

# **Texturní vlastnosti analogů tavených sýrů vyrobených s použitím tuků s různým zastoupením mastných kyselin**

Bc. Kateřina Horáková

---

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. Kateřina HORÁKOVÁ**  
Osobní číslo: **T09535**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Texturní vlastnosti analogů tavených sýrů vyrobených s použitím tuků s různým zastoupením mastných kyselin.**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Charakterizujte výrobu tavených sýrů a jejich analogů.
2. Charakterizujte složení a výrobu vybraných tuků a olejů.
3. Popište nutriční význam tuků ve výživě člověka.

### II. Praktická část

1. Vyrobte modelové vzorky tavených sýrů a jejich analogů.
2. Analyzujte vybrané texturní parametry analogů tavených sýrů s různým druhem a množstvím tuku.
3. Analyzujte meltabilitu daných modelových vzorků.
4. Proveďte stanovení obsahu sušiny a hodnoty pH vzorků.
5. Výsledky vyhodnoťte a formulujte závěry.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] BUŇKA, F., BUŇKOVA, L., KRÁČMAR, S. 2009. Základní principy výroby tavených sýrů [monografie]. Folia univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2, 6, 70 s. ISBN 978-80-7375-336-8.
- [2] CARIC, M., KALÁB, M. Processed cheese products. 1997. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2: Major Cheese Groups, 2. Elsevier Applied Science, London and New York, 467-505.
- [3] FOX, P.F., GUINEE, T.P., COGAN, T.M., MCSWEENEY, P.L.H. Fundamentals of Cheese Science. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc., 2000, 638 s. ISBN 0-8342-1260-9.
- [4] MULSOW, B.B., JAROS, D., ROHM, H. Processed Cheese and Cheese Analogues. In TAMIME, A.Y. (ED.) Structure of Dairy Products, 1st Ed. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 2007. p. 210-235.
- [5] GLIGUEM, H., GHORBEL, D., LOPEZ, CH., MICHON, C., OLLIVON, M., LESIEUR, P. Crystallization and Polymorphism of Triacylglycerols Contribute to the Rheological Properties of Processed Cheese. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009, vol. 57, p. 3195-3203.
- [6] CUNHA, C.R., DIAS, A.I., VIOTTO, W.H. Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogues made with vegetable fat. Food Research International, 2010, vol. 43, p. 723-729.

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*

## **ABSTRAKT**

Cílem této diplomové práce bylo porovnat vliv přidaného množství a druhu tuku na texturní vlastnosti modelových vzorků analogů tavených sýrů v závislosti na době skladování. Jednotlivé vyrobené modelové vzorky obsahovaly 40 % w/w sušiny o obsahu 40 % w/w tuku v sušině, 45 % w/w tuku v sušině a 50 % w/w tuku v sušině. Při výrobě vzorků bylo použito pět vzorků tuků s různým zastoupením mastných kyselin. Jako standardní tuk bylo použito čerstvé máslo a dále byly použity 100 % tuky, a to kokosový, palmový, mléčný tuk a rostlinný polotuhý olej. Dané vzorky byly podrobeny základní chemické analýze, testu roztékavosti, texturní profilové analýze a senzorické analýze. Měření byla realizována 1., 3., 7., 10., 14. a 28. den po výrobě. Z výsledku této práce vyplývá, že obsah tuku má významný vliv na texturní parametry jako byla tvrdost, relativní lepivost a kohezivnost. Tyto zjištěné parametry dále narůstají s dobou skladování.

### **Klíčová slova:**

Tavené sýry, analogy sýrů, rostlinné tuky, roztékavost, texturní profilová analýza.

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis was to compare the effect of the added amount and type of fat on the textural properties of model processed cheese analogues samples depending on storage time. Samples consist 40 % w/w dry matter and 40, 45 and 50 % w/w fat in dry matter. Fats with different composition of fatty acids were added. Butter was used as a standard fat. Other fats were added, coconut, palm kern, milk fat and semi liquid vegetable oil. Basic chemical analysis, meltability, texture profile analysis and sensory analysis were measured in 1, 3, 7, 10, 14 and 28 day after storage. The results of this study indicate that fat has a significant influence on the textural parameters such as hardness, relative stickiness and cohesiveness. These parameters increase with storage time.

### **Keywords:**

Processed cheese, cheese analogues, vegetable fats, meltability, texture profile analysis.

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Zuzaně Ciprysové, která se mi věnovala nejen po stránce pedagogické, ale především mi pomohla s realizací celé praktické části této práce.

Také bych ráda poděkovala doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za ochotu a čas věnovaný odbornému vedení této práce. Dále bych ráda poděkovala příteli a přátelům za všestrannou pomoc při studiu.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala a uvedla v seznamu literatury všechny použité literární a odborné zdroje. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně, 20.5. 2011

.....

Podpis studenta

Příjmení a jméno: Horáková Kateřina

Obor: THEV

## 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 <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> 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, 20.5.2011

.....

<sup>1)</sup> 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 nevydělečně 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.

<sup>2)</sup> 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).

<sup>3)</sup> 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). Odpirá-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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SÝRŮ A JEJICH ANALOGŮ</b> .....	<b>12</b>
1.1 SUROVINY POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ TAVENÝCH SÝRŮ A JEJICH ANALOGŮ .....	16
1.1.1 Proteiny .....	16
1.1.2 Tuky a oleje .....	19
1.1.3 Polysacharidy .....	20
1.1.4 Tavicí soli .....	21
1.1.5 Přídavné látky.....	22
1.2 VÝROBA ANALOGŮ TAVENÝCH SÝRŮ .....	24
1.3 MOŽNOSTI POUŽITÍ ANALOGŮ TAVENÝCH SÝRŮ .....	26
<b>2 VYBRANÉ TUKY A OLEJE A JEJICH TECHNOLOGIE VÝROBY</b> .....	<b>28</b>
2.1 STRUKTURA TUKŮ A OLEJŮ.....	28
2.1.1 Máslo.....	29
2.1.2 Mléčný tuk.....	31
2.1.3 Kokosový tuk .....	34
2.1.4 Palmový tuk.....	34
2.1.5 Ostatní rostlinné oleje .....	35
<b>3 NUTRIČNÍ VÝZNAM TUKŮ VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA</b> .....	<b>37</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>39</b>
<b>4 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>40</b>
<b>5 METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>41</b>
5.1 POPIS EXPERIMENTU .....	41
5.2 PŘÍPRAVA MODELOVÝCH VZORKŮ.....	41
5.3 POUŽITÉ METODY .....	42
5.3.1 Základní chemická analýza .....	42
5.3.1.1 Stanovení obsahu sušiny a hodnoty pH .....	42
5.3.2 Roztékavost .....	43
5.3.3 Texturní profilová analýza (TPA).....	43
5.3.4 Senzorická analýza.....	45
<b>6 VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>46</b>
6.1 VÝSLEDKY ZÁKLADNÍ CHEMICKÉ ANALÝZY .....	46
6.1.1 Stanovení sušiny a hodnoty pH .....	46
6.2 VÝSLEDKY ROZTĚKAVOSTI.....	48
6.3 VÝSLEDKY TEXTURNÍ PROFILOVÉ ANALÝZY .....	52
6.4 VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY .....	55
<b>7 DISKUZE</b> .....	<b>59</b>



---

<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>62</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>63</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>72</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>73</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>74</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>75</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>76</b>

## ÚVOD

Tavené sýry patří v současné době k oblíbené a žádané spotřebitelské komoditě nejen v České republice, ale také i v dalších evropských zemích či USA. Lze je zařadit do současného trendu „convenience food“ díky obrovskému množství různých tvarů, chutí a fyzikálních vlastností. V České republice je spotřeba tavených sýrů zhruba dvojnásobná oproti ostatním členským zemím Evropské Unie. Podle Českého statistického úřadu byla v roce 2009 (data z roku 2010 nebyla v době psaní této diplomové práce uveřejněná) spotřeba tavených sýrů na jednoho obyvatele v ČR 2,4 kg, což představuje cca 18 % z celkové spotřeby sýrů [1].

Řada tavených sýrů, zejména těch oblíbených, má poměrně vysoký obsah tuku (i 70 % w/w v sušině), pak jsou obvykle roztíratelnější a plnější v chuti. Vzhledem k tomu, že příjem tuku u většiny našeho obyvatelstva překračuje výživové doporučené dávky, je nyní novodobým trendem obsah tuku snižovat. Proto je kladen požadavek na výrobce, aby výsledný tavený produkt obsahoval nižší obsah tuku a cholesterolu a měl stejnou nebo lepší nutriční hodnotu. Tyto kritéria částečně splňují analogy tavených sýrů, což jsou substituty přírodních sýrů, při jejichž výrobě se kromě surovin z mléčných zdrojů využívají i suroviny z rostlinných zdrojů.

Tyto produkty jsou výrazně levnější než přírodní sýry, nejen kvůli užití rostlinných tuků namísto mléčných, ale protože prodejní cena kaseinů a kaseinátů mimo EU je levnější než ekvivalentní množství kaseinu v syrovém mléku. Mimo jiné analogy tavených sýrů mají také řadu pozitiv. Tyto produkty jsou levnější než klasické tavené sýry, obsahují vyšší podíl nenasycených mastných kyselin, nižší nebo žádný obsah cholesterolu, redukované množství nasycených mastných kyselin a sodíku a také nižší obsah kalorií [2].

Trend výroby analogů sýrů je celosvětový, netýká se pouze České republiky. V ČR se ročně vyrobí kolem 107 tis. tun sýrů. Analogy tvoří asi 10 % z výroby tavených výrobků a jen desetiny % z výroby přírodních sýrů [3]. Patří tedy k současnému sortimentu a mají své místo na trhu jako konkurenti svých „mléčných sourozenců“.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 CHARAKTERISTIKA TAVENÝCH SÝRŮ A JEJICH ANALOGŮ

Začátek výroby tavených sýrů se datuje od roku 1911. Nevznikly náhodným objevem jako klasické sýry, ale byly plánovitě vyvíjeny s cílem získat trvanlivý sýr schopný skladování a transportu. Ve švýcarském Thunu se podařilo Walterovi Gerberovi a Fritzovi Stettlerovi vyrobit kvalitní trvanlivý tavený sýr, který již dál nezrál. Prvotní surovinou při výrobě tavených sýrů byl použit rozemletý sýr Ementál a jako tavicí sůl sloužil citran sodný. Výroba spočívala v zahřívání směsi za stálého míchání. Po ochlazení směs ztuhnula a vyrobený tavený sýr mohl být zabalen. Zpočátku sloužil jako obal pergamen nebo plechové krabičky. Balení do známých hliníkových folií tvaru trojúhelníků nebo čtverců začalo až po první světové válce. První tavené sýry se od těch současných v mnohém lišily. Neexistovaly žádné příchutě a jejich konzistence byla tuhá, neroztíratelná. Proces tavení byl zásadně vylepšen na konci 20. let dvacátého století s rozvojem v oblasti tavicích solí, díky nimž bylo dosaženo krémové konzistence. [4, 5, 6].

Dnes patří tavené sýry k oblíbené a žádané skupině potravin u zákazníků. V mnoha zemích se používají jako pomazánky vzhledem k rozmanitosti chutí, tvarů a konzistence (měkké, tuhé, dobře roztíratelné), ale také jako hlavní surovina v provozovnách rychlého občerstvení. Lze je také zařadit do současného trendu tzv. „convenience food“, což zajišťuje pohodlnou a jednoduchou přípravu pokrmů. Dále zde můžeme zařadit např. sušené výrobky, potraviny v konzervách. To je zřejmě hlavním důvodem jejich vysoké spotřeby v ČR (průměrná spotřeba v roce 2009 činila 2,4 kg na osobu a rok, oproti tomu spotřeba v USA byla pouze 0,6 kg [5, 1]).

Tavené sýry a jejich analogy jsou vyráběny zahříváním směsi různých druhů přírodních sýrů, které mohou být v různém stupni zralosti, s tuky a tavicími solemi za částečného podtlaku a stálého míchání, než je dosažena homogenní hmota požadovaných vlastností [7, 8].

V současné době může být nahrazena část základní suroviny (přírodních sýrů) různými mléčnými koncentráty (např. sušená syrovátka, sušené odstředěné mléko, kasein, kaseináty, mléčné koprecipitáty), ale i surovinami nemléčného původu (obvykle polysacharidy jako jsou např. karagenany, škroby či pektin) [9]. Tradičně využívaný mléčný tuk lze nahradit tuky rostlinnými. Jejich výhodou je kromě snížení nákladů na prvotní surovinu také jisté snížení obsahu cholesterolu a nasycených mastných kyselin. Naopak vyšší obsah nenasycených mastných kyselin obsažených v rostlinných tucích či olejích je prevencí

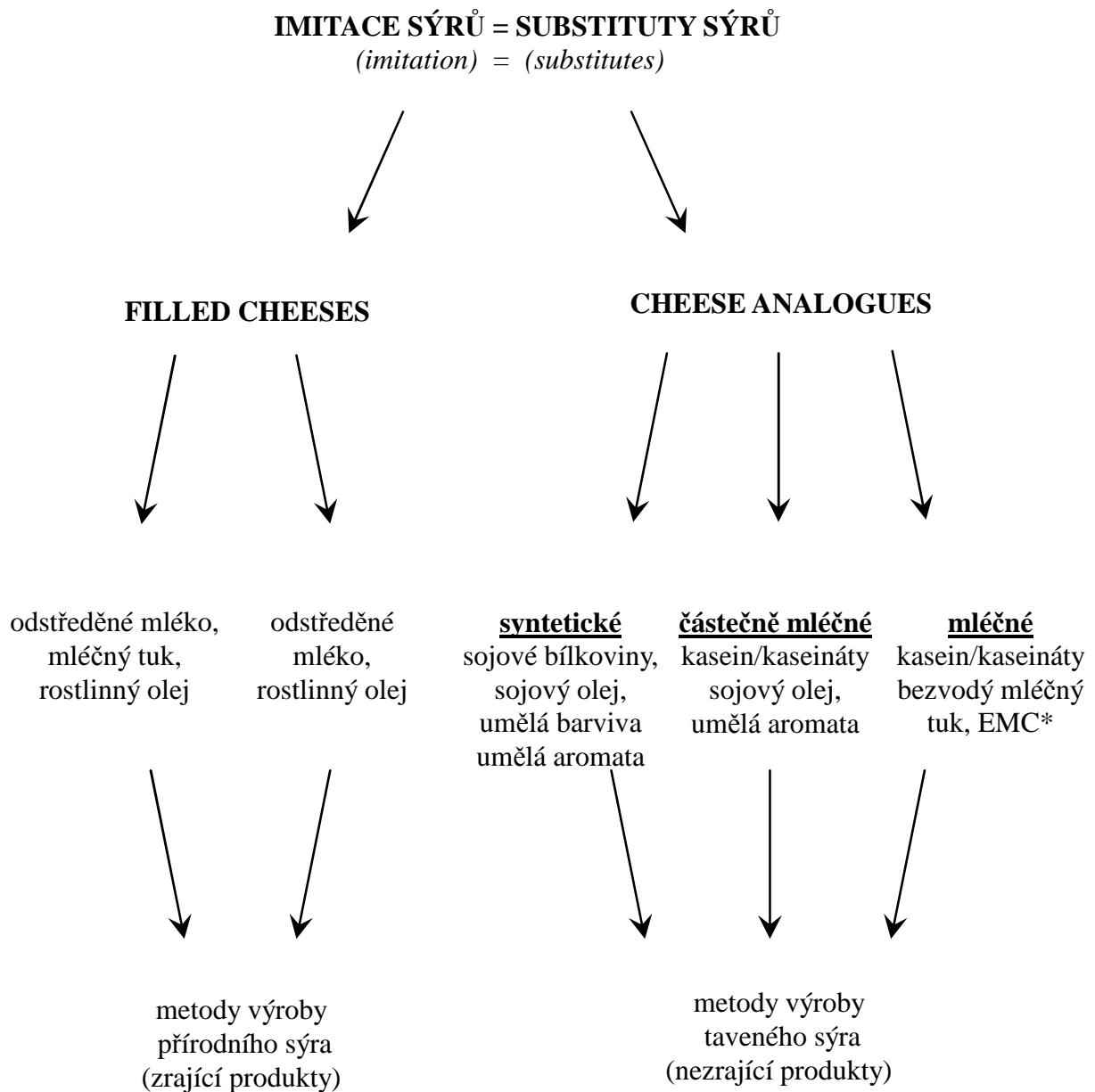
proti ateroskleróze či chorobám krevního oběhu [10]. Takto vyrobené produkty jsou nazývány analogy, imitace, substituty, alternativy, tavené pomazánky či tavené výrobky. Česká legislativa pojem „analog“ (ani ostatní uvedené termíny) zatím nedefinuje a obecně jsou zatím považovány za synonyma. Jedinými dokumenty, ve kterých se objevuje pojem „analog“ jsou vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. (v platném znění) a Ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb. (v platném znění) řešící nejvyšší povolené množství fosforečnanů do „tavených sýrů a jejich analogů“ [11, 12].

V současné době existuje v zahraniční literatuře řada definic analogů sýrů.

Bachmann [13], který definuje analogy sýrů jako substituty (*angl. substitute*) a imitace (*angl. imitation*), jež jsou vyrobené ze základních surovin zahrnující bílkoviny a tuk nemléčného původu (viz. Obr 1). Jejich hlavní úlohou je snižovat náklady na výrobu pizzy a rozvíjet trh s polotovary a rychlého občerstvení.

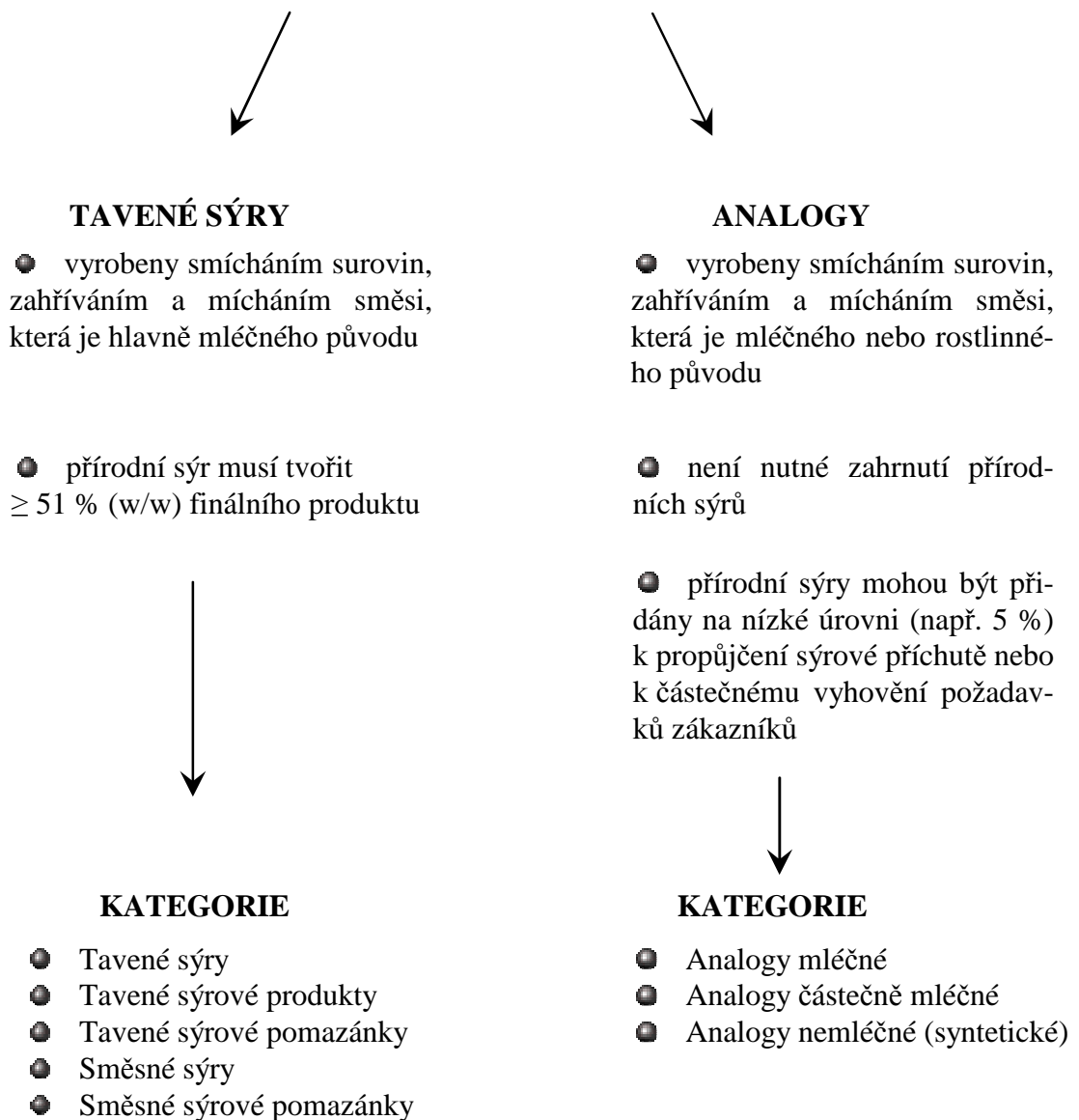
Guinee a kol. [14] však definuje analogy sýrů jako substituty nebo imitace, při jejichž výrobě je zcela nebo zčásti nahrazena tradiční surovina, tedy sýr, levnějšími surovinami, obvykle rostlinnými zdroji. Jejich označení a etiketa musí být ze zákona jasně odlišena od klasických sýrů přírodních či tavených. Substituty mohou být z výživového hlediska stejně hodnotné jako klasické sýry, zatímco imitace jsou chudší na obsah některých důležitých živin (minerální látky, vitaminy aj.), nikoliv na kalorický či tukový obsah. Mezi imitace lze také zařadit Tofu a Filled cheese [15].

Za analogy (*angl. cheese analogues*) jsou v zahraniční literatuře považovány pouze produkty, jež byly vyrobeny postupem používaným při produkci tavených sýrů. Mezi nejčastější analogy vyráběné procesem tavení patří produkty, v nichž je tuk rostlinného původu a bílkovina původu mléčného [8, 13, 14, 16].



Obr. 1. Dělení analogů sýrů podle Bachmann [13]

\*EMC – enzymaticky modifikovaný sýr

**PASTERIZOVANÉ TAVENÉ SÝRY A JEJICH ANALOGY**

Obr. 2. Dělení analogů sýrů podle Guinee a kol. [14]

## 1.1 Suroviny používané při výrobě tavených sýrů a jejich analogů

### 1.1.1 Proteiny

#### a) mléčné proteiny

Hlavní mléčnou surovinou používanou při výrobě tavených sýrů je přírodní sýr. V České republice se zpracovává především Eidamská cihla, Eidamský blok, Moravský blok nebo Primátor. V zahraničí se do tavených sýrů používá zejména Čedar nebo Gouda. Správný výběr přírodního sýra je nejdůležitějším krokem pro úspěšnou výrobu taveného sýra. V některých zemích je tavený sýr vyráběn pouze z jednoho druhu přírodního sýra, který však může být v různém stupni prozrálosti. Mnohem častější je však použití směsi odlišných přírodních sýrů. Mezi nejdůležitější kritéria pro výběr této hlavní suroviny patří typ, obsah tuku, konzistence a struktura, stupeň prozrálosti, aroma a pH přírodního sýra [17, 18, 19]. Lze též využít sýry s mechanickými vadami, ovšem sýry napadené mikroorganismy či živočišnými škůdci, stejně jako sýry s nepřírodně změněnou chutí a vůní, by měly být vyloučeny [20, 21].

Mezi další suroviny mléčného původu lze zařadit kaseiny (sladké či kyselé) a kaseináty, jež se používají při výrobě tavených sýrů a jejich analogů. Sladké a kyselé kaseiny se od sebe podstatně odlišují jak ve fyzikálních, tak i chemických vlastnostech. Sladký kasein se získává sladkým srážením za použití syřidla, nejčastěji chymosinu. Kyselý kasein se vyrábí srážením za přídavku různých kyselin (např. kyseliny chlorovodíkové, sírové či mléčné) nebo pomocí mléčných bakterií, jejichž hlavním produktem je kyselina mléčná. V obou případech srážení se získává sraženina, která se dále krájí a vytužuje. Získaný kasein (sladký či kyselý) se propere vodou (teplou či studenou), aby došlo k odstranění laktózy a dalších ve vodě rozpustných složek. Následuje odstředování, sušení, mletí či lisování kaseinu a třídění dle velikosti částic [14, 22, 23, 24]. Pro výrobu analogů je vhodné použít kasein sušený, neboť si při dlouhodobém skladování ponechává svou specifickou chuť a vůni. Zvyšování obsahu sladkého kaseinu (v rozmezí 0 – 50 % hmot.) při výrobě analogů tavených sýrů má za následek postupný růst tvrdosti a snížení roztékavosti analogů sýrů [8, 14].

Z kaseinátů jsou využívány např. kaseinát sodný či vápenatý. Při použití kaseinátu sodného se výrobky vyznačují vyšší hodnotou pH, nižší tvrdostí, vyšším stupněm emulgace tuku,



vyšším stupněm disociace kaseinu a vyšší nutriční hodnotou. Kaseináty sodné bývají upřednostňovány pro výrobu roztíratelných analogů, zatímco pro požadovanou tužší konzistenci jsou vhodnější kaseináty vápenaté. V současné době jsou analogy častěji vyráběny z kaseinátu sodného. Výroba je založena na tom, že vysrážený a vypraný kyselý kasein je rozpouštěn v roztoku hydroxidu sodného na kaseinát sodný, který je následně sušen v rozprašovacích sušárnách. Mimo jiné mohou být kaseináty a kaseiny aplikovány do analogů také jako směsi. [8, 13, 14, 22].

Další možností náhrady mléčných proteinů jsou tzv. koprecipitáty, skládajících se jak z kaseinů, tak ze syrovátkových bílkovin. Je možné jimi nahradit až 40 % hmot. kaseinu, vzniklý analog pak stále vykazuje uspokojivé organoleptické vlastnosti i texturu [13, 22]. Avšak přídavek koprecipitátů do analogu způsobí vzrůst tvrdosti výrobku. Samotná výroba koprecipitátů spočívá v postupném přidávání roztoku chloridu vápenatého do mléka, jehož množství závisí na obsahu a rozpustnosti vápníku v mléce. Následně je mléko zahříváno na teplotu 68 až 95 °C s výdrží od 10 do 30 minut. Poté je do mléka přidáván roztok kyseliny ke snížení hodnoty pH na 4,2 až 4,5. Tím dojde během krátké doby k vysrážení veškerých bílkovin mléka. Po oddělení syrovátky jsou koprecipitáty sušeny. Volbou koncentrace vápenatých iontů a pH lze získat koprecipitáty s různým obsahem vápníku a různými technologickými vlastnostmi. Při výrobě koprecipitátů je tedy výtěžnost mléčných bílkovin 95 až 97 %, zatímco při výrobě kaseinů pouze 75 až 80 % (dané podílem kaseinu z celkových bílkovin) [13, 14, 22, 23, 24].

Samotné syrovátkové bílkoviny jsou získávány obdobným způsobem jako koprecipitáty. Při výrobě analogů sýrů nejsou syrovátkové bílkoviny často používány z důvodu negativního dopadu na sensorické vlastnosti a texturu finálního výrobku. Syrovátkové proteiny se používají zejména jako plnidlo, tj. jako látka zvětšující objem potraviny. Ačkoli neinteragují s tavicími solemi, díky vzájemným interakcím syrovátkových bílkovin a jejich interakcím s kaseinovými molekulami při zvýšené teplotě dochází ke zvýšení tvrdosti výsledného produktu [8, 14, 25]. Při výrobě analogů sýrů určených do hamburgerů může být použito zhruba 1 – 3 % hmot. syrovátkových bílkovin [14, 25].

Dále je možné nahrazení kaseinu sušeným mléčným bílkovinným koncentrátem (obsah bílkovin  $\approx$  85 %) získaným oddělením bílkovin z mléka nebo syrovátky pomocí ultrafiltrace.

Dochází ke zvýšení tvrdosti a krájitelnosti, ale zároveň ke snížení roztíratelnosti analogů sýrů [13, 26].

### **b) proteiny rostlinného původu**

Rostlinné proteiny jsou používány jako částečná nebo úplná náhrada kaseinu a to především kvůli možné redukci nákladů. Historie výroby analogů na bázi rostlinných proteinů sahá až do doby Starověké Číny, kde vyráběly tzv. Sufu, což je fermentovaná sójová syřenina [13]. Sója patří mezi významné suroviny, díky vysokému obsahu bílkovin o poměrně vysoké výživové hodnotě a též příznivému složení lipidů (vysoký obsah nenasycených mastných kyselin), vitamínů a minerálních látek. Lze ji také zpracovat na řadu různých výrobků (např. sójové mléko, sójová mouka či sójový izolát) [22]. Sójová mouka obsahuje 40 až 50 % bílkovin. Při výrobě této mouky je nutné rozemleté sójové boby podrobit záhřevu za účelem inaktivace antinutričních látek a enzymů, které sójové boby obsahují pro zlepšení sensorických vlastností. Mnohem častěji jsou využívány izoláty sójových bílkovin, které obsahují až 95 % bílkovin. Vyrábějí se většinou extrakcí bílkovin ze sójových šrotů vodou s přidávkem alkálií (NaOH, NH<sub>3</sub> aj) o hodnotě pH 7,5 – 9,0 při teplotě 80 °C. Pevné podíly se z extraktu odstraní filtrací, rozpuštěné sloučeniny na ionexech (tzv. měniče iontů), aktivním uhlím a ultrafiltrací. Z vyčištěného extraktu se bílkoviny získají vysrážením v izoelektrickém bodě (pro sójové bílkoviny pH 4,2 – 4,5), promytím a sprejovým sušením [5, 22]. Dle Guinee a kol. [14] vlastnosti finálního produktu značně ovlivňuje druh použitého sójového přípravku (sójová mouka či sójový izolát). Nicméně, při použití těchto bílkovinných produktů, a to zejména v množství větší jak 10 – 20 % obsahu celkových bílkovin, bylo prokázáno, že takto vyrobené analogy jsou méně jakostní než klasické imitace pouze z kaseinu. Mezi časté vady patřily nedostatečná elasticita, nižší tvrdost, vyšší lepihost, horší roztékavost a v neposlední řadě méně jakostní chuť a vůně [13, 14, 25]. Sójové proteiny obsažené v sóji se také významně liší od mléčných bílkovin v molekulárních a funkčních vlastnostech. Vyznačují se daleko většími molekulami oproti molekulám obsažených v mléčné bílkovině a obsahují také komplexní kvarterní struktury [13]. Dále lze kasein nahradit rostlinnými bílkoviny obsažených v podzemnici olejné, hrachu, bavlníku, arašíděch nebo pšenici. Obecně tato náhrada rostlinných bílkovin za bílkoviny mléčné způsobí při výrobě analogů vznik horší struktury a negativní sensorické hodnocení. Proto

je použití rostlinných bílkovin používané v komerční výrobě značně omezené [8, 14, 27, 28]

### 1.1.2 Tuky a oleje

Při výrobě tavených sýrů a jejich analogů mohou být použity tuky a oleje jak rostlinného tak i živočišného původu. Tuky a oleje udělují taveným sýrům a jejím analogům žádoucí složení, strukturu a tavicí vlastnosti. Mezi nejběžněji používané živočišné tuky patří máslo, mléčný tuk a bezvodý mléčný tuk. Bezvodý mléčný tuk je mléčný prášek obsahující méně než 1 % vlhkosti a minimálně 99,3 % hmot. mléčného tuku. Nízký obsah vlhkosti zabezpečuje dlouhou trvanlivost tohoto tuku, a proto může být uskladněn při pokojové teplotě i několik měsíců [2, 13]. Náhrada tradičního mléčného tuku se stala široce používanou na počátku 40 let 20. století, díky pokroku ve výrobních technologiích, např. v oblasti homogenizace [13]. Podle Guinee a kol. [14] mohou být analogy s rostlinným tukem nabízeny za nižší ceny, což byl pravděpodobně i nejdůležitější faktor pro jejich vývoj. V posledních letech však s rostoucím povědomím veřejnosti o problematice cholesterolu, jenž je obsažen především v živočišných tucích získávají analogy sýrů na oblibě [8, 13, 14]. Z rostlinných tuků lze použít sojový, bavlníkový, arašídový, kukuřičný olej, olej z podzemnice olejné, palmový či kokosový tuk [25]. Nahrazením 25 % až 50 % hmot. mléčného tuku tukem rostlinným může výrazně změnit strukturu, vzhled a chuť výsledného analogu. Tato náhrada by mohla zvýšit tvrdost a přilnavost analogu k obalu, také by výsledný analog mohl získat křídově bílou barvu a netypicky mléčnou chuť. Podle Cunha a kol. [29] nahrazením až 50 % hmot. mléčného tuku rostlinným tukem vykazuje výsledný produkt ještě uspokojivé sensorické výsledky jako je smetanová příchut', barva a tvrdost. Zatímco pouhá náhrada 25 % rostlinného tuku nedokáže nahradit tradiční chuť taveného sýra. Olej ze sojových bobů uděluje analogům tvrdost, avšak na druhou stranu se snižuje jejich soudržnost a pružnost, zatímco směs sojového oleje a mléčného tuku má opačný efekt [14, 30]. Palmový a kokosový tuk uděluje analogům pevnost, tepelnou stabilitu a dlouhou trvanlivost. Avšak tyto tuky nepatří k často používaným složkám potravin. Při výrobě analogů sýrů se používají směsi těchto tuků. [31].

V dnešní době se také vyrábějí analogy odtučněné s celkovým obsahem tuku menším než 0,5 % hmot. Tuk se nahrazuje nejčastěji složkami na bázi proteinů či sacharidů (např. škrob, pektin, aj.) [13, 32].

### 1.1.3 Polysacharidy

Polysacharidy mohou být použity při výrobě analogů sýrů za účelem snížení nákladů, vylepšení chuti, struktury nebo prodloužení trvanlivosti finálního výrobku [26]. Jako za neúčinnější náhradu kaseinu, a rovněž mléčného tuku se dnes považuje škrob. Přidává se obvykle do analogů v množství 2 – 4 % hmot., ale lze jím také nahradit 10 – 15 % hmot. z celkového množství kaseinu. Příliš vysoká náhrada kaseinu či mléčného tuku škrobem však způsobuje tvorbu příliš tvrdých produktů [8]. Nejširší uplatnění v komerční výrobě má nativní kukuřičný škrob. Ostatní škroby, zvláště modifikované, jsou aplikovány při výrobě analogů v menší míře. Škroby obsahující vysoký poměr amylosy k amylopektinu (např. kukuřičný či pšeničný), mají vyšší tendenci retrogradovat v porovnání se škroby např. z rýže či brambor, jež obsahují nižší množství amylosy. Retrogradace probíhající během skladování má pak za následek vytlačení vlhkosti z produktu a jeho následné vysychání [8, 14, 27]. Funkční vlastnosti výsledného produktu významně ovlivňuje typ a množství přidaného škrobu. Vhodnou kombinací škrobů lze získat požadované reologické vlastnosti taveného produktu [33]. Dle Mounsey a kol. [34] přírodní škrob funguje jako inertní náplň při výrobě tavených sýrů a jejich analogů vedoucí ke zvýšené schopnosti vody hydratovat kasein a k zlepšení emulgačních vlastností tuku.

Kromě škrobu mohou být do analogů přidávány i další hydrokoloidy. Tyto látky stabilizují produkty svojí schopností vázat vodu a vytvářet gely. Mezi nejběžněji používané hydrokoloidy patří karagenany, xantanová guma, arabská guma, lokustová guma či guarová guma. Hewitt [27] zjistil, že přidávkem hydrokoloidů jako je xantanová a guarová guma, byla zvýšena tvrdost a snížena přilnavost analogu k obalu. Naopak podle Guinee a kol. [14] použitím hydrokoloidů při výrobě analogů, dojde ke snížení tvrdosti, k zlepšení roztíratelnosti a chuti finálního výrobku. Hydrokoloidy mohou být přidávány do tavených sýrů a jejich analogů v maximálním množství 0,8 % hmot. Při výrobě analogů jsou obvykle přidávány v množství 0,1 až 0,3 % hmot. ke zpevnění struktury a v případě vysokého obsahu vody [14].

Mezi hojně využívané hydrokoloidy patří též pektin, který se aplikuje do analogů sýrů jako možná náhrada tuku. Pektin je komplexní polysacharid, získávaný extrakcí za mírně kyselých podmínek jako rostlinný materiál obvykle z citrusových plodů a jablečných výlisků. Přídavek pektinu do tavených sýrů a jejich analogů může ovlivnit stabilitu a texturu výrobku. Produkty obsahující pektin mohou být více kompaktní a porézní ve srovnání s výrobky

bez použití pektinu [35]. Liu a kol. [32] srovnávali plnotučné analogy s odtučněnými náhražkami s přidaným pektinem. Ze sensorické analýzy vyplynulo, že vzorky s nízkým obsahem tuku s přídavkem pektinu vykazovaly lepší texturu a byly chutnější než produkty bez přidaného polysacharidu.

#### 1.1.4 Tavicí soli

Tavicí soli jsou podle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb. látky měnící vlastnosti bílkovin při výrobě tavených sýrů a jejich analogů za účelem zamezení oddělování tuku. Tyto sloučeniny patří do skupiny přídatných látek a na obalech tavených výrobků musí být proto označeny číselným kódem, tzv. E-kód (viz. Tab. 1) [12]. Jako tavicí soli se při výrobě tavených sýrů a jejich analogů používají soli s vícesytnými anionty (především fosfáty, polyfosfáty, v menší míře i citráty) a monovalentními alkalickými kovy (zejména sodíkem) na úrovni zhruba 0,5 až 3,5 % hmot. [36]. Mezi základní vlastnosti tavicích solí patří schopnost odštěpit vápník navázaný na kasein (kaseinové frakce) a „vyměnit“ ho za sodík. Tavicí soli dále přispívají k rozpouštění a rozptýlení proteinů, hydrataci bílkovin, napomáhají emulgaci tuku a jeho stabilizaci, ovlivňují a stabilizují pH (pro rozlítelné 5,6 – 5,9, pro krájitelné 5,4 – 5,6) a velkou měrou přispívají k tvorbě požadované struktury po ochlazení. Samy tavicí soli (zejména polyfosfáty) se během procesu tavení (tedy při účinku vyšší teploty a mechanického míchaní) začínají navazovat na bílkoviny (esterově na hydroxylovou skupinu serinu nebo přes vápenaté ionty zejména na karboxylové skupiny). Vzhledem k tomu, že vícesytné anionty mají vysokou vaznost vody, roste viskozita taveniny, čímž dochází k tzv. krémování [25, 37, 38, 39]. Komerčně dodávané tavicí soli jsou obvykle směsí několika chemických látek, jejichž přesné složení a míscí poměry jsou předmětem obchodního tajemství. Výrobci tavicích solí zpravidla pouze charakterizují jejich jednotlivé tavicí soli pomocí účinnosti výrobku v oblasti výměny iontů (vápenatých za sodné), krémování a úpravy pH. Důležitá je nejen volba složení tavicích solí, ale i stanovení jejich správného množství, neboť předávkování může mít za následek výrobek s jinou než původně požadovanou konzistencí, ale také negativní změny v jeho chuti (zejména hořká pachut') [36, 37, 39]. Mezi známé výrobce tavicích solí patří např. BK Giuolini GmbH (Ladenburg, Německo) s produktem JOHA, jež je po České republice a na Slovensku distribuován prostřednictvím firmy MILCOM servis, a.s. Výrobou tavicích solí se v České republice zabývá zejména FOSFA a.s., Břeclav [40, 41].

Tab. 1. Tavicí fosforečnanové soli používané při výrobě tavených sýrů a analogů [36]

Skupina	Látka	Vzorec	E-kód
Ortofosforečnany	Dihydrogenfosforečnan sodný	$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	E 339
	Monohydrogenfosforečnan sodný	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	
	Fosforečnan sodný	$\text{Na}_3\text{PO}_4$	
Difosforečnany (pyrofosforečnany)	Dihydrogendifosforečnan sodný	$\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$	E 450
	Monohydrogendifosforečnan sodný	$\text{Na}_3\text{HP}_2\text{O}_7$	
	Difosforečnan sodný	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	
Trifosforečnany	Trifosforečnan sodný	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	E 451
Polyfosforečnany	Polyfosforečnan sodný	$(\text{NaPO}_3)_n$	E 452

### 1.1.5 Přídavné látky

Mezi přídavné látky se řadí především látky ochucující či látky okyselující. Tyto látky jsou přidávány do analogů za účelem vylepšení chuti a vůně výsledného produktu. Mezi ochucující látky patří např. glutamát sodný, šunkové či houbové aroma, koření nebo pouze aromatický vývar, jež je složen z vody, koření a aroma. Enzymaticky modifikovaných sýrů (EMC), vyráběných za pomoci enzymů ze sýrů různého stáří. EMC obsahují volné mastné kyseliny ( $\text{C}_4 - \text{C}_{12}$ ), které dodávají výrobkům chuť a vůni. EMC jsou dostupné v mnoha příchutích lišící se v charakteru a intenzitě. EMC a mikroorganismy (nejčastěji *Micrococcus*) jsou přidávány na konci tepelného zpracování analogů, neboť mohou minimalizovat ztrátu těkavých aromatických látek a vyrobit analog s jakoukoli příchutí [42, 43, 44].

Mezi okyselující látky používané při výrobě analogů sýrů patří např. kyselina adipová, kyselina citronová, kyselina mléčná, kyselina octová, kyselina fosforečná, kyselina jablečná, kyselina glutamová. Přidávají se za účelem upravení pH na hodnoty v rozsahu od 4,7 až do 6,0, nejlépe však od 5,1 do 5,7. Přidávání kyseliny do tavené směsi na konci výroby, spíše než na začátku, zajišťuje vyšší hodnoty pH (8 – 9) ve směsi v průběhu zpracování. Vyšší pH v průběhu zpracování podporuje sekvestraci vápenatých iontů pomocí tavicích solí, čímž dochází k přeměně nerozpustného para-kaseinátu vápenatého na rozpustný para-kaseinát sodný. Ten váže velké množství vody a díky svým přirozeným emulgačním vlastnostem podporuje emulgaci rostlinného tuku v produktu. Proto by snížení pH směsi

v průběhu tepelného zpracování, mohlo zvýšit dobu potřebnou pro tvorbu homogenního analogu [8, 13, 14].

Tab. 2. Stručný přehled přísad používaných při výrobě analogů sýrů [8, 13, 14, 25, 30].

Pří sada	Hlavní funkce	Příklad
<b>Mléčné bílkoviny</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• texturní vlastnosti</li> <li>• tvorba stabilních produktů</li> </ul>	přírodní sýry, kasein, kaseináty, koprecipitáty
<b>Rostlinné bílkoviny</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nižší náklady v porovnání s kaseinem</li> <li>• nízká použitelnost z důvodu možných vad ve výrobku</li> </ul>	sójová bílkovina, pšeničný lepek
<b>Živočišné tuky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• texturní funkce</li> <li>• mléčná chuť a vůně výsledného produktu</li> </ul>	máslo, bezvodý mléčný tuk
<b>Rostlinné tuky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• texturní funkce</li> <li>• náhrada mléčného tuku z důvodu snížení nákladů</li> </ul>	sójový olej, palmový a kokosový tuk, kukuřičný olej
<b>Polysacharidy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• náhrada kaseinu z důvodu snížení nákladů</li> <li>• texturní a funkční vlastnosti</li> <li>• tvorba stabilních produktů</li> <li>• tvorba gelu, zvyšování viskozity produktu</li> </ul>	škroby, pektin, guarová a xantánová guma, karagenany
<b>Tavicí soli</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• texturní a funkční vlastnosti</li> <li>• tvorba stabilních produktů po stránce fyzikálně-chemické</li> </ul>	sodné soli fosforečnanů a citronanů
<b>Přídavné látky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pomoc při kontrole pH finálního produktu</li> <li>• vylepšení chuti produktu</li> </ul>	kyselina mléčná, citronová, EMC, NaCl, glutamát sodný
<b>Sladidla</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvyšování sladkosti produktu</li> </ul>	sacharóza, hydrolyzované škroby, dextróza
<b>Barviva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vylepšení barvy produktu</li> </ul>	anatto, paprika, umělá barviva
<b>Konzervanty</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvyšování údržnosti produktu</li> </ul>	sorban draselný, propionát vápenatý/sodný
<b>Minerální látky</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvyšování nutriční hodnoty produktu</li> </ul>	oxid hořečnatý, oxid zinečnatý, železo
<b>Vitaminy</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zvyšování nutriční hodnoty produktu</li> </ul>	vitamin A palmitát, B <sub>2</sub> , B <sub>1</sub> , B <sub>9</sub>

## 1.2 Výroba analogů tavených sýrů

Tavené sýry a jejich analogy lze v současné době vyrábět diskontinuálně nebo kontinuálně, přičemž v zemích střední Evropy je stále rozšířenější diskontinuální způsob výroby [39].

Výrobní technologie tavených sýrů a jejich analogů zahrnuje tyto hlavní kroky [8, 7, 13, 14, 25]:

- příprava ingrediencí určené k tavení
- smíchání všech surovin (přírodní sýr, tuk, tavicí soli, voda)
- tepelné zpracování směsi surovin za stálého míchání
- formování, balení a chlazení výrobků

Nejprve jsou smíchány veškeré ingredience (např. nastrouhaná Eidamská cihla, tavicí soli, rostlinný tuk, aj., viz. Tab. 2) s potřebným množstvím vody. Následuje tavení směsi při teplotě 80 – 90 °C v tavicím zařízení (nejčastěji typu Stephan viz. Obr. 3) za stálého míchání a sníženého tlaku. Ohřev je zpravidla prováděn přímým vstřikem páry do tavené směsi. Po 5 až 8 minutovém záhřevu se v tavicím zařízení získává homogenní hmota. V průběhu tavení směsi surovin dochází k rovnoměrnému rozptýlení všech složek ve směsi a dále dochází k rozpuštění tavicích solí, které tak mohou interagovat s molekulami kaseinu. Díky konstantnímu míchání je tuková fáze rovnoměrně dispergována do tavené směsi a vzniklé tukové kuličky jsou dále emulgovány díky přítomným kaseinovým molekulám. Následkem výše zmíněných procesů vzniká homogenní produkt. Použití tavicí teploty rovněž přispívá k prodloužení údržnosti produktu. Vlivem pasteračního záhřevu jsou inaktivovány vegetativní formy přítomných mikroorganismů [14, 25, 45].

Do získané homogenní hmoty mohou být dále přidávány přídatné látky a směs je míchána ještě zhruba po dobu 1 – 2 minut a následně za horka balena do požadovaného tvaru. Složení směsi pro tavení závisí zejména na požadavcích, které jsou kladeny na výsledný tavený sýr či analog. Důležitou roli zde hraje především obsah sušiny, tuku v sušině a očekávaná konzistence finálního výrobku [39, 45].

V případě kontinuálního procesu se tavení provádí v nerezových trubkách v tenké vrstvě při teplotě 130 – 145 °C po dobu 2 – 3 s. Zatímco diskontinuální způsob zajišťuje obvykle pouze pasterační efekt, v případě kontinuálního procesu jde o efekt sterilační [14, 39]. Dle Klostermeyera [46] je kontinuální způsob výroby proces, při kterém jsou působením



tavicích solí a vysokých teplot rozrušeny jak vápenaté, tak i hydrofobní interakce. Krémování taveniny nastává při chladnutí za stálého mechanického míchání.



*Obr. 3. Tavicí zařízení typu Stephan [47]*

### 1.3 Možnosti použití analogů tavených sýrů

V dnešní době jsou analogy sýrů spojeny s rozvojem trhu polotovarů a rychlého občerstvení. Zde tyto výrobky rozšiřují a zlevňují nabízený sortiment [13, 48].

Analogy sýrů byly vyvinuty ve Spojených státech na počátku 70. let 20. století [14]. Důvodem výroby těchto substituentů byl obrovský nárůst poptávky po pizze a fakt, že sýr patří mezi nejdražší suroviny při její výrobě. Dalším impulsem jejich vzniku byl nízký příjem obyvatelstva, nedostatek mléka v rozvojových zemích a zájem konzumentů o výrobky s nízkým obsahem tuku, cholesterolu a kalorií. Dnes mají analogy v USA na celkovém trhu spíše doplňkový efekt než jako produkty používané k přímé náhradě přírodních sýrů [13]. Analogy jsou nejčastěji používány v USA jako polotovary v cateringovém sektoru nebo jako příměsi pro průmyslové zpracování potravin. Hlavním používaným typem analogu je Mozzarella se sníženým obsahem vlhkosti, která se využívá při výrobě pizzy. Analog typu Cheddar se obvykle používá v podobě plátků do cheeseburgerů. [8]

V Evropě mají analogy značný hospodářský význam, a to především vzhledem k jejich univerzálnosti. Používají se buď jako přísada nebo jako samostatný spotřebitelský produkt. V České republice se analogy začaly objevovat již před 4 lety. Tyto substituenty jsou spíše přidávány do jídel jako náhrada tradičního mléčného výrobku, tedy sýra. [13, 8]. Dále se analogy používají do salátů, sendvičů, sýrových omáček, hamburgerů, polotovarů, špaget, pomazánek, jako přísada strouhaných sýrových směsí, v rychlém občerstvení, obchodech zajišťujících občerstvení a i školních jídelnách [8, 13, 14, 48, 49]. V dnešní době výrobci vyrábějí širokou škálu analogů, ať už se jedná o produkty nejrůznějších tvarů (trojúhelníky, obdelníky atd.) či různé konzistence (roztíratelné, plátkové, na strouhání atd.). Rovněž se výrobci snaží rozšířit jejich sortiment o nejrůznější příchutě (např. šunka, paprika, plíšňová příchut' atd.). Dnes český trh nabízí zákazníkům širokou škálu analogů, avšak velkým nedostatkem těchto produktů nadále zůstává nesprávné označování a umístění v obchodních sítích [50, 51].

Používání analogů sýrů není zakázáno ani ve společném stravování. Podstatné je, aby zákazník byl o použití těchto surovin informován a nebyl uváděn v omyl. Záměnu sýra deklarovaného na jídelním lístku nebo v nabídce pokrmů (např. pizza s mozzarellou, smažený sýr, špagety se sýrem) za jiný druh potravin bez vědomí spotřebitele lze označit jako porušení evropského potravinového práva, jehož cílem je, mimo jiné, zabránit podvodným

nebo klamavým praktikám, falšování potravin a jakýmkoliv jiným praktikám, které mohou uvádět spotřebitele v omyl. Také zákon o ochraně spotřebitele č. 634/1992 Sb. (v platném znění) zakazuje klamání spotřebitele, zejména uvádění nepravdivých, nedoložených, neúplných, nepřesných, nejasných, dvojsmyslných nebo přehnaných údajů a také zamlčování údajů o skutečných vlastnostech výrobků nebo služeb či úrovni nákupních podmínek [52, 53].

## 2 VYBRANÉ TUKY A OLEJE A JEJICH TECHNOLOGIE VÝROBY

### 2.1 Struktura tuků a olejů

Tuky a oleje jsou z chemického hlediska triacylglyceroly, tedy estery glycerolu a tří mastných kyselin (MK). Představují potravinářsky nejvýznamnější lipidy. Fyzikální a chemické vlastnosti tuků a olejů jsou určeny zastoupením jednotlivých mastných kyselin v triacylglycerolu. Podle svého skupenství se označují jako tuky a oleje, které můžeme ještě rozdělit podle původu na rostlinné a živočišné [54]:

- živočišné tuky – lůj, sádlo, máslo
- živočišné oleje – rybí tuk
- rostlinné tuky – kakaové máslo, palmový tuk
- rostlinné oleje – olivový, slunečnicový, lněný, řepkový olej, atd.

Tuky se liší od olejů tím, že mají při pokojové teplotě tuhou konzistenci, oleje mají konzistenci tekutou, což je dáno zastoupením nasycených a nenasycených MK v molekule lipidu. Nasycené mastné kyseliny (saturated fatty acids, SAFA) jsou méně reaktivní a mají vyšší bod tání a tuhnutí, neobsahují v řetězci žádnou dvojnou vazbu. Jsou převážně obsaženy v živočišných, některých rostlinných tucích a ve ztužených tucích. Dávají tukům tužší konzistenci. Mezi nejčastější nasycené mastné kyseliny patří kyselina máselná, laurová, myristová, palmitová a stearová.

Nenasycené mastné kyseliny mají v uhlíkatém řetězci jednu nebo více nenasycených dvojných vazeb.

Podle počtu těchto nenasycených vazeb se MK dělí na:

- monoenové nenasycené mastné kyseliny obsahující v uhlíkatém řetězci pouze jednu nenasycenou vazbu (monounsaturated fatty acids, MUFA). Do této skupiny patří např. kyselina palmitoolejová, kyselina olejová, kyselina elaidová, kyselina eruková.
- polyenové nenasycené mastné kyseliny obsahující v uhlíkatém řetězci dvě a více nenasycených vazeb (polyunsaturated fatty acids, PUFA). Patří zde n-6 a n-3 kyseliny, které jsou pro naše zdraví velmi důležité.

Nenasycené MK jsou reaktivnější než nasycené, významné jsou jejich oxidační reakce s různými formami kyslíku, při kterých dochází k oxidačnímu žluknutí tuků a olejů. Převažně jsou zastoupeny v rostlinných olejích.

Dvojná vazba se v lipidu může vyskytovat v konfiguraci cis nebo trans. Obvyklá je cis konfigurace. Pokud však mají mastné kyseliny v molekule jednu nebo více dvojných vazeb v konfiguraci trans, označují se jako trans – izomery mastných kyselin (trans fatty acids, TFA). Zatímco nasycené mastné kyseliny a trans – izomery mastných kyselin při vyšším příjmu zvyšují riziko aterosklerózy a diabetu II. typu, nenasycené mastné kyseliny je spíše snižují, což je dáno především odlišnými efekty na hladiny krevních lipoproteinů, inzulinovou rezistenci, krevní srážlivost a parametry zánětu. Předmětem diskusí je role tuků v rozvoji obezity a v onkogenezi. [10, 54, 55, 56, 57].

### 2.1.1 Máslo

Máslo je plnohodnotný mléčný tuk, který má specifické aroma a chuť. Aroma másla je dáno obsahem mastných kyselin s krátkou délkou řetězce. Chuť másla doplňuje přítomnost mléčných bílkovin. Máslo obsahuje fyziologicky účinné a biologicky potřebné látky (např. fosfolipidy, vit. A, D, E, K, esenciální mastné kyseliny). Máslo také obsahuje určitý podíl trans nenasycených mastných kyselin, tudíž konzumaci másla by měli omezit lidé s vysokým obsahem cholesterolu a cévními potížemi [38, 58].

Průmyslová výroba másla spočívá v mechanickém zpracování smetany, kdy se mléčný tuk oddělí od plazmatu smetany odstředováním. Takto získaná smetana z mléka o tučnosti asi 40 % (optimálně 37 – 42 %) se pasteruje při teplotách nad 95 °C po dobu několika sekund. Důvodem této vyšší teploty je fakt, že smetana vykazuje horší tepelné vlastnosti oproti mléku. Smetanu lze zbavit nepříjemných pachů odvětráním. Následuje fyzikální zrání smetany, jež je klíčovým krokem při výrobě másla. Při tomto kroku dochází k tvorbě krystalků triacylglycerolů v tukových kuličkách. Fyzikální zrání másla by mělo probíhat alespoň dvě hodiny před stloukáním v uzrávačích. Jsou to speciálně navržené tanky, které jsou schopny efektivního chlazení smetany. Uvnitř tanků jsou pomaloběžná míchadla, zajišťující šetrné promíchání obsahu, aniž by došlo k porušení krystalické struktury mléčného tuku. Během fyzikálního zrání dochází také ke zvyšování viskozity a tím se i snadněji získá pěna, jež je prekurzorem máselného zrna. Nedostatečně proběhnuté fyzikální zrání má za následek ztrátu mléčného tuku do podmáslí. Důležitá je také teplota fyzikálního zrání, která by se měla pohybovat pod 8 °C. Dobré chlazení během fyzikálního zrání je nutné také

z důvodu uvolňování krystalizačního tepla, které je nutné odvádět. Pokud by se toto teplo neodvádělo, mohlo by dojít k nežádoucímu zvýšení teploty, které by mohlo způsobit tání krystalů tuku [38, 58, 59, 60].

Biologické zrání se v českých mlékárnách používá pouze okrajově. Jedná se o přídavek smetanového zákysu, čímž dojde k částečnému snížení pH smetany a takto vyrobené máslo má výraznější, nakyslou chuť. Výhodou másla ze zakysané smetany je, že vykazuje delší trvanlivost (díky nižšímu pH oproti nezakysanému máslu), naopak nevýhodou je nemožnost využít podmáslí jinak než na výrobu šlehaného podmáslí [59, 60].

Po zrání následuje stloukání másla. Jedná se o zpěňovací způsob výroby másla. V dnešní době převažuje kontinuální výroba ve zmáselňovači (Obr. 4). Zmáselňovač se skládá ze tří částí. A to z stloukacího válce, odlučovacího válce a hnětače. Před stloukáním másla je nutné smetanu ohřát na teplotu 10 až 12 °C. Teplota přehřevu je závislá na obsahu tuku a ročním období (obsahu volných mastných kyselin). Stloukací válec slouží k našlehání smetany. Dochází k agregaci vykrystalizovaných tukových shluků a jejich koncentraci. Vzniká máselné zrno. Otáčky stloukacího válce mohou dosahovat až 3 000 ot/min. Počet otáček se reguluje podle tučnosti smetany. Takto vytvořené máselné zrno přechází do odlučovacího válce. Zde dochází k dalšímu shlukování máselného zrna a zároveň se uvolňuje mléčné plazma, tedy podmáslí. Podmáslí obsahuje vodu, bílkoviny, volný tuk a ve vodě rozpustné látky. V odlučovacím válci lze uskutečnit praní máselného zrna. Jedná se o dokonalejší odstranění mléčného plazmatu propíráním máselného zrna ve vodě. Výhodou je delší trvanlivost másla a menší obsah laktózy (vhodné pro osoby s laktózovou intolerancí). Naopak nevýhodou je méně výrazná chuť, neboť propíráním dojde k odstranění senzoryckých složek mléčného plazmatu (bílkoviny, laktóza). V hnětači je umístěn šnekový dopravník, který protlačuje máslo přes perforovanou desku. Šnekový dopravník slouží k odstranění vzduchových bublin, které se vytvořily při shlukování máselného zrna. Perforovaná deska slouží k rovnoměrnému rozmístění vody v másle a ke zmenšení kapének vody. Tento proces je významný z hlediska trvanlivosti másla. Velké kapky vody by byly dobrým zdrojem živin pro bakterie. Během hnětení dochází ke standardizaci (úpravě obsahu) vody v másle. Máslo, které projde hnětačem je dopravováno na balicí linku. Balení je možné uskutečnit do klasických kostek o hmotnosti 250 g nebo je máslo tvarováno do větších bloků podle potřeby, např. 25 kg. Po zabalení másla je ještě nutné nechat vyzrát krystalickou síť mléčného tuku v másle při teplotě skladování, čímž získá máslo svoji konzistenci [55, 56, 58, 59].

Stloukání másla v máselnici (Obr. 4) je v současné době způsob výroby, jež přechází do pozadí. Jedná se o šaržový diskontinuální proces. Smetana, která prošla fyzikálním zráním je dávkována do velkého bubnu, který se uzavře a otáčením kolem vodorovné osy dochází ke stloukání. Otáčky bubnu jsou voleny tak, aby převažovala gravitace nad odstředivou silou. Po stlučení másla je vypuštěno podmáslí, které se nashromáždilo na dně válce. Máslo může být propráno vodou, následuje hnětení, úprava obsahu vody, balení. Stloukání másla v máselnici je dobré pro malé množství smetany, kdy se nevyplatí rozjíždět zmáselňovač. Kapacita máselnice může být např. 500 litrů smetany. [58, 59, 60].

Klasické máslo obsahuje minimálně 82 % mléčného tuku, zbytek tvoří voda (do 16 %) a mléčná sušina (bílkoviny, laktóza) [38].



Obr. 4. Kontinuální (vlevo) a diskontinuální zmáselňovače [61, 62]

### 2.1.2 Mléčný tuk

Mléčný tuk má velmi komplikované složení a strukturu. Základními složkami jsou tri-, di- a monoacylglyceroly, volné mastné kyseliny, fosfolipidy, steroly, estery sterolů a v tucích rozpustné vitaminy (A, D, E, K). Hlavní odlišnost mléčného tuku od ostatních tuků živočišného původu spočívá ve vyšším obsahu těžkých mastných kyselin (7 – 8 %), tj. kyselin s krátkým uhlíkatým řetězcem jako jsou kyselina máselná a kapronová. Mléčný tuk se převážně vyskytuje ve formě tukových kuliček, které jsou obaleny membránou skládající se

z komplexu fosfolipidů-bílkovin. V mléčných fosfolipidech je nejvíce zastoupen hlavně fosfatidylcholin, fosfatidylethanolamin, sfingomyelin. Další součástí mléčných lipidů jsou steroly nebo jejich estery, z nichž nejrozšířenější je cholesterol (prekurzor vitamínu D<sub>3</sub>) a ergosterol (prekurzor vitamínu D<sub>2</sub>) [22, 58, 59, 60]. Také máselným tukem rozumíme bezvodý mléčný tuk (BMT) získaný z mléka, smetany nebo másla obsahující více než 99,3 % hmot. mléčného tuku jak stanovuje vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. (v platném znění) [11]. Legislativní požadavky týkající se mléčného tuku se mohou lišit v různých zemích světa, a to z mnoha důvodů (např. historických či kvůli ochraně spotřebitele). Podle nařízení EU 1898/87 je termín „máselný tuk“ a „bezvodý mléčný tuk“ rezervován výhradně pro produkt z mléka, i když mohou být přidány některé látky nutné pro výrobu. Jediné další požadavky, pokud jde o složení, jsou v rámci EU dány nařízením 2991/94, které se týká pomazánkových tuků. Ty jsou zde definovány jako emulze tuhé roztíratelné konzistence typu voda v oleji, které jsou získány výhradně z mléka nebo z mléčných výrobků bohatých na tuk [11, 63]. Podle Codexu Alimentarius (nikoli dle EU) jsou bezvodý mléčný tuk, mléčný tuk, bezvodý máselný olej a máselný olej definovány jako tukové výrobky získané výhradně z mléka nebo výrobků vyrobených z mléka, a to způsobem, při němž je téměř úplně odstraněna voda a beztuká sušina. Codex Alimentarius rovněž stanovuje obsah tuku a vody, avšak tyto normy jsou dobrovolné (nejsou vyžadovány státními orgány) a používají se v rámci komerčních smluv (viz. Tab. 3) [64, 65]. Schéma výroby mléčného tuku je znázorněno na Obr. 5.

Tab. 3. Obsah a kvalita mléčného tuku podle norem Codex Alimentarius [64, 65]

	Bezvodý mléčný tuk/olej	Mléčný tuk	Máselný olej	Bůvolí máslo (ghee)
Min. mléčný tuk (% hmot.)	99,8	99,6	99,6	99,6
Max. vody (% hmot.)	0,1	–	–	–
Max. volných MK jako kys. olejová (% hmot.)	0,4	0,4	0,4	0,4
Max. peroxid. číslo	0,3	0,6	0,6	0,6
Vůně a chuť	Přijatelná z hlediska tržních požadavků po ohřevu vzorku na 40 – 45 °C			
Textura	Hladké jemné granule až tekuté – v závislosti na teplotě			





### 2.1.3 Kokosový tuk

Výchozí surovina je získávána ze zralých plodů kokosové palmy. Tento tuk se získává působením tlaku a extrahováním z použité suroviny, kokosového ořechu. Vzniklý tuk je bílý s lehkou ořechovou příchutí. Kokosový tuk obsahuje přes 85 % nasycených mastných kyselin (podíl kyseliny laurové ( $C_{12}$ ) je kolem 50 %, dále obsahuje kyselinu kapronovou, kaprylovou či kaprinovou) a patří k průměrně používaným pokrmovým tukům, jež je za běžné teploty tuhý díky vysokému obsahu nasycených mastných kyselin. Kokosový tuk se používá jako hlavní surovina k výrobě různých smíšených tuků, které tvoří speciální pokrmové tuky. Tyto potraviny slouží ke konzumaci i v případě, kdy dochází k poruše při vstřebávání tuků. V potravinářském průmyslu se tyto tuky používají k cukrářské výrobě, stejně tak jako se používají v domácnostech k pečení a smažení [31]. Kokosový tuk se nejčastěji vyrábí procesem ztužování (hydrogenací) kokosového oleje. Jedná se o přeměnu tekutých tuků v pevné tuky působením vodíku za přítomnosti katalyzátoru za určité teploty a tlaku. Princip hydrogenace spočívá v částečném nebo úplném nasycení dvojných vazeb v řetězcích nenasyčených mastných kyselin v molekulách triacylglycerolů, ze kterých je tuk složen. Tím se mění tekutá konzistence tuků na tuhou konzistenci. Ztužením získáme 100 % pokrmový tuk (v zahraničí nazývané také shortening), který se vyznačuje světlejší barvou a delší trvanlivostí [67, 68, 69].

### 2.1.4 Palmový tuk

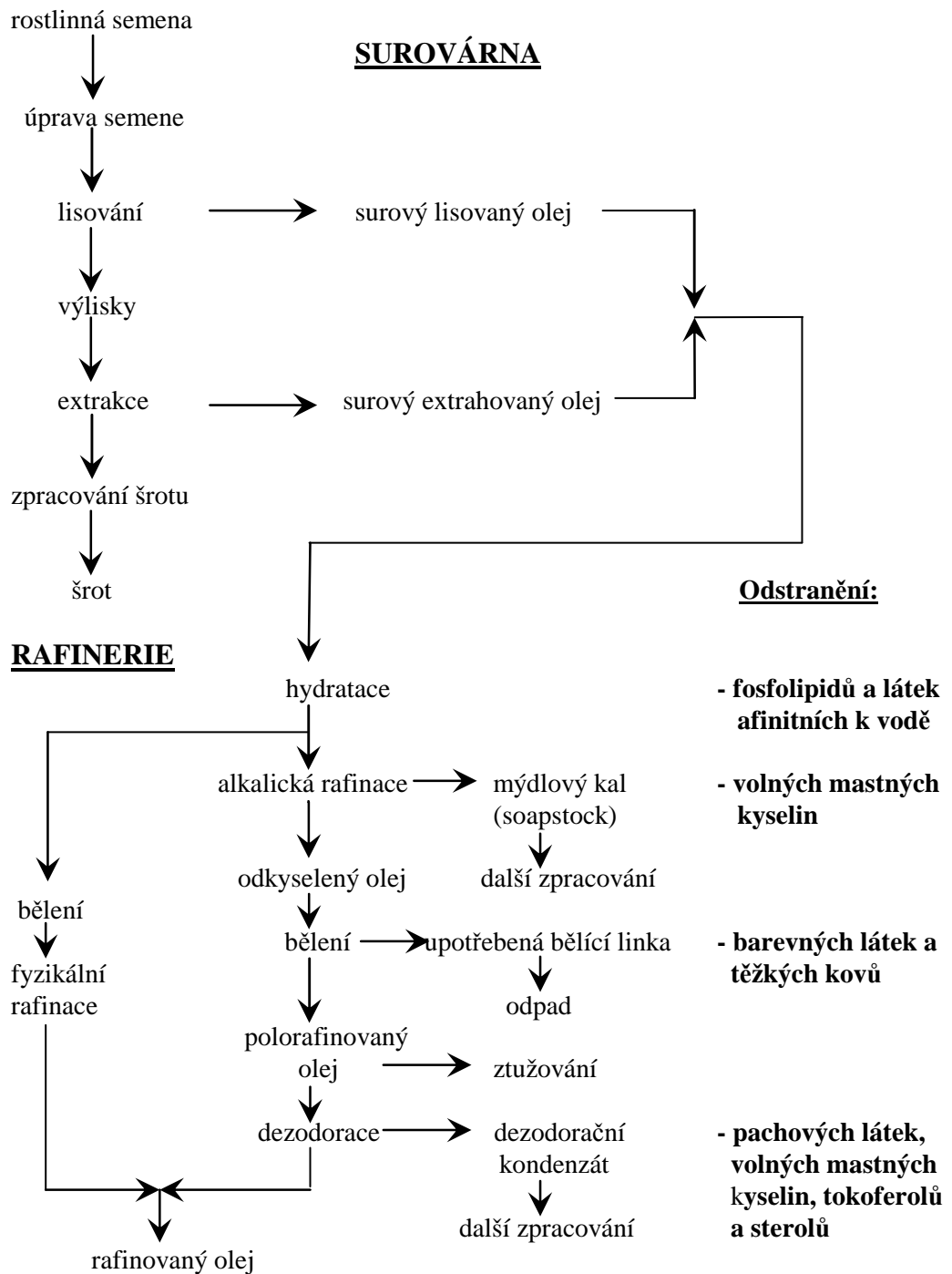
Palmový tuk získávaný ze semen palmy olejné je přirozeně polotuhý tuk, což je důležitá výhoda v recepturách tuhých tuků. Jeho polotuhá konzistence je dána díky obsahu 40 % nasycených mastných kyselin, zvláště kyseliny palmitové, ale také kyseliny laurové a myristové [31, 67]. Díky tomuto značnému obsahu nasycených mastných kyselin se palmový tuk nemusí vyrábět procesem hydrogenace (ztužováním), který je poměrně finančně náročný a také se mohou produkovat při tomto procesu i trans nasycené mastné kyseliny, které představují zdravotní riziko. Výroba spočívá v rozpouštění palmového tuku při teplotě 70 °C za stálého míchání v nádobě. Do této rozpuštěné směsi mohou být přidány barviva, emulgátory a ochucovadla. Následně se homogenní směs pumpuje do tepelného výměníku. Zde se vzniklá směs vychladí a částečně zkrystalizuje. Krystalizace je dokončena pozvolným mícháním při teplotě 17 °C – 22 °C. Vzniklý polotuhý plastický shortening je zabalen do požadovaného tvaru. Poté je temperován při teplotě 25 °C – 30 °C alespoň 24 hodin.

Temperování umožňuje provedení stabilizace struktury shorteningu a dosažení požadované plasticity výrobku [70]. Mimo jiné lze z oplodí palmy olejné získat i palmový olej, který lze frakcionací rozdělit na tuhý podíl (palmstearin) a kapalný podíl (palmolein). Dalším zpracováním lze získat tvrdý a měkký palmstearin a střední měkkou frakci. Úplnou hydrogenací palmového oleje lze získat tuhý palmový tuk, tající mezi 35 a 38 °C. Palmový tuk obsahuje vysoký obsah karotenoidů a také vitamín E [71].

### 2.1.5 Ostatní rostlinné oleje

Rostlinné oleje jsou významným zdrojem zdraví prospěšných nenasycených a polynenasycených mastných kyselin a vitaminů. Složení jednotlivých druhů olejů, a tím pádem i jejich vliv na naše zdraví se však podstatně liší. Výživová doporučení odborníků se proto stále více opírají o detailní složení rostlinných olejů a tuků vůbec. V olejnatých semenech bylo až dosud identifikováno překvapující množství aktivních složek. Mnohé z nich zůstanou v oleji zachovány během celého průběhu technologického zpracování semene na rostlinný olej pro potravinářské účely, jiné se však při rafinaci oleje ztrácejí (viz. Obr. 6). Rostlinné oleje jsou významným zdrojem vitamínu E, který má silné antioxidační účinky. Rovněž každá mastná kyselina obsažená v oleji má své specifické vlastnosti [10, 69, 71, 72]. Rostlinné oleje se získávají z dužnin plodů (je potřeba je zpracovat ihned po sklizni na místě) nebo ze semen a bobů (semena lze dlouhodobě skladovat) lisováním pod vysokým tlakem a extrakcí rozpouštědly, nejčastěji hexanem [38]. V praxi se běžně oba způsoby kombinují tak, že se semena nejprve rozdrťí, po ovlhčení se záhřevem rozloží přítomné lipoproteiny, pak se vločky připravené ze semen lisují, obvykle v kontinuálních šnekových lisech a vzniklé šrotky o obsahu 15 – 20 % tuku se extrahují v kontinuálně pracujících extraktorech. Zbylý extrahovaný šrot obsahuje 2 – 3 % zbytkového tuku se značným podílem heterolipidů. Extrakcí se získá roztok obsahující 20 – 30 % oleje v hexanu, tzv. miscela, z níž se rozpouštědlo oddestiluje a zbytky se odstraní destilací s vodní parou [38, 69, 71, 72]. Následně se surový olej upravuje rafinací (viz. Obr. 6) pro prodloužení trvanlivosti [69].

### Schéma výroby rostlinných olejů



Obr. 6. Schéma zpracování semen olejnin [69, 72]

### 3 NUTRIČNÍ VÝZNAM TUKŮ VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA

Tuky patří k hlavním živinám člověka. Jsou velmi vydatným zdrojem energie (1 g tuku obsahuje asi 9,2 kcal), v organismu se uplatňují jako hlavní zásobní energetický substrát. V lidském organismu tuky pomáhají udržovat tělesnou teplotu nebo fungují jako mechanická ochrana vnitřních orgánů (tvoří jejich obal). Mají ale také na první pohled méně viditelné funkce, jsou stavební složkou některých hormonů nebo napomáhají správnému využívání vitaminů rozpustných v tucích [10].

V naší stravě by měly tuky tvořit 30 – 35 % z celkového denního příjmu energie (tj. přibližně 60 až 90 g tuků denně). Pouze 1/3 denního příjmu by měla být hrazena tuky živočišnými, a to jak v podobě zjevné (máslo, sádlo, škvarky, slanina, lůj), tak v podobě skryté (uzeniny, tučné maso, tučné mléčné výrobky atd.). V těchto tucích převažují tzv. nasycené mastné kyseliny, které přispívají ke zvyšování hladiny cholesterolu v krvi a také samy cholesterol obsahují. Zbývající 2/3 by měly tvořit kvalitní rostlinné tuky a oleje. V těchto rostlinných tucích převažují tzv. nenasycené mastné kyseliny, které podporují snižování cholesterolu v krvi. Do skupiny nenasycených mastných kyselin patří také polynenasycené mastné kyseliny. Mezi tyto kyseliny zahrnujeme kyseliny n–6 a n–3 (dříve označované jako omega–6 a omega–3). Některé z těchto kyselin patří do skupiny esenciálních, které naše tělo nezbytně potřebuje, ale nedokáže si je vytvářet sám, takže je musíme dodávat stravou.

Jedná se o kyselinu linolovou, patřící do skupiny n–6 mastných kyselin, a o kyselinu  $\alpha$ -linolenovou, patřící do skupiny n–3 mastných kyselin. V popředí zájmů odborníků jsou zejména n–3 polynenasycené mastné kyseliny, u kterých byl prokázán příznivý vliv na srdečně-cévní systém, pomáhají snižovat riziko náhlých srdečních příhod [10, 39, 73].

Trans – izomery mastných kyselin (TFA) mají negativní vliv na některé metabolické procesy v organismu. Jsou běžně obsaženy v některých mikroorganismech, mořských živočích a rostlinách, v semenech některých subtropických a tropických rostlin. Tyto tuky jsou u nás sice považovány za technické oleje, ale v zemích jejich původu se běžně konzumují bez zjevných nepříznivých následků. TFA se vyskytují také v tuku vačnatců (např. klokan) a přežvýkavců, dokonce i v lidském těle, zde se nejen syntetizují, ale i odbourávají. TFA vznikají také při technologických operacích, především při průmyslové hydrogenaci (ztužování tuků) a při dezodoraci (záhřevu na velmi vysokou teplotu, který je součástí rafinace).

nace téměř všech rostlinných olejů). Tyto kyseliny jsou považovány za nežádoucí, a proto se výrobci potravin snaží na trh dodávat výrobky s minimálním obsahem těchto mastných kyselin. V mléčném tuku se podařilo obsah trans – mastných kyselin značně snížit. Podobně je tomu i u průmyslově ztužovaných tuků. Názor na škodlivost trans – mastných kyselin prošel vývojem. V polovině 90. let byl fyziologický účinek trans – mastných kyselin srovnáván s mastnými kyselinami nasycenými. V současné době odborníci poukazují na to, že trans izomery mastných kyselin ovlivňují některé rizikové faktory (např. zvyšování hladiny cholesterolu v krvi) více než mastné kyseliny nasycené [73, 74].

Z nutričního hlediska jsou tavené sýry a jejich analogy ve srovnání s přírodními sýry méně hodnotné. Nevýhodou tavených sýrů a jejich analogů často bývá vysoký obsah tuku (a cholesterolu), který je rizikovým faktorem srdečně – cévních nemocí. Při konzumaci 50 g taveného sýra s obsahem 70 % tuku v sušině (TVS), dodáme našemu tělu asi 18 g tuku, což je skoro čtvrtina doporučené denní dávky tuku pro dospělého člověka. V současné době je spíše preferována konzumace tavených sýrů a analogů s nízkým obsahem tuku (okolo 20 % TVS), vzhledem k nedostatečnému tělesnému výdeji a rostoucí nadváze obyvatelstva. Rostlinné tuky, jež mohou být součástí analogů, mají téměř vyvážený poměr SAFA : MUFA : PUFA. Podle doporučení světové zdravotnické organizace WHO poměr nasycených, monoenoových a polyenoových mastných kyselin by měl být 1 : 1 : 1. Dnes se spíše preferuje poměr 1 : 1,4 : 0,6. Odborníci se shodují na nutnosti omezovat příjem nasycených a naopak zvyšovat příjem polyenoových mastných kyselin, včetně esenciálních n-3 mastných kyselin (jejich příjem by měl být podle WHO asi 2 g denně). Příjem TFA by neměl přesáhnout 5 g za den [5, 10, 39, 75].

Tab. 4. Složení mastných kyselin ve vybraných tucích (% z veškerých MK) [55, 72].

Druh tuku	SAFA	MUFA	PUFA	TFA	SAFA/MUFA/PUFA
<b>Máslo</b>	62-74	19-35	0,3- 3	2,3	18,0 : 7,4 : 1,0
<b>Mléčný tuk</b>	53-72	26-42	2-6	4,0-6,5	16,0 : 8,3 : 1,0
<b>Kokosový tuk</b>	88-94	5-9	1-3	Neuvedeno*	61,0 : 4,7 : 1,0
<b>Palmový tuk</b>	44-56	36-42	9-13	Neuvedeno*	4,5 : 3,5 : 1,0
<b>Slunečnicový olej</b>	9-17	13-41	42-69	1,0	0,2 : 0,5 : 1,0
<b>Sójový olej</b>	14-20	18-26	55-68	1,0	0,3 : 0,4 : 1,0

\*Neuvedeno, protože u těchto rostlinných tuků nebyl TFA detekován.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍL PRÁCE

Úkolem této diplomové práce bylo zpracovat literární rešerši, jejíž součástí je charakteristika tavených sýrů a jejich analogů, dále popis jednotlivých surovin používaných při výrobě tavených sýrů a jejich analogů, samotná výroba a také složení, výroba a nutriční význam vybraných tuků a olejů.

V rámci praktické části diplomové práce bylo cílem:

- vyrobit modelové vzorky tavených sýrů a jejich analogů,
- analyzovat vybrané texturní parametry analogů tavených sýrů s různým druhem a množstvím tuku,
- analyzovat roztékavost daných modelových vzorků,
- stanovit u těchto modelových vzorků obsah sušiny a hodnoty pH.



## 5 METODIKA PRÁCE

### 5.1 Popis experimentu

V rámci praktické části diplomové práce byly vyrobeny modelové vzorky, které obsahovaly 40 % w/w sušiny o obsahu 40 % w/w tuku v sušině, 45 % w/w tuku v sušině a 50 % w/w tuku v sušině. Vzorky byly vyrobeny pomocí tavicího zařízení za přídavku neměnného množství tavicích solí (2,5 %). Při výrobě vzorků bylo použito máslo (M) jako standardní tuk, dále byly použity 4 druhy 100 % tuků, a to kokosový (K), palmový (PT), mléčný (MT) a rostlinný polotuhý olej (O). Dané vzorky byly podrobeny základní chemické analýze stanovení obsahu sušiny a hodnoty pH, testu roztékavosti, texturní profilové analýze a senzorické analýze. Měření byla realizována 1., 3., 7., 10., 14 a 28. den po výrobě, s výjimkou senzorické analýzy, která byla provedena na vstupu a po 28 dnech skladování.

Hlavním cílem práce bylo zkoumat vliv přidaného množství a druhu tuku na dané analýzy se zaměřením na texturní vlastnosti modelových vzorků analogů tavených sýrů v závislosti na době skladování.

### 5.2 Příprava modelových vzorků

Základní suroviny používané k výrobě analogů tavených sýrů:

- přírodní polotvrdý sýr Eidamská cihla (30 % w/w tuk v sušině, stáří 7 týdnů),
- čerstvé máslo (min. 82 % w/w tuku, 16 % vody),
- 4 druhy 100 % tuků – mléčný, palmový, kokosový tuk a rostlinný polotuhý olej,
- fosforečnanové tavicí soli – hydrogenfosforečnan sodný ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ), difosforečnan sodný ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) a polyfosforečnan sodný ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>n</sub>,
- pitná voda.

K výrobě modelových vzorků analogů tavených sýrů bylo použito tavicího zařízení Vorwerk Thermomix TM 31 (Vorwerk & Co. Thermomix, GmbH, Wupertal, Germany). Do tavicího zařízení (foto – viz. příloha P I) byl přidán na kostičky nakrájený přírodní sýr, ten byl následně rozmixován, poté byl přidán tuk (v různém množství a složení) a nakonec fosforečnanové tavicí soli a vypočtené množství pitné vody. Následně byl přístroj uzavřen a postupně se začala zvyšovat teplota (za konstantního míchání), až na výslednou teplotu tave-

ní, která byla v tomto případě  $90 \pm 1$  °C s výdrží po dobu 1 minuty. Horká tavenina pak byla plněna do polystyrenových obalů o výšce 55 mm, délce a šířce 41 mm a zatavena při vařitelným hliníkovým víčkem. Poté byl produkt (foto – viz. příloha P I) chladírensky skladován při teplotě  $6 \pm 2$  °C do doby analýz.

## 5.3 Použité metody

### 5.3.1 Základní chemická analýza

Každý modelový vzorek byl podroben chemické analýze, která se sestávala ze stanovení obsahu sušiny a hodnoty pH.

#### 5.3.1.1 Stanovení obsahu sušiny a hodnoty pH

Voda se stanoví sušením s pískem rozhodčí metodou. Obsah vody se zjistí z rozdílu hmotnosti vzorku před a po ukončení sušení za podmínek metody.

Obsah vody ve vzorku v hmot. % byl vypočten podle vztahu [76]:

$$X_v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \cdot 100$$

kde:  $m_1$  = hmotnost vysoušečky s pískem, vzorkem a tyčinkou před sušením (g).

$m_2$  = hmotnost vysoušečky s pískem, vzorkem a tyčinkou po vysušení (g),

$m_3$  = hmotnost vysoušečky s pískem a tyčinkou (g)

Obsah sušiny ve vzorku v hmot. % byl přepočten dle vztahu:

$$S = 100 - X_v$$

Stanovení sušiny probíhalo ve vysoušecích miskách, ve kterých byl analogový tavený sýr rozetřen spolu s vysušeným křemenným pískem a následně sušen při teplotě  $105 \pm 2$  °C do konstantních úbytků hmotnosti za občasného promíchání. Toto gravimetrické stanovení sušiny bylo prováděno dle ČSN EN ISO 5534:2005 [77].

Stanovení hodnoty pH probíhalo při konstantní teplotě 20 °C pomocí vpichového pH-metru (pH Spear, Eutech Instruments, Oakton, Malajsie).

### 5.3.2 Roztékavost

Pojem roztékavost pochází z anglického překladu *meltability*. Roztékavost patří mezi funkční vlastnosti tavených sýrů a jejich analogů, které úzce souvisí s kvalitou taveného sýra a jeho analogu [78]. Existuje řada různých empirických a instrumentálních metod pro stanovení roztékavosti taveného sýra. Roztékavost lze definovat jako snadnost toku sýra po zahřátí [79]. Tato metoda je též známa jako tzv. Schreiberův test, jehož modifikace byla použita [80]. Tento test je založen na rozdílech vzniklých v základním složení taveného sýra a jeho analogu (např. podíl a druh tuku, obsah vlhkosti a tavicích solí), také podmínkami zpracování a době skladování. Měření roztékavosti u tavených sýrů a jejich analogů je poměrně složité, neboť tavitelnost sýra a jeho analogu je závislá na řadě faktorů jako jsou např. použitá teplota či reologické vlastnosti daného výrobku [81].

Pro vyhodnocení roztékavosti byla použita aluminiová podložka (o velikosti 10 cm x 5 cm), na kterou byla nanášena stejnoměrná vrstva vzorku (výška cca 0,5 cm a průměr cca 1,5 cm). Následně byla podložka vložena do vyhřáté sušárny na  $232 \pm 2$  °C po dobu 5 minut. Po vytažení ze sušárny a zchladnutí byla u jednotlivých vzorků měřena plocha rozpětí (vyjádřená jako celková tavitelnost) taveného výrobku. Vzniklé vlastnosti produktu byly porovnávány se 7. bodovou stupnicí (viz. příloha P II).

### 5.3.3 Texturní profilová analýza (TPA)

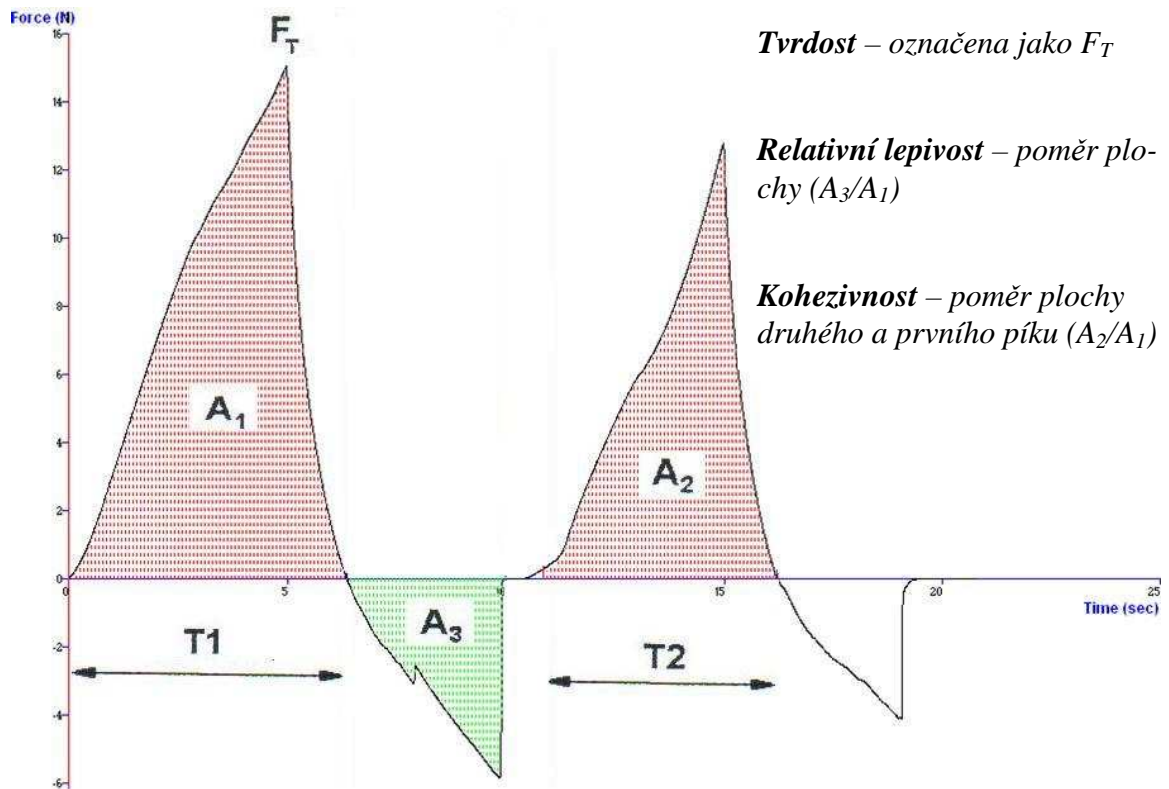
Texturní vlastnosti tavených sýrů a jejich analogů jsou značně ovlivněny chemickým složením, a to jak obsahem sušiny, tak i tuku v sušině, hodnotou pH, zralostí přírodního sýra, druhem a množstvím tavicích solí, ale také podmínkami zpracování, jako je proces tavení, teplota a rychlost chlazení utavené hmoty a v neposlední řadě i délkou a podmínkami při skladování [82].

Texturní profilová analýza (TPA) je instrumentální metoda pro určování texturních parametrů. Měření konzistence analogového taveného sýra při normálovém namáhání pomocí TPA je založeno na snímání síly potřebné k penetraci a vytažení měřicí sondy ze vzorku. Tento proces proběhne dvakrát, čímž napodobuje pohyb čelisti při sensorickém hodnocení (např. žvýkání). Během měření se zachovává konstantní rychlost pohybu měřícího elementu. Z výsledné křivky lze získat až 8 parametrů, přičemž 6 lze přímo odečíst, zbylé dva je nutno dopočítat. K základním parametrům patří tvrdost, přilnavost, soudržnost, elasticita, plastičnost, křehkost. Mezi druhotné parametry patří gumovitou a žvýkatelnost [83, 84].

Základní (primární) parametry:

- 1) **Tvrdość**, je definována jako maximální síla potřebná k dosažení deformace nebo penetrace výrobku, nebo-li maximální hodnota píku síly během prvního penetračního cyklu (na Obr. 6. je označena jako  $F_T$ ) V ústech je tvrdość vnímána stlačením výrobku mezi zuby (tuhé látky) nebo mezi jazykem a patrem (polotuhé látky) [49, 85].
- 2) **Přilnavość nebo-li lepivość**, definující sílu potřebnou k odstranění látky, která přilne k ústům nebo podkladu. Tento parametr lze získat jako práci potřebnou k vytažení měřicího elementu ze vzorku nebo jako práci nutnou k překonání přitažlivých sil mezi povrchem potravin a povrchem měřicího elementu. Přilnavość se tedy vztahuje k povrchovým vlastnostem výrobku [86]. Awad a kol. [87] uvádí, že lepivość tavených sýrů je ovlivněna především množstvím a složením tavicích solí.
- 3) **Soudržność nebo-li kohezivność**, vyjadřuje sílu vnitřních vazeb tvořících texturu výrobku [88]. Soudržność je dána stupněm, do něhož může být látka deformována, než dojde k porušení struktury. Tento základní parametr se počítá jako poměr plochy píku druhého penetračního cyklu k ploše píku prvního penetračního cyklu (viz. Obr. 6) [85].

Pro vyhodnocení texturních vlastností byl použit analyzátor TA-XT plus (foto – viz. příloha P III) (Stable Micro Systems Ltd.). Texturní analýza byla provedena dvěma po sobě následujícími penetracemi, které simulují stlačení zubních stoliček (Obr. 6). Texturní analyzátor byl vybaven nerezovou válcovou sondou o průměru 20 mm a hmotnosti 16,3918 g (viz. příloha P III). Pro měření byla zvolena rychlość penetrace sondy 2 mm/s a rychlość návratu sondy do původní pozice také 2 mm/s. Hloubka penetrace sondy byla 10 mm. Vzorky byly před měřením temperovány 4 hodiny při teplotě  $16 \pm 1$  °C. Hodnoťy tvrdości, relativní lepivości a kohezivności byly vypočteny z profilových křivek získaných pomocí softwaru Texture Exponent Lite (Stable Micro Systems Ltd). Celkem bylo podrobena analýze všech 15 modelových vzorků tavených sýrů a jejich analogů (každý analyzovaný den), z nichž každý byl měřen dvakrát.



Obr. 7. Křivka texturní profilové analýzy pro tavené sýry a jejich analogy [32]

### 5.3.4 Senzorická analýza

U zkoumaných vzorků tavených sýrů a jejich analogů, které obsahovaly 50 % w/w tuku v sušině (TVS), byly použity senzorické metody ke zjištění, zda došlo k prokazatelným změnám základních sensorických znaků vzhledem k délce skladování. Hodnocení bylo provedeno na vstupu, tedy první den po výrobě a následně po 28. dnech skladování.

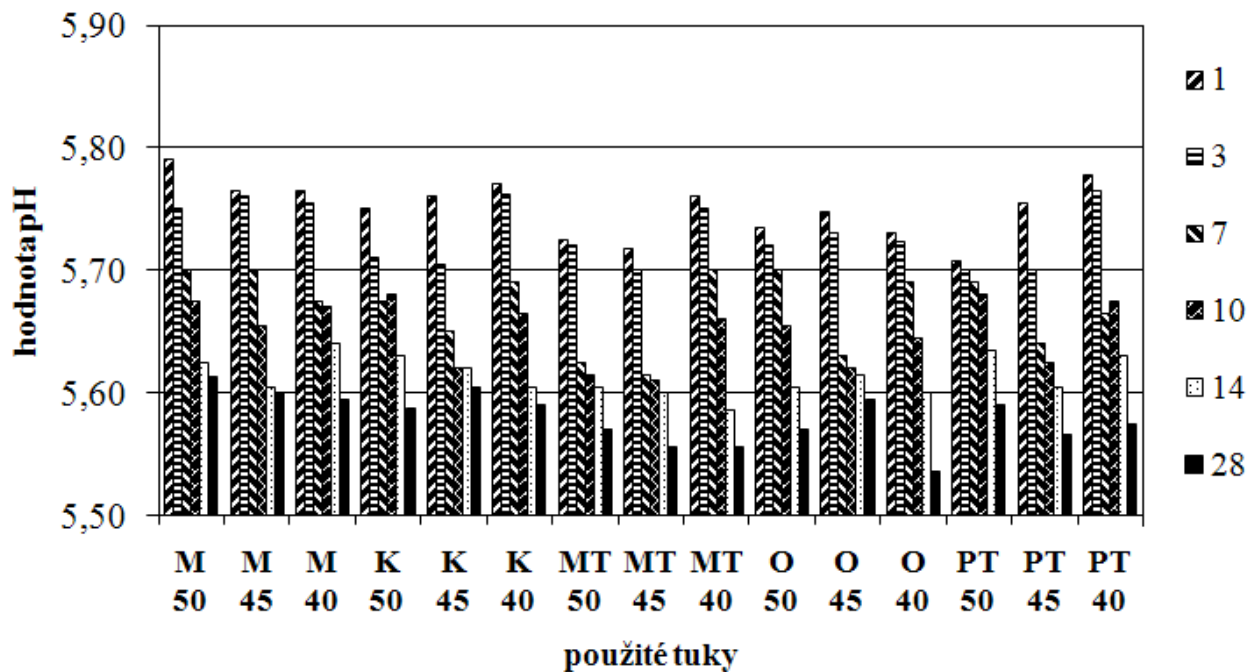
Senzorická analýza byla prováděna panelem 12 vybraných posuzovatelů (studenti Ústavu biochemie a analýzy potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně) školených podle ČSN ISO 8586-1 [89]. Sensorické hodnocení bylo prováděno v sensorické laboratoři vybavené sensorickými kójiemi v souladu s normou ISO 8589 [90]. Vzorky byly označeny písmeny a hodnoceny při teplotě  $20 \pm 2$  °C. Pomocí sedmibodových ordinálních hédonických a intenzitních stupnic byly hodnoceny následující znaky: vzhled a barva, lesk, konzistence, roztíratelnost, chuť a vůně, intenzita off – flavour a celkové hodnocení jednotlivých vzorků. Orientace stupnice byla volena tak, že první stupeň odpovídal úrovni „vyhovující“ a sedmý stupeň úrovni „nevyhovující“. Výsledky sensorické analýzy jsou prezentovány jako mediány. Příklad dotazníku a stupnice pro sensorické hodnocení modelových tavených sýrů a jejich analogů jsou uvedeny v přílohách P IV a V.

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 6.1 Výsledky základní chemické analýzy

#### 6.1.1 Stanovení sušiny a hodnoty pH

Pro stanovení obsahu sušiny byly vybrány reprezentativní modelové vzorky daných tavených sýrů a jejich analogů. Stanovení obsahu sušiny potvrdilo požadovanou sušinu, která byla 40 % w/w, a tyto hodnoty se u modelových vzorků tavených sýrů a jejich analogů pohybovaly ( $P \geq 0,05$ ) v rozmezí 39,81 – 41,97 % w/w. Díky těmto výsledkům můžeme považovat vyrobené modelové vzorky tavených sýrů a jejich analogů za standardizovanou šarži, u které se obsah sušiny nemění, z čehož vyplývá, že tento parametr neovlivní další analýzy (např. texturní profilovou analýzu). Druh použitého tuku ani jeho výsledný obsah v analogích tavených sýrů se na celkovém obsahu sušiny neprojevil. Taktéž doba skladování neměla na tento parametr významný vliv.



Graf 1. Přehled hodnot pH modelových vzorků analogů tavených sýrů v závislosti na obsahu (50, 45, 40 % w/w TVS) a druhu přidaného tuku (M, K, MT, O, PT) a době skladování (1., 3., 7., 10., 14. a 28. den)

*Pozn. První sloupec znázorňuje hodnotu pH 1. analyzovaného dne (vstup) vzorku M 50, kde písmeno M značí druh přidaného tuku, tedy standardní máslo a číslo 50 představuje množství tuku, který vyrobený modelový vzorek obsahuje (50 % w/w TVS).*

V rámci základní chemické analýzy byl zkoumán také vliv hodnoty pH modelových vzorků v závislosti na obsahu a druhu použitého tuku při výrobě s různou dobou skladování. Z přehledu hodnot pH, uvedené v grafu 1. vyplývá, že druh použitého tuku neměl signifikantní vliv na hodnoty pH.

Naopak obsah daného tuku v jednotlivých vzorcích se na hodnotu pH podílel různě. Vzorky tavených sýrů s obsahem másla s proměnlivým obsahem tuku v sušině vykazovaly obdobnou hodnotu pH. Stejný trend byl také pozorován u vzorků s obsahem kokosového tuku. Mírně snížené hodnoty pH byly zjištěny u vzorků s obsahem mléčného tuku v sušině 45 a 50 % w/w a také u vzorku vyrobeného za přídavku palmového tuku s obsahem 50 % w/w TVS. Naopak mírně zvýšené hodnoty pH byly zjištěny u vzorku s palmovým tukem s obsahem tuku v sušině 40 % w/w. Vzorky, které obsahovaly rostlinný polotuhý olej s různým množstvím tuku a palmový tuk s obsahem 45 % w/w TVS vykazovaly obdobnou mírně sníženou hodnotu pH.

Důležitým faktorem ovlivňující hodnoty pH byla doba skladování. Během skladování dochází v matici taveného sýra a jeho analogu k nejrůznějším změnám, které mohou zapříčinit nejen snížení hodnoty pH, ale také změnu v konzistenci výsledného produktu. Významný proces, který se podílí na snižování hodnoty pH je hydrolýza polyfosforečnanových tavicích solí. Hydrolýza začíná již během procesu tavení a je dokončena přibližně po 7 až 10 týdnech skladování. Polyfosforečnany jsou postupně hydrolyzovány až na jednoduché fosforečnany, které mohou zároveň přispívat k tvorbě tužší struktury výrobku [91].

Dle výsledků můžeme konstatovat, že s rostoucí dobou skladování dochází u všech vzorků ke snížení hodnot pH. Největší pokles pH byl patrný 28. analyzovaný den po výrobě, jež je způsoben hydrolýzou tavicích solí. Hodnota pH na vstupu se pohybovala od 5,71 do 5,78 a postupně se s dobou skladování snižovala na hodnotu pH  $\pm$  5,54.

## 6.2 Výsledky roztékavosti

Pomocí testu roztékavosti byla hodnocena nejen tavitelnost tavených sýrů a jejich analogů, ale jako doplňkový ukazatel také výsledný vzhled a barva vzorků. Výsledky testu roztékavosti, vzhledu a barvy modelových vzorků pomocí sedmi bodové stupnice jsou uvedeny v Tab. 5 a 6.

Tab. 5. Výsledky stanovení roztékavosti modelových vzorků

Druh tuku + tučnost	Tavitelnost					
	1. den	3. den	7. den	10. den	14. den	28. den
<b>M 50</b>	3	3	3	3	3	3
<b>M 45</b>	3	3	3	3	3	3
<b>M 40</b>	2	2	2	2	2	2
<b>K 50</b>	3	3	3	3	3	4
<b>K 45</b>	3	3	3	3	3	3
<b>K 40</b>	2	2	3	3	3	3
<b>MT 50</b>	3	3	4	4	4	4
<b>MT 45</b>	3	3	4	4	4	4
<b>MT 40</b>	2	2	2	3	3	3
<b>O 50</b>	3	3	3	3	3	3
<b>O 45</b>	3	3	3	3	3	3
<b>O 40</b>	2	2	2	3	3	3
<b>PT 50</b>	3	3	3	3	3	3
<b>PT 45</b>	2	2	2	2	3	3
<b>PT 40</b>	2	2	2	2	3	3

Pozn. M 50 – písmeno M znázorňuje druh použitého tuku (máslo) a číslice 50 představuje obsah tuku v tavených sýrech a jejich analogů (50 % TVS).

Druh použitého tuku neměl na roztékavost významný vliv. U jednotlivých modelových vzorků s různým obsahem tuku byl pozorován obdobný trend vývoje roztékavosti. Získané hodnoty roztékavosti jednotlivých modelových vzorků se od sebe výrazně nelišily.



Výsledky roztékavosti ukázaly, že tato vlastnost je významně ovlivněna množstvím tuku v daném vzorku. Dále také vyplývá, že čím vyšší množství tuku výrobek obsahuje, tím vyšší hodnoty roztékavosti vykazuje. U všech výrobků s obsahem 50 % w/w tuku v sušině bylo zjištěno roztečení výrobku o 10 až 20 %. Výrobky s obsahem 45 % w/w TVS, jejichž součástí byl palmový tuk nebo máslo (standard), se po tepelném zahřátí zmenšovaly, zatímco ostatní výrobky s odlišným typem tuku svůj objem po tepelném zahřevu naopak zvětšovaly. U všech modelových výrobků s obsahem tuku 40 % w/w v sušině došlo po zahřátí k jejich zmenšení.

Délka skladování měla také příznivý vliv na roztékavost výrobku, neboť s rostoucí délkou skladování dochází ke zvýšení roztékavosti o 10 až 20 %. Nejpatrnější rozdíl byl zjištěn u vzorku s kokosovým tukem (viz. Obr. 8 a 9). U modelových vzorků s mléčným, palmovým tukem a polotuhým rostlinným olejem byla roztékavost zvýšena po 7 až 10 dni skladování.

Tab. 6. Výsledky roztékavosti vzhledu a barvy modelových vzorků

Druh tuku + tučnost	Vzhled a barva					
	1. den	3. den	7. den	10. den	14. den	28. den
<b>M 50</b>	5	5	5	5	5	5
<b>M 45</b>	5	5	5	5	5	5
<b>M 40</b>	4	4	4	4	4	4
<b>K 50</b>	4	4	4	4	4	3
<b>K 45</b>	3	4	4	4	4	3
<b>K 40</b>	3	3	3	3	3	3
<b>MT 50</b>	5	5	5	5	5	4
<b>MT 45</b>	4	4	4	4	4	5
<b>MT 40</b>	3	3	3	3	3	3
<b>O 50</b>	5	5	5	5	5	5
<b>O 45</b>	4	4	4	4	4	4
<b>O 40</b>	3	3	3	4	4	4
<b>PT 50</b>	4	4	4	4	4	4

<b>PT 45</b>	4	4	4	4	4	4
<b>PT 40</b>	3	3	3	3	4	4

Z výsledku analýzy vyplývá, že druh přidaného tuku nemá na testovaný parametr vliv. Bylo zjištěno, že vyšší podíl tukové složky způsobuje tmavší zbarvení výrobku po zahřátí. Tmavé zbarvení produktů by mohlo být způsobeno Maillardovými reakcemi, avšak tato reakce nesouvisí s množstvím tuku, které modelové vzorky obsahují [55].

U výrobků s obsahem 50 % w/w tuku v sušině bylo pozorováno zlaté zbarvení výrobku se zlatým proužkem po obvodu (Obr. 8). Struktura těchto výrobků byla nerovná, zvrásněná, místy s bublinky.

Výrobky s obsahem 45 % w/w tuku v sušině byly po zahřátí zbarveny jemně nazlátlou barvou a po obvodu se rýsoval zlatý proužek. Struktura těchto výrobků byla taktéž jemně zvrásněná, nafouklá s jemnými bublinky.

Výrobky s 40 % w/w tuku v sušině se vyznačovaly smetanovým, až jemně nazlátlým zbarvením, nafouklou a hladkou strukturou.

Délka skladování měla vliv pouze na vzorky s palmovým tukem a rostlinným polotuhým olejem s obsahem tuku 40 % w/w, kde došlo po 10. analyzovaném dnu k zvýšení intenzity zlatého zbarvení. Na tomto zvýšeném zbarvení se mohly podílet nenasycené mastné kyseliny, které jsou v nejvyšší míře obsaženy právě v palmovém tuku a rostlinném oleji. U ostatních vzorků doba skladování neprokázala žádnou změnu ve vzhledu či intenzitě zbarvení.

A.

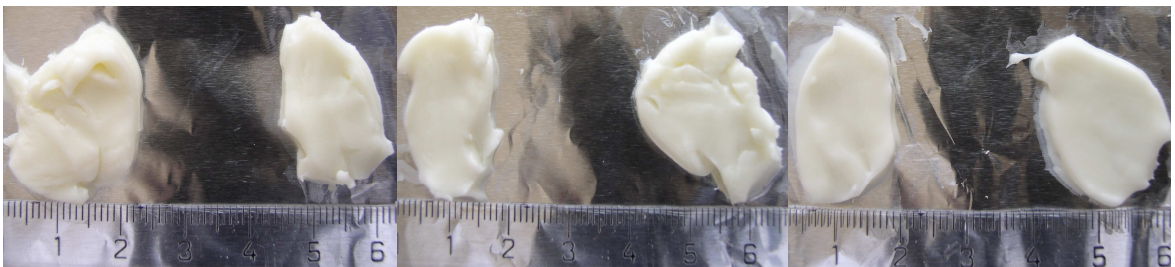


B.

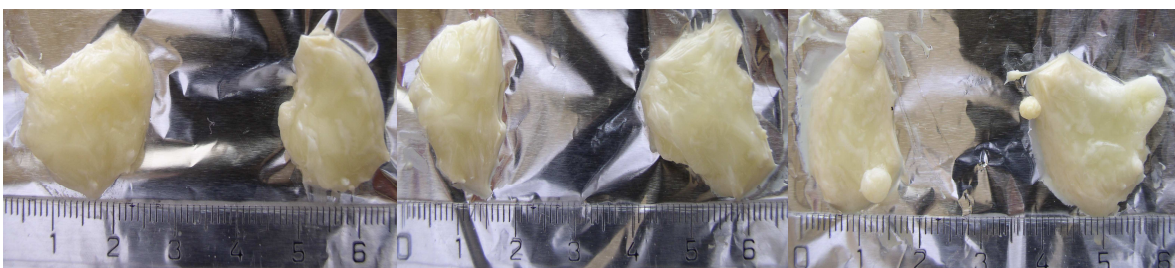


Obr. 8. Příklad tavitelnosti analogu taveného sýra s kokosovým tukem s obsahem 40, 45 a 50 % TVS 1. den analýzy (řada A před zahřátím, řada B po zahřátí)

A.



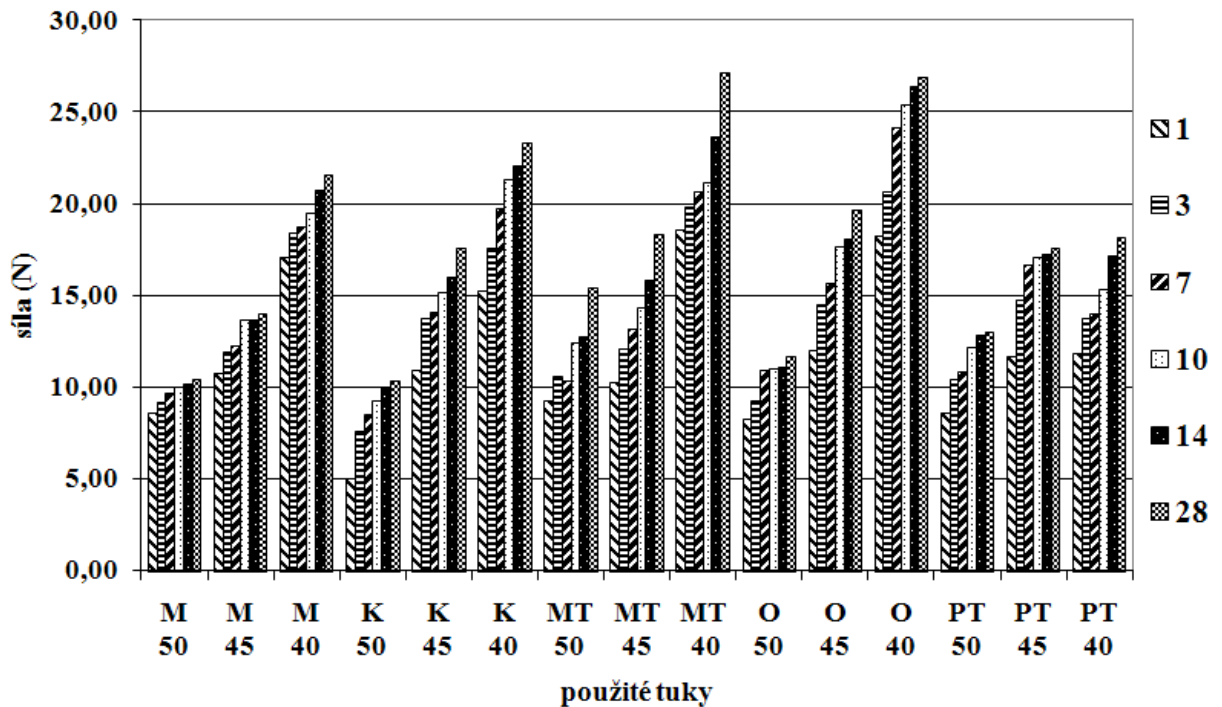
B.



Obr. 9. Příklad tavitelnosti analogu taveného sýra s kokosovým tukem s obsahem 40, 45 a 50 % TVS 28. den analýzy (řada A před zahřátím, řada B po zahřátí)

### 6.3 Výsledky texturní profilové analýzy

Pomocí texturní profilové analýzy byly získány výsledky vybraných texturních parametrů (tvrdoosti, relativní lepivosti a kohezivnosti) tavených sýrů a jejich analogů s rozdílným druhem a množstvím tuku.

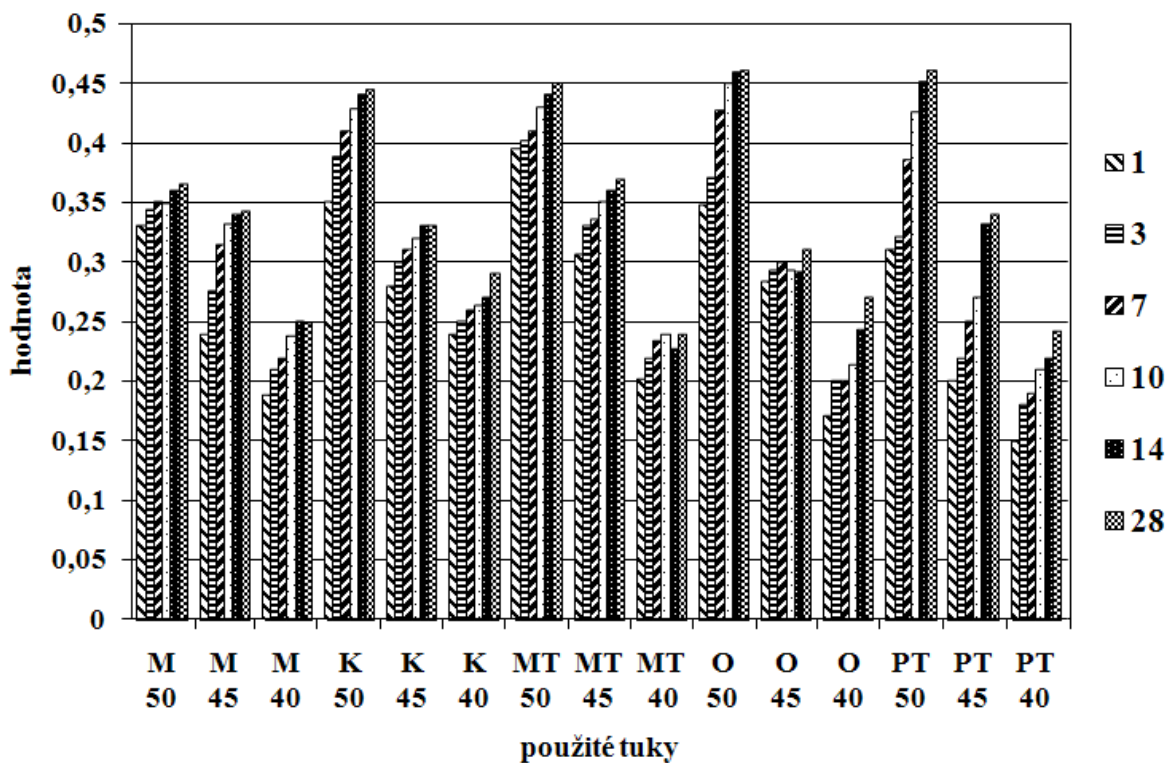


Graf 2. Přehled hodnot tvrdosti (N – síla) modelových vzorků analogů tavených sýrů v závislosti na obsahu a druhu přidaného tuku a době skladování (1., 3., 7., 10., 14. a 28. den)

Pomocí texturní profilové analýzy byly získány výsledky tvrdosti (hodnoceno jako maximální síla) analogů tavených sýrů v závislosti na délce skladování, jak popisuje graf 2. Druh tuku neměl až na výjimky signifikantní vliv na sledované hodnoty tvrdosti. Výrazně nižší hodnoty však byly zjištěny u vzorků s palmovým tukem. Zde se nejvyšší hodnoty pohybovaly okolo 17 N, zatímco u ostatních druhů tuků to bylo v průměru okolo 23 N.

Dále bylo zjištěno, že tvrdost modelových vzorků roste se snižujícím se obsahem tuku v sušině. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny u vzorků s obsahem tuku v sušině 40 % w/w. Maximální hodnota tvrdosti byla naměřena u vzorků s mléčným tukem a také rostlinným polotuhým olejem právě s obsahem 40 % TVS. U těchto modelových vzorků byla hodnota tvrdosti zhruba 27 N. Naopak u vzorku s obsahem palmového tuku byly hodnoty tvrdosti sníženy, což mohlo být způsobeno rozdílným zastoupením mastných kyselin v tomto vyrobe-

ném vzorku. Avšak toto snížení texturního parametru nebylo tak významné jako u jiných vzorků. Také bylo zjištěno, že s rostoucí dobou skladování se zvyšuje tvrdost daných vzorků. Tento vzrůstající trend byl zjištěn u všech vyrobených tavených produktů. Délka skladování nejvýznamněji ovlivnila výrobek s mléčným tukem s 40 % TVS, kde byl tento vzrůst tvrdosti nejstrmější. Podle Awad a kol. [87] se s rostoucí délkou skladování tuhost výrobku zvyšuje. Tento jev je vysvětlen poklesem hodnoty pH, jež je způsoben hydrolyzou tavicích solí. Ztráta vody během skladování vede k zisku tužší struktury a je podstatně ovlivněna délkou a teplotou skladování a také typem použitého obalového materiálu a jeho bariérovými vlastnostmi [91].

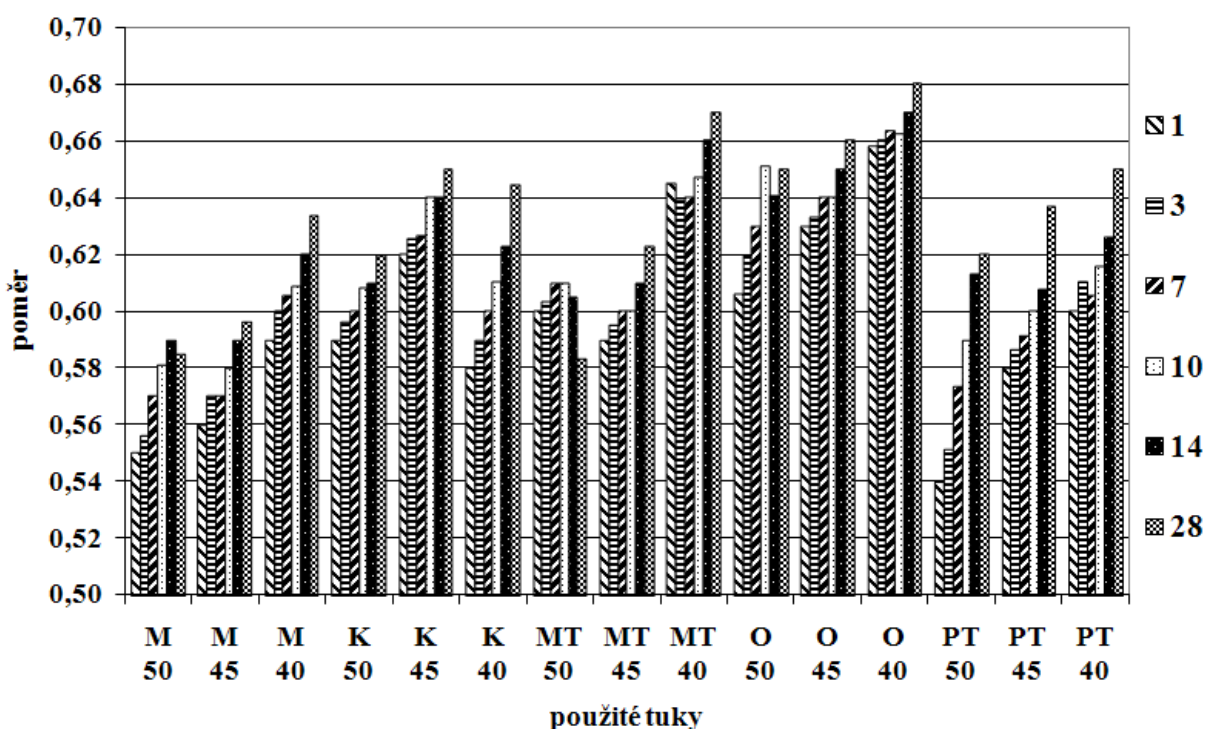


Graf 3. Přehled hodnot relativní lepidlosti modelových vzorků analogů tavených sýrů v závislosti na obsahu a druhu přidaného tuku a době skladování (1., 3., 7., 10., 14. a 28. den)

Mezi další významný texturní parametr, jenž byl vypočítán ze získaných hodnot, se řadí relativní lepidlost. Z výsledků hodnot relativní lepidlosti, které jsou uvedeny v grafu 3., vyplývá, že jednotlivé druhy tuků použité při výrobě modelových vzorků měly obdobný signifikantní vliv na sledovaný texturní parametr. Avšak mírně nižší hodnoty relativní lepidlosti byly zjištěny u kontrolního vzorku obsahující máslo v porovnání s ostatními druhy tuků. Následně bylo zjištěno, že se zvyšujícím se obsahem tuku v sušině ve vzorcích analogů ta-



vených sýrů relativní lepivost roste. Nejvyšší hodnoty relativní lepivosti vykazovaly vzorky obsahující 50 % TVS. Také bylo zjištěno, že vzorky s palmový tukem a rostlinným polotuhým olejem o tučnosti 50 % w/w dosahovaly maximálních naměřených hodnot relativní lepivosti, která byla kolem 0,46. Zatímco u ostatních vyrobených produktů tato hodnota byla nižší. Také délka skladování ovlivnila tento sledovaný texturní parametr. U všech vyrobených vzorků došlo k nárůstu relativní lepivosti o 15 až 20 %. Zatímco u vzorku s palmovým tukem vzhledem k délce skladování došlo k růstu relativní lepivosti o 48 %.



Graf 4. Přehled hodnot kohezivnosti (poměr) modelových vzorků analogů tavených sýrů v závislosti na obsahu a druhu přidaného tuku a době skladování (1., 3., 7., 10., 14. a 28. den)

Dalším texturním parametrem sledování byla kohezivnost nebo-li soudržnost. Z naměřených dat z grafu 4 vyplývá, že druh použitého tuku významně ovlivňuje sledovaný parametr. Vyšší hodnoty kohezivnosti byly patrné u vzorků s rostlinným polotuhým olejem a naopak nižší hodnoty u vzorků s palmovým tukem a máslem (standardem). Obsah tuku obsažený ve vzorcích tento texturní parametr téměř neovlivnil. Avšak malé zvýšení tohoto parametru bylo zřejmé u vzorků s obsahem 40 % TVS. Také bylo zjištěno, že s délkou skladování kohezivnost pozvolna roste. Hodnoty kohezivnosti se u modelových vzorků pohybovaly 1. analyzovaný den kolem 0,55 (vzorek s máslem a palmovým tukem) a postupně se s dobou skladování zvyšovaly až na hodnotu 0,68, která byla maximální naměřenou hodno-

tu. Nejmarkantnější zvýšení kohezivnosti bylo patrné u palmového tuku s obsahem 50 % TVS, kde došlo k nárůstu tohoto parametru o cca 15 %.

#### 6.4 Výsledky sensorické analýzy

Hodnocení sensorické analýzy bylo provedeno 1. analyzovaný den po výrobě (vstup) a následně po 28. dnech skladování. V rámci sensorické analýzy vyrobených modelových vzorků bylo sledováno, zda budou vybraní hodnotitelé schopni rozpoznat rozdíly mezi jednotlivými vzorky s různým druhem tuku (tzv. rozdílový práh), a zda jsou tyto vzorky pro konzumenta přijatelné. Bylo provedeno hodnocení s použitím stupnice hodnotící vzhled a barvu, lesk, konzistenci, roztíratelnost, chuť a vůni, intenzitu off – flavour a celkové hodnocení vzorků. Výsledky sensorického hodnocení tavených sýrů a jejich analogů pomocí stupnice jsou prezentovány v Tab. 7.

Tab. 7. Výsledky sensorické analýzy tavených sýrů a jejich analogů o obsahu 50 % TVS vzhledem k délce skladování

Sensorický znak	Vzorek (50 % TVS)	Délka skladování	
		Vstup	28. den
Vzhled a barva	M	2	2
	K	1	2
	MT	1	2
	O	1	3
	PT	2	2
Lesk	M	2	2
	K	1	1
	MT	3	2
	O	2	2
	PT	2	2
Konzistence	M	3	2
	K	4	3
	MT	4	3
	O	3	3
	PT	3	3

<b>Roztíratelnost</b>	M	3	3
	K	3	3
	MT	3	3
	O	3	3
	PT	3	3
<b>Chuť a vůně</b>	M	2	2
	K	2	2
	MT	3	3
	O	5	4
	PT	3	3
<b>Intenzita off flavour</b>	M	1	1
	K	1	1
	MT	1	1
	O	2	3
	PT	2	2
<b>Celkové hodnocení</b>	M	2	2
	K	3	2
	MT	3	3
	O	5	4
	PT	4	3

*Pozn.: Sensorické hodnocení (n = 12) bylo provedeno pomocí sedmibodové ordinální stupnice hédonického typu (stupeň 1 = vynikající, stupeň 7 = nevyhovující) a výsledky jsou sledovány jako mediány.*

Hodnotitelé pomocí sensorické analýzy dospěli k závěru, že vzhled a barva byla hodnocena jako vynikající u vzorků s obsahem kokosového tuku, mléčného tuku a rostlinného polotuhého oleje. Vzorky tavených sýrů obsahující zbývající tuky byly hodnoceny o stupeň hůře, nicméně stále vyhovovaly požadavkům. Hodnotitelé stanovili, že vzhled a barva výrobných vzorků byla stejnorodá, smetanově bílá s čistým, hladkým a lesklým povrchem. V průběhu skladování došlo ke zhoršení vzhledu a barvy u všech sledovaných vzorků, kde nejvýraznější změny byly zjištěny ve vzorcích obsahující rostlinný polotuhý olej. Zde většina hodnotitelů uvedla mírné odchylky od deklarovaného vzhledu.



Další parametr, jenž byl hodnotiteli posuzován, byl lesk. Modelové vzorky obsahující palmový tuk, rostlinný polotuhý olej byly hodnoceny jako výrobky s výborným leskem, stejně jako vyrobený standard (máslo). Vzorek s kokosovým tukem byl stanoven jako produkt s vynikajícím leskem. Pouze dobrým leskem se vyznačoval výrobek obsahující mléčný tuk, který se v průběhu skladování zlepšil na výborný. Na ostatní vyrobené produkty neměla doba skladování téměř žádný vliv.

Konzistence všech analogů tavených sýrů s různým druhem tuku byla hodnotiteli posouzena jako tužší, slabě lepivá a méně roztíratelná stejně jako kontrolní vzorek. Délka skladování změnila tento sensorický ukazatel z hodnocení dobrá na velmi dobrá konzistence téměř u všech modelových vzorků. Také hodnotitelé deklarovali, že téměř všechny vyrobené vzorky jsou na konci skladování hůře roztíratelné, výjimkou byl vyrobený kontrolní vzorek obsahující máslo (standard). Ten byl hodnotiteli označen jako výrobek s optimální či typickou roztíratelností jako tavený sýr zakoupený v obchodní síti. U jednotlivých vyrobených modelových vzorků byla zjištěna zhoršená roztíratelnost výrobků na pečivo, která se během doby skladování nezlepšila u žádného posuzovaného taveného produktu.

Velmi důležitým sensorickým znakem všech potravin je jejich chuť a vůně. Vzorky, které obsahovaly kokosový, mléčný a palmový tuk byly hodnoceny jako výborné či velmi dobré, stejně jako kontrolní vzorek s máslem. Výjimkou však byl vzorek, jenž obsahoval rostlinný polotuhý olej. Tento produkt byl hodnotiteli označen jako méně dobrý s výskytem cizích příchutí a také s méně harmonickou vůní. S délkou skladování se chuť ani vůně vzorků obsahující mléčný, kokosový a palmový tuk a také máslo (standard) neměnila. Naopak u vzorku s rostlinným polotuhým olejem došlo ke zlepšení chuti o jeden stupeň na hodnotu dobrou, avšak stále hodnotitelé deklarovali mírné odchylky v intenzitě chuti, konkrétně se jednalo o nahořklou příchut'

Dalším významným sensorickým znakem je intenzita cizích pachů a příchutí, které jsou souhrně nazvány off – flavour. Vzorky, které obsahovaly kokosový a mléčný tuk byly bez nežádoucího pachu, stejně jako kontrolní vzorek obsahující máslo. Zatímco vzorky s palmovým tukem a rostlinným polotuhým olejem byly označeny jako výrobky, které znatelný avšak stále akceptovatelný pach obsahují. Bylo zjištěno, že délka skladování posiluje intenzitu pachu a to konkrétně u vzorku s rostlinným polotuhým olejem. Vybraní hodnotitelé však nedokázali přesně určit o jaké cizí pachy se jedná.

Pro celkové hodnocení se zohledňují všechny ukazatele, prioritní postavení v senzoričké analýze však mají chuť a vůně. Dalšími důležitými znaky jsou vzhled a barva a konzistence, ostatní deskriptory mají pouze doplňující pozici. Modelové vzorky s kokosovým a mléčným tukem byly hodnotiteli hodnoceny jako výborné či velmi dobré, stejně jako vyrobený standardní vzorek. Za dobré až méně dobré byly označeny výrobky obsahující palmový tuk a rostlinný polotuhý olej, což odpovídá i výsledkům zjištěným z hodnocení chuti a vůně a intenzitě off – flavour. Délka skladování zlepšila celkové hodnocení téměř u všech vyrobených vzorků o jeden stupeň. Vzorky obsahující kokosový tuk a kontrolní vzorek byly vyhodnoceny ze známky velmi dobrá na výborná. Také vzorek s palmovým tukem, který byl původně hodnocen jako výrobek dobrý, byl délkou skladování vylepšen na výrobek velmi dobrý. Výrobek s rostlinným polotuhým olejem byl po 28. analyzovaném dnu hodnocen jako výrobek dobrý. Nicméně i po 28. dnech skladování u tohoto výrobku hodnotitelé deklarovali nahořklou chuť, netypickou vůni a mírné odchylky od deklarované barvy a vzhledu taveného produktu.

## 7 DISKUZE

V rámci této diplomové práce byla provedena základní chemická analýza k zjištění obsahu sušiny a hodnoty pH, test roztékavosti, texturní profilová analýza a také senzorická analýza vyrobených modelových vzorků analogů tavených sýrů.

Pomocí základní chemické analýzy byla zjištěna hodnota sušiny a také hodnoty pH. Stanovení sušiny prokázalo požadovanou sušinu, která byla u všech zkoumaných vzorků okolo 40 % w/w. Druh použitého tuku ani jeho výsledný obsah v analozích tavených sýrů a také doba skladování se na celkovém obsahu sušiny neprojevily. Podobným výsledkům dosáhli také Cunha a kol. [29], kteří se zabývali výrobou analogů tavených sýrů s přidavkem rostlinného tuku. Použitý druh tuku u jednotlivých modelových vzorků neměl signifikantní vliv na hodnotu pH. Lee a kol. [91] zjistili, že hodnota pH je významně ovlivněna obsahem sušiny. Jejich studie potvrzuje, že při zvyšujícím se obsahu sušiny klesá také hodnota pH. Naopak obsah daného tuku v jednotlivých vzorcích se na hodnotě pH podílel různě. Vzorky s máslem a kokosovým tukem o různé tučnosti vykazovaly obdobnou hodnotu pH, zatímco vzorky obsahující mléčný, palmový tuk a rostlinný polotuhý olej vykazovaly hodnotu pH o málo nižší. S rostoucí dobou skladování dochází u všech vzorků ke snížení hodnot pH, což může být dáno hydrolýzou polyfosforečnanových tavicích solí [92].

Texturní vlastnosti, roztékavost či chuť a vůně tavených sýrů a jejich analogů jsou významně ovlivněny celou řadou faktorů, k nimž se řadí např. chemické složení přírodního sýra, podmínkami zpracování, obsah sušiny či obsah tuku v sušině a tavicích solí, které jsou přidávány do směsi při výrobě [81].

Konzistenci a roztékavost může také podstatně ovlivnit druh a množství tuku. Vliv konzistence (zejména tvrdost a roztíratelnost výrobku) je vysvětlována schopností mléčného tuku narušit kontinuitu a kompaktnost proteinové matrice. Avšak nejen obsah tuku, ale i velikost dispergovaných tukových částic může mít podstatný vliv na konzistenci a také roztékavost výsledného produktu [39].

Dle provedeného testu roztékavosti bylo zjištěno, že použitý druh tuku neměl významný vliv na roztékavost. Vyšší obsah tuku ve vzorku, způsobuje jeho vyšší tavitelnost a naopak u vzorků s nižším obsahem tuku lze pozorovat zmenšení celkového průměru vzorku. Během procesu tavení vznikaly tmavší produkty, což mohlo být způsobeno Maillardovými reakcemi. Jedná se o komplex reakcí karbonylových sloučenin (zejména redukujících sa-

charidů) s aminosloučeninami (většinou aminokyselinami), jejichž produktem jsou nejčastěji hnědé pigmenty, melanoidiny [55, 93, 94]. Zdrojem bílkovin je právě použitá Eidamská cihla, což může mít za následek zvýšení intenzity Maillardovy reakce [95]. Délka skladování měla příznivý vliv na roztékavost výrobku, neboť s rostoucí délkou skladování dochází ke zvýšení roztékavosti o 10 až 20 %. Naopak na vzhled či barvu neměla doba skladování téměř žádný vliv.

Dále byly pomocí texturní profilové analýzy zjištěny výsledky vybraných texturních parametrů. Na texturní parametr tvrdost měl signifikantní vliv použitý druh tuku. Cunha a kol. [29], ve své práci uvádějí, že vzorky s obsahem rostlinného tuku vykazují významně vyšší hodnoty tvrdosti než vzorky s tradičním obsahem mléčného tuku. Tomu odpovídají i námi zjištěné výsledky, kde nejvyšší hodnoty tvrdosti byly zjištěny u vzorků s obsahem rostlinného polotuhého oleje. Rozdílné hodnoty tvrdosti při použití jednotlivých tuků mohou být způsobeny rozdílným zastoupením mastných kyselin v použitých tucích. Z výsledků analýzy také vyplývá, že se snižujícím se obsahem tuku v sušině ve vzorcích tvrdost roste. Lze konstatovat, že s narůstajícím obsahem tuku je ovlivněna pevnost vazeb bílkovinné matrice [39]. Podobnou problematikou se zabývali také Liu a kol. [32], kteří potvrzují, že obsah tuku ovlivňuje tvrdost tavených sýrů a jejich analogů. Dalším parametrem sledování byla relativní lepivost. Bylo zjištěno, že se zvyšujícím se obsahem tuku v sušině ve vzorcích analogů tavených sýrů relativní lepivost roste. Relativní lepivost může být ovlivněna především množstvím a složením tavicích solí [87]. Cunha a kol [29] ve své práci uvádějí, že relativní lepivost je významně ovlivněna druhem použitého tuku, což potvrzují i naše výsledky. Nejvyšší hodnoty relativní lepivosti byly zjištěny u vzorků s obsahem rostlinného polotuhého oleje, zatímco kontrolní vzorky s obsahem másla vykazovaly významně nižší hodnoty. Hodnotu kohezivnosti významně ovlivnil 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. Tento fakt může být způsoben především rozdílným zastoupením mastných kyselin v daném druhu tuku. Tyto výsledky jsou obdobné studii, kterou se zabývali Cunha a kol. [29]. Obsah tuku obsažený ve vzorcích tento texturní parametr téměř neovlivnil. Naopak doba skladování texturní parametry významně ovlivnila u všech vyrobených vzorků. Bylo zjištěno, že s rostoucí dobou skladování se pozvolna zvyšuje tvrdost, relativní lepivost i kohezivnost vzorků, tyto výsledky po-

tvrzují i Ciprysová a kol. [96]. Zvýšení hodnot těchto parametrů může být ovlivněno rozkladem struktury tavicích solí, to zároveň vede k snížení hodnot pH [87].

Z pohledu hodnotitelů sensorické analýzy byly analogy tavených sýrů posuzovány především podle chuťových charakteristik, jež daný výrobek vyvolává v ústech. Za kvalitní tavený sýr a jeho analog je považován sýr disponující vyváženým aroma, lehce roztíratelnou konzistencí a s nízkou mezí toku [81]. Hodnotitelé klasifikovaly modelové vzorky s kokosovým, mléčným a palmovým tukem jako výborné či velmi dobré stejně jako použitý standard. Za dobrý až méně dobrý byl označen výrobek s rostlinným polotuhým olejem, což odpovídá i výsledům zjištěných z hodnocení chuti a vůni a také intenzitě off – flavour. Během skladování tavených sýrů a jejich analogů může docházet k průběhu oxidačních procesů. Tyto reakce jsou považovány za hlavní příčinu snížení nutriční kvality potravin a vytváření nežádoucích příchutí souhrnně nazývaných off – flavour [97].

## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo porovnat obsah a druh přidaného tuku na texturní vlastnosti analogů tavených sýrů v závislosti na době skladování. Měření byla realizována 1., 3., 7., 10., 14. a 28. den. Jednotlivé vyrobené modelové vzorky byly podrobeny základní chemické analýze, testu roztékavosti, texturní profilové analýze a senzorické analýze. Pro tuto práci byly použity čtyři druhy tuků – kokosový, mléčný, palmový tuk a rostlinný polotuhý olej. Jako standardní tuk bylo použito máslo.

V rámci diplomové práce byly získány tyto výsledky:

- Hodnota sušiny byla konstantní bez ohledu na přidaný druh, obsah tuku či dobu skladování.
- Délka skladování významně ovlivnila hodnoty pH, které měly klesající trend.
- Roztékavost byla ovlivněna množstvím přidaného tuku a také délkou skladování, která zvyšovala tento funkční atribut. Druh tuku neměl na roztékavost významný vliv.
- Texturní parametry byly mírně ovlivněny druhem použitého tuku, množstvím tuku a také dobou skladování.
- Nejvyšší hodnoty tvrdosti byly zjištěny u vzorků s 40 % TVS.
- Vzorky s obsahem 50 % TVS vykazovaly nejvyšší hodnoty relativní lepivosti.
- S rostoucí dobou skladování dochází u všech vzorků k mírnému nárůstu téměř všech vybraných texturních parametrů (tj. tvrdost, relativní lepivost a kohezivnost).
- Jako výborné či velmi dobré byly hodnoceny vzorky s kokosovým, mléčným a palmovým tukem, stejně jako kontrolní vzorky s máslem.
- Vzorek s rostlinným polotuhým olejem byl hodnocen jako dobrý či méně dobrý.
- Délka skladování zvýšila intenzitu cizích pachů u vzorku s rostlinným polotuhým olejem a také se u tohoto vzorku objevily mírné odchylky v chuti, barvě a vzhledu. Na ostatní modelové vzorky neměla doba skladování téměř značný vliv.

Lze tedy konstatovat, že přidaný druh tuku nemá oproti množství tuku a době skladování významný vliv na konzistenci a roztékavost. Avšak druh přidaného tuku do analogů tavených sýrů ovlivní chuť a vůni výsledného produktu. Jako možná náhrada standardního tuku na základě provedených analýz se jeví kokosový či mléčný tuk.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] *Spotřeba potravin, nápojů a cigaret na 1 obyvatele v ČR v letech 2001 – 2009* [online].[cit. 9. května 2011]. Dostupné z <http://www.czso.cz/csu/2010edicniplan>.
- [2] RANKEN, M. D., KILL, R. C., BAKER, C. G. J. *Food Industries Manual*. 24.ed. Great Britain: Chapman & Hall, 1997, p. 653. ISBN 0-7514-0404-7.
- [3] SUKOVÁ, I. *Stav výroby sýrů v ČR* [online].[cit. 9. května 2011]. Dostupné z <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=162&ch=13&typ=1&val=71997>.
- [4] KNĚZ, V. *Výroba sýrů*, 1960, 2.vydání, Praha, 380 s., L 18-B 2-3-II/8487.
- [5] DOSTÁLOVÁ, J., ČURDA, L. Význam tavených sýrů ve výživě. *Výživa a potraviny*, č. 2, 2010.
- [6] Anonym. *Processed cheese manufacture*. BK Guilini Chemie BmbH a Co. OHG, JOHA, 2002, 238 s.
- [7] CARIĆ. M., KALÁB. M. *Processed cheese products*. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Volume 2: Major Cheese Groups, 2. Elsevier Applied Science, London and New York, 1997, p. 467 – 505.
- [8] ROGINSKI, H., FUQUAY, J.W., FOX, P.F. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Cheese Analogues, Academic Press, London 2002. ISBN 0-12-227235-8.
- [9] BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., KRÁČMAR, S. Vybrané hydrokoloidy a emulgátory ve výrobě tavených sýrů. *Acta fytotechnica et zootechnica, Nitra*, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2009, s. 69 – 78.
- [10] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J., KOHOUT, P. *Základy výživy*. Svoboda servis, Praha 2002. ISBN 80-86320-23-5.
- [11] Vyhláška ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v platném znění.
- [12] Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, v platném znění.
- [13] BACHMANN, H.P. *Cheese analogues: A review*. International Dairy Journal, 2001, vol. 11, p. 505 – 515.

- [14] GUINEE, T.P., CARIC, M., KALÁB, M. *Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products*. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Third edition - Volume 2: Major Cheese Groups. 2004, ISBN 0-1226-3653-8.
- [15] *Státní ústav pro kontrolu léčiv a potravin* (Food and drugs administration Regulation 101.3) Identity Labelling of Food in Packed Form (e) [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z [http://edocket.access.gpo.gov/cfr\\_2009/aprqr/pdf/21cfr101.3pdf](http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/aprqr/pdf/21cfr101.3pdf)
- [16] NEHASILOVÁ, D. *Analogy sýrů zakázány* [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=3877&ch=13&typ=1&val=107239>.
- [17] BARBUT, S. Processed cheese. In Francis, F.J. *Encyclopedia of food science and technology*, vol. 1. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2000, p. 1973 – 1987. ISBN 0-471-19285-6.
- [18] FRANCIS, F.J. *Encyklopedia of food science and technology*, 2 ed. New York: John W.S., 2000.
- [19] KAPOOR, R., METZGER, L.E. Process cheese: Scientific and technological aspects – a review. In *Comprehensive Reviews in Food Science and Food safety*, vol. 7. Chicago: *Institute of food technologists*, 2008, s. 194 – 214.
- [20] FORMAN, L., STRMISKA, J. *Mlékárenství II*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1984, 176 s.
- [21] MATYÁŠ, Z., HOLEC, J. *Technologie potravin a surovin živočišného původu*. 5. vyd. Brno: VŠZ, 1967, 352 s.
- [22] KADLEC, P. *Technologie potravin I*, 1.vyd. Praha: VŠCHT, 2007, 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
- [23] GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*, 1. vyd. Brno: MZLU, 1998, 86 – 91 s. ISBN 80-7157-342-6.
- [24] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu*, Zlín: UTB ve Zlíně. 2008, 180 s. ISBN 978-80-7318-405-6.
- [25] FOX, P.F., GUINEE, T.P., COGAN, T.M., McSWEENEY, P.L.H. *Fundamentals of Cheese Science*. Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc., 2000, p. 638. ISBN 0-8342-1260-9.



- [26] GUSTAW, W., MLEKO, S. The effect of polysacharides and sodium chloride on physical properties of processed cheese analogs containing whey proteins. *Milchwiss.-Milk Sci. Int.*, 2007, vol. 62, no. 1, p. 59 – 62.
- [27] HEWITT, S., YE, A. Phase structures impact the rheological properties of rennet-casein-based imitation cheese containig starch, *Food Hydrocolloids*, 2008, vol. 21, p. 1 – 7.
- [28] BENNET, R.J., TRIVEDI, D., HEMAR, Y., RELD, D.C.W., HLINGWORTH. D., LEE, S.K. The effect of starch addition on the rheological and microstructural properties of model processed cheese. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 2006, vol. 61, p. 157 – 159.
- [29] CUNHA, C.R., DIAS, A.I., VIOTTO, W.H. Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogues made with vegetable fat. *Food Research International*, 2010, vol. 43, p. 723 – 729.
- [30] CONNOR, T., BRIEN, N. Fat Replacers. *Lipids/Fat Replacers*, University Lollege, Ireland, 2002, p. 1617 – 1621.
- [31] POKORNÝ, J. *Technologie tuků*. vyd 1. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 1986.
- [32] LIU, H., XU, X.M., GUO, S.D. Comparison of full-fat and low-fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis. *International Journa of Food Science and Technology*, 2008, vol. 43, p. 1581 – 1592.
- [33] NORONHA, N., DUGGAN, E., ZIEGLER, R., O'RIORDAN, D., O'SULLIVAN, M. Iclusion of Starch in Imitation Cheese, its Influence on Water Mobiliy and Cheese Functionality. *Food Hydrocolloids*. 2007. ISSN 0268-005X.
- [34] MOUNSEY, J. S., O'RIORDAN, E. D. Characteristics of imitation cheese containing native or modified rice starches. *Food Hydrocolloids*. June 2007. ISSN 0268-005X.
- [35] FU, J.T., RAO, M.A. Rheology and structure development during gelation of low-methoxyl pectin gels: the effect of sucrose. *Food Hydrocolloids*, 2001, vol. 15, no. 1, p. 93 – 100.

- [36] BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L. Úloha tavicích solí při výrobě tavených sýrů. *Potravinářská Revue*, 2009, č. 1, s. 13 – 16.
- [37] BUŇKA, F., HRABĚ, J. Tavené sýry. *Potravinářská revue*, 2006, č. 4, s. 13 – 16.
- [38] KADLEC, P. *Technologie potravin II*, 1.vyd.(dotisk 2007) Praha: VŠCHT, 2007. 236 s. ISBN 80-7080-510-2.
- [39] BUŇKA, F., BUŇKOVÁ, L., KRÁČMAR, S. 2009. Základní principy výroby tavených sýrů [monografie]. *Folia univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 2, 6, 70 s. ISBN 978-80-7375-336-8.
- [40] *Tavicí soli a stabilizátory BK Giulini GmbH* [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z: <http://www.milcom.cz/soli/index.php>.
- [41] *FOSFA, potravinářské aplikace* [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z <http://web.fosfa.cz/cs/potravinarske-aplikace/text.html?id=119>.
- [42] WILKONSON, M.G., KILCAWLEY, K.N. Enzyme-Modified Cheese. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 2002, vol. 8, p. 434.
- [43] NORONHA, N., CRONIN, D., O'RIORDAN, D., O'SULLIVAN, M. Flavouring of imitation cheese with enzyme-modified cheeses (EMCs): Sensory impact and measurement of aroma active short chain fatty acids (SCFAs). *Food Chemistry*, 2008, vol. 106, p. 905 – 913.
- [44] NORONHA, N., DOLORES, E., O'RIORDAN, D., O'SULLIVAN, M. Influence of processing parameters on the texture and microstructure of imitation cheese. *Eur Food Res Technol*, 2008, 226, p 385 – 393.
- [45] LINTON, H.R. Survival and Growth of Foodborne Microorganisms in Processed and Individually Wrapped Cheese Slices. *Journal of Environmental Health*, 2008, p. 31-37.
- [46] KLOSTERMEYER, H. Zur struktur des schmelzkases-fakten und hypothesen. *Die molkerei-zeitung welt der milch*, 44. 1990, p. 214 – 219.
- [47] *Tavicí zařízení typu Stephan* [online]. [cit. 12. dubna 2011]. Dostupné z <http://www.stephan-machinery.com/htdocs/maschinen/combicut/combicut.htm>.

- [48] MULSOW, B.B., JAROS, D., ROHM, H. Processed cheese and cheese analogues. In Tamime, A.Y. (Ed.) *Structure of Dairy Products*, 1st Ed. Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 2007, p. 210 – 235.
- [49] TAMIME, A. Y., SHENANA, M. E., MUIR, M. E., DAWOOD, A. H. Processed Cheese Analogues Incorporating Fat-Substitutes 1. Composition, Microbiological Quality and Flavour Changes During Storage at 5°C. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. February 1999, Vol. 32, No. 1, p. 50 – 59. ISSN 0023-6438.
- [50] *Výrobky mlékárny TPK Hodnonín* [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z <http://www.tpk.cz/>.
- [51] *Výrobky mlékárny Bel Sýry Česko a.s.* [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z <http://www.belsyry.cz/o-bel-groupe.html>.
- [52] Zákon Federálního shromáždění č. 634/1992 Sb., o ochraně spotřebitele, v platném znění.
- [53] POSPÍŠILOVÁ, M. *Výsledky kontrol provedených Hygienickými stanicemi v ČR* [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z <http://www.bezpecnostpotravin.cz/Index.aspx?ch=551&typ=1&val=68905&ids=3592>.
- [54] GLIGUEM, H., GHORBEL, D., LOPEZ, CH., MICHON, C., OLLIVON, M., LESIEUR, P. Crystallization and Polymorphism of Triacylglycerols Contribute to the Rheological Properties of Processed Cheese. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2009, vol. 57, p. 3195 – 3203.
- [55] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin*. 1. díl. Tábor: nakladatelství OSSIS, 2002. 332 s. ISBN 80-86659-00-3.
- [56] CIHELKOVÁ, K., ZÁRUBOVÁ, M., HRÁDKOVÁ, I., FILIP, V., ŠMIDRKAL, J. C. Changes of Sunflower Oil Polyenoic Fatty Acids under High Temperature. *Czech Journal Food Science*, 2009, vol. 27, p. 13 – 16.
- [57] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu: bakalářský směr*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academia centrum, 2006, 182 s. ISBN 80-7318-405-2.
- [58] ČEPIČKA, J. *Obecná potravinářská technologie*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, Praha, 1995, 246 s.

- [59] ZIMÁK, E. *Technologie*. Praha, Nakladatelství technické literatury, 1988, 364 s.
- [60] GAJDŮŠEK, S. *Laktologie*. Brno, MZLU, 2003, 78 s., ISBN 8071576573.
- [61] *Kontinuální zmáselňovač MILCOM* [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z <http://www.milcom-as.cz/zavod-dvur/produkty/stroje/kontinualni-zmaselnovace>.
- [62] *Historická máselnice* [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z <http://cs.wikipedia.org/wiki/máslo>.
- [63] Nařízení Rady (EHS) č. 1898/87 Sb., o ochraně označení používaných při uvádění mléka a mléčných výrobků na trh, v platném znění.
- [64] *Codex standard for milkfat products*. CODEX STAN-2-1973, Rev. 1-1999, pozměněno v 2006.
- [65] SUKOVÁ, I. *Legislativní požadavky na máslo* [online]. [cit. 10. května 2011]. Dostupné z <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=29924&ids=423>.
- [66] *Technologie mlékárenských výrob 7. Výroba másla a mléčného bezvodého tuku*. VŠCHT Praha. Ústav technologie mléka a tuků. [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z [http://mail.centrum.cz/download.php?msg\\_id=000000000c8800011db801f804df&idx=2&filename=máslo\\_BMT.pdf](http://mail.centrum.cz/download.php?msg_id=000000000c8800011db801f804df&idx=2&filename=máslo_BMT.pdf).
- [67] REICHERT, R.D. Oilseeds medicinals in natural drugs and dietary supplements new functional foods. *Trends in Food Science and Technology*. 2002. Vol. 13, issue 11, p. 353 – 360.
- [68] DE DECKERE, E.A.M. and Verschuren, P.M. Functional fats and spreads. *In Functional Foods*, ed. Gibson, G.R. and Williams, C.M., CRC press, Cambridge, 2000.
- [69] HRABĚ, J., ROP, O., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský směr*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academica centrum, 2005, 178 s. ISBN 80-7318-372-2.
- [70] *Výroba a zpracování palmového tuku*. [online]. [cit. 9. května 2011]. Dostupné z <http://www.palmavas.eu/palmovy-tuk-vyroba-zpracovani.php>.

- [71] PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 2008. 168 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [72] DOSTÁLOVÁ, J. Mýtus rostlinných tuků. *Výživa a potraviny*, 2004, ročník 59, č. 3, s. 69 – 70.
- [73] BRÁT, J., DOSTÁLOVÁ, J. POKORNÝ, J. Výživová doporučení pro příjem lipidů a jejich plnění v ČR. *Výživa a potraviny*, č. 6, 2005, s. 156.
- [74] MOUREK, J. a kolektiv. *Mastné kyseliny omega-3, Zdraví a vývoj*. 1.vyd. Praha, nakladatelství TRITON, 2007, s. 174. ISBN 978-80-7254-917-7.
- [75] POKORNÝ, J. Výskyt, tvorba a význam trans nenasycených mastných kyselin v naší stravě. *Výživa a potraviny*, č. 5, 2004, s. 121.
- [76] SEVEROVÁ, M., BŘEZINA, P. *Návody pro laboratorní cvičení z analýzy potravin*. Vyškov: VVŠ PV, 1998, 83 s. ISBN 80-7231-022-4
- [77] ČSN EN ISO 5534, Sýry a tavené sýry – Stanovení obsahu celkové sušiny (Referenční metoda), Český normalizační institut, Praha, 2005.
- [78] CAIS-SOKOLINSKA, D., PIKUL, J. Cheese Meltability as Assessed by the Tube Test and Schreiber Test Depending on Fat Contents and Storage Time, Based on Curd-Ripened Fried Cheese. *Czech J. Food Sci*, vol, 27, 2009, No.5, p. 301 – 308.
- [79] MUTHUKUMARAPPAN, K. Modified Schreiber Test for Evaluation of Mozzarella Cheese Meltability. *Journal of Dairy Science*, vol. 82, No. 6, 1999.
- [80] KOSIKOWSKI, F. Cheese nad Fermented Milk Foods. Brooktondale, 1977, p. 337 – 340.
- [81] FAGAN, C., EVERARD, C., O'DONNELL, C., DOWNEY, G., SHEEHAN, E., DELAHUNTY, C., O'CALLAGHAN, D., HOWARD, V. Prediction of processed cheese instrumental texture and meltability by mid-infrared spectroscopy coupled with chemometric tools. *Journal of Food Engineering*, 80, 2007, p. 1068 – 1077.
- [82] PISKA, I., ŠTĚTINA, J. Influence of cheese ripening and rate of cooling of the processed cheese mixture on rheological properties of processed cheese. *Journal of Food Engineering*, 61, 2004, p. 551 – 555. ISSN 0260-8774.

- [83] ISO 11 036, Sensory analysis – Methodology – Texture profile, *International Standard Organization*, 1994.
- [84] PONS, M., FISZMAN S.M.: J. Texture Stud. 27, 1997, p. 597.
- [85] FLOURY, J., CAMIER, B., ROUSSEAU, F., LOPEZ, CH., TISSIER, J. P., FAMELART, M., H. 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, 2009, p. 1611 – 1620. ISSN 0023-6438.
- [86] EVERARD, C., O'CALLAGHAN, D., O'KENNEDY, B., O'DONNELL, C., SHEEHAN, E., DELAHUNTY, C. A free-point binding test for prediction of sensory texture in processed cheese. *Journal of Texture Studies*, 38, 2007, p. 438 – 456.
- [87] AWAD, R. A., ABDEL-HAMID, L. B., EL-SHABRAWY, S. A., SINGH, R. K. Texture and Microstructure of block type processed cheese with formulated emulsifying salt mixtures. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 35, 2002, p. 54 – 61. ISSN 0023-6438.
- [88] ROSENTHAL, A. J. Food texture – Measurement and perception. A Chapman&Hall Food Science Book, Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, 1999, 322 s. ISBN 0-8342-1238-2.
- [89] ČSN ISO 8586-1, Sensorická analýza. Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů - Část 1: Vybraní posuzovatelé, Český normalizační institut, 2008, 24 s.
- [90] ČSN ISO 8589, Sensorická analýza. Obecná směrnice pro uspořádání sensorického pracoviště, Český normalizační institut, 2008, 16 s.
- [91] LEE, S. K., ANEMA, S., KLOSTERMEYER, H. The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads. *International Journal of Food Science and Technology*, 2004, p. 763 – 771.
- [92] SCHÄR, W., BOSSET, J.O. Chemical and Physicochemical Changes in Processed Cheese and Ready-made Fondue during Storage. A Review. *LWT-Food Sci. Technol.*, 2002, vol. 35, no. 1, p. 15 – 20.
- [93] FRIEDMAN, M. Food browning and its prevention: An overview. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 1996, 44, 3, p. 631 – 653.

- [94] DAVÍDEK, J., VELÍŠEK, J., POKORNÝ, J. *Chemical changes during food processing*. Amsterdam, Oxford, New York and Tokyo: Elsevier, 1990, p. 448. ISBN 0-444-98845-9.
- [95] BLEY, M.E., JOHNSON, M.E., OLSON, N.F. Factors affecting nonenzymatic browning of process cheese. *Journal of Dairy Science*, 1985, 68, p. 555 – 561.
- [96] CIPRYSOVÁ, Z., BUŇKA, F., WEISEROVÁ, E., HORÁKOVÁ, K., JANIŠ, R. Závislost vybraných texturních parametrů na obsahu a druhu tuku v tavených sýrech. In. *Zborník prací z mezinárodní vědecké konference Bezpečnost a kontrola potravin 24. – 25. 3. 2010*, SPU Nitra, SR, s. 139 – 145. ISBN 978-80-552-0193-1.
- [97] FEDELE, E., BERGAMO, P. Protein and lipid oxidative stresses during cheese manufacture. *Journal of Food Science*, 66, 2001, p. 932 – 935. ISSN 0022-1147.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

EMC	Enzymaticky modifikovaný sýr
MK	Mastné kyseliny
SAFA	Nasycené mastné kyseliny
MUFA	Monoenové nenasycené mastné kyseliny
PUFA	Polyenové nenasycené mastné kyseliny
TFA	Trans-izomery mastných kyselin
BMT	Bezvodý mléčný tuk
TVS	Tuk v sušině
WHO	Světová zdravotnická organizace
M	Máslo, standard
MT	Mléčný tuk
K	Kokosový tuk
PT	Palmový tuk
O	Rostlinný polotuhý olej
TPA	Texturní profilová analýza



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1.	Dělení analogů sýrů podle Bachmann.....	14
Obr. 2	Dělení analogů sýrů podle Guinee a kol .....	15
Obr. 3	Tavicí zařízení typu Stephan.....	25
Obr. 4	Kontinuální zmáselňovač a historická máselnice .....	31
Obr. 5	Schéma výroby BMT .....	33
Obr. 6	Schéma zpracování semen olejnin .....	36
Obr. 7	Křivka texturní profilové analýzy pro tavené sýry a jejich analogy .....	45
Obr. 8	Př. tavitelnosti analogu taveného sýra s kokosovým tukem 1. den analýzy ....	51
Obr. 9	Př. tavitelnosti analogu taveného sýra s kokosovým tukem 28. den analýzy...	51

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1	Tavící fosforečnanové soli používané při výrobě tavených sýrů a analogů.....	22
Tab. 2	Stručný přehled přísad používaných při výrobě analogů sýrů .....	23
Tab. 3	Obsah a kvalita mléčného tuku podle norem Codex Alimentarius.....	32
Tab. 4	Složení mastných kyselin ve vybraných tucích.....	38
Tab. 5	Výsledky stanovení roztékavosti modelových vzorků.....	48
Tab. 6	Výsledky roztékavosti vzhledu a barvy modelových vzorků.....	49
Tab. 7	Výsledky sensorické analýzy tavených sýrů a jejich analogů o obsahu 50 % TVS vzhledem k délce skladování.....	55

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1.	Přehled hodnot pH modelových vzorků analogů tavených sýrů v závislosti na obsahu a druhu přidaného tuku a době skladování .....	46
Graf 2.	Přehled hodnot tvrdosti (N) modelových vzorků analogů tavených sýrů v závislosti na obsahu a druhu přidaného tuku a době skladování .....	52
Graf 3.	Přehled hodnot relativní lepivosti modelových vzorků analogů tavených sýrů v závislosti na obsahu a druhu přidaného tuku a době skladování .....	53
Graf 4.	Přehled hodnot kohezivnosti (poměr) modelových vzorků analogů tavených sýrů v závislosti na obsahu a druhu přidaného tuku a době skladování.....	54

## SEZNAM PŘÍLOH

- P I: Tavicí zařízení Vorwerk Thermomix TM 31 a vyrobené modelové vzorky analogů tavených sýrů
- P II: Hodnocení roztékavosti
- P III: Analyzátor Ta-XT plus s nerezovou válcovou sondou o průměru 20 mm
- P IV: Sensorické hodnocení roztíratelných tavených sýrů a jejich analogů
- P V: Dotazník pro sensorické hodnocení tavených sýrů a jejich analogů
- P VI: Článek z konference

**PŘÍLOHA P I: TAVICÍ ZAŘÍZENÍ VORWERK THERMOMIX TM 31  
A VYROBENÉ MODELOVÉ VZORKY ANALOGŮ TAVENÝCH SÝRŮ**



## **PŘÍLOHA P II: HODNOCENÍ ROZTÉKAVOSTI**

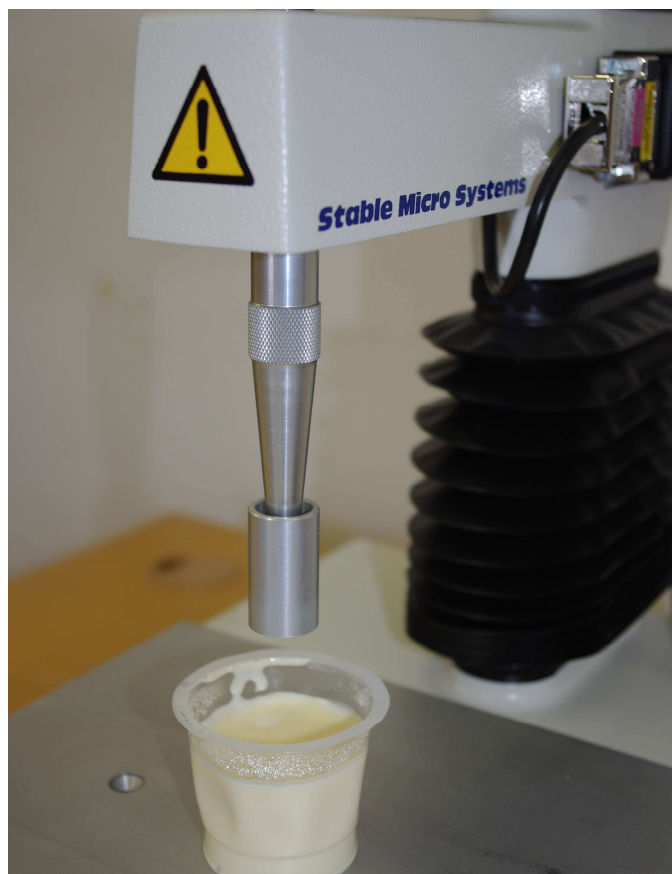
### **Tavitelnost**

1. Beze změny od původního vzorku
2. Stále nepatrné změny od původního vzorku, případně zmenšení do 10 %
3. Změna vlivem roztečení vzorku od 10 – 20 % nebo zmenšení od 10 - 20 %
4. Roztečení vzorku od 20 – 30 % nebo zmenšení vzorku od 20 – 30 %
5. Roztečení vzorku od 30 – 40 % nebo zmenšení vzorku o více jak 30 %
6. Roztečení vzorku od 40 – 50 %
7. Roztečení vzorku o více jak 50 %

### **Vzhled a barva**

1. Bez patrné změny, srovnatelná s barvou před pečením, světlá, bílá až smetanová
2. Stále bez větších odlišností od původní barvy
3. Mírné vypoukliny, barva smetanová až mírně nazlátlá
4. Zlatá barva vzorku, vypoukliny způsobené pečením po celém povrchu
5. Hnědé okraje po celém obvodu, jasně viditelné vypoukliny
6. Spálené okraje případně spálení okolo 50 % vzorku
7. Silně spálené okraje vzorku, případně spálení více jak 50 % vzorku

**PŘÍLOHA P III: ANALYZÁTOR TA-XT PLUS S NEREZOVOU VÁLCOVOU SONDOU O PRŮMĚRU 20 MM**



## PŘÍLOHA P IV: SENZORICKÉ HODNOCENÍ ROZTÍRATELNÝCH TAVENÝCH SÝRŮ A JEJICH ANALOGŮ

### Vzhled a barva

1. **Vynikající** – barva smetanově bílá, stejnorodá, bez cizích odstínů. Sýr hladký, lesklý.
2. **Výborná** – nepatrná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro smetanový tavený sýr. Změny barvy způsobené osýcháním sýru, oxidačními změnami vyloučeny. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, čistý, hladký, lesklý.
3. **Velmi dobrá** – mírná odchylka od deklarované barvy a vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro smetanový tavený sýr. Změny barvy způsobené osýcháním sýru, oxidačními změnami jen nepatrné. Vzhled bez jakýchkoliv známek deformace, na povrchu sýra čistý, hladký, lesklý.
4. **Dobrá** – barva odpovídá druhu taveného sýra, je homogenní s vyloučením mramorování. Vzhled vykazuje odchylky způsobené mírnou deformací tvaru, drobnější závady v hladkosti povrchu, povrch sýra je nepatrně matný, stále však hladký.
5. **Méně dobrá** – barva odpovídá druhu taveného sýra, je homogenní s nepatrnými náznaky mramorování barvy. Vzhled vykazuje odchylky způsobené deformací tvaru, drobnější závady v hladkosti povrchu, povrch sýra je mírně matný, mírné odchylky v hladkosti.
6. **Nevyhovující** – barva mírně nehomogenní (mramorovitá), povrch sýra matný bez lesku, na povrchu mírné barevné změny v důsledku oxidativních změn.
7. **Nepřijatelný** – barva na povrchu i v těstě nehomogenní, silné oxidativní změny na povrchu, výskyt plísně, značná deformace povrchu, vzhled narušen duřením sýra, vytavený, oddělený tuk.

### Lesk

1. Vynikající vysoký lesk – sýr s vynikajícím leskem
2. Výborný lesk
3. Dobrý lesk
4. Uspokojivý lesk
5. Méně dobrý lesk
6. Nevyhovující lesk
7. Naprosto nevyhovující lesk – naprosto matný sýr

### Konzistence

1. **Vynikající** – lehce roztíratelná, plastická, dokonale utavená, bez vzduchových dutin, homogenní, bez výskytu neutavených kousků sýra.
2. **Výborná** – konzistence výborně roztíratelná, jemná, nelepivá.
3. **Velmi dobrá** – roztíratelnost velmi dobrá, nepatrně tužší nebo měkčí.
4. **Dobrá** – roztíratelnost dobrá, mírně tužší nebo měkčí, slabě lepivá.
5. **Méně dobrá** – roztíratelnost horší, tužší, pastovitá nebo měkčí, lepivá.
6. **Nevyhovující** – lepivá, tuhá, řídká, nehomogenní, špatně roztíratelná.
7. **Nepřijatelná** – velmi tuhá až drobivá, silně lepivá, rozbředlá, nehomogenní

### Roztíratelnost

1. Tavený sýr není roztíratelný



2. Tavený sýr je obtížně roztíratelný
3. Tavený sýr je hůře roztíratelný
4. Roztíratelnost je typická, optimální
5. Tavený sýr je velmi roztíratelný až mírně řídký
6. Tavený sýr je roztékavý
7. Tavený sýr má tekutý charakter

### Chuť a vůně

1. **Vynikající** – chuť jemná, mléčně sýrová nebo máslová, jemně sýrově nasládlá, výrazná. Vůně čistá velmi harmonická, cizí příchutě jsou vyloučeny.
2. **Výborná** – nepatrné odchylky od vynikající chuti a vůně, chuť a vůně harmonická, sýrová nebo máslová, jemně mléčně nakyslá nebo nasládlá, cizí příchuti vyloučeny.
3. **Velmi dobrá** – mírné odchylky od vynikající chuti a vůně, stále harmonická, odpovídající deklarovanému druhu, přirozeně mléčně nakyslá, typická, cizí příchutě vyloučeny.
4. **Dobrá** – chuť a vůně typická pro tavený sýr, mírné odchylky ne však zásadního charakteru, slabě slanější, mírně kyselejší.
5. **Méně dobrá** – výskyt cizích příchutí ve velmi malé intenzitě, méně harmonická, slabě nahořklá nebo slaná, dílčí odchylky v chuti, slabě nečistá, slabě kvasničná.
6. **Nevyhovující** – výskyt cizích příchutí, méně harmonická, nahořklá, slanější, kyselejší, mírně oxidovaná, mírně nahořklá.
7. **Nepřijatelná** – nečistá, slaná, žluklá, hořká, trpká, shnilá, zatuchlá, oxidovaná.

### Intenzita off flavour (cizí pachy)

1. **Bez pachů** – žádné cizí pachy
2. **Neznatelné pachy** – náznak cizích pachů
3. **Není intenzivní** – mírné odchylky, avšak stále akceptovatelné
4. **Intenzivní** – výskyt cizích pachů, nelze však přesně stanovit, o které se jedná
5. **Silně intenzivní** – lze rozpoznat cizí pachy
6. **Nevyhovující** – výskyt cizích pachů (zatuchlé, oxidované, žluklé)
7. **Nepřijatelné** – silně intenzivní pachy

### Celkové hodnocení

Pro toto hodnocení se zohledňují všechny ukazatele, prioritní postavení mají **chuť a vůně, vzhled a barva a konzistence**, ostatní deskriptory mají pouze doplňující pozici.

1. **Vynikající** - chuť a vůně musí mít hodnocení vynikající, ostatní deskriptory nesmí být horší než výborný
2. **Výborný** - chuť a vůně musí mít hodnocení ne horší než výborný, ve všech ostatních relevantních ukazatelích ne hůře než velmi dobrý.
3. **Velmi dobrý** – chuť a vůně musí mít hodnocení ne horší než velmi dobrý, ve všech ostatních relevantních ukazatelích ne hůře než dobrý.
4. **Dobrý** – chuť a vůně musí mít hodnocení ne horší než dobrý, ve všech ostatních ukazatelích ne hůře než méně dobrý.
5. **Méně dobrý** – tavený sýr hodnocený ve všech ukazatelích ne hůře než méně dobrý.
6. **Nevyhovující** – tavený sýr hodnocený ve všech ukazatelích ne hůře než nevyhovující.
7. **Naprosto nevyhovující** – tavený sýr, který je u jakéhokoliv ukazatele hodnocen jako naprosto nevyhovující.

## PŘÍLOHA P V: DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ TAVENÝCH SÝRŮ A JEJICH ANALOGŮ

Jméno:

Čas:

Datum:

### Úkol č. 1 Senzorické hodnocení pomocí stupnic

Vzorek	Znak						
	Vzhled a barva	Lesk	Konzistence	Roztíratelnost	Chuť a vůně	Intenzita off flavour	Celkové hodnocení
A							
B							
C							
D							
E							

### Úkol č. 2 Pořadový preferenční test

Znak	Vzorek				
	A	B	C	D	E
Preference					

Poznámky:

## **PŘÍLOHA P VI: ČLÁNEK Z KONFERENCE**

### **ZÁVISLOST VYBRANÝCH TEXTURNÍCH PARAMETRŮ NA OBSAHU A DRUHU TUKU V TAVENÝCH SÝRECH**

#### **INFLUENCE OF SELECT TEXTURE PARAMETERS ON THE CON- TENT AND TYPE OF FAT IN PROCESSED CHEESE**

*Zuzana Ciprysová, František Buňka, Eva Weiserová, Kateřina Horáková,  
Rahula Janiš*

**Abstract:** The aim of this study was to determine influence of fat addition on the rheological properties of processed cheese in dependence on time of storage. There were found values of hardness, adhesiveness, springiness, cohesiveness, chewiness and gumminess. It was used five samples of fat with different fat content in dry matter. The fat content has a significant influence on the hardness, chewiness and gumminess. These parameters go up with increasing time of storage.

**Keywords:** processed cheese, texture parameter, storage time

#### **ÚVOD**

Tavené sýry jsou vyráběny zahříváním směsi přírodních sýrů různých typů s tavicími solemi za částečného podtlaku a stálého míchání, než je dosažena homogenní hmota požadovaných vlastností (**Buňka, 2009**).

Kromě tavených sýrů se stále více rozšiřuje výroba tzv. analogů sýrů. **Bachmann (2001)** definuje analogy sýrů jako výrobky vyrobené smícháním jednotlivých složek, k jejichž výrobě jsou používány tuky či bílkoviny mléčného i nemléčného původu, rostlinné oleje, tavicí soli aj. Jejich hlavní výhodou spočívá ve snížení výrobních nákladů na prvotní mléčnou surovinu a jejich největší uplatnění je zejména v zařízení typu fast – food. (**Bachmann, 2001; Lucey et. al., 2003**). Z výživového hlediska lze použít rostlinné tuky při výrobě analogů tavených sýrů především díky jejich vyššímu obsahu polynenasycených mastných kyselin a sníženým obsahem cholesterolu v konečném výrobku (**Bachman,**

2001). Česká legislativa prozatím pojem „analog“ tavených sýrů nezná. Jedinou zmínku je možné najít ve vyhlášce Ministerstva zdravotnictví ČR č. 4/2008 Sb., v platném znění, řešící nejvyšší povolené množství fosforečnanů do „tavených sýrů a jejich analogů“ (Anonym, 2008).

Během výroby, chlazení a skladování tavených sýrů může docházet k průběhu oxidačních procesů. Tyto reakce jsou považovány za hlavní příčinu snížení nutriční kvality potravin a vytváření nežádoucích příchutí souhrnně nazývaných off-flavour (Fedele et. al. 2001; Delgado et. al., 2009; Kristensen et. al., 1999). Při použití jiných než tradičních mléčných tuků může docházet k uvolnění a vyvstávání tohoto tuku ve finálním výrobku. Nadbytek tuku se potom vyloučí ve formě oleje, zbylý tuk je rovnoměrně rozptýlen ve hmotě sýra (Richoux et. al., 2008). Tento jev může být způsoben jak efektem nadměrné či nedostatečné emulgace, tak i nevhodným poměrem bílkovin a tuku (Wang et. al., 2004).

Reologické a texturní vlastnosti tavených sýrů jsou značně ovlivněny chemickým složením, a to jak obsahem sušiny, tak i tuku v sušině, hodnotou pH, zralostí přírodního sýra, druhem a množstvím tavicích solí, ale také podmínkami zpracování, jako je tavení, teplota a rychlost chlazení utavené hmoty (Piska et. al., 2004). Lucey et. al. (2003) označuje tavený sýr za viskoelastický materiál, jehož reologické vlastnosti významně ovlivňuje teplota a doba skladování.

Cílem práce bylo porovnat vliv přidaného množství a druhu tuku na texturní vlastnosti modelových vzorků tavených sýrů v závislosti na době skladování. Měření byla realizována 1., 3., 7., 10. a 14. den po výrobě.

## MATERIÁL A METODIKA

Pro tuto práci byly použity čtyři druhy tuků – kokosový (K), mléčný (MT), palmový (PO) a rostlinný polotuhý olej (O) (Hobum, Oele und fette, Hamburg, Germany). V tomto případě se jednalo o 100% tuky. Jako standardní tuk bylo použito máslo (M) (komerčně zakoupeno s 82 % w/w tuku a 18 % vody). Dále byl použit přírodní sýr Eidamská cihla 30 % w/w tuku v sušině (Kromilk s r. o. Kroměříž) v osmitýdenním stupni zralosti. Modelové vzorky tavených sýrů se 40 % w/w sušiny o obsahu 40 % w/w tuku v sušině, 45 % w/w tuku v sušině a 50 % w/w tuku v sušině byly vyrobeny pomocí tavicího zařízení (Vorwerk Thermomix TM31) za přídavku tavicích solí (Fosfa a. s., Břeclav) při 90 °C po dobu 1 mi-

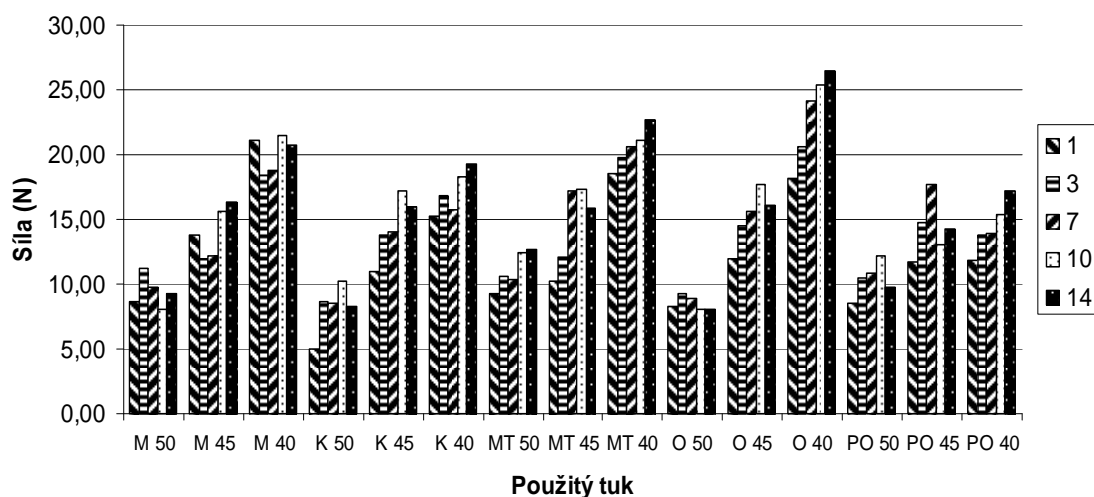
nuty. Horká tavenina pak byla plněna do polystyrenových obalů o výšce 55 mm, délce a šířce 41 mm a uzavřena přivařitelným hliníkovým víčkem. Poté byl produkt ochlazen a dále chladírensky skladován.

Dané vzorky byly podrobeny texturní profilové analýze, oiling off testu a dále stanovení hodnoty pH a sušiny. Texturní vlastnosti byly hodnoceny texturní profilovou analýzou (TPA), byl použit analyzátor TA-XTplus (Stable Micro Systems Ltd.). Texturní analýza byla provedena dvěma po sobě následujícími kompresemi, které simulují stlačení zubních stoliček. Texturní analyzátor byl vybaven nerezovou válcovou sondou o průměru 20 mm a hmotnosti 16,3918 g. Pro měření byla zvolena rychlost penetrace sondy 2 mm/s a rychlost návratu sondy do původní pozice také 2 mm/s. Hloubka penetrace sondy byla 10 mm. Vzorky byly měřeny při teplotě  $18 \pm 1$  °C. Hodnoty tvrdosti, lepivosti, elasticity, kohezivnosti, žvýkatelnosti a gumovitosti byly vypočteny z profilů získaných pomocí softwaru Texture Exponent Lite (Stable Micro Systems Ltd). Celkem bylo podrobena analýze 15 vzorků (každý analyzovaný den), z nichž každý byl měřen dvakrát. U všech modelových vzorků sýrů byl stanoven volný tuk metodou oiling off dle **Richoux et. al. (2008)**. Dále bylo provedeno stanovení obsahu sušiny gravimetricky dle ČSN EN ISO 5534. Hodnota pH byla zjištěna pomocí vpichového pH-metru (pH Spear, Eutech Instruments, Oakton, Malajsie).

## VÝSLEDKY A DISKUZE

Pomocí texturní profilové analýzy byly získány výsledky jednotlivých texturních parametrů tavených sýrů s rozdílným druhem a množstvím tuku. Graf 1 prezentuje výsledky tvrdosti těchto tavených sýrů v různém stupni skladování. Tvrdost, je definována jako síla potřebná k dosažení deformace výrobku (**Floury et. al., 2009; Tamime et. al., 1999**). Z výsledků vyplývá, že se snižujícím se obsahem tuku v sušině ve vzorcích tvrdost roste. Lze konstatovat, že s narůstajícím obsahem tuku je ovlivněna pevnost vazeb bílkovinné matrice jak již popsala **Němcová et. al. (1999)**.

Dále byla z profilové křivky odečtena lepivost nebo-li přilnavost, definující sílu potřebnou k odstranění látky, která přilne k ústům nebo podkladu (**Floury et. al., 2009**). Bylo zjištěno, že obsah tuku lepivost vzorků významně neovlivňuje. **Awad et al. (2002)** uvádí, že lepivost je ovlivněna především množstvím a složením tavicích solí.



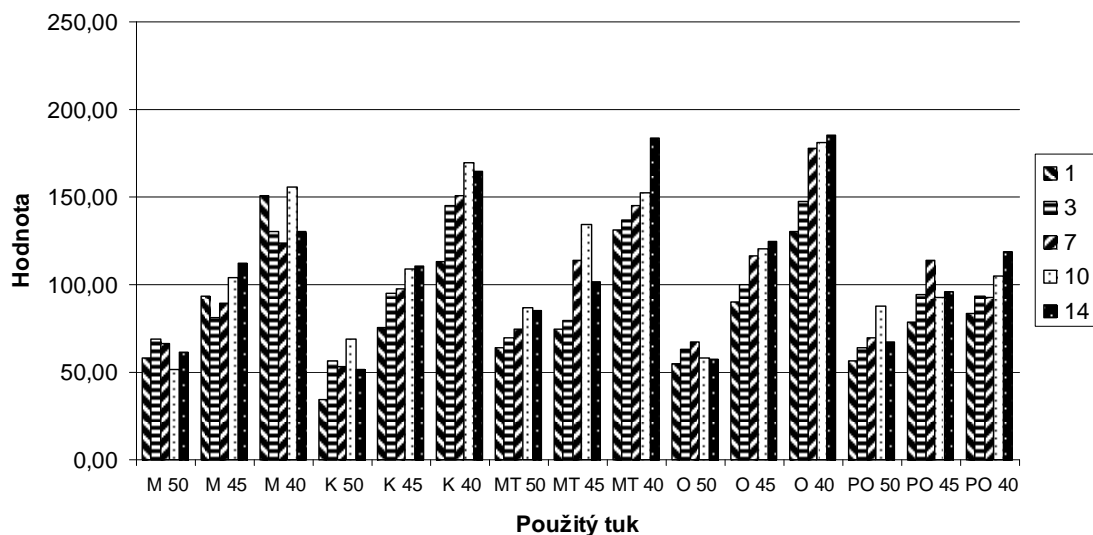
**Graf 1:** Přehled tvrdosti (N) modelových vzorků tavených sýrů v závislosti na obsahu a druhu přidaného tuku a době skladování (1., 3., 7., 10. a 14. den)

Elasticita je definována jako schopnost vzorku získat svůj původní tvar po odstranění působící síly. Její hodnoty jsou taktéž ovlivňovány bílkovinnou maticí (**Awad et. al., 2002; Liu et. al., 2008**). V závislosti na obsahu tuku se hodnoty elasticity neměnily a pohybovaly se v rozmezí 10,83 – 11,47 s.

Dalším parametrem sledování byla kohezivnost (soudržnost). Vyjadřuje sílu vnitřních vazeb vytvářejících strukturu potraviny (**Rosenthal, 1999**). Je dána poměrem plochy píku druhého kompresního cyklu k ploše píku prvního kompresního cyklu. Hodnoty u modelových vzorků se pohybovaly v rozmezí 0,59 – 0,68 a obsah tuku tento texturní parametr téměř neovlivnil.

Hodnoty žvýkatelnosti jsou uvedeny v grafu 2. Žvýkatelnost představuje energii potřebnou ke žvýkání vzorku do stavu vhodného k polknutí. Je vypočtena součinem texturních parametrů tvrdosti, elasticity a kohezivnosti (**Liu et. al., 2008**). U tohoto texturního parametru bylo zjištěno, že obsah tuku významně ovlivňuje jeho hodnotu. Se snižujícím se obsahem tuku ve vzorku žvýkatelnost významně roste. U vzorků s obsahem 50 % w/w tuku v sušině se hodnoty pohybovaly na hranici 10 N, avšak u vzorků s obsahem 40 % w/w tuku v sušině to bylo už nejméně dvakrát tolik.

Posledním sledovaným parametrem byla gumovitost, která představuje sílu potřebnou k desintegraci vzorku do stavu vhodného k polknutí. Je vztažena k primárním parametrům tvrdosti a kohezivnosti. Stejně jako žvýkatelnost, i gumovitost je ovlivněna bílkovinnou maticí (**Liu et. al., 2008**) a obsahem tuku ve vzorku. Nejvyšší hodnoty byly opět zaznamenány u vzorků s obsahem tuku v sušině 40 %.



**Graf 2:** Přehled hodnot žvýkatelnosti jednotlivých tavených sýrů v závislosti na obsahu a druhu tuku a době skladování (1., 3., 7., 10. a 14. den)

Dále bylo zjištěno, že námi použité druhy tuků měli obdobný vliv na sledované texturní parametry. Hodnoty tvrdosti byla velmi podobné u všech vzorků s výjimkou palmového tuku. Zde byly hodnoty ve srovnání se zbývajícími vzorky nižší. Lepivost se v závislosti na použitém tuku významně neměnila. Použitý druh tuku také neměl vliv na hodnoty elasticity a kohezivnosti. U hodnot žvýkatelnosti a gumovitosti bylo pozorováno, že nejnižší hodnoty měl palmový tuk stejně jako u tvrdosti.

Naopak doba skladování texturní parametry významně ovlivnila u všech vzorků. Bylo zjištěno, že s rostoucí dobou skladování se zvyšuje tvrdost, žvýkatelnost a gumovitost vzorků. Jak uvádí **Awad et. al. (2008)**, zvýšení hodnot těchto parametrů může být ovlivněno rozkladem struktury tavicích solí, to zároveň vede k mírnému snížení hodnot pH, což je v souladu s naší prací.

Při stanovení oiling off testu bylo zjištěno, že u všech vzorků nebyl volný tuk pozorován, z čehož můžeme usoudit, že vzorky sýrů byly dobře emulgovány. Stanovení obsahu sušiny potvrdilo požadovanou sušinu a tyto hodnoty se u vzorků pohybovaly v rozmezí 39,78 – 40,14 % w/w.

## ZÁVĚR

Cílem práce bylo porovnat obsah a druh přidaného tuku na texturní vlastnosti analogů tavených sýrů v závislosti na době skladování. Měření byla realizována 1., 3., 6., 10. a 14. den. Lze konstatovat, že s klesajícím obsahem tuku v sušině dochází k nárůstu tvrdosti, žvýkatelnosti a gumovitosti. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny u vzorků s obsahem tuku v sušině 40 % w/w. Druh tuku nemá oproti době skladování významný vliv na texturní vlastnosti daných vzorků. S rostoucí dobou skladování dochází u všech vzorků k mírnému nárůstu téměř všech texturních parametrů s výjimkou elasticity.

## PODĚKOVÁNÍ

Práce byla podpořena projektem MŠMT: MSM 7088352101.

## LITERATURA

ANONYM, 2008. Vyhláška MZd č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních činidel při výrobě potravin, v platném znění.

AWAD, R. A., ABDEL-HAMID, L. B., EL-SHABRAWY, S. A., SINGH, R. K. 2002. Texture and Microstructure of block type processed cheese with formulated emulsifying salt mixtures. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 35, 54-61. ISSN 0023-6438.

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

BUŇKA, F., BUŇKOVA, L., KRÁČMAR, S. 2009. Základní principy výroby tavených sýrů [monografie]. *Folia univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 2, 6, 70 s. ISBN 978-80-7375-336-8.

DELGADO, F. J., GONZÁLES-CRESPO, J., LADERO, L., CAVA, R., RAMÍREZ, R. 2009. Free fatty acids and oxidative changes of a Spanish soft cheese (PDO „Torta del Casar“) during ripening. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1721 – 1728 s. ISSN 0950-5423.



- FEDELE, E., BERGAMO, P. 2001. Protein and lipid oxidative stresses during cheese manufacture. *Journal of Food Science*, 66, 932 – 935 s. ISSN 0022-1147.
- 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.
- KRISTENSEN, D., SKIBSTEAD, L. H. 1999. Comparison of three methods based on electron spin resonance spektrometry for evaluation of oxidative stability of processed cheese. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 47, 3099-3104. ISSN 0021-8561.
- LIU, H., XU, X. M., GUO, S. D. 2008. Comparison of full-fat and low-fat cheese analogues with or without pectin gel through microstructure, texture, rheology, thermal and sensory analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1581-1592. ISSN 0950-5423.
- LUCEY, J. A., JOHNSON, M. E., HORNE, D. S. 2003. Perspective on the basis of the rheology and texture properties of cheese. *Journal of Dairy Science*, 86, 2725 – 2743 s. ISSN 0022-0302.
- NĚMCOVÁ, L., ŠTĚTINA, J., PISKA, I. 1999. Srovnání reologických vlastností tvrdých a polotvrdých sýrů. In: *Sborník Celostátní přehlídky sýrů 1999*. Praha: Česká společnost chemická, 1999. 50-54. ISBN 80-86238-02-04.
- 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, 551-555. ISSN 0260-8774.
- RICHOUX, R., AUBERT, L., ROSET, G., BRIARD-BION, V., KERJEAN, J. R. 2008. Combined temperature-time parameters during the pressing of curd as a tool to modulate the oiling-off of Swiss cheese. *Food Research International*, 41, 1058-1064. ISSN 0963-9969.
- ROSENTHAL, A. J. 1999. Food texture – Measurement and perception. A Chapman&Hall Food Science Book, Aspen Publishers, Inc., Gainthersburg, Maryland. 322 s. ISBN 0-8342-1238-2.
- TAMIME, A. Y., MUIR, D. D., SHENANA, M. E., KALAB, M., DAWOOD, A. H. 1999. Processed cheese analogues incorporating fat-substitutes, 2. Rheology, sensory perception of texture and microstructure. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 32, 50 – 59, ISSN 0023-6438.
- WANG, H. H., SUN, D. W. 2004. Evaluation of the oiling off property of cheese with computer vision: Correlation with fat ring test. *Journal of Food Engineering*, 61, 47-55. ISSN 0260-8774.