar a to ve Velké Británii, Austrálii, USA a Kanadě, dále je velmi oblíbený sýr Mozzarella či Gruyère, a to opět v USA a Kanadě. V západní Evropě je nejvíce používaným sýrem pro výrobu tavených sýrů Ementál [11]. Z dalších použitých surovin lze jmenovat máslo nebo smetanu, které zvyšují obsah tuku v sušině, ale také zjemňují chuť finálního výrobku [10]. Další z používaných surovin je tvaroh, který snižuje hodnotu pH a naopak zvyšuje obsah tukuprosté sušiny. Přidává se také do směsí, které obsahují velmi zralé přírodní sýry. Důvodem je dodání kaseinu u kterého neproběhly rozsáhlé hydrolyzační procesy (zejména proteolýza), což má podstatný vliv na stabilitu struktury taveného sýra i na jeho konzistenci. Dalšími surovinami jsou různé příchutě a přísady, například masová složka, zelenina, houby a dále i tzv. krém, což je sýr již jednou utavený (tzv. rework), který se přidává ať už z důvodu přepracování a nebo z důvodu dosažení jemnější a stabilnější konzistence [9, 10, 16]. Nezbytnou přídatnou látkou při výrobě tavených sýrů jsou tavicí soli což jsou nejčastěji sodné a draselné soli kyseliny fosforečné či citronové (fosforečnany, polyfosforečnany, citrany nebo jejich kombinace). Tavicí soli jsou často označovány jako emulgátory, nicméně v pravém slova smyslu se o emulgátory jako povrchově aktivní látky nejedná. Proto se v odborné literatuře používá spíše termín emulgující činidla (angl. emulsifying agents), což přesněji vystihuje jejich podstatu v procesu tavení. Základní schopnost tavicích solí spočívá v odštěpení vápníku navázaného na proteinovou matici přírodního sýra [9]. Dávka tavicích solí ve finálním výrobku je obvykle 2 - 3% [4, 9]. Klíčová úloha tavicích solí je tedy úprava prostředí v tavené směsi tak, aby přítomné proteiny (zejména kaseiny) mohly uplatnit své přirozené vlastnosti emulgátorů. Při výrobě tavených sýrů a tavených sýrových výrobků lze použít i další přídatné látky. Jedná se např. o stabilizátory, emulgátory, regulátory pH, barviva u ochucených tavených sýrů, konzervanty. Do surovinové skladby patří i pitná voda, která se přidává pro úpravu obsahu sušiny [9].

V současné době je možné nahradit část přírodních sýrů různými mléčnými koncentráty především z ekonomických důvodů - snížení nákladu na suroviny, což však nemusí mít

vždy pozitivní vliv na jakost finálního výrobku. Těmito mléčnými koncentráty jsou např. sušené podmásli, sušená syrovátka, sušené odstředěné mléko, kasein, kaseináty apod. Stále častěji využívají výrobci rovněž přídatné látky na bázi hydrokoloidů s cílem zlepšit vaznost vody a stabilizovat konzistenci finálního výrobku [9, 10, 24, 25].

2.4 Výroba tavených sýrů

Tavené sýry vznikají technologickou úpravou sýrů přírodních, tavicích solí a dalších mléčných i nemléčných složek. Vyrábí se zahříváním směsi přírodních sýrů, které mohou být v různém stupni zralosti, s přísadkou tavicích solí za částečného podtlaku a stálého míchání, než je dosažena homogenita směsi o požadovaných vlastnostech [9, 11].

Správný výběr přírodních sýrů je velmi důležitý pro úspěšnou produkci tavených sýrů [11]. Přírodní sýry jako surovina ovlivňují charakter zpracovaného produktu významným způsobem. Obsah bílkovin, a zejména množství kaseinu má vliv na mikrostrukturu, reologické a texturní vlastnosti po zpracování. Proto dlouhodobě zrající druhy sýrů, jako je Ementál a Čedar velmi intenzivně ovlivňují finální tuhost a krájitelnost tavených sýrů. Pro sýrové pomazánky jsou používány především tvrdé a polotvrdé sýry s intenzivnější proteolýzou [45].

V některých zemích se tavené sýry vyrábí pouze z jednoho druhu sýru v různém stupni zralosti. Častěji však jsou tavené sýry vyráběny ze směsi různých přírodních sýrů, což ve výsledku přináší lepší chuťovou vyrovnanost. Dalšími významnými kritérii ve výběru sýrů pro účely tavení jsou typ, chuť, prozrálost, konzistence, textura a kyselost [11].

Připravená a rozmělněná směs přírodních sýrů se dopraví k tavicímu kotli, kde jsou přidány další suroviny. Po nadávkování ostatních surovin (včetně tavicích solí) se kotel uzavře a začne vlastní proces tavení, kdy za sníženého tlaku resp. podtlaku 0,04 – 0,05 MPa v relativně krátkém čase dojde ke zvýšení teploty až na hodnotu tavicí teploty 85 – 95 °C, obecněji literatura uvádí od 80 do 120 °C. Ta je udržována po dobu několika minut [9]. Hodnota pH závisí na druhu surovin a na typu finálního výrobku. Tavení probíhá za stálého míchání přímým ohřevem parou nebo i ohřevem do pláště. Celková doba tavení je 10 – 15 min. Pro výrobu tavených sýrů se používají jak diskontinuální, tak i kontinuální způsoby výroby. Ve střední Evropě je více rozšířenější diskontinuální způsob. V případě kontinuálního procesu probíhá tavení v nerezových trubkách v tenké vrstvě při teplotě

130 – 145 ° C po dobu 2-3 s. Zatímco diskontinuální proces tavení zajišťuje obvykle pouze pasterační efekt, v případě kontinuálního procesu jde o efekt sterilační [8, 9, 25]

Jedním z nejsledovanějších senzorických parametrů u tavených sýrů je jejich konzistence. Na konzistenci kladou důraz jak spotřebitelé, tak i samotní výrobci tavených sýrů. Prakticky je možné pomocí vhodné úpravy technologie výroby nebo surovinové skladby vyrobit tavený sýr s širokou škálou konzistencí od lomivé, přes dobře roztíratelné až po tekutou [9].

2.5 Vlivy působící na konzistenci tavených sýrů

Faktorů, které působí na konzistenci tavených sýrů je celá řada. Principiálně je možné konzistenci tavených sýrů ovlivnit třemi způsoby – složením surovinové směsi, způsobem zpracování a chlazením taveniny a délkou a podmínkami při skladování [9].

2.5.1 Složení surovinové směsi

Podstatný vliv na konzistenci tavených sýrů má stupeň zralosti přírodního sýra. Použití méně prozralé suroviny má zpravidla za následek tužší a gumovitější konzistenci finálního výrobku. Předností při začlenění těchto sýrů do surovinové skladby je vysoká vaznost vody. Nevýhodou je prázdná chuť kvůli nízkému obsahu senzoricky aktivních látek, horší tavitelnost, nebezpečí nadměrného bobtnání a možnost tvorby vzduchových bublin v důsledku vysoké viskozity utavené směsi. Naopak při zařazení zralé suroviny docílíme jemnější a roztíratelnější konzistenci, protože směs tvořena především zralejší surovinou je snadněji tavitelná a finální výrobek má zpravidla plnější a výraznější aroma. Dalším důležitým parametrem, který ovlivňuje konzistenci tavených sýrů je chemické složení finálního výrobku - obsah sušiny, obsah dusíkatých látek a obsah tuku v sušině. Se zvyšujícím

se obsahem dusíkatých látek se zvyšuje tuhost a zhoršuje roztíratelnost tavených sýrů. Naopak se zvyšujícím se obsahem vody a tuku se tavený sýr stává méně tuhý a lépe roztíratelný [9]. Z hlediska konzistence finálního výrobku je velmi důležitý vztah sušiny a tuku v sušině. Se zvyšujícím se obsahem tuku v sušině se musí zvyšovat sušina tak, aby se dosáhlo rovnoměrné konzistence [25]. Vhodným snižováním sušiny lze i u nízkotučného taveného sýra napomoci tvorbě poměrně dobře roztíratelné konzistence. Konzistenci tavených sýrů může ovlivnit i obsah vápenatých iontů v tavenině. Vyšší obsah vápenatých ion-

tů v surovinové skladbě může mít za následek nárůst tuhosti finálního výrobku [9]. Z hlediska hodnoty pH je tavený sýr s nižším pH konzistenčně pevnější než stejný výrobek s vyšším pH. Stupeň zrání je ovlivněn podílem vápenatých iontů v surovině. Čím méně vápenatých iontů v surovině je, tím víc dochází k tvorbě gelu-tj. krémování, kterého se využívá

při výrobě tavených plátkových sýrů [25]. Při nižším pH (cca 5,0 – 5,2) dochází k podstatnému zintenzivnění interakcí jednotlivých proteinových frakcí a jejich vysoké agregaci. Důsledkem těchto procesů je pak tavený sýr nepřírozně tuhý a může být až drobitivý. Naopak při významně vyšším pH dochází ke snížení elektrostatických interakcí, roste negativní náboj přítomných proteinů, což způsobuje jejich odpuzování. Oslabený gel se pak projevuje měkkou konzistencí a často nastávají i problémy s dobou minimální trvanlivosti. Podstatnou roli při utváření konzistence tavených sýrů hrají samozřejmě i tavicí soli. Obecně se dá říct, že s nárůstem obsahu tavicích solí fosforečnanového a citranového typu se zvyšuje i tuhost finálních výrobků. Konzistenci tavených sýrů je možno ovlivnit také přidávkem hydrokoloidů při zařazení do surovinové skladby, což může přispět ke zvýšení tuhosti finálního výrobku. Další ze surovin, která může ovlivnit konzistenci taveného sýru je laktóza. Ta se do surovinové skladby obvykle dostává ze sušené syrovátky nebo z odstředěného mléka. Laktóza v tavenině způsobuje porušení kontinuity a kompaktnosti proteinové matrice, což se projevuje snížením tuhosti a zlepšením roztíratelnosti konečného produktu [9].

2.5.2 Způsobu zpracování taveniny

Důležitým parametrem, který významně ovlivňuje kvalitu tavených sýrů je teplota tavení. Ta neovlivňuje jen mikrobiologické parametry produktu, ale může mít vliv i na výslednou konzistenci. Konzistence taveného sýra může být ovlivněna i způsobem zpracování taveniny. Podstatný vliv má intenzita a délka míchání taveniny. Oba tyto parametry určují velikost přítomných tukových kuliček. S rostoucí délkou a intenzitou míchání dochází k lepší emulgaci tuku, což se obvykle projeví nárůstem tuhosti tavených sýrů. Toto pravidlo ale neplatí vždycky a má svá omezení a faktory, která musí být zohledněna. Senzorické znaky tavených sýrů neovlivňují pouze faktory, které působí při samotné výrobě sýrů, ale i procesy, které probíhají po utavení sýrů. Podstatný vliv na kvalitu má rychlost chlazení, kdy s prodlužující se dobou potřebnou k chlazení finálního výrobku narůstá jeho tuhost a zhoršuje se roztíratelnost [9].

2.5.3 Vliv skladování

Obecně platí, že tužší produkty si udrží dobrou jakost déle než lehce roztíratelné výrobky s vyšším obsahem vody. Při vyšších skladovacích teplotách byla pozorována intenzivnější tvorba tmavšího odstínu než u výrobků uchovávaných při nižších teplotách. Příčinou tohoto tmavnutí sýrů je pravděpodobně Maillardova reakce. Během skladování dochází v tavených sýrech i ke změnám konzistence těkavých látek, což zásadním způsobem ovlivňuje aroma výrobku. I na těchto změnách má svůj podíl Maillardova reakce spolu s meziprodukty a produkty oxidace lipidů. S rostoucí teplotou skladování obvykle narůstá i celkový obsah těkavých látek a zvyšuje se tak vliv na sensorickou jakost výrobku. Intenzita těchto reakcí se zvyšuje zejména za přístupu světla a s rostoucí koncentrací kyslíku. Rovněž skladování při nízkých teplotách může negativně ovlivnit jakost tavených sýrů - obecně uchovávání těchto výrobků při teplotách nižších jak 10 °C může vést k tvorbě krystalků tavicích solí. [9].

2.6 Smyslové a mikrobiologické a požadavky

2.6.1 Smyslové požadavky

Mezi základní požadavky při sensorické analýze a hodnocení patří obal, který musí být čistý, dobře uzavřený, zdravotně nezávadný a správně označený. Podle ustanovení příslušných právních předpisů musí tavené sýry včetně tavených sýrových výrobků určených pro přímou spotřebu být označeny na obalu obsahem tuku v sušině v % a/nebo obsahem tuku v % a obsahem sušiny v %. Přípustné technologické tolerance u sušiny a tuku v sušině resp. tuku u tavených sýrů a tavených sýrových výrobků jsou -2 % až + 4 % od průměrných hodnot uvedených na obalu. Mezi další požadavky patří vhodná konzistence výrobku. Hodnotí se podle typu a určení výrobku (např. na roztíratelné, tuhé až polotuhé). Chuť a vůně by měla být čistá, dle použitých surovin a přísad [16].

2.6.2 Mikrobiologie tavených sýrů

Mikrobiologická jakost finálního výrobku závisí především na mikrobiologické kvalitě použité suroviny, na dodržování hygienických podmínek v průběhu výroby a na jakosti obalového materiálu a způsobu skladování [9, 20]. Další faktory, které ovlivňují mikrobi-

ální jakost tavených sýrů je množství tuku ve výrobku, hodnota vodní aktivity, pH, přítomnost solí a emulgačních látek [9].

K výrobě se hodí všechny druhy přírodních sýrů, v různém stupni zralosti a s různou tučností. Hlavní surovinou pro výrobu tavených sýrů jsou kvalitní sýry, které však mohou mít nedostatky vzhledové, či mechanické, čímž je snížena hodnota při jejich prodeji [26, 29]. Jde například o tzv. slepé sýry bez tvorby ok nebo sýry s trhlinami apod. Na dosažení požadované konzistence tavených sýrů a optimální hodnoty pH 5,7 se vedle zralých sýrů s pH 5,2 – 5,8 používá ještě kombinace s mladými sýry a nebo tvarohem s pH 4,9 – 5,2 a starších sýrů v pokročilém stádiu zrání, které mají pH 5,8 – 6,2. Nevhodné jsou sýry v pokročilém stádiu hniloby [26].

Při výrobě tavených sýrů se působí na rozemletou směs vhodných sýrů s přidavkem tavicích solí zvýšenou teplotou po dobu několika minut. Tímto procesem kromě fyzikálních a chemických změn dochází k devitalizaci prakticky všech mikroorganismů, kromě anaerobních spor [26].

Tavicí teploty mohou přežívat a mohou být nebezpečné anaerobní sporulující plynotvorné a peptonizující klostridia [9, 26]. Plynotvorné klostridie způsobují v zabalených tavených sýrech za určitý čas tzv. šelest a později i duření. Tyto vady se objevují nejčastěji, když hotový výrobek není po zabalení vychlazen na teplotu 10 °C. Šelestem nazýváme nadzvednutí hliníkové folie, která při dotyku prsty vytváří šelest. Proteolytické klostridie (*Clostridium sporogenes*) způsobují v tavených sýrech bílé hnilobné místa, které jsou charakteristické hnilobným zápachem [26].

Tavené sýry mohou být kontaminovány i bakteriemi, které netvoří spóry, v řadě případů jde o rekontaminaci tavených sýrů po jejich výrobě ať už z technologického zařízení, nebo obalového materiálu. Hliníková folie nesmí být porézní, aby nepropouštěla spóry plísní, na hranách nesmí být křehká, aby se nelámala a nezpůsobila vniknutí nežádoucích mikroorganismů, musí k sýru dostatečně přilnout a musí být impregnovaná, aby nedošlo k přímému kontaktu hliníku s taveným sýrem a tavicími solemi. V opačném případě hrozí riziko průběhu reakce, při které může vznikat vodík, který může vytvořit na povrchu sýrů póry [26].

2.7 Analogy tavených sýrů

Kromě tavených sýrů, (ve kterých stále ještě převažují tradiční suroviny), lze na trhu najít i tzv. analogy tavených sýrů (angl. processed cheese analogues). Jedná se o výrobky, které mají některou z mléčných složek částečně nebo zcela nahrazenou surovinami rostlinného původu. K jejich výrobě jsou používány zejména bílkoviny mléčného i nemléčného původu, rostlinné tuky, voda, tavicí soli, látky určené k aromatizaci. Technologie výroby je stejná jako při výrobě tavených sýrů [4]. Nejčastěji můžeme na našem trhu najít výrobky, kde je část mléčného tuku nahrazena tukem rostlinným. Předností těchto výrobků jsou nižší výrobní náklady z důvodu nahrazení dražší suroviny živočišného původu levnější surovinou - rostlinného původu. Své využití mají tyto výrobky zejména ve fast-food provozovnách [9, 10, 14]. Tento typ výrobků je oblíben převážně v severní Americe [4].

Vzhledem k tomu, že v České republice nejsou legislativně analogy tavených sýrů ošetřeny, neexistuje zatím žádné oficiální označení. V obchodní síti se s nimi můžeme setkat pod označením „alternativa mléčného výrobku“, „tavený výrobek“, protože slovo sýr se v této souvislosti používat nesmí [9, 10, 14]. V obchodech nesmí být tyto výrobky nabízeny způsobem, který by v spotřebiteli vyvolával dojem, že jde o skutečný mléčný výrobek. Analogy tavených sýrů se liší chutí i konzistencí (obvykle mazlavější a gumovitější) a také cenou. Jejich kulinářské zpracování je obdobné jako u přírodních sýrů (např. pro přípravu sýrových omáček) [50].

Analogy tvoří asi 10 % výroby tavených výrobků [36]. Jejich výroba představuje současný trend poptávky po levnějších sýrech v kombinaci s trendem zdravého životního stylu některých skupin obyvatelstva [3].

V návaznosti na analogy sýrů a původ jejich základních surovin byly rozlišeny tři hlavních skupiny. Přičemž druhá skupina jsou ekonomicky nejdůležitější analogy [45].

1. Analogy sýrů na mléčné bázi: mléčný tuk a mléčné proteiny, zejména kasein, kaseináty nebo jsou používány jejich směsi. Byly provedeny četné studie, zkoumající vliv základních surovin, zejména podíl proteinů, na funkční vlastnosti analogů sýra.
2. Analogy sýrů s mléčnými komponenty: částečné nahrazení hlavně mléčného tuku, který je nahrazen rostlinnými oleji. Jejich hlavní výhodou je jisté naplnění výživových tvrzení pro snížení obsahu cholesterolu a zvýšení obsahu polynenasycených mastných kyselin. Byla provedena řada studií s použitím rostlinných olejů, jako je sójový olej,

arašídový olej, olej z palmových jader, kukuřičný olej či kokosový olej. Nicméně společným výsledkem těchto studií je konstatování, že účinek tuku může být spojen s jeho původem a fyzikálně-chemickými vlastnostmi, které je závislé na složení mastných kyselin.

3. Analogy sýrů s nemléčnými komponenty. Tyto produkty jsou však komerčně nevýznamné jako analogy sýrů, protože proteiny a tuky jsou zcela nahrazeny jinou surovinou [45].

2.8 Bio tavené sýry

Moderní trend a životní styl „bio“ se nevyhnul ani komoditě tavených sýrů. První český sýr v bio kvalitě vyrobila v roce 2009 západočeská firma vyrábějící tavené sýry Tany. Pro výrobu byly použity výhradně kontrolované a certifikované suroviny v bio kvalitě. Použití fosfátových tavicích solí pravidla pro bio výrobky přísně zakazují, proto při výrobě nebyly použity a byly nahrazeny pouze povolenými citráty v omezeném množství [38]. Další z výrobců, kteří vyrobily tavený sýr v kvalitě bio v České republice je mlékárna Lacrum, Velké Meziříčí. Složení tohoto výrobku nazvaného Amálka bio tavený sýr je bio sýr Gouda, bio máslo, bio tvaroh, voda, tavicí sůl citronan sodný, jedlá sůl [30].

3 CHARAKTERISTIKA HYDROKOLOIDŮ

Hydrokoloidy lze obecně definovat jako biopolymery sacharidické nebo bílkovinné povahy, které mají vysokou schopnost vázat vodu a schopnost ovlivnit strukturu a stabilitu potravinářských gelů. V současné době jsou široce využívány v celé řadě průmyslových odvětvích. Řada z nich může tvořit trojrozměrné struktury, tzv. gely. Mezi hojně využívané hydrokoloidy na bázi polysacharidů se řadí přírodní a modifikované škroby, karagenany, pektin, lokustová guma, arabská guma aj. Z bílkovinných hydrokoloidů je to želatina, kazeináty nebo sérové bílkoviny [14].

Komerčně významné hydrokoloidy můžeme rozdělit do čtyř základních skupin podle původu. Dělíme je na rostlinné, kam se řadí celulóza, škrob, pektin a různé typy gum (arabská, lokustová, guarová). Další skupinou hydrokoloidů jsme živočišné- želatina, kaseinát, syrovátkové bílkoviny, chitosan. Dále mikrobiálního původu – xanthanová guma, dextran, celulóza, a do poslední skupiny hydrokoloidů řadíme řasy- agar, karagenan (červené mořské řasy), alginát (hnědé mořské řasy) [56].

Pro potravinářsky využívané hydrokoloidy neexistuje v současné době žádné speciální samostatné nařízení nebo předpis, které by stanovovalo jejich používání. Ve většině případů jsou legislativně regulovány jako přídatné látky nebo jako složky potravin [56].

Z hlediska nutričního se některým hydrokoloidům přisuzují prebiotické účinky (inulin, arabská guma), regulace hladiny cholesterolu (arabská guma, xanthan, pektin) a taktéž podpora růstu prospěšné střevní mikroflory (bifidobakterií) v trávicím traktu [56].

Jsou schopny podílet se na řadě funkcí jako je například zahušťování, želírování vodných roztoků, stabilizaci pěny, emulzí a disperze, brání vzniku tvorby ledových a cukerných krystalů, řídí uvolňování příchutí atd. K nárůstu používání hydrokoloidů došlo zejména v potravinářském průmyslu, kde i při nízkých koncentracích mohou významně ovlivňovat texturní a organoleptické vlastnosti potravin. Důvodem nárůstu oblíbenosti používání hydrokoloidů je nejenom zlepšení textury a reologických vlastností, ale i snížení výrobních nákladů [56].

V oblasti mlékárenství patří hydrokoloidy k dnes již k neodmyslitelným surovinám. Své využití nacházejí ve výrobě jogurtů, kde zabraňují projevům uvolňování syrovátky během skladování. Uplatnění našly také při výrobě jogurtových nápojů, kde stabilizují především jejich viskozitu. Dále se využívají při výrobě tvarohových krémů, dezertů, pudinků aj. [9].

3.1 Arabská guma

Arabská guma (E 414) neboli guma Acacia je produktem stromů rodu akácie *Acacia senegal* a *Acacia seyal*, která je bohatá především na obsah vlákniny. Jde v podstatě o pryskyřici získanou z mízy stromu. Arabská guma byla důležitým obchodním artiklem už od starověku. Využívali ji například Egypťané k výrobě barev na svitky nebo k balzamování mumií. Guma vytéká z poškozených míst stromu obvykle 5 i více let. Důsledkem jsou klimatické změny jako (sucho, chudá půda, zranění). Lepkává gumovitá látka zasychá na větvích, kde vytváří tvrdé uzliny, ty se pak ručně sbírají a třídí [19, 43, 56]. Průměrná roční produkce z jednoho stromu je 0,9 – 2,0 kg [4]. Odhad celkové produkce arabské gumy je 40 – 50 000 tun ročně, přičemž největším odběratelem je Evropa (30 000 tun) [19, 43, 56]. Největším producentem je Sudán, za ním následují některé další africké země [4].

Struktura (složení)

Arabská guma je komplexní polysacharid s rozvětveným řetězcem, jehož hodnota pH ve vodném roztoku je neutrální případně mírně kyselá. Hlavní i vedlejší řetězec jsou složeny z jednotek β -D-galaktopyranózy spojených vazbou β -(1→3). Oba řetězce jsou k sobě vzájemně připojeny vazbou β -(1→6) a navíc obsahují od dvou do pěti jednotek α -L-arabinofuranózy, α -L-rhamnopyranózy, β -D-glukuronopyranózy a 4-O-methyl- β -D-glukuronopyranózy připojených především na konci řetězce [14].

Chemické složení může být ovlivněno podnebím, roční období, stáří stromu [40]. Hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 1. Hlavní bílkovinné části se skládají z hydroxyprolinu a serinu. Typická molekulová hmotnost uvedena v tabulce č. 1 [43, 56]

Tabulka 1. Charakteristické vlastnosti gum *Acacia senegal* a *Acacia seyal* [56]

Charakteristické vlastnosti gum <i>Acacia senegal</i> a <i>Acacia seyal</i>		
	<i>Acacia senegal</i>	<i>Acacia seyal</i>
Galaktóza (%)	44	38
Arabinóza (%)	27	46
Ramnóza (%)	13	4
Kyselina glukuronová (%)	14,5	6,5
4-O methyl kyseliny glukuronové	1,5	5,5

Dusík (%)	0,36	0,15
Průměrná molekulová hmotnost (kDa)	380,000	850,000

Charakteristika

Arabská guma je komplex mírně kyselých polysacharidů, který se snadno rozpouští ve vodě na čirý roztok v barvě od velmi světle žluté až oranžovo-hnědé s pH 4,5. Vysoce rozvětvená struktura gumy získané z *Acacia senegal* vznikají kompaktní molekuly s relativně malým hydrodynamickým objemem [15, 56]

Použití

Arabská guma má široké průmyslové použití jako stabilizátor, zahušťovadlo a emulgátor, především v potravinářském průmyslu v důsledku jejich schopnosti měnit texturní vlastnosti dané látky. (např. v sirupu nealkoholické nápoje, gumové bonbóny a marshmallows) [2]. V mléčných výrobcích se používají u produktů se sníženým obsahem tuku jako nositelé plné chuti [14]. Své použití a další důležité uplatnění nachází ale také v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu [2, 41].

3.2 Lokustová guma

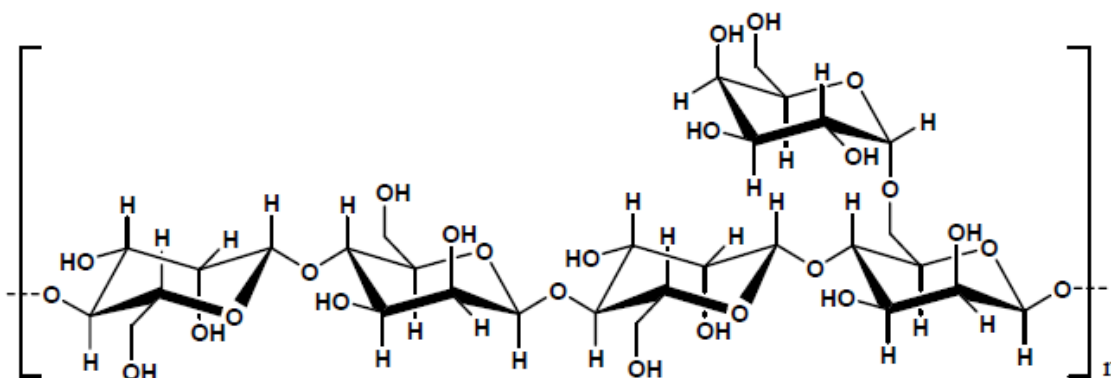
Lokustová guma (E 410) (carob bean gum) patří do skupiny hydrokoloidů galaktomananů je přírodní složka pocházející ze semen stromu rohovníku (*Ceratonia siliqua*), který roste ve Středomořských zemích. Semeno rohovníku je složeno ze tří částí: lusku, který chrání semena, klíčku (bílkovinná část) a endospermu (guma). Je to pouze endosperm, který se používá pro výrobu lokustové gumy [58].

Rohovník je velký, stále zelený strom a jeho plodem je dlouhý, hnědý lusk, který obsahuje velká, těžká semena, 10 – 20 cm dlouhá [23]. Semena (jádra) jsou loupána bez poškození endospermu a klíčku [58].

Struktura (složení)

Hlavní řetězec lokustové gummy je složen z jednotek β -D-mannózy spojené vazbou β -(1 \rightarrow 4) a každá čtvrtá jednotka mannózy je substitiována α -D-galaktózou připojenou α -(1 \rightarrow 6) vazbou. Poměr mannózy a galaktózy se pohybuje mezi 3,6 – 4,2 [14, 23, 35, 58].

Lokustová guma je polysacharid pro který je charakteristická vysoká molekulová hmotnost (50 000 - 3 000 000). Pro své vlastnosti zahušťování známa již od dávných dob [35, 58].



Obrázek 1. Chemický vzorec lokustové gummy [35]

Charakteristika

Lokustová guma známá také jako karobová guma (karubin) je bílý až nažloutlý prášek bez zápachu a téměř bez chuti. Je nerozpustná ve většině organických rozpouštědel včetně etanolu. Částečně je však rozpustná v horké vodě (pro úplné rozpuštění je třeba 85 °C po dobu 10 minut) [14, 23, 35, 58].

Lokustová guma významným způsobem zlepšuje pevnost gelu a textury, zabraňuje synerezi při použití v kombinaci s karagenanem. Jeho unikátní synergický účinek s xantanem poskytuje značné výhody jako jsou vysoce elastické tvorby gelu ze dvou zahušťovadel s velmi omezenou synerezí [35, 58].

Použití

Používá se pro „tvarování“ široké řady potravinářských produktů. Je mimořádně univerzální zejména jako zahušťovadlo, stabilizátor, emulgátor, modifikátor viskozity a má také schopnost vázat volnou vodu [23, 35, 58]. Je velmi preferovaným prostředkem zejména pro přirozený dojem, svou neutrální chuť a krémovou texturu, kterou poskytuje. Ještě důležitější než viskozita je pozitivní vliv na růst ledových krystalků ve zmrzlínách, snížení

synereze (samovolné vytékání kapaliny z gelu), k němuž dochází v důsledku smršťování síťovité struktury při stárnutí gelu) při použití v kombinaci s pektinem nebo karagenanem v ovocných a mléčných výrobcích. Lokustová guma má pozitivní vliv na stabilitu a neovlivňuje a nereaguje s dalšími přísadami v potravinách díky svému neutrálnímu chování [35, 58].

V mléčných výrobcích se používají u produktů se sníženým obsahem tuku jako nositelé plné chuti [14]. Své uplatnění nachází lokustová guma nejen v potravinářském průmyslu, ale také v kosmetice a farmacii [23].

4 HODNOCENÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ

4.1 Textura potravin

Textura potravinářských produktů je jednou z nejdůležitějších vlastností při určování a definování jakosti průmyslově vyráběných potravin [32]. Textura potravin je v podstatě lidská zkušenost vyplývající z našeho ovlivnění potravinami jejich strukturou nebo chováním při manipulaci [27]. Norma Senzorická analýza - Metodologie - Profil textury ČSN ISO 11036 (560034):1997 uvádí, že texturou se rozumí všechny mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti výrobku vnímatelné prostřednictvím mechanických, dotkových případně sluchových a zrakových receptorů [18]. Stejně tak toto rozdělení uvádí i norma ISO 5492, která definuje texturu jako všechny mechanické, geometrické a povrchové vlastnosti výrobku zřetelně vnímatelné pomocí mechanických, hmatových, a kde je to vhodné i vizuálních a sluchových receptorů. Textura potravin je o vnímání, dojmech, postřezích využívajících všechny výše uvedené lidské zkušenosti při jejich konzumaci a zacházení s nimi [27]. Tohle rozdělení texturních charakteristik uvádí i Szczesniak [27], který prováděl na téma textury mnoho studií a rozdělil texturní charakteristiky do tří skupin [27]:

1. Mechanické vlastnosti – týkají se reakce potravin na namáhání či tlak. Mezi základní parametry mechanických vlastností patří tvrdost, soudržnost, viskozita, pružnost, přilnavost, mezi sekundární parametry lze zařadit křehkost, žvýkatelnost nebo gumovitost.
2. Geometrické vlastnosti – jsou to takové vlastnosti, které se vztahují k velikosti, tvaru a orientaci (uspořádání) částic potravin (např. práškovité, hrudkovité, krupičnaté, šupinaté, krystalické).
3. Povrchové vlastnosti – jsou takové, které se týkají vnímání počitků jako je vnímání vlhkosti či tuku v potravine (suché, vlhké, mastné).

Tento prvotní dokument texturní klasifikace vytvořil základ pro metodu textury profilu [27].

Texturu řadíme mezi psychofyzikální veličiny. Jde tedy o souhrn fyzikálních vlastností, jež vyplývají se strukturní jednotky dané potravin. Primárně jsou vnímány dotykem, jsou vztaženy k deformaci, desintegraci a toku potravin působením síly [6, 34].

Většina studií, která jsou zaměřena na důležitost hledisek rozmanitosti sensorických forem a jejich přijatelnosti pro spotřebitele dochází k závěrům, že chuť je nejdůležitější sensoric-

ká forma, následuje textura a nakonec vzhled potraviny [27]. Nicméně autoři Szczesniakem a Kahn [52], uvedli, že na prvním místě je pro spotřebitele textura.

4.2 Hodnocení textury potravin

Hodnocení textury můžeme rozdělit do dvou základních skupin [34]:

4.2.1 Senzorické (primární) metody

Jde o metodu, kdy dochází k hodnocení subjektivních vlastností. Přesto, že má senzorická analýza řadu nevýhod, které vyplývají ze závislosti na smyslech člověka, jako například subjektivitu hodnotitele, jeho znalosti či zkušenosti, stále patří k hlavním metodám hodnocení textury, protože lidské smysly jsou jen těžce nahraditelné. Některá slabá místa jsou z části eliminovány (početnější skupina hodnotitelů pro eliminaci subjektivních hodnocení). Pomocí senzorické analýzy se měří počítky a vjemy [6, 7, 27, 34]. Při ochutnávání v ústech lze rozlišit tři fáze: kousání, žvýkání a polykání. Lze přitom pozorovat až 20 různých fyzikálních vlastností. Úkolem hodnotitele je kvalitativně určit vlastnosti a kvantitativně vyhodnotit jejich intenzitu.

Mechanické vlastnosti se vztahují k reakci potraviny na mechanické namáhání a dělí se do několika parametrů; uvádí je ČSN ISO 11036. Senzorické a fyzikální definice mechanických texturních vlastností jsou uvedeny v kapitole 4.3. První tři parametry (tvrdost, soudržnost, pružnost) se týkají přitažlivých sil, působících mezi částicemi potraviny a bránící rozpadu, zatímco lepivost (přilnavost) se vztahuje spíše na povrchové vlastnosti. Soudržnost a žvýkatelnost se mechanicky neměří přímo, a proto se dopočítávají [18, 31].

ČSN ISO 11036 popisuje metodu vytvoření profilu textury potravinářských výrobků. Zahrnuje intenzitu, tj. stupeň, do něhož je vlastnost vnímatelná a pořadí výskytu vlastností, které může být vyznačeno následovně [18, 31]:

1. Fáze před žvýkáním nebo bez žvýkání zahrnuje všechny geometrické a jiné vlastnosti vnímané primárně vizuálně nebo dotykem (pomocí rukou, rtů apod.).
2. Fáze při prvním skousnutí zde jsou pozorované mechanické a geometrické vlastnosti a vlastnosti tuku a vlhkosti, vnímané ústy. V této fázi pozorujeme tvrdost, soudržnost, hustotu nebo viskozitu.

3. Fáze žvýkání charakterizuje vlastnosti jako jsou žvýkatelnost, přilnavost a gumovitost vnímané dotykovými receptory v ústech během žvýkání anebo absorpce.

Pro kvantitativní popis texturních charakteristik se kromě hodnocení jednotlivých vlastností používá analýza texturního profilu. Profil textury se upřednostňuje proto, že poskytuje kompletní analýzu všech texturních vlastností [18, 31].

Většina metod posouzení sensorické analýzy je standardizována. Probíhá ve speciálně vybavených laboratořích za standardních podmínek. Sensorické hodnocení provádí komise školených hodnotitelů a expertů. Konkrétní použitá metoda závisí na charakteru zadání, počtu a odbornosti hodnotitelů a expertů, množství vzorku atd. [6, 7, 27, 34]. Problémem sensorické analýzy je, že různí lidé mohou hodnotit tentýž vzorek odlišně. Závisí na zkušenostech hodnotitelů, ta je zdlouhavá a nákladná a proto se dává přednost instrumentálnímu hodnocení [31].

4.2.2 Instrumentální (sekundární) metody

Jsou to metody rychlé, objektivní a dobře opakovatelné. Instrumentálními metodami měříme fyzikální a chemické vlastnosti výrobku. Žvýkání potravin je destrukční proces, díky kterému konzument vnímá textura a chuťové součásti výrobku. Z tohoto důvodu je tedy logický předpoklad, že textura potravin by měla být měřena destruktivním způsobem, proto i většina instrumentálních metod vychází z destruktivního způsobu měření. K měření se mohou použít ale i nedestruktivní metody, které se do popředí dostávají v poslední době. Instrumentální metody můžeme dále rozdělit do tří skupin [7, 27, 34].

Základní testy (fundamentální)

Jsou to testy, které měří za stanovených podmínek přesně definované reologické vlastnosti. Reologie se zabývá studiem vztahů mezi silami působícími na materiál a následné deformaci v závislosti na čase. Pro správnou variantu velikosti a tvaru materiálu musí být síla přepočítána na jednotku plochy a deformace, která má být přijata ve vztahu k příslušné velikosti či délce materiálu. Tyhle skutečnosti jsou následně využity pro reologickou klasifikaci potravin [48]. Měření se provádí na přístrojích, které slouží k měření základních charakteristik, tzn. ke stanovení dobře definovaných reologických veličin, např. viskozita [7, 27, 34]. Reologické vlastnosti jsou závislé na podmínkách měření, zejména na deformační rychlosti. Tato závislost má různý charakter u sýrů např. s odlišným pH nebo stup-

něm zralosti. [45]. Nevýhodou metod je obtížnost z hlediska nehomogenity a přípravy vzorku, jsou pomalé a výsledkem se jen neúplná charakterizace textury [31].

Empirické testy

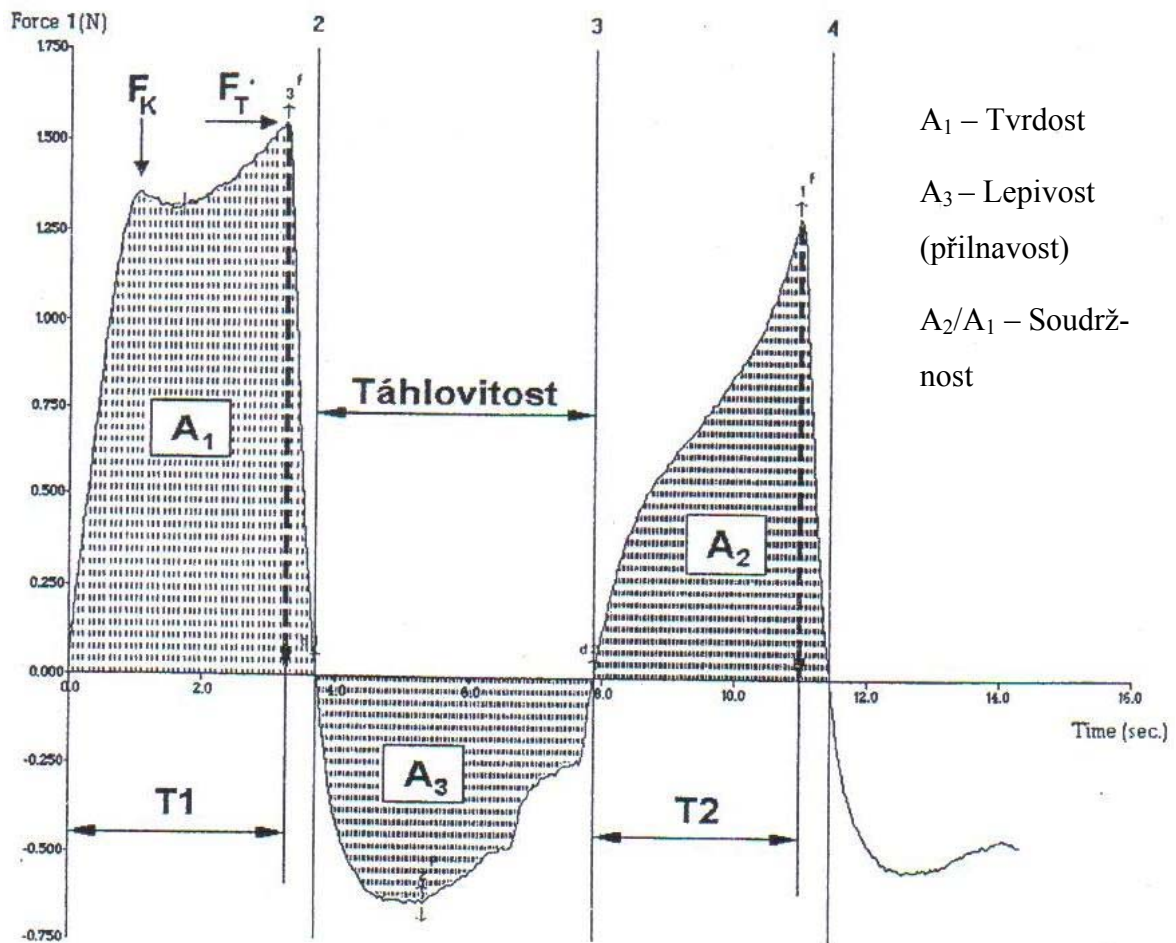
Používají se k měření mechanických veličin (síla, rozměr, rychlost deformace) za přesně definovaných podmínek. Empirické metody jsou jednoduché, rychlé, s možností testování velkého vzorku a dobrou korelací se sensorickými metodami. Mezi tyto metody patří kompresní metody (stlačování), penetrační metody [7, 27, 34]. Získáme však jen neúplnou definici textury [31].

Imitativní testy

Tyto testy slouží k měření mechanických veličin za podmínek imitujících namáhání vzorku při konzumaci, manipulaci apod. Pokouší se simulovat podmínky, kterým je materiál vystaven v ústech pomocí přístroje se pokouší napodobit žvýkání. Příklad přístroje je vybaven zařízením pro měření tlaku, resp. napětí během provádění testu. Imitativní metody mají dobrou korelací se sensorickými metodami a dobrou charakterizaci textury. První zařízení sestavená k tomuto účelu skutečně obsahovaly začleněné zubní protézy, které napodobovaly pohyb čelistí. Zatímco tady je určitý smysl ve vytváření zkušebních komor se symetrií podobnou lidským ústům, získávání dat z přístroje závisí na řadě faktorů jako je druh a poloha senzorů a relativní pohyb čelistí. Imitativní testy zachycují představu mnoha potravinářských technologií, protože to významově poskytuje standardizované hodnoty při textuře potravin pomocí tzv. texturní profilové analýzy (texture profile analysis-TPA) vytvořené v General Foods uprostřed 60. let. [27, 34, 37].

Nedestruktivní metody

Do popředí zájmu se dostávají v posledních pár letech. Jejich výhodou oproti destruktivním (většina instrumentálních metod) je, že jsou vhodnější pro měření mechanických vlastností, zejména pro zjišťování změn strukturní úrovně. Základním požadavkem nedestruktivních metod je, aby vzorek nebyl v průběhu testování poškozen. Z toho vyplývá, že velikost použité síly, nesmí překročit hranici, která by poškodila celistvost testovaného vzorku [34, 42].



Obrázek 2. Schématické znázornění zátěžové křivky získané texturní profilovou analýzou [22]

4.3 Hodnocení texturních vlastností

4.3.1 Základní parametry

Tvrđost (Hardness) - je definována jako síla (obr. 2 F_T) potřebná pro dosažení dané deformace [48]. Ze sensorického hlediska je to mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle potřebné k dosažení deformace nebo penetrace výrobku. V ústech je vnímána stlačením výrobku mezi zuby – stoličkami (tuhé látky) nebo mezi jazykem a patrem (polotuhé látky). Při sensorické analýze se postupuje tak, že se vzorek vloží mezi stoličky nebo mezi jazyk a patro a rovnoměrně se skousne či stlačí. Posuzuje se síla potřebná ke stlačení potravin [18].

Soudržnost (Cohesiveness) - jedná se o sílu (intenzitu) vnitřních vazeb, které spojují potraviny. Zároveň ji můžeme definovat jako míru deformace materiálu, než dojde k jeho rozrušení. Obdobně je definována i ze sensorického hlediska [18]. Je-li soudržnost větší než přilnavost, výrobek vykazuje stabilitu a nepřilne na měřicí zařízení. Soudržnost se měří jako podíl druhé a první komprese [48]. Norma ČSN ISO 11036 udává, že při měření soudržnosti se vzorek vloží mezi stoličky, stlačí a posuzuje se rozsah deformace před prasknutím [18]. Soudržnost můžeme vidět znázorněnou na obrázku č. 2 jako poměr A_2/A_1 .

Pružnost (Elasticity) – udává do jaké míry se stlačená potravina vrátí zpět do své původní velikosti, po pomnutí zátěže [48]. Sensorický popis nám udává, že se jedná o mechanickou texturní vlastnost, která se vztahuje k rychlosti návratu stavu po deformujícím působení síly a k stupni, do něhož se deformovaný materiál vrací do původního stavu po zrušení deformující síly [18]. Vzorek se při sensorické analýze vloží buďto mezi jazyk a patro (je-li polotuhý) nebo mezi stoličky (tuhý) a částečně stlačí, zruší se síla a posuzuje se stupeň a rychlost návratu do původního stavu [18].

Lepivost, přilnavost (Adhesiveness) v podstatě definuje mechanickou texturní vlastnost, která se vztahuje k síle potřebné k odstranění látky, která přilne k ústům nebo podkladu. Vzorek se umístí na jazyk, přitlačí na patro a posuzuje se síla, potřebná k jeho odstranění jazykem [18]. Lepivost můžeme vidět znázorněnou na obrázku č. 2 jako plochu A_3 .

4.3.2 Druhotné parametry

Lámavost, křehkost (Brittleness) se vztahuje k soudržnosti a k síle, nezbytné k rozlámání výrobku na drobky nebo kousky [18]. Vzorek se vloží mezi stoličky a rovnoměrně skousne až se rozdrobí, rozlomí nebo roztříští. Posuzuje se síla, při níž se vzorek rozpadne [18].

Žvýkatelnost (Chewiness) je energie potřebná k žvýkání tuhé stravy, dokud není připravena k polknutí. Jde o součin parametrů tvrdosti, soudržnosti a pružnosti [39]. Vzorek se vloží do úst a zpracovává jedním žvýknutím za 1 s silou srovnatelnou s tou, které je potřeba pro proniknutí gumovitou cukrovinkou za 0,5 s. Posuzuje se energie nebo počet žvýknutí, potřebný k úpravě vzorku do stavu, vhodného pro polknutí [18].

Gumovitost (Gumminess) - je charakterizována jako energie potřebná k rozrušení polotuhých potravin na stav vhodný pro polknutí, výsledek nízkého stupně tvrdosti a vysokého stupně soudržnosti. Gumovitost se vzájemně do jisté míry vylučuje se žvýkatelností, protože výrobek je buď polotuhý nebo tuhý [48]. Norma ČSN ISO 11036 při hodnocení udává, že vzorek

se vloží do úst a zpracovává se jazykem proti patru. Posuzuje se rozsah manipulací, které jsou nezbytné k rozmělnění potravy [18].

4.4 Texturní vlastnosti tavených sýrů

Při výrobě tavených sýrů a jejich analogů se používají jak mléčné, tak i nemléčné složky. Z tuků je to mléčný tuk a nebo rostlinný olej, z dalších surovin tavicí soli, barviva, aromatické látky, zahušťovadla (lokustová guma, pektin, škrob) a koření. Všechny tyto složky do značné míry ovlivňují mikrostrukturu, texturu a funkční vlastnosti jako je např. opětovná schopnost se roztavit po znovuohřátí [5]. Dle studie Caric a Kaláb [12] ovlivňuje významným způsobem mikrostrukturu, reologii a texturní vlastnosti stupeň prozrálosti základní suroviny tzn. přírodního sýra. V mladých sýrech nebo sýrech s nízkým stupněm proteolýzy kaseinů, pro které je charakteristická vysoká tavicí schopnost nedochází k významným změnám z hlediska mikrostruktury, reologie a texturních vlastností [33]. Sýry vykazující mnohem silnější proteolýzu jsou charakteristické porušením kaseinových produktů, který se v důsledku snížení délky jednotlivých kaseinových jednotek projeví nižší tuhostí tavených sýrů [6]. Při výrobě blokových tavených sýrů se využívají především mladé (méně prozralé) sýry. Pro výrobu roztíratelných tavených sýrů jsou preferovány středně prozralé sýry [5].

Při použití mladých sýrů se snižují náklady na vstupní surovinu a výsledkem jsou sýry, jejichž tzv. tělo je poměrně pevné a má vysokou vodní absorpční kapacitou. Dále jsou poměrně dobře krájitelné, ale mají tendenci tvrdnout v průběhu skladování. Na druhou stranu zpracováním zralých sýrů lze dosáhnout plnější chuti, dobré tekutosti, větší roztékavosti, ale nízké stability emulze a měkké konzistence [5].

Piska a Štětina [47] v roce 2004 uvedli, že při zvyšování podílu vyzrálé suroviny se snižuje tvrdost, lepivost a gumovitost.

Mimo jiné také hodnota pH významným způsobem ovlivňuje finální texturu tavených sýrů, což dokládají i mnohé studie. Zvýšením hodnoty pH dochází k rozsáhlejším změnám zejména u meltability, která se současně zvyšuje [49]. S tím současně souvisí také pokles viskozity [13]. Na hodnotě pH se podílí zejména suroviny používané při výrobě tavených sýrů. Abd El – Salam et al. [1] došli k závěrům, že hodnota pH se mírně zvyšuje s rostoucím obsahem emulgátorů při výrobě tavených sýrů.

Také nižší hodnota pH hraje významnou roli při utváření finální konzistence tavených sýrů. Gupta et al. [28] konstatovali, že roztíratelné tavené sýry mají poněkud moučný, suchý a drobivý charakter s tendencí uvolňovat volný tuk. Mezi další nežádoucí projevy nižší hodnoty pH patří také snížení emulgačních schopností a případná zrnitost vzorků [44]. S klesající hodnotou pH se také zvyšuje roztíratelnost a pevnost tavených sýrů [40, 51].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍLE PRÁCE

V rámci diplomové práce bylo cílem vyhodnotit změny texturních vlastností tavených sýrů a analogů tavených sýrů v důsledku aplikace vybraných hydrokoloidů. Předmětem zkoumání se staly tavené sýry a analogy tavených sýrů vyrobené v laboratorních podmínkách.

Praktické řešení diplomové práce bylo provedeno v období od dubna do listopadu 2010 v laboratoři UTB. Během tohoto období byly všechny vyrobené vzorky analyzovány v této laboratoři také analyzovány.

- V laboratorních podmínkách vyrobte tavené sýry s obsahem 40 % hmot. sušiny a 40% a 50 % hmot. tuku v sušině s různým zastoupením tavicích solí
- Vyrobte analogy tavených sýrů za použití tuků s různým zastoupením mastných kyselin a rozdílným přídatkem hydrokoloidů
- Analyzujte vybrané texturní parametry modelových vzorků
- Výsledky zpracujte a stanovte závěry

6 METODIKA PRÁCE

6.1 Charakteristika a výroba vzorků

V rámci diplomové práce byly vyrobeny celkem tři řady tavených sýrů a jejich analogů s rozdílným obsahem sušiny a tuku v sušině. Jako základní suroviny byly použity Eidamská cihla v osmitýdenním stupni zralosti (50 % w/w sušiny a 30 % w/w tuku v sušině), máslo (M; 80 % w/w tuku a 18 % w/w vody) nebo palmový tuk (PT; 100 % w/w tuku; Hobum, Oele und fette, Hamburg, Německo), komerčně dodávané tavicí soli polyfosforečnan sodný E 452 a difosforečnan sodný ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) E 450 (Fosfa a.s. Břeclav), a pitná voda.

U vzorků řady II a III byly navíc přidávány hydrokoloidy, a to arabská guma (AG) nebo lokustová guma (LG) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA).

Všechny tři řady modelových vzorků tavených sýrů byly utaveny a připraveny za pomoci tavicího zařízení Vorwerk Thermomix TM31 viz obr. č. 3. Připravená směs byla postupně za konstantního míchání zahřívána až na tavicí teplotu, což bylo v tomto případě 90 ± 1 °C po dobu 1 minuty. Celková doba tavení se lišila v závislosti na dané surovinové skladbě, průměrně to bylo 10 až 15 minut. Horká tavenina byla nalita do polypropylenových kelímků (průměr 52 mm, výška 50 mm) a uzavřena přivařitelným hliníkovým víčkem. Po vylití vzorku do kelímku a jeho uzavření byly tavené sýry zchlazeny na teplotu 6 ± 2 °C a při této teplotě skladovány do provedení analýz.

6.1.1 Vzorky řady I.

Pro tuto řadu byly vyrobeny vzorky tavených sýrů s obsahem sušiny 40 % w/w a 40 % w/w tuku v sušině a dále vzorky s obsahem sušiny 40 % w/w a 50 % w/w tuku v sušině. Tyto výrobky byly vyrobeny za konstantního přídatku dvou druhů komerčně vyráběných tavicích solí. Jako první tavicí sůl byl použit polyfosforečnan sodný a jako druhá tavicí sůl byl použit difosforečnan sodný. U těchto vzorků bylo jako standardní tuk použito máslo (M). Pro obě výroby byly použity tavicí soli v poměru 1:1. Tyto vzorky byly následně podrobeny texturní profilové analýze, a to 1., 2., 3., 6., 10., a 16. den po výrobě. Byly měřeny následující parametry textury: tvrdost, kohezivnost, relativní lepivost. Každý vzorek byl měřen dvakrát.

6.1.2 Vzorky řady II.

Vzorky této řady byly vyrobeny s celkovým obsahem sušiny 40 % w/w a obsahem tuku v sušině 50 %. U těchto vzorků bylo jako standardní tuk použito máslo (M) a dále také palmový tuk (PT). Mimo jiné byly také přidávány arabská (AG) a lokustová guma (LG) oba hydrokoloidy v koncentracích 0,10; 0,25; a 0,50 % w/w. Kromě modelových vzorků byly vyrobeny i tzv. kontrolní vzorky (K) bez aplikace hydrokoloidů. Vzorky byly podrobeny analýze na stanovení hodnoty pH a texturní profilové analýze (TPA), kde hlavním sledovaným parametrem byla tvrdost, kohezivnost a relativní lepivost. Jednotlivé analýzy byly provedeny 1., 14. a 30. den po výrobě vzorků. Každá vzorek byl měřen dvakrát.

6.1.3 Vzorky řady III.

Vzorky této řady měly obdobné parametry výroby jako u výrobků řady II. Při výrobě modelových vzorků této řady byl stanoven obsah sušiny na 30 % w/w a obsah tuku v sušině 50 % w/w. Stejně jako u vzorků řady II byly použity dva druhy tuků a to opět máslo (M) a palmový tuk (PT). Přídavek hydrokoloidů a jejich koncentrace byla taktéž stejná. Jako u vzorků řady II se i zde provádělo stanovení pH a texturní profilová analýza se zaměřením na tvrdost, kohezivnost a relativní lepivost byly opět provedeny ve dnech 1., 14. a 30. den po výrobě vzorků. Každý vzorek byl měřen dvakrát.

6.2 Stanovení hodnoty pH

Hodnoty pH byly stanoveny u vzorků řady II a III analyzovaných vzorků. Tyto hodnoty byly měřeny vpichovým pH metrem (pH Spear, Eutech Instruments, Oakton, Malajsie) při chladírenské teplotě 6 ± 2 °C.

6.3 Texturní profilová analýza (TPA)

Texturní vlastnosti modelových vzorků byly hodnoceny pomocí texturního analyzátoru TA-XTplus (Stable Micro Systems, Ltd.). viz obr. 4. Vzorky byly před měřením temperovány 6 hodin v temperační komoře při 16 ± 1 °C.

U vzorků řady I byla TPA provedena dvěma po sobě jdoucími penetracemi, které simulují stlačení zubních stoliček. U vzorků řady I byl test proveden za použití dvou typů sond. V prvním případě se jednalo o nerezovou cylindrickou sondu (P 20) o průměru 20 mm. Jako druhá byla použita sonda kónická o úhlu 40 ° (P 40c). Pro měření byla zvolena rych-

lost penetrace sondy 2 mm/s a hloubka penetrace 10 mm. Test byl zahájen při síle odpovídající 5 g. Při použití cylindrické sondy byl vždy aplikován jeden kompresní test na každý vzorek. Všechny 8 vzorků řady I bylo proměřeno také kónickou sondou vždy třemi vpichy v jednom kelímku pokaždé do jiného místa vzorku taveného sýra. Cílem bylo zjistit možnost opakovaného měření výrobku. Pokud by výsledky prvního a ostatních penetrací byly obdobné, bylo by možné v dalších experimentech snížit počet vyrobených vzorků.

Analýza textury byla provedena dvěma penetracemi (hloubka 10 mm, rychlost penetrace sondy 2 mm/s, zahájení měření při síle odpovídající 5 g). Test byl proveden s použitím sondy o průměru 20 mm (P20). Sledována byla tvrdost, jako maximální síla při vtlačení sondy do hloubky 10 mm, dále kohezivnost a relativní lepivost. Vzorky byly měřeny šestkrát.



*Obrázek 3. Tavicí zařízení
Vorwerk Thermomix TM31*



*Obrázek 4. Texturní analyzátor TA-XTplus
(Stable Micro Systems, Ltd.)*



*Obrázek 5. Cylindrická sonda o průměru
20 mm (P 20)*



*Obrázek 6. Kónická sonda o úhlu 40°
(P 40c)*

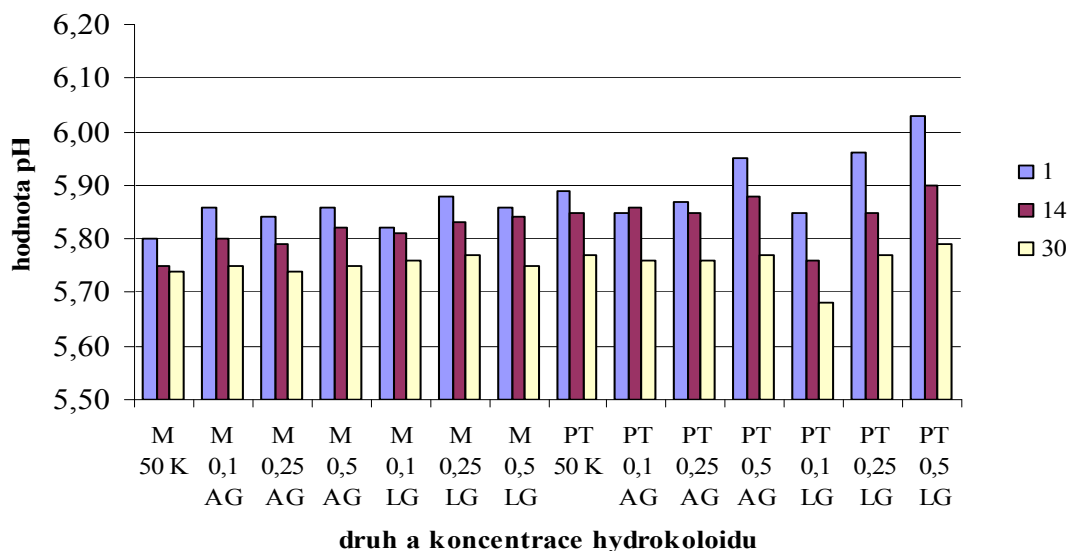
7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Výsledky stanovení hodnoty pH

Pomocí pH metru byly zjištěny hodnoty pH analogů tavených sýrů s rozdílným obsahem a druhem hydrokoloidu. Stanovení hodnoty pH bylo provedeno jen u II a III řady vzorků tavených sýrů resp. jejich analogů. U každé šarže vzorku bylo provedeno šest měření.

7.1.1 Vzorky řady II

Výsledky stanovení hodnoty pH jsou zobrazeny v grafu 1.



Graf 1. Hodnoty pH v závislosti na druhu a koncentraci přidaného hydrokoloidu s rozdílným druhem tuku (1., 14. a 30. den skladování)

Příklad označení: M 0,10A – tavený sýr s máslem a obsahem arabské gumy o koncentraci 0,10 % w/w

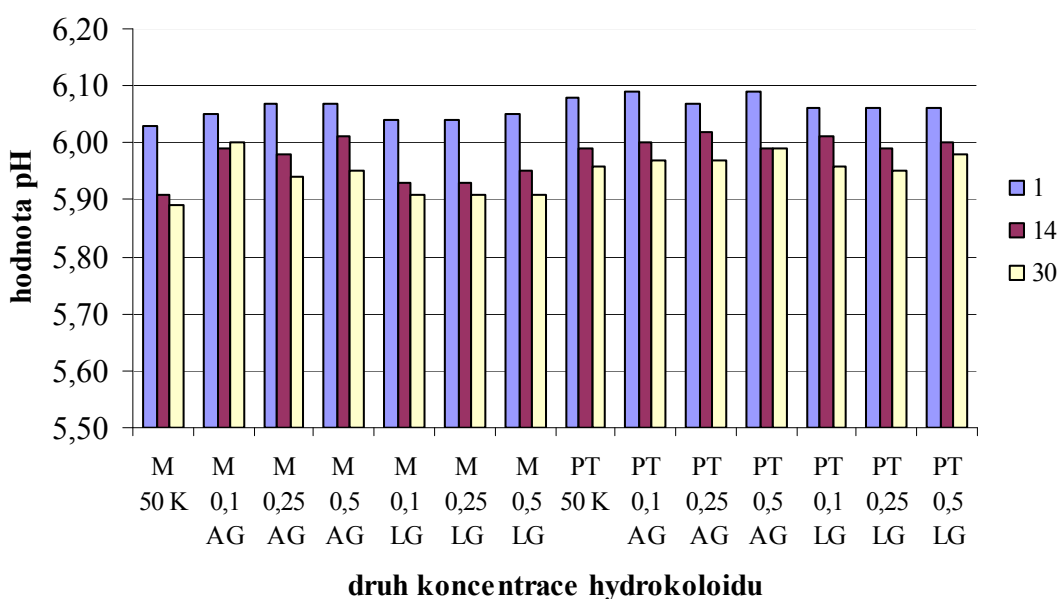
Ze získaných výsledků lze konstatovat, že druh použitého tuku nemá významný vliv na hodnotě pH. Nejnižší hodnoty pH byly zjištěny u kontrolního vzorku s máslem, tedy bez aplikace hydrokoloidů. Stejně tak hodnotu pH téměř neovlivnil druh použitého hydrokoloidu. Na hodnotě pH se nejvíce podílela koncentrace daného použitého hydrokoloidu. Nejvýznamnější hodnoty byly pozorovány u vzorku analogu taveného sýra s obsahem

palmového tuku a přidávkem lokustové gummy, přičemž hodnota pH se zvyšovala přímo úměrně se zvyšující se koncentrací daného hydrokoloidu.

Nejvýznamnější vliv na hodnotu pH měla doba skladování. S rostoucí dobou skladování postupně klesala hodnota pH, což je patrné z grafu 1. Počáteční hodnoty pH se pohybovaly na hranici 5,8 – 6,0, což je považováno za optimální pH pro tavené sýry. Nejnižších hodnot bylo dosaženo 30. den po skladování.

7.1.2 Vzorčky řady III

Vzorčky této řady byly vyrobeny s obsahem sušiny 30 % w/w a obsahem tuku v sušině 50 % w/w. Právě obsah sušiny se do jisté míry významně podílel na hodnotách pH, které jsou díky vyššímu obsahu vody vyšší než u vzorků řady II.



Graf 2. Hodnoty pH v závislosti na druhu a koncentraci přidaného hydrokoloidu s rozdílným druhem tuku (1., 14. a 30. den skladování)

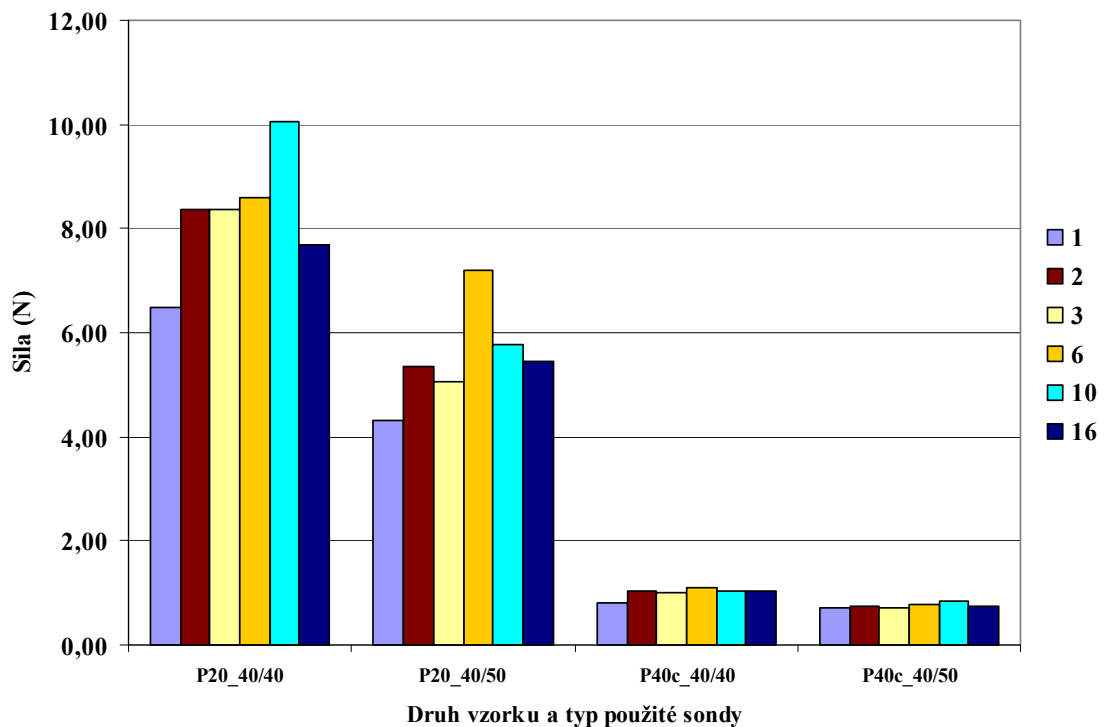
Příklad označení: M 0,10A – tavený sýr s máslem a obsahem arabské gummy o koncentraci 0,10 % w/w

Hodnoty v grafu 2 dále ukazují, že druh použitého tuku hodnoty pH opět neovlivnil. Obdobný trend je viditelný i v případě aplikace jednotlivých hydrokoloidů. Naopak stejně jako u vzorků řady II se na hodnotě pH významně podílela doba skladování. Nejvyšší hodnoty jsou patrné hned 1. den po výrobě, kde dosahují hodnot až 6,1. S rostoucí dobou skladování se hodnoty postupně snižují a 30. den dosahují svého minima.

7.2 Výsledky texturní profilové analýzy

7.2.1 Vzorok řady I

Pomocí analýzy textury byly zjištěny hodnoty tvrdosti, kohezivnosti a relativní lepidlosti modelových vzorků tavených sýrů pomocí cylindrické sondy o průměru 20 mm (P 20) a kónické sondy o úhlu 40° (P 40c). V případě kónické sondy byly do vzorku aplikovány tři vpichy v každém kelímku pokaždé do jiného místa vzorku taveného sýra. Cílem bylo zjistit možnost opakovaného měření výrobku. Pokud by výsledky prvního a ostatních penetrací byly obdobné, bylo by možné v dalších experimentech snížit počet vyrobených vzorků.



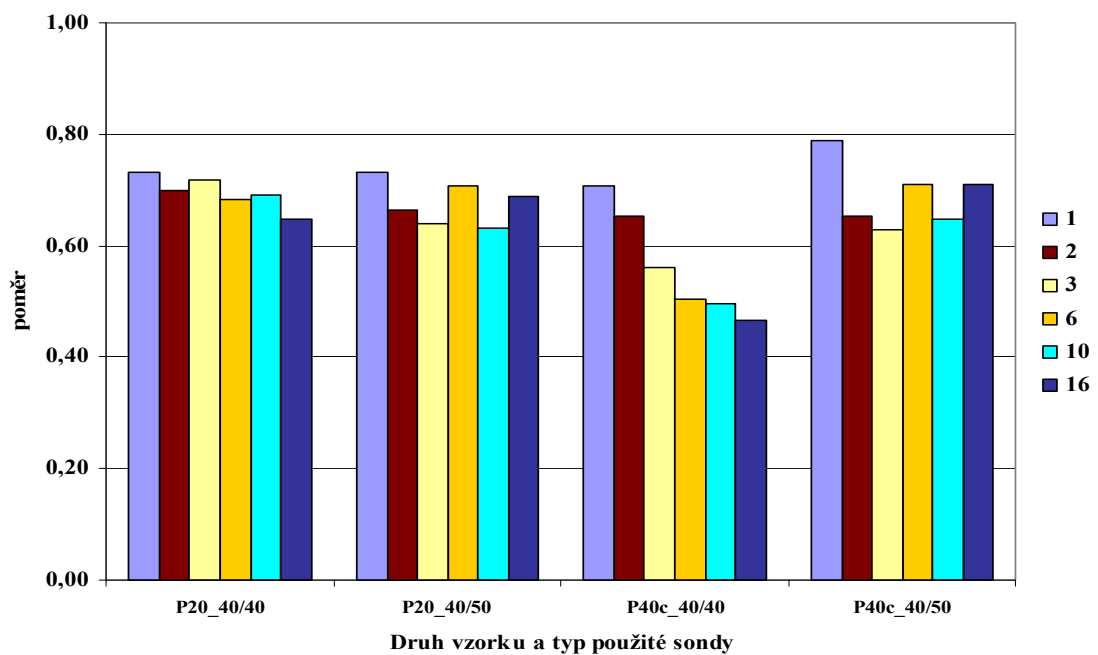
Graf 3. Hodnoty tvrdosti (N) tavených sýrů s rozdílným obsahem tuku v sušině měřeny za použití dvou druhů sond (1., 2., 3., 6., 10. a 16. den skladování)

Příklad označení: P20_40/40, kde P je druh sondy a první číslo označuje obsah sušiny a další tuk v sušině.

Ze získaných výsledků měřených cylindrickou sondou vyplývá, že hodnoty tvrdosti jsou významně ovlivněny obsahem sušiny, respektive obsahem tuku v sušině. U vzorků s obsahem 40 % w/w tuku v sušině byly zjištěny významně vyšší hodnoty tvrdosti než vzorky s obsahem tuku v sušině 50 % w/w, a to téměř o jednu třetinu. Dalším parametrem, který

se podílel na hodnotách tvrdosti byla do jisté míry doba skladování. Hodnoty tvrdosti se postupně s dobou skladování zvyšovaly až do 6. až 10. dne. Tato skutečnost může být připisována postupnému zpevňování bílkovinné matrice taveného sýra. Po této době se hodnoty tvrdosti mírně snížily.

Obdobný trend lze pozorovat i u vzorků měřených kónickou sondou. Hodnoty jsou však ve srovnání s cylindrickou sondou významně nižší. To je způsobeno především tvarem sondy, která snímá maximální tvrdost pouze svým hrotem, na který je vytvářen minimální tlak. Vzorky s obsahem tuku v sušině 40 % w/w vykazovaly vyšší hodnoty tvrdosti ve srovnání se vzorky s obsahem tuku v sušině 50 % w/w. Hodnoty se zvyšovaly také v průběhu skladování, nikoliv však tak rapidně jako u vzorků měřených cylindrickou sondou. Hodnoty získané kónickou sondou jsou uvedeny jako průměr ze tří penetrací v jednom kelímku. Můžeme konstatovat, že výsledky tvrdosti nebyly ovlivněny počtem penetrací v jednom kelímku.

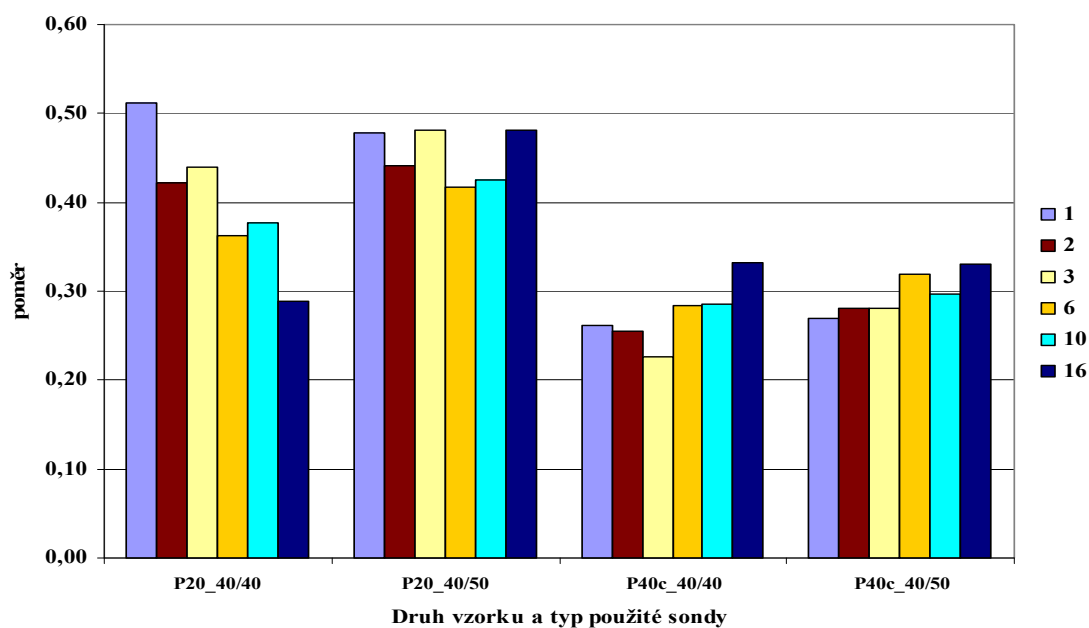


Graf 4. Grafické vyhodnocení parametru kohezivnosti tavených sýrů s rozdílným obsahem sušiny a tuku v sušině měřeny za použití dvou druhů sond (1., 2., 3., 6., 10. a 16. den skladování)

Příklad označení: P20_40/40, kde P je druh sondy a první číslo označuje obsah sušiny a další tuk v sušině.

Kohezivnost je definována jako míra, do jaké je materiál deformován předtím, než se rozruší [10, 23]. Z naměřených hodnot cylindrickou sondou vyplývá, že hodnoty kohezivnosti nejsou významně ovlivněny obsahem sušiny ani tukem v sušině. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí 0,68 – 0,72. Hodnoty kohezivnosti se mírně lišily v průběhu skladování, kde síla (intenzita) vnitřních vazeb, které drží potravinu pohromadě s rostoucí dobou skladování mírně klesá.

Tento klesající trend je nevíce patrný u vzorku s obsahem 40 % w/w sušiny a tuku v sušině měřeného kónickou sondou. Zde hodnoty postupně klesají až do posledního analyzovaného dne, kde minimální hodnota byla 0,46. Vzorky s obsahem sušiny 40 % w/w a obsahem tuku v sušině 50 % w/w mají poměrně proměnlivý charakter, ale ve své podstatě shodný trend se vzorky měřenými cylindrickou sondou. Také hodnoty kohezivnosti nebyly ovlivněny počtem penetrací v jednom kelímku při měření kónickou sondou,



Graf 5. Znárodnění relativní lepivosti tavených sýrů s rozdílným obsahem tuku v sušině měřeny za použití dvou druhů sond (1., 2., 3., 6., 10. a 16. den skladování)

Příklad označení: P20_40/40, kde P je druh sondy a první číslo označuje obsah sušiny a další tuk v sušině.

Výsledky relativní lepivosti jsou uvedeny v grafu č. 5. Relativní lepivost v podstatě udává poměr plochy píku lepivosti a plochy prvního kompresního cyklu. Obsah tuku v sušině se významně podílel na hodnotě relativní lepivosti, především u vzorků měřených cylindrickou sondou. Vzorek s obsahem tuku v sušině 50 % w/w vykazoval poměrně proměnlivě

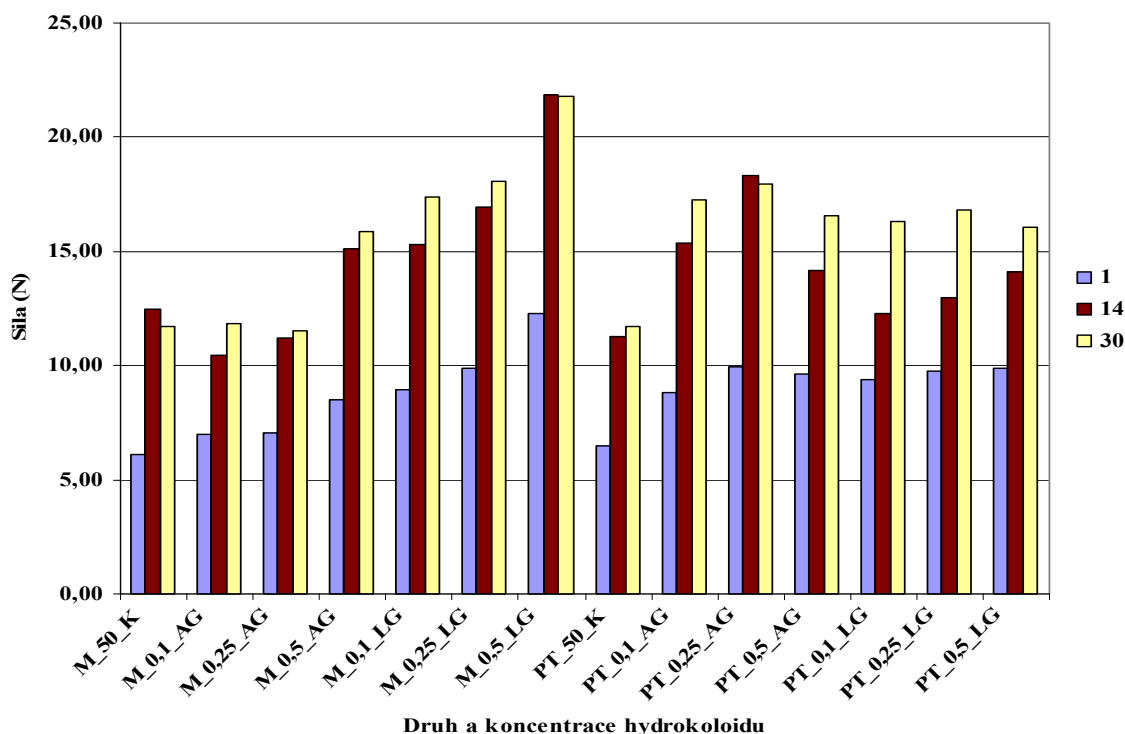
vý charakter po celou dobu skladování, zatímco relativní lepivost u vzorku s nižším obsahem sušiny se snižovala postupně s dobou skladování a svého minima dosáhla poslední analyzovaný den. Zde byly hodnoty téměř o polovinu nižší než na počátku skladování.

Oba vzorky hodnocené pomocí cylindrické sondy byly z hlediska výsledků prakticky totožné. Obsah tuku se na hodnotě relativní lepivosti prakticky neodrazil. Naopak v průběhu skladování se hodnoty mírně zvyšovaly oproti vzorkům měřeným cylindrickou sondou.

Aplikace trojnásobné penetrace v jednom kelímku nijak významně neovlivnila hodnoty relativní lepivosti, měřené kónickou sondou.

7.2.2 Vzorky řady II

Pomocí analýzy textury byly měřeny texturní parametry, a to tvrdost, kohezivnost a relativní lepivost analogů tavených sýrů s rozdílným obsahem a druhem hydrokoloidu.



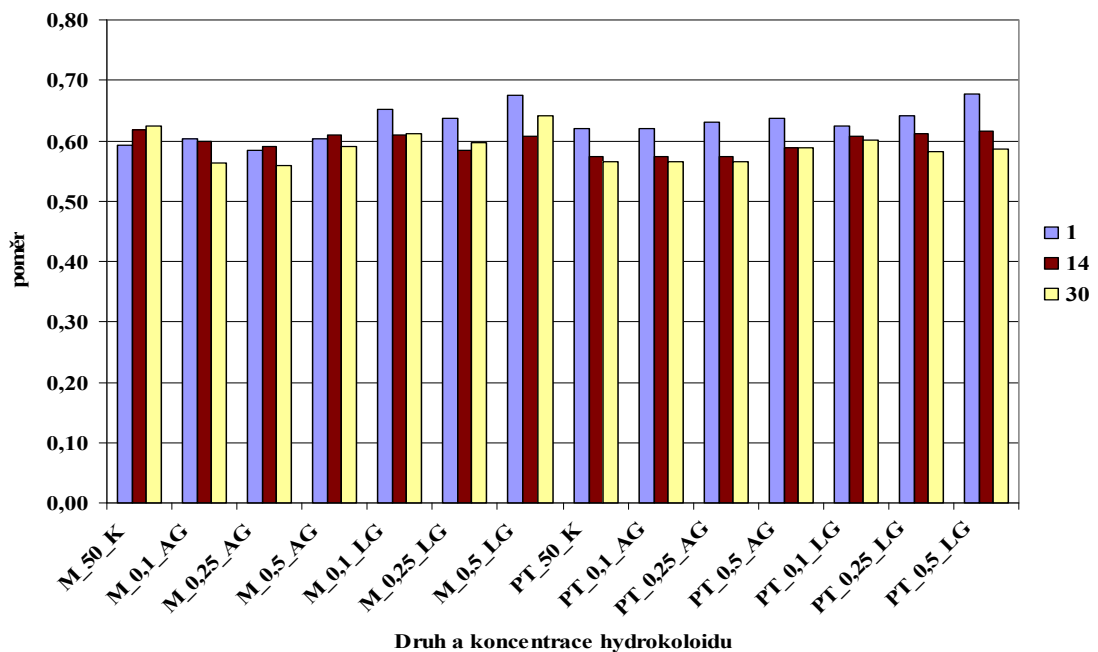
Graf 6. Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na tvrdosti tavených sýrů a jejich analogů (1., 14. a 30. den skladování)

Příklad označení: příklad označení: M 0,10A – tavený sýr s máslem a obsahem arabské gumy o koncentraci 0,10 % w/w

Z grafu 6 lze pozorovat závislost obsahu a druhu hydrokoloidů na tvrdost analogů tavených sýrů. Tvrdost je definována jako síla potřebná pro dosažení dané deformace. Ze získaných výsledků vyplývá, že druh použitého tuku, což bylo máslo a palmový tuk se na hodnotě tvrdosti podílel minoritním, nevýznamným způsobem. Významnější vliv na hodnotu tvrdosti měla aplikace jednotlivých hydrokoloidů. Přídavek arabské gummy o koncentraci 0,10 a 0,25 % w/w ke vzorku taveného sýra s obsahem másla tvrdost téměř neovlivnil ve srovnání s kontrolním vzorkem bez aplikace hydrokoloidu. Mírně zvýšené hodnoty tvrdosti byly zjištěny pouze po přidavku 0,50 % w/w arabské gummy. Po přidavku lokustové gummy ke vzorku s máslem byla zjištěna zvyšující se tvrdost v závislosti na zvyšující se koncentraci použitého hydrokoloidu. Hodnoty tvrdosti při koncentraci 0,50 % w/w lokustové gummy dosahovaly téměř 22 N, což představuje asi dvojnásobek tvrdosti sýra bez aplikace hydrokoloidu.

Přídavek arabské gummy ke vzorku s palmovým tukem významně ovlivnil hodnoty tvrdosti oproti kontrolnímu vzorku bez přidaného hydrokoloidu. Při použití 0,10 a 0,25 % w/w arabské gummy dosahovaly hodnoty u obou vzorků okolo 17 N, zatímco u vzorku bez přidavku hydrokoloidu byla tato hodnota na úrovni 11 N. Také přídavek lokustové gummy v koncentraci 0,10 % w/w měl na zvýšení tvrdosti podstatný vliv. Dalším zvyšováním koncentrace lokustové gummy (až do 0,50 % w/w) však již k nárůstu tvrdosti nedošlo.

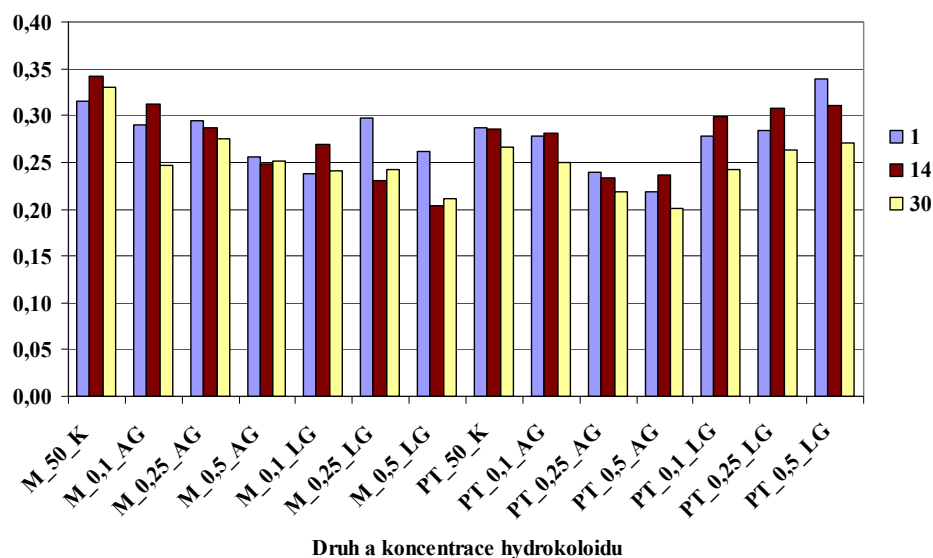
Další významný parametr, který ovlivnil hodnoty tvrdosti byla doba skladování. U všech vzorků ať již s obsahem másla či palmového tuku došlo k signifikantnímu nárůstu hodnot tvrdosti v průběhu skladování. U vzorků s obsahem másla byly hodnoty tvrdosti 14. a 30. den téměř srovnatelné, bez ohledu na použitý druh a koncentraci hydrokoloidu, ale v porovnání se vstupními hodnotami (1. den) byly až o 50 % vyšší. Taktéž u vzorků s obsahem palmového tuku bylo nejvyšších hodnot tvrdosti dosaženo poslední den skladování.



Graf 7. Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na kohezivnosti tavených sýrů a jejich analogů (1., 14. a 30. den skladování)

Příklad označení: příklad označení: M 0,10A – tavený sýr s máslem a obsahem arabské gumy o koncentraci 0,10 % w/w

Graf 7 prezentuje výsledky hodnoty kohezivnosti. Kohezivnost neboli soudržnost vzorků řady II nebyla významně ovlivněna obsahem použitého tuku. Stejně tak hodnoty nebyly ovlivněny ani druhem přidaného hydrokoloidu. Hodnoty kohezivnosti byly však mírně ovlivněny koncentrací použitého hydrokoloidu, což bylo však patrné pouze u vzorků s přísadkou lokustové gumy, kdy se zvyšující se koncentrací mírně rostly i hodnoty kohezivnosti. Na druhé straně můžeme u všech vzorků pozorovat klesající trend v hodnotách kohezivnosti v závislosti na době skladování. Nejnižší hodnoty byly zjištěny na konci doby skladování.



Graf 8. Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na relativní lepivosti tavených sýrů a jejich analogů (1., 14. a 30. den skladování)

Příklad označení: příklad označení: M 0,10A – tavený sýr s máslem a obsahem arabské gummy o koncentraci 0,10 % w/w

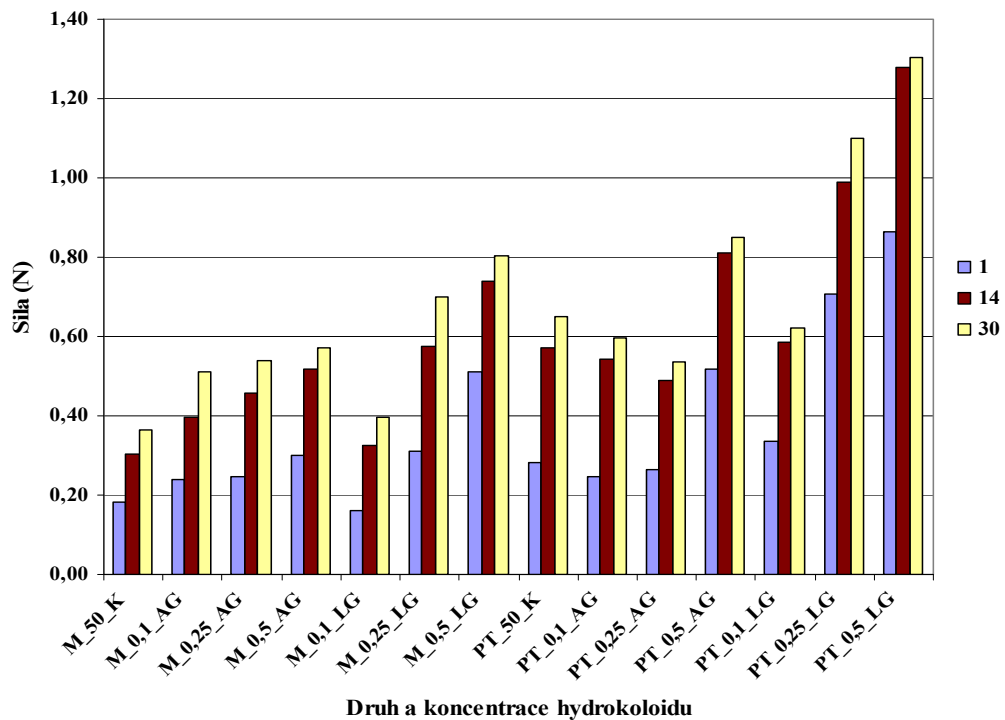
Výsledky relativní lepivosti, které jsou zobrazeny v grafu 8 ukazují proměnlivý trend v závislosti na druhu použitého tuku. Vzorky tavených sýrů vyrobené s obsahem másla, měly mírně vyšší hodnoty relativní lepivosti než vzorky s obsahem palmového tuku.

Z hlediska použitého druhu hydrokoloidu můžeme konstatovat na základě grafického vyhodnocení, že je rozdíl v působení hydrokoloidů v návaznosti na použitý tuk. Zatímco u másla arabská guma (AG) lepivost snižuje. U palmového tuku můžeme pozorovat stejný trend, ale až od vyšších koncentrací. Lokustová guma (LG) lepivost u vzorků s máslem taktéž snižuje a to podstatně více než arabská guma (AG), ale u palmového tuku ji naopak zvyšuje a to i nad kontrolní vzorek, takže tu můžeme pozorovat opačný vliv.

Při použití AG v různých koncentracích ve spojení s máslem nebo palmovým tukem můžeme u obou při vzrůstající koncentraci hydrokoloidu AG pozorovat klesající trend relativní lepivosti. Dobu skladování můžeme zhodnotit u parametru relativní lepivosti v trendu tak, že s rostoucí dobou skladování dochází k poklesu relativní lepivosti u obou použitých tuků i u obou použitých hydrokoloidů.

7.2.3 Vzorky řady III

Pomocí analýzy textury byly zjištěny také vybrané texturní parametry, a to tvrdost, kohezivnost a relativní lepivost analogů tavených sýrů s obsahem sušiny 30 % w/w a obsahem tuku v sušině 50 % w/w.

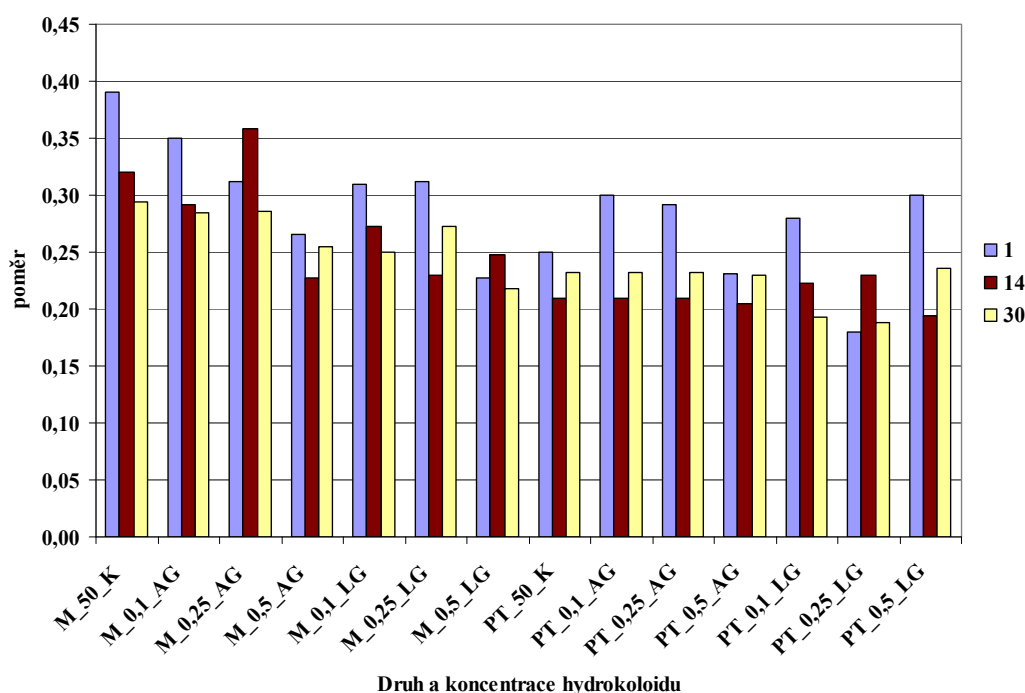


Graf 9. Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na tvrdosti tavených sýrů a jejich analogů (1., 14. a 30. den skladování)

Příklad označení: M 0,10A – tavený sýr s máslem a obsahem arabské gumy o koncentraci 0,10 % w/w

V grafu č. 9 můžeme pozorovat, že druh použitého tuku má určitý význam na parametr tvrdosti. Zatímco u másla oba použité hydrokoloidy způsobují nárůst tvrdosti, u palmového tuku (PT) v případě nižších koncentrací arabské gumy (AG) způsobují trend opačný, tedy pokles tvrdosti, u nejvyšší koncentrace byl zaznamenán už nárůst. Růst tvrdosti vykazovaly i vzorky palmového tuku s lokustovou gumou (LG). U vzorků s máslem s přidavkem hydrokoloidu AG byl u všech tří koncentrací zaznamenán nárůst tvrdosti. Dá se říct, že s narůstající koncentrací hydrokoloidu docházelo i k nárůstu tvrdosti tohoto typu vzorků. Naopak u vzorků s palmovým tukem a AG můžeme v nižších koncentracích pozorovat opačný, klesající trend oproti kontrolnímu vzorku. K významnému nárůstu oproti kontrolnímu vzorku došlo až u nejvyšší koncentrace AG u vzorku s palmovým tukem. Vzorky

s máslem a hydrokoloidem LG vykazovali už od nejnižší koncentrací LG vzrůstající trend, výraznější než byl u hydrokoloidu AG. Vzorky s palmovým tukem a hydrokoloidem LG kopírovaly stejný vzrůstající trend jaký byl naměřen i u másla s použitím LG. Nárůst tvrdosti byl ale u PT významnější než u másla. vzrůstající trend. Můžeme tedy konstatovat, že jak použití hydrokoloidu, tak i jeho koncentrace ovlivňují významným způsobem tvrdost vzorku tavených sýrů. Další významná skutečnost je ta, že se zvyšující se dobou skladování se zvyšuje tvrdost vzorků tavených sýrů.



Graf 10. Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na kohezivnosti tavených sýrů a jejich analogů (1., 14. a 30. den skladování)

Příklad označení: příklad označení: M 0,10A – tavený sýr s máslem a obsahem arabské gummy o koncentraci 0,10 % w/w

Hodnoty kohezivnosti u modelové řady III analogů tavených sýrů byly významnějším způsobem ovlivněny druhem použitého tuku, hydrokoloidem i jeho koncentrací. U vzorků s obsahem másla (M) se ze zvyšující koncentrací arabské gummy (AG) snižují hodnoty kohezivnosti, stejně tak je tomu i u vzorků másla s přísadkou lokustové gummy (LG). Podobný trend můžeme pozorovat i u vzorků másla s přísadkou palmového tuku (PT), kde taktéž dochází se vzrůstající koncentrací k poklesu hodnot kohezivnosti. U palmového tuku s přísadkou LG není tento trend úplně jednoznačný, nicméně výkyv je pravděpodobně způsoben chybou měření.

Z uvedených výsledků lze tedy konstatovat, že s prodlužující se dobou skladování klesá soudržnost vzorků analogů tavených sýrů.

Hodnoty relativní lepivosti nejsou uvedeny v Grafu, jelikož hodnoty byly velmi nízké zejména z důvodu nízké sušiny vzorků. Ze zjištěných hodnot vyplývá, že vliv druhu a koncentrace použitého hydrokoloidu nevykazovaly významnější změny na hodnoty relativní lepivosti. Zaznamenané hodnoty byly zjištěny u vzorků s palmovým tukem a obsahem 0,50 % hmot. w/w lokustové gummy. Celkově můžeme zhodnotit parametr relativní lepivosti v trendu tak, že s rostoucí dobou skladování docházelo k poklesu relativní lepivosti.

7.3 Diskuze

V rámci diplomové práce byly měřeny tři řady vzorků s rozdílným obsahem sušiny a tuku v sušině. Všechny vzorky byly podrobeny texturní profilové analýze se zaměřením na tvrdit, relativní lepivost a kohezivnost. U vzorků řady II a III byla navíc měřena hodnota pH. Stanovení hodnoty pH prokázalo, že druh použitého tuku se na hodnotě pH významně nepodílí. Významně se ale na hodnotách pH podílí obsah sušiny vzorků, to potvrzují i Lu et al. [43]. S klesajícím obsahem sušiny hodnota pH postupně vzrůstá. Stejně významný vliv měla také doba skladování. S rostoucí dobou skladování docházelo u všech vzorků k postupnému snížení hodnot pH. Ani druh přidaného hydrokoloidu neměl signifikantní vliv na hodnotu pH, mírně vyšší hodnoty byly zjištěny pouze u vzorku s obsahem palmového tuku a nejvyšším přídatkem lokustové gummy.

Vzorky řady I, u kterých byla texturní profilová analýza měřena jak cylindrickou tak i kónickou sondou vyplývá, že hodnoty tvrdosti jsou významně ovlivněny obsahem sušiny, respektive obsahem tuku v sušině. Hodnoty tvrdosti u vzorků s obsahem 40 % w/w tuku v sušině byly zjištěny významně vyšší než vzorky s obsahem tuku v sušině 50 % w/w, a to u obou typů sond. Dalším parametrem, který se podílel na hodnotách tvrdosti byla do jisté míry doba skladování. Tato skutečnost může být připisována postupnému zpevňování bílkovinné matrice taveného sýra. Hodnoty kohezivnosti i relativní lepivosti se mírně lišily v průběhu skladování avšak oba parametry s rostoucí dobou skladování mírně klesaly.

Hodnotu kohezivnosti významně ovlivnil použitý druh přidaného tuku. Vyšší hodnoty kohezivnosti byly patrné u vzorků s rostlinným polotuhým olejem a naopak nižší hodnoty u vzorků s palmovým tukem a kontrolním vzorkem. Obsah tuku obsažený ve vzorcích tento texturní parametr téměř neovlivnil. Naopak doba skladování texturní parametry vý-

znamně ovlivnila u všech vyrobených vzorků. Bylo zjištěno, že s rostoucí dobou skladování se pozvolna zvyšuje tvrdost, relativní lepivost i kohezivnost vzorků.

Z výsledků získaných kónickou sondou za použití tří penetrací v jenom kelímku můžeme konstatovat, že počet penetrací neměl signifikantní vliv na hodnoty tvrdosti, kohezivnosti ani relativní lepivosti. Lze tedy říct, že při použití této sondy nebyla matrice daného vzorku významně poškozena a jeden vzorek může být použit pro více opakování.

Dále byly pomocí texturní profilové analýzy zjištěny výsledky vybraných texturních parametrů vzorků řady II a III. Na texturní parametr tvrdost neměl signifikantní vliv použitý druh tuku. Významnější vliv na hodnotu tvrdosti měla aplikace jednotlivých hydrokoloidů. K významnému nárůstu oproti kontrolnímu vzorku došlo až u nejvyšší koncentrace arabské gumy u vzorku s palmovým tukem. Po přidavku lokustové gumy ke vzorku s máslem byla zjištěna zvyšující se tvrdost v závislosti na zvyšující se koncentraci použitého hydrokoloidu. Přídavek arabské gumy ke vzorku s palmovým tukem významně ovlivnil hodnoty tvrdosti oproti kontrolnímu vzorku bez přidaného hydrokoloidu. To potvrzuje i studie Ciprysová a kol. [14], kteří ve své práci uvádějí, že tvrdost vzorků se zvyšuje v závislosti na zvyšující se koncentraci použitého hydrokoloidu. Další významný parametr, který ovlivnil hodnoty tvrdosti byla doba skladování. U všech vzorků ať již s obsahem másla či palmového tuku došlo k významnému nárůstu hodnot tvrdosti v průběhu skladování. Na hodnotách kohezivnosti se nejvíce podílel obsah sušiny. Vzorky s nižším obsahem sušiny vykazovaly také nižší hodnoty kohezivnosti. Na druhé straně můžeme u všech vzorků pozorovat klesající trend v hodnotách kohezivnosti v závislosti na době skladování. Nejnižší hodnoty byly zjištěny na konci doby skladování, obdobné výsledky zjistili i Ciprysová a kol. [14].

Dalším parametrem sledování byla relativní lepivost. Bylo zjištěno, že se zvyšujícím se obsahem tuku v sušině ve vzorcích analogů tavených sýrů relativní lepivost roste. Druh použitého hydrokoloidu měl na hodnoty relativní lepivosti proměnlivý vliv. Přídavek arabské gumy snižoval hodnoty relativní lepivosti v závislosti na použité koncentraci, přičemž se zvyšující se koncentrací relativní lepivost klesala, jak u vzorku s obsahem másla, tak i u vzorku s obsahem palmového tuku. Vzorky, které obsahovaly přídavek lokustové gumy byly významné pouze u vzorků s obsahem palmového tuku, kde tento hydrokoloid relativní lepivost naopak zvýšil. Významným činitelem, který ovlivnil relativní lepivost byla opět

doba skladování. Jako u výše zmíněných vzorků s rostoucí dobou skladování hodnoty relativní lepivosti pomalu klesaly. Svého minima dosáhly poslední analyzovaný den.

Na hodnotě relativní lepivosti se významně podílel obsah tuku v sušině. Vzorek s obsahem tuku v sušině 50 % w/w vykazoval poměrně proměnlivý charakter po celou dobu skladování, zatímco relativní lepivost u vzorku s nižším obsahem sušiny se snižovala postupně s dobou skladování a svého minima dosáhla poslední analyzovaný den. Zde byly hodnoty téměř o polovinu nižší než na počátku skladování. Oba vzorky hodnocené pomocí cylindrické sondy byly z hlediska výsledků prakticky totožné. Obsah tuku se na hodnotě relativní lepivosti prakticky neodrazil. Naopak v průběhu skladování se hodnoty mírně zvyšovaly oproti vzorkům měřeným cylindrickou sondou.

Tvrдость vzorků řady II se pohybovala v rozmezí 6 – 22 N, kdežto u vzorků řady III rozmezí bylo pouze 0,18 – 1,30 N. Tento rozdíl byl způsoben především rozdílnou sušinou obou řad, což taky deklarují Guinee a kol [27].

Srovnáním vzorků řady II a III ukázalo, že kohezivnost vzorků řady II byla v rozmezí 0,60 – 0,70, kdežto u vzorků řady III byly tyto hodnoty téměř trojnásobně nižší, což je opět připisováno nižšímu obsahu sušiny.

Při porovnání hodnot řady II a III vykazovala řada II hodnoty relativní lepivosti 0,20 – 0,35, kdežto hodnoty řady III byly ve většině případů tak nízko, že se pohybovaly kolem nulové hodnoty. Jediné dvě výjimky tvořil vzorek s palmovým tukem a koncentrací hydrokoloidu 0,25 % LG a 0,5 % LG, kde hodnoty dosahovaly hodnot kolem 0,30. Hodnoty řady III jsou tedy pod úrovní řady II. Tento vliv můžeme přičíst nižší sušině. Zatímco u řady II byla sušina 40 % w/w a obsah tuku v sušině 50 %, u řady III byla sušina 30 % w/w a obsah tuku v sušině 50 % w/w. Rozdíl byl patrný už při prvotním vizuálním posouzení vzorků, kdy vzorky řady III byly z hlediska konzistence daleko řidší než vzorky řady II, což se následně projevilo i na parametru relativní lepivosti analogů tavených sýrů.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vyrobit 3 řady modelových vzorků tavených sýrů s obsahem sušiny a tuku v sušině 40 % w/w, dále obsahem sušiny 40 % w/w a tuku v sušině 50 % w/w a poslední řada byla vyrobena s obsahem sušiny 30 % w/w a tuku v sušině 50 % w/w. Vzorky posledních dvou řad navíc obsahovaly přídavek hydrokoloidů (arabská a lokustová guma) v koncentraci 0,10; 0,25 a 0,50 % w/w. V závislosti na době skladování byly sledovány změny hodnot pH a texturní vlastnosti pomocí texturní profilové analýzy.

- Nejvýznamnější vliv na hodnotu pH měla doba skladování. S rostoucí dobou skladování hodnota pH postupně klesala.
- Hodnoty pH byly ovlivněny sušinou resp. obsahem sušiny ve vzorcích. Vyšší hodnoty pH byly zjištěny ve vzorcích s nižším obsahem sušiny a naopak.
- Texturní profilová analýza ukázala, že tvrdost jednotlivých vzorků byla závislá na obsahu sušiny, ale také obsahu tuku v sušině. Nejvyšší hodnoty tvrdosti byly zjištěny u vzorků s nejvyšším obsahem sušiny a nejnižším obsahem tuku v sušině.
- Nejvýznamněji se na hodnotách tvrdosti podílela doba skladování stejně jako na hodnotách pH.
- Na hodnotách relativní lepivosti se významně podílel obsah tuku v sušině. Vzorek s obsahem tuku v sušině 50 % w/w vykazoval poměrně proměnlivý charakter po celou dobu skladování, zatímco relativní lepivost u vzorku s nižším obsahem sušiny se snižovala postupně s dobou skladování a svého minima dosáhla poslední analyzovaný den.
- Vzorky analogů tavených sýrů měřených pomocí TPA vykazovaly vliv jak druhu tuku, tak i závislosti obsahu a druhu hydrokoloidů na tvrdost analogů tavených sýrů. U vzorků s obsah sušiny 40 % w/w nebyl druhu použitého tuku tak významný jako u vzorků s obsah sušiny 30 % w/w.
- Významnější vliv na hodnotu tvrdosti měla aplikace jednotlivých hydrokoloidů.
- Další významný parametr, který ovlivnil hodnoty tvrdosti byla doba skladování. U všech vzorků ať již s obsahem másla či palmového tuku došlo k významnému nárůstu hodnot tvrdosti v průběhu skladování.

- Projevil se klesající trend v hodnotách kohezivnosti v závislosti na době skladování. Nejnížší hodnoty byly zjištěny na konci doby skladování.
- Relativní lepivost u vzorků s vyšším obsahem sušiny vykazovaly určitou závislost z hlediska druhu použitého tuku. Vzorky s obsahem másla vykazovaly mírně vyšší hodnoty relativní lepivosti než vzorky s obsahem palmového tuku.
- Dobu skladování můžeme zhodnotit u parametru relativní lepivosti v trendu tak, že s rostoucí dobou skladování dochází k poklesu relativní lepivosti u obou použitých tuků i u obou použitých hydrokoloidů. Tento trend, že s rostoucí dobou skladování dochází k poklesu relativní lepivosti můžeme potvrdit i u vzorků s nižším obsahem sušiny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ABD-EL-SALAM, M.H., AL-KHAMY, A.F., EL-GARAWANY, HAMED, A., KHADER, A., 1996: Composition and rheological properties of processed cheese spread as affected by the level of added whey protein concentrates and emulsifying salt. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 24, s. 309-322, ISSN 0378-2700
- [2] BADRELDIN, H. A, ZIADA, A, BLUNDEN, G. Biological effects of gum arabic: A review of some recent research. *Food and Chemical Toxicology*. 2009, 47, s. 1-8. ISSN 0278-6915
- [3] BACHMAN, H.P. 2001. Cheese analogues a review. *International Dairy Journal* 11: 505-515, ISSN
- [4] BELITZ, H.D, GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. *Food Chemistry*. Heidelberg : Springer-Verlag, Berlin, 2009. 989 s. ISBN 978-3-540-69933-0.
- [5] BOURLAKIS, M. A.; WEIGHTMAN, Paul W.H. *Food Supply Chain Management*. Oxford, UK : Blackwell Publishing Ltd, 2007. Processe cheese and cheese analogues, s. 212-229. ISBN 978-1-4051-2975-6.
- [6] BOURNE, M., C,. Food texture and viscosity. Vol. 2, San Diego, 2002. Academic press. ISBN 0-12-119062-5
- [7] BOURNE, M., C,. Texture profile analysis. *Food technology*, 1978. Vol. 32, page 652-666, ISSN 0015-6639
- [8] BUŇKA F., HRABĚ J., Tavené sýry, *Potravinářská revue* 4/2006, s. 13 – 16. ISSN 1801-9102
- [9] BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., KRÁČMAR, S. *Edice původních vědeckých prací a monografií: Základní principy výroby tavených sýrů*. 1. Brno : Mendlova zemědělská a lesnická universita, 2009. 70 s. ISBN 978-80-7375-339-8.
- [10] BUŇKA, F., ČERNÍKOVÁ, M., HLADKÁ, K., BUŇKOVÁ, L., Základní charakteristika tavených sýrů a jejich analogů. *Potravinářská revue*. 6/2010, 2010, 6, s. 29-32. ISSN 1801-9102.
- [11] CARIC, M., KALÁB, M. *Cheese, chemistry, physics and microbiology: Major cheese groups*. volume 2. Maryland : Aspen Publisher, Inc., 1999. Processed cheese product, s. 467-490. ISBN 0412535106.

- [12] CARIC, M., KALÁB, M. Processed cheese products. In: *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2. Major Cheese Groups*. 2nd ed., P. F. Fox (ed.), Chapman & Hall, London, UK, 467-505 (1993)
- [13] CAVALIER-SALOU, C., CHEFTEL, J. C., 1991: Emulsifying Salts Influence on Characteristics of Cheese Analogs from Calcium Caseinate. *Journal of Food Science*, 56, s. 1542-1547, ISSN 1750-3841
- [14] CIPRYSOVÁ, Z., WEISEROVÁ, E., ŠINDLEROVÁ, J., JANIŠ, R., BUŇKA, F. 2010. Vliv přísady lokustové a arabské gummy na tvrdost analogů tavených sýrů. In *Sborník: Hygiena a technologie potravin, XL. Lenfeldovy a Hökleho dny*, VFU v Brně 14. – 15. 10. 2010, ISBN 978-80-7305-121-1
- [15] COZIC, C., PISTON, L., GARDA, M. R., MARLHOUX, F., CERF, D. L.: Analysis of arabic gum: Study of degradation and water desorption processes. *Food Hydrocolloids*. 2009, 23, s. 1930-1934. ISSN 0268-005X
- [16] ČSN 57 1300. Tavené sýry a tavené sýrové výrobky. Praha: Český normalizační institut, 01.03.2000. 8 s.
- [17] ČSN EN ISO 5492 (560030). *Senzorická analýza: Slovník*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 50 s.
- [18] ČSN ISO 11036 (560034):1997, *Senzorická analýza: Metodologie - Profil textury*. Praha: Český normalizační institut, 1994. 18 s.
- [19] DOI, Y., ICHIHARA, T., HAGIWARA, A., OMAK, N., TAMANO, S., ORIKOSHI, H., OGASAWARA K., SASAKI, Y., NAKAMURA M., SHIRAI, T.: A ninety-day oral toxicity study of a new type of processed gum. *Food and Chemical Toxicology* . 2006, 44, s. 560-566. ISSN 0278-6915.
- [20] DOLEŽÁLEK, J. *Mikrobiologie mlékařského a tukařského průmyslu*, Praha: SNTL 1962, 548 s.
- [21] DOSTÁLOVÁ, J.; ČURDA, L. *Fórum zdravé výživy* [online]. 27.5.2005, 1 [cit. 2010-07-29]. Význam tavených sýrů ve výživě. Dostupné z WWW: <<http://www.fzv.cz/promedia/tiskove-materialy/starsi-tiskove-materialy/vyznam-tavenych-syru-ve-vyzive/154-vyznam-tavenych-syru-ve-vyzive.aspx>>.

- [22] DVOŘÁK, J. 2000. Vliv suroviny na konzistenci tavených sýrů. [Diplomová práce], VŠCHT, Praha, 97 s.
- [23] FLICK, E. W. *Emulsifying agents: An Industrial Guide*. 1 tittle. New Jersey : Noyes Publications, 1990. Gumix International, s. 98. ISBN 0-8155-1225-2.
- [24] FORMAN, L. a kol. *Mlékárenská technologie II*. 2.vyd. Praha: VŠCHT, 1996. 228 s. ISBN 80-7080-250-2.
- [25] GAJDUŠEK, S. *Mlékarství II*. 1.vyd. Brno: MZLU, 2000. 142s.
- [26] GÖRNER, F., VALÍK, L. *Aplikovaná mikrobiológia požívatin*. 1. Radlinského 9, Bratislava : Vydavateľstvo Malé Centrum, 2004. Mikrobiológia tavených syrov , s. 336-337. ISBN 80-967064-9-7.
- [27] GUINEE, T.P., CARÍĆ, M., KALÁB, M. *Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products*. 2004. *Cheese: Chemistry, Physics and Mikrobiology*, Third edition – Volume 2: Major CHEESE Groups, ISBN 0-1226-3653-8.
- [28] GUPTA, S. K., KARAHADIAN, C. & LINDSAY, R. C., 1984: Effect of emulsifier salts on textural and flavor properties of processed cheese. *Journal of Dairy Science*, 67, s. 764-778, ISSN 0022-0302
- [29] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně 2006, 180 s. ISBN: 80-7318-405-2
- [30] [Http://www.lacrumvm.cz](http://www.lacrumvm.cz) [online]. 2010 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.lacrumvm.cz/cs/nase-vyrobky/vyrobky-bio>>.
- [31] [Http://www.vscht.cz](http://www.vscht.cz) [online]. 2009 [cit. 2011-02-14]. Měření textury potravinářských materiálů. Dostupné z WWW: <http://www.vscht.cz/ktk/www_324/lab/navody/oborI/textura02.pdf>.
- [32] HUTCHINGS, J., B., LILLFORD, P., J., The Perception of Food Texture – The philosophy of the breakdown path, *Journal of Texture Studies*, 1988, volume 19., No. 2, page 103-114, ISSN 0022-4901
- [33] CHAMBRE, M. and J. DAURELLES, 1997. Le Fromage Fondu. In: Eck, A. and J.C. Gillis, (Eds.), *Le Fromage. Technique et Documentation* Lavoisier. Paris, 3rd Edn., pp: 691-708.

- [34] Instrumentální metody hodnocení textury polotuhých a tuhých potravin. [Http://eso.vscht.cz](http://eso.vscht.cz) [online]. 2.4.2007 [cit. 2011-02-03]. Dostupné z WWW: <http://eso.vscht.cz/cache_data/1201/www.vscht.cz/tmt/studium/FVP/pFVP05_Textura_print.pdf>.
- [35] KAWAMURA, Y. K. [Http://www.fao.org](http://www.fao.org) [online]. 2008 [cit. 2010-11-06]. Carob Bean Gum. Dostupné z WWW: <http://www.fao.org/ag/agn/agns/jecfa/cta/69/Carob_bean_gum_CTA_69_.pdf>.
- [36] KOPÁČEK, J. 2006. Vývoj ve spotřebě a prodeji sýrů v České republice a naše perspektivy do budoucna. In *Sborník: Celostátní přehledky sýrů 2006*. Praha. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2006. s. 271. ISBN 80-7080-620-6.
- [37] KRKOŠKOVÁ, B. *Textúra potravin*. 1. vyd. Bratislava: Alfa a SNTL. 1986. 200s. ISBN 63-003-86
- [38] KROPÁČEK, J., LIKLER, L. Tavené sýry-švýcarský vynález, ale tak trochu český fenomén, *Potravinářská revue*. 6/2010, s. 33-35. ISSN 1801-9102.
- [39] LANGMAIER, F. *Nauka o zboží*. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2002. 144 s. ISBN 80-7318-092-8.
- [40] LEE, S. K. & KLOSTERMEYER, H., 2001: The Effect of pH on the Rheological Properties of Reduced-fat Model Processed Cheese Spreads. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 34, 228-292. ISSN 0023-6438.
- [41] LELON, J.K., et al. Assessment of physical properties of gum arabic from. *African Journal of Plant Science*. April 2010, 4, s. 95-98. ISSN 1996-0824.
- [42] LU, R. and ABBOT, J., A. *Force deformation techniques for measuring texture*. Texture in food: Vol. 2. Solid food. Woodhead Publishing, Cambridge. 2004. 537 p. ISBN 1-85573-724-8
- [43] LU, Y., SHIRASHOJI, N., LUCEY, J. A., 2007: Rheological, textural and melting properties of commercial samples of some of the different types of pasteurized processed cheese, *International Journal of Dairy Technology*, 60, 74-80, ISSN 1364-727X.
- [44] MARCHESSEAU, S., GASTALDI, E., LAGAUDE, A. & CUQ, J. L., 1997: Influence of pH on Protein Interactions and Microstructure of Process Cheese. *Journal of Dairy Science*, 80, s. 1483-1489, ISSN 0022-0302

- [45] MULSOW, B.B; JAROS, D.; ROHM, H. *Food Supply Chain Management*. First published. Oxford, UK : Blackwell Publishing Ltd., 2007. Processed Cheese and Cheese Analogues, s. 210-230. ISBN 978-1-4051-2975-6.
- [46] OBERMAIER, O. O tavených sýrech všeobecně a zvláště z Hodonína. *Potravinářská revue*. 6/2010, 2010, 6, s. 43-45. ISSN 1801-9102.
- [47] 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*, 61, s.551-555. ISSN 0260-8774
- [48] ROSENTHAL, A. J., *Food Texture: Measurement and Perception*. 1. Gaithersburg, Maryland : Aspen Publishers, Inc., 1999. 303 s. ISBN 0-8342-1238-2.
- [49] SAVELLO, P. A., ERNSTROM, C. A. & KALÁB, M., 1989: Microstructure and meltability of model processed cheese made with renet and acid casein. *Journal of Dairy Science*, 72, s. 1-11. ISSN 0022-0302
- [50] SUKOVÁ, I. [Http://www.agronavigator.cz](http://www.agronavigator.cz) [online]. 14.3. 2008 [cit. 2010-10-08]. Stav výroby sýrů v ČR. Dostupné z WWW: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=162&ch=13&typ=1&val=71997>>.
- [51] 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, s. 822-825. ISSN 0022-1147
- [52] SZCZESNIAK, A. S., KAHN, E. L., 1971: Consumer Awareness Of And Attitudes To Food Texture. *Journal of Texture Studies*, 2, 280-295. ISSN 1745-4603
- [53] ŠTĚTINA, J., NĚMCOVÁ, L., PISKA, I.: Konzistence a reologické vlastnosti polotvrdých sýrů. In *Sborník: Celostátní přehledky sýrů 2000*. Praha: Česká společnost chemická, 2000. 54 – 69 s. ISBN 80-86238-12-1
- [54] Vyhláška 77/2003 Sb.: Vyhláška, kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, 32/2003, s. 2488.
- [55] Výroba sýrů v ČR. *Mlékařské listy*. 2007, 101, s. 5-8. ISSN 1212-950X.

[56] WILLIAMS, P. A., PHILLIPS, G. O. *Hanbook of hydrocolloids*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2000, s. 453. ISBN 1-85573-501-6.

[57] YADAV, M. P., IGARTUBURU, J. M., YAN, Y., NOTHNAGEL, A, 2007: Chemical investigation of the structural basis of the emulsifying. *Food Hydrocolloids.*, 21, s. 297–308, ISSN 0268-005X.

[58] ZAVORAL, J. H., HANNAN, P., FIELDS, D. J., HANSON, M. N., FRANTZ, I. D., KUBA, K., ELMER, P., JACOBS, D. R.: The hypolipidemic effect of locust bean gum food products in fam lial hypercholesterolemic adults and children. *The American Journal of Clinical Nutrition* . August 1983, 38, s. 285-294.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AG	Arabský guma
ČSN	Česká státní norma
K	Kontrolní vzorek
LG	Lokustová guma
M	Máslo
MZe	Ministerstvo zemědělství
PT	Palmový tuk
TPA	Texturní profilová analýza
tv _s	Tuk v sušině
w/w	Hmotnostní procento

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1. Chemický vzorec lokustové gummy [35]</i>	27
<i>Obrázek 2. Schématické znázornění zátěžové křivky získané texturní profilovou analýzou [22]</i>	33
<i>Obrázek 3. Tavicí zařízení</i>	41
<i>Obrázek 4. Texturní analyzátor TA-XTplus (Stable Micro Systems, Ltd.)</i>	41
<i>Obrázek 5. Cylindrická sonda o průměru</i>	42
<i>Obrázek 6. Kónická sonda o úhlu 40° (P 40c)</i>	42

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1. Hodnoty pH v závislosti na druhu a koncentraci přidaného hydrokoloidu s rozdílným druhem tuku (1., 14. a 30. den skladování).....</i>	<i>43</i>
<i>Graf 2. Hodnoty pH v závislosti na druhu a koncentraci přidaného hydrokoloidu s rozdílným druhem tuku (1., 14. a 30. den skladování).....</i>	<i>44</i>
<i>Graf 3. Hodnoty tvrdosti (N) tavených sýrů s rozdílným obsahem tuku v sušině měřeny za použití dvou druhů sond (1., 2., 3., 6., 10. a 16. den skladování)</i>	<i>45</i>
<i>Graf 4. Grafické vyhodnocení parametru kohezivnosti tavených sýrů s rozdílným obsahem sušiny a tuku v sušině měřeny za použití dvou druhů sond (1., 2., 3., 6., 10. a 16. den skladování).....</i>	<i>46</i>
<i>Graf 5. Znázornění relativní lepivosti tavených sýrů s rozdílným obsahem tuku v sušině měřeny za použití dvou druhů sond (1., 2., 3., 6., 10. a 16. den skladování).....</i>	<i>47</i>
<i>Graf 6. Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na tvrdosti tavených sýrů a jejich analogů (1.,14. a 30. den skladování)</i>	<i>48</i>
<i>Graf 7. Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na kohezivnosti tavených sýrů a jejich analogů (1.,14. a 30. den skladování)</i>	<i>50</i>
<i>Graf 8. Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na relativní lepivosti tavených sýrů a jejich analogů (1.,14. a 30. den skladování).....</i>	<i>51</i>
<i>Graf 9. Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na tvrdosti tavených sýrů a jejich analogů (1.,14. a 30. den skladování)</i>	<i>52</i>
<i>Graf 10. Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na kohezivnosti tavených sýrů a jejich analogů (1.,14. a 30. den skladování)</i>	<i>53</i>

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Charakteristické vlastnosti gum Acacia senegal a Acacia seyal [56] 25

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: Vliv přídavku lokustové a arabské gummy na tvrdost analogů tavených sýrů.....71

PŘÍLOHA P I: VLIV PŘÍDAVKU LOKUSTOVÉ A ARABSKÉ GUMY NA TVRDOST ANALOGŮ TAVENÝCH SÝRŮ

Influence of addition of locus bean gum and arabic gum on hardness of processed cheese analogues

Ciprysová, Z.¹, Weiserová, E.¹, Šindlerová, J.², Janiš, R.¹, Buňka, F.²

¹⁾ Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky, ²⁾ Ústav technologie a mikrobiologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Abstract

The aim of this work was production of processed cheese analogues with arabic gum and locus bean gum. Hydrocolloids were added at concentration 0,10; 0,25 and 0,50 % w/w. The values of hardness were determined by texture analysis. Hardness of samples was influenced by type and concentration of applied hydrocolloids. The type of used fat (butter and palm soft oil) also affects hardness of processed cheese analogues.

Úvod

Tavené sýry jsou vyráběny zahříváním směsi přírodních sýrů s různými tavicími solemi za částečného podtlaku a stálého míchání, než je dosažena požadovaná konzistence (Kapoor et al., 2008; Bachman, 2001). V posledních letech se rozšiřuje také výroba tzv. analogů tavených sýrů, k jejichž výrobě lze použít tuky a bílkoviny nemléčného původu, tavicí soli aj. (Bachman, 2001). Jejich hlavní výhodou je snížení výrobních nákladů na prvotní mléčnou surovinu, která může být zčásti nebo zcela nahrazena levnějšími například rostlinnými zdroji (Cunha et al., 2010). Své uplatnění mají analogy tavených sýrů především v provozovnách rychlého občerstvení (Guinee et al., 2009).

Hydrokoloidy lze obecně definovat jako biopolymery sacharidické nebo bílkovinné povahy, které mají vysokou vaznost vody a schopnost ovlivnit strukturu a stabilitu potravinářských gelů. Řada z nich může tvořit trojrozměrné struktury, tzv. gely. Mezi hojně využívané hydrokoloidy na bázi polysacharidů se řadí přírodní a modifikované škroby, karagenany, pektin, lokustová guma, arabská guma aj. Z bílkovinných hydrokoloidů je to želatina, kazeináty nebo sérové bílkoviny (Phillips et al., 2000).

Arabská guma je komplexní polysacharid s rozvětveným řetězcem, jehož hodnota pH ve vodném roztoku je neutrální případně mírně kyselá. Hlavní i vedlejší řetězec jsou složeny z jednotek β -D-galaktopyranózy spojených vazbou β -(1 \rightarrow 3). Oba řetězce jsou k sobě vzájemně připojeny vazbou β -(1 \rightarrow 6) a navíc obsahují od dvou do pěti jednotek α -L-arabinofuranózy, α -L-rhamnopyranózy, β -D-glukuronopyranózy a 4-O-methyl- β -D-glukuronopyranózy připojených především na konci řetězce (Ali et al., 2009). Hlavní řetězec lokustové gummy je složen z jednotek β -D-mannózy spojené vazbou β -(1 \rightarrow 4) a každá čtvrtá jednotka mannózy je substitiována α -D-galaktózou připojenou α -(1 \rightarrow 6) vazbou. Poměr mannózy a galaktózy se pohybuje mezi 3,6 – 4,2 (Velíšek et al., 2002; Dunstan et al., 2001). Obě gummy jsou používány v potravinách primárně jako zahušťovadla v důsledku jejich schopnosti měnit texturní vlastnosti dané látky (Yaseen et al., 2005). V mléčných výrobcích se používají u produktů se sníženým obsahem tuku jako nositelé plné chuti (Goycoolea et al., 1995).

Cílem práce bylo studovat vliv přísad lokustové a arabské gummy do tavených sýrů a jejich analogů na vybrané texturní parametry, zejména tvrdost.

Materiál a metody

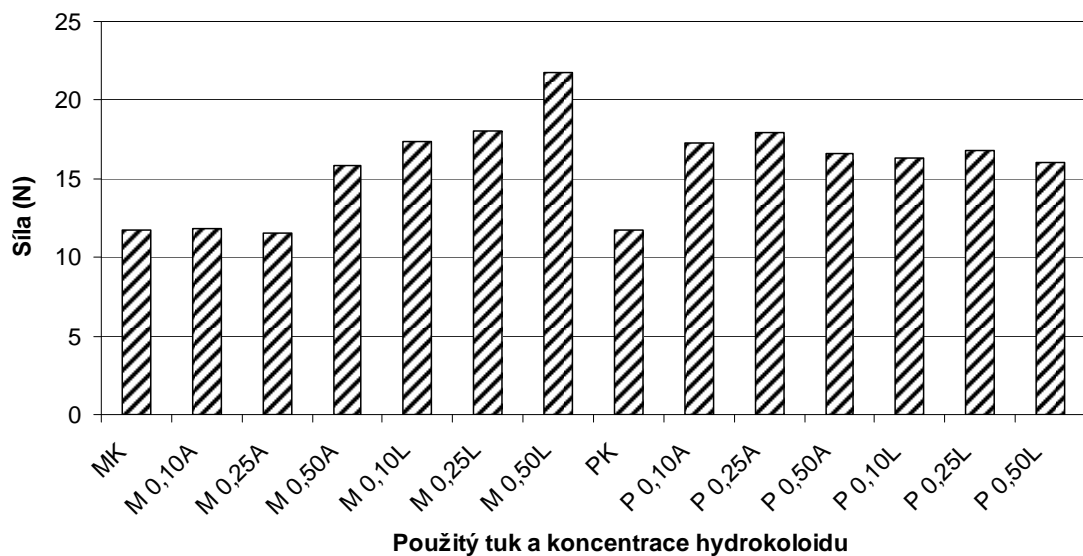
Pro tuto práci byly připraveny tavené sýry a jejich analogy s obsahem sušiny 40 % w/w a 50 % w/w tuku v sušině. Jako hlavní suroviny byly použity Eidamská cihla (50 % w/w sušiny a 30 % w/w tuku v sušině) v osmítýdenním stupni zralosti, máslo (M; 80 % w/w tuku a 18 % w/w vody) nebo palmový tuk (P; 100 % w/w tuku; Hobum, Oele und fette, Hamburg, Německo), tavicí soli (Fosfa a.s. Břeclav), lokustová guma (L) nebo arabská guma (A) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) a pitná voda. Hydrokoloidy byly přidávány v koncentracích 0,10; 0,25 a 0,50 % w/w. Kromě modelových vzorků byly vyrobeny i tzv. kontrolní vzorky bez přísady hydrokoloidů (s máslem – MK nebo s palmovým tukem PK). Modelové vzorky byly připraveny za pomoci tavicího zařízení Vorwerk Thermomix TM31, tavicí teplota 90 °C po dobu 1 minuty. Horká tavenina byla nalita do polypropylenových kelímků (průměr 52 mm, výška 50 mm) a uzavřena přivařitelným hliníkovým víčkem. Po ochlazení byly výrobky skladovány 30 dnů při teplotě $6\pm 2^\circ\text{C}$.

Texturní vlastnosti byly hodnoceny pomocí texturního analyzátoru TA-XTplus (Stable Micro Systems, Ltd.). Vzorky byly před měřením temperovány 4 hodiny v temperační komoře při 16 °C. Analýza textury byla provedena penetracemi (hloubka 10 mm, rychlost

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

Výsledky a diskuze

Pomocí analýzy textury byly zjištěny hodnoty tvrdosti tavených sýrů a jejich analogů s rozdílným obsahem a druhem hydrokoloidu.



Graf 1: Závislost koncentrace a druhu hydrokoloidu na tvrdosti tavených sýrů a jejich analogů (zkratky jsou definovány v Materiálech a metodách; příklad označení: M 0,10A – tavený sýr s máslem a obsahem arabské gummy o koncentraci 0,10 % w/w;)

Graf 1 ukazuje hodnoty tvrdosti v závislosti na použitém tuku a koncentraci hydrokoloidu. Tvrdost lze definovat jako sílu potřebnou k dosažení deformace výrobku (Floury et al., 2009). Z výsledků vyplývá, že přídavek arabské gummy o koncentraci 0,10 a 0,25 % w/w ke vzorku taveného sýra s obsahem másla tvrdost téměř neovlivnil. Mírně zvýšené hodnoty tvrdosti byly zjištěny pouze po přidavku 0,50 % w/w arabské gummy. Po přidavku lokustové gummy ke vzorku s máslem byla zjištěna zvyšující se tvrdost v závislosti na zvyšující se koncentraci použitého hydrokoloidu. Hodnoty tvrdosti při koncentraci 0,50 % w/w lokustové gummy dosahovaly téměř 22 N, což představuje asi dvojnásobek tvrdosti sýra bez aplikace hydrokoloidu. Ribeiro et al. (2004) potvrzuje, že tvrdost a síla gelu se zvyšuje s rostoucí koncentrací hydrokoloidu (v určitém intervalu hodnot). Obdobných výsledků dosáhli i Mandala et al. (2004).

Přídavek arabské gummy ke vzorku s palmovým tukem významně ovlivnil hodnoty tvrdosti oproti kontrolnímu vzorku bez přidaného hydrokoloidu. Při použití 0,10 a 0,25 % w/w arabské gummy dosahovaly hodnoty u obou vzorků okolo 17 N, zatímco u vzorku bez přídavku hydrokoloidu byla tato hodnota na úrovni 11 N. Také přídavek lokustové gummy v koncentraci 0,10 % w/w měl na zvýšení tvrdosti podstatný vliv. Dalším zvyšováním koncentrace lokustové gummy (až do 0,50 % w/w) však již k nárůstu tvrdosti nedošlo.

Přídavek jednotlivých hydrokoloidů měl na tvrdost vzorků rozdílný vliv a navíc tento efekt byl podmíněn i původem použitého tuku. Aplikace arabské gummy ke vzorku s máslem závisela podstatně na použité koncentraci. U vzorku s palmovým tukem již nejnižší testovaná koncentrace tvrdost vzorky výrazně zvýšila a další zvyšování koncentrací již nezpůsobilo další nárůst tvrdosti. Obdobné závěry při porovnání sýrů s oběma typy tuků lze vyslovit i v případě aplikace lokustové gummy.

Dagleish (2006) uvádí, že větší množství přidaných hydrokoloidů může způsobovat vystávání tuku ve výrobku, avšak neuvádí limitní hranici pro jejich použití. U našich vzorků se však toto neprokázalo. Tento jev je způsoben především hydrofilní vlastností polysacharidů a jejich slabou absorpcí na povrchu lipidů. Jako opačný příklad popisuje arabskou gumu, která obsahuje menší množství proteinů, jejichž hydrofobní charakter může tomuto komplexu propůjčit emulgační vlastnosti.

Mimo jiné přídavkem lokustové gummy při výrobě analogů tavených sýrů se zabývali také Gustaw et al. (2007).

Závěr

Hlavním cílem této práce bylo vyrobit tavené sýry a jejich analogy s použitím másla nebo palmového tuku a různým přídavkem arabské nebo lokustové gummy v koncentracích 0,10; 0,25 a 0,50 % w/w. Ze získaných výsledků bylo zjištěno, že přídavek arabské gummy o koncentraci 0,10 a 0,25 % w/w téměř neovlivňuje hodnoty tvrdosti u vzorku s máslem. Přídavek lokustové gummy ovlivňuje texturní parametry ve všech přidaných koncentracích významněji, ale ve větší míře u vzorku s obsahem másla. Dále také lze konstatovat, že aplikace arabské gummy s cílem zvýšení tvrdosti je vhodnější do analogů tavených sýrů s obsahem palmového tuku, neboť výsledná struktura výrobku je oproti kontrolnímu vzorku tužší i při nejnižší použité koncentraci. Charakter

tuku a zejména obsah doprovodných látek v těchto tucích může podstatně ovlivnit funkčnost aplikovaných hydrokoloidů. Tento jev bude třeba v budoucnu detailněji prostudovat.

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory interního grantu UTB ve Zlíně č. IGA/20/FT/10/D financovaného z prostředků specifického vysokoškolského výzkumu.

Kontaktní adresa

Ing. Zuzana Ciprysová, Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, nám. T.G.M. 275, 762 72, Zlín
tel. +00420 576 033 025, e-mail: z_ciprysova@ft.utb.cz

Literatura

ALI, B. H., ZIADA, A., BLUNDEN, G. 2009. Biological effects of gum arabic: A review of some recent research. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 1 – 8.

BACHMANN, H. P. 2001. Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*, 11, 505 – 515 s. ISSN 0958-6946.

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, 723 – 729.

DUNSTAN, D. E., CHEN, Y., LIAO, M. L., SALVATORE, R., BOGER, D. V., PRICA, M. 2001. Structure and rheology of the κ -carrageenan/locus bean gum gels. *Food Hydrocolloids*, 15, 475 – 484.

DALGLEISH, D. G. 2006. Food emulsions – their structures structure forming properties. *Food Hydrocolloids*, 20, 415 – 422.

FLOURY, J., CAMIER, B., ROUSSEAU, F., LOPEZ, CH., TISSIER, J. P., FAMELART, M., H. 2009. Reducing salt level in food: Part 1. Factors affecting the manufacture of model cheese systems and their structure-texture relationships. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 1611 – 1620. ISSN 0023-6438.

GOYCOOLEA, F. M., MORRIS, E. R., GIDLEY, M. J. 1995. Viscosity of galactmannans at alkaline and neutral pH: evidence of “hyperentanglement” in solution. Short communication. *Carbohydrate Polymers*. 27, 67 – 71.

GUINEE, T. P., O'KENNEDY, B. T. 2009. The effect of calcium content on Cheddar-style cheese on the biochemical and rheological properties of processed cheese. *Dairy Science Technology*, 89, 317 – 333.

GUSTAW, W., MLEKO, S. 2007. The effect of polysaccharides and sodium chloride on physical properties of processed cheese analogs containing whey proteins. *Milchwissenschaft*, 62, 59 – 62.

KAPOOR, R., METZGER, L. E. 2008. Processed Cheese: Scientific and Technological Aspects – A Review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. Vol. 7. 194 – 214.

MANDALA, I. G., SAVVAS, T. P., KOSTAROPOULOS, A. E. 2004. Xanthan and locus bean gum influence on the rheology and structure of a white model-sauce. *Journal of Food Rngineering*, 64. 335 – 342.

PHILLIPS, G. O., WILLIAMS, P. A. In Handbook of hydrocolloids. Eds. Phillips, G. O. & Williams, P. A., Woodhead Publishing Limited and CRC Press: Boca Raton, 2000. ISBN 0-8493-0850-X.

RIBEIRO, K. O., RODRIGUES, M. I., SABADINI, E., CUNHA, R. L. 2004. Mechanical properties of acid sodium caseinate- κ -carrageenan gels: Effect of co-solute addition. *Food Hydrocolloids*, Vol. 18. 71 – 79.

VELÍŠEK, J., DAVÍDEK, J., HRNČIŘÍK, K., KOPLÍK, R., KUBEC, R., ŠAVEL, J., VALENTOVÁ, H. 2002. *Chemie potravin* 1., 2. vyd. Tábor: OSSIS, 344 s., ISBN 80-86659-00-3

YASEEN, E. I., HERALD, T. R., ARAMOUNI, F. M., ALAVI, S. 2005. Rheological properties of selected gum solutions. *Food Research International*, 38, 111 – 119.