

# Vliv přídavku 1-monoacylglycerolů na jakost tavených sýrů

Bc. Blanka Galářová

---

Diplomová práce  
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

akademický rok: 2005/2006

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Blanka GALÁŘOVÁ**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie a ekonomika výroby tuků, detergentů a kosmetiky**

Téma práce: **Vliv přídavku monoacylglycerolů na jakost tavených sýrů**

Zásady pro vypracování:

1. V teoretické části zpracujte literární přehled týkající se technologie výroby tavených sýrů diskontinuálním způsobem. Zaměřte se zejména na vliv na konzistenci tavených sýrů. Popište rovněž možnosti výroby monoacylglycerolů a legislativní aspekty jejich použití v potravinářství.
2. V praktické části provedte pokusné výroby tavených sýrů v laboratorních podmínkách a realizujte přídavky 1-monoacylglycerolů o různém počtu uhlíků v mastné kyselině. Následně vyberte vhodné monoacylglyceroly a provedte pokusy s různými koncentracemi těchto přídavků. Jakost tavených sýrů hodnotte pomocí základních analytických metod (obsah sušiny, tuku, pH), pomocí senzorické analýzy potravin a dynamickou oscilační reometrií.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**Dle doporučení vedoucího DP.**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. František Buňka, Ph.D.**

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

Datum zadání diplomové práce:

**10. října 2005**

Termín odevzdání diplomové práce:

**31. května 2006**

Ve Zlíně dne 20. dubna 2006

  
prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
děkan



  
prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
ředitel ústavu

## **Poděkování**

Za odbornou pomoc, konzultaci a vedení děkuji vedoucímu své diplomové práce Ing. Františku Buňkovi, Ph.D.

Rovněž bych ráda poděkovala Ing. Jiřímu Krejčímu, Csc. a doc. Dr. Ing. Vladimíru Pavlínkovi za odbornou pomoc a cenné rady, které mi poskytli při vypracování mé diplomové práce.

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala.

Ve Zlíně, 21. 05. 2006

.....

jméno diplomanta

## **Abstrakt**

Pro výrobce i spotřebitele je konzistence důležitým sensorickým znakem při výběru a hodnocení tavených sýrů. Tato diplomová práce zkoumá vliv přídatku vybraných 1-monoacylglycerolů s různým počtem uhlíků v esterově vázané mastné kyselině na jakost tavených sýrů. Realizace výroby vzorků tavených sýrů spočívala v utavení směsi s přídatky vybraných 1-monoacylglycerolů v první fázi o koncentraci 0,25 % w/w a ve druhé fázi s přídatky 1-monopalmitylglycerolu a 1-monostearyl glycerolu v rozmezí koncentrací 0,1 až 0,5 % w/w. Tavené sýry byly podrobeny chemické a sensorické analýze. Reologické vlastnosti se posuzovaly dynamickou oscilační reometrií. Bylo zjištěno, že je technologicky možné vyrobit tavené sýry s 45 a 50 % w/w tuky v sušině s použitím všech realizovaných přídatků 1-monoacylglycerolů (1-monokaprylglycerol, 1-monokaprinylglycerol, 1-monolaurylglycerol, 1-monopalmitylglycerol a 1-monostearyl glycerol). Z výsledků první fáze vyplývá, že s rostoucím počtem uhlíků v molekule mastné kyseliny dochází ke zvyšování tuhosti tavených sýrů. Sensorickým posouzením hodnotitelé jednoznačně určili jako nepoživatelné vzorky s přídatky 1-monokaprylglycerolu, 1-monokaprinylglycerolu a 1-monolaurylglycerolu pro jejich nepřijatelnou chuť. Ve druhé fázi stanovení byl zjištěn nejvyšší účinek na reologické vlastnosti pro určité koncentrace přídatků 1-monoacylglycerolů.

*Klíčová slova:* tavený sýr, 1-monoacylglycerol, sensorická analýza, dynamická oscilační reometrie.

## **Abstract**

When selecting and classifying processed cheese both for the producer and the consumer the consistency is an important sensory feature. It is the aim of this thesis to describe the impact of the addition of particular 1-monoacylglycerols with different numbers of carbons in ester-bound fatty acid on the consistency and sensory quality of the processed cheeses. The production of the spread cheese samples was realized by melting the mixture to which selected 1-monopalmitateglycerols in concentration of 0,25% w/w in the first phase and 1-monopalmitateglycerols and 1-monostearyl-glycerol in the concentration of 0,1 – 0,5% w/w in the second phase were added. Spread cheese samples were subjected to chemical and sensoric analysis. Rheological properties were measured by oscillatory rheometry. It was found out that technologically it is possible to produce spread cheeses with fat content of 45 and 50% w/w in dry matter when using all realised additions of 1-monoacylglycerols (1-monocaprylglycerol, 1-monocaprinylglycerol, 1-monolaurylglycerol, 1-monopalmitateglycerol and 1-monostearyl-glycerol). The first phase results imply that the increased number of carbon in the fatty acid molecule increases the firmness of the spread cheese. During sensoric analysis the tasters evaluated the samples with addition of 1-monocaprylglycerol, 1-monocaprinylglycerol and 1-monolaurylglycerol as uneatable for their unacceptable flavour. In the second phase of the analysis the highest impact of additions of 1-monoacylglycerols of certain concentrations on rheological properties were detected.

*Key words:* processed cheese, 1-monoacylglycerol, sensoric analysis, dynamic oscillatory rheometry

**OBSAH**

<b>OBSAH</b> .....	<b>7</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I. TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 TECHNOLOGIE TAVENÝCH SÝRŮ</b> .....	<b>12</b>
1.1 DEFINICE TAVENÉHO SÝRU .....	12
1.2 VÝZNAM TAVENÝCH SÝRŮ VE VÝŽIVĚ .....	12
1.3 ROZDĚLENÍ TAVENÝCH SÝRŮ .....	15
1.4 PRINCIP VÝROBY TAVENÝCH SÝRŮ .....	17
1.5 TECHNOLOGIE VÝROBY TAVENÝCH SÝRŮ.....	19
<b>2 REOLOGICKÉ VLASTNOSTI TAVENÝCH SÝRŮ</b> .....	<b>23</b>
2.1 REOLOGICKÉ VELIČINY U TAVENÉHO SÝRU.....	23
2.2 VLIV NA KONZISTENCI TAVENÝCH SÝRŮ.....	26
2.3 PH TAVENÝCH SÝRŮ.....	27
<b>3 MONOACYLGLYCEROLY</b> .....	<b>29</b>
3.1 VÝROBA MONOACYLGLYCEROLŮ.....	30
3.1.1 Hydrolýza.....	30
3.1.2 Esterifikace mastných kyselin glycerolem .....	31
3.1.3 Alkoholýza .....	31
3.1.4 Adice MK na glycidol nukleofilním otevřením epoxidového kruhu .....	32
3.2 VLASTNOSTI MONOACYLGLYCEROLŮ .....	33
3.3 VÝZNAM MAG V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU.....	35
3.4 LEGISLATIVNÍ ASPEKTY POUŽITÍ MAG V POTRAVINÁŘSTVÍ.....	36
<b>4 CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>38</b>
<b>II. PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>39</b>
<b>5 METODIKA PRÁCE</b> .....	<b>40</b>
5.1 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH MONOACYLGLYCEROLŮ .....	40
5.2 CHARAKTERISTIKA ANALYZOVANÝCH VZORKŮ.....	40
5.2.1 Charakteristika vzorků v první fázi měření .....	42
5.2.2 Charakteristika vzorků v druhé fázi měření.....	42
5.3 CHEMICKÁ ANALÝZA .....	43
5.3.1 Stanovení sušiny a pH.....	43
5.3.2 Stanovení absolutního tuku a výpočet tuku v sušině.....	44
5.4 DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE.....	44
5.5 SENZORICKÁ ANALÝZA .....	45
<b>6 VÝSLEDKY MĚŘENÍ</b> .....	<b>46</b>
6.1 VÝSLEDKY STANOVENÍ SUŠINY A PH .....	46
6.1.1 První fáze .....	46
6.1.2 Druhá fáze.....	47
6.2 VÝSLEDKY STANOVENÍ ABSOLUTNÍHO TUKU A TUKU V SUŠINĚ.....	48
6.2.1 První fáze .....	49
6.2.2 Druhá fáze.....	49
6.3 VÝSLEDKY DYNAMICKÉ OSCILAČNÍ REOMETRIE.....	50
6.3.1 První fáze .....	51
6.3.2 Druhá fáze.....	53
6.4 VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY .....	55

---

6.4.1 První fáze .....	55
6.4.2 Druhá fáze.....	58
6.5 SOUHRNNÁ DISKUZE VÝSLEDKŮ.....	62
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>64</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>66</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>71</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>72</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>73</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>74</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>75</b>



## ÚVOD

Mléko a mléčné výrobky mají ve výživě člověka klíčové postavení. Je to nenahraditelná potravinová složka, ale i důležitá součást stravy pro dospívající, dospělé, staré a nemocné lidi. Tavené sýry, jako mléčné výrobky, zastávají důležitou roli ve výživě. Jsou zdrojem mléčné bílkoviny kaseinu, mléčného tuku, vápníku a v neposlední řadě vitaminů zejména retinol, thiamin a riboflavin.

Tavené sýry jsou jednou z nejmladších skupin sýrů. Začaly se vyrábět až na začátku minulého století za účelem prodloužení trvanlivosti přírodních sýrů. Jejich výroba spočívá v zahřívání směsi různých druhů přírodních sýrů, v různém stupni zralosti s tavicími solemi, až je získána homogenní hmota požadovaných vlastností. Pro dosažení jemné a homogenní struktury bez separace vody, tuku a proteinů je nutný přídavek tavicích solí, které působí jako emulgátory. Jejich klíčovou úlohou je upravit prostředí v tavené směsi tak, aby přítomné proteiny (zejména frakce kaseinu) mohly uplatnit své přirozené vlastnosti emulgátorů. Mezi používané tavicí soli (tzv. emulgační činidla) patří monovalentní kationy (sodné ionty) a polyvalentní anionty (především fosfáty). Další přídatnou látkou, která přispívá k lepší emulgaci tuku a stabilizuje emulzi jsou emulgátory, kam lze zařadit monoacylglyceroly.

Smyslem diplomové práce je popsat vliv přídavku vybraných 1-monoacylglycerolů s různým počtem uhlíků v esterově vázané mastné kyselině na jakost tavených sýrů. O důsledcích přídavků 1-monoacylglycerolů do tavených sýrů nebyly v dostupné literatuře nalezeny dostatečné údaje. Jediná nalezená zmínka je v práci CARIĆ & KALÁB [1997] [10], která uvádí možnost výroby taveného sýru s polovičním množstvím tavicích solí za přídavku 1 % povrchově aktivních monoacylglycerolů. Proto je tato práce zaměřena na popsání vlivu přídavku vybraných 1-monoacylglycerolů na konzistenci a senzorickou jakost tavených sýrů.

Práce je rozčleněna do šesti kapitol. První tři kapitoly v teoretické části popisují význam tavených sýrů ve výživě, charakterizují rozdělení, princip a technologii výroby tavených sýrů. V kapitole o reologických vlastnostech jsou definovány reologické veličiny a faktory ovlivňující konzistenci tavených sýrů. V neposlední řadě je přiblížena výroba, charakteristické vlastnosti, využití a legislativní aspekty 1-monoacylglycerolů.

Ve dvou kapitolách praktické části jsou vymezeny cíle diplomové práce a charakterizovány použité monoacylglyceroly, vzorky a metody použitých analýz.

V závěrečné kapitole jsou prezentovány získané výsledky z chemické, senzorické a reologické analýzy a na jejich základě jsou vyhodnoceny závěry.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 TECHNOLOGIE TAVENÝCH SÝRŮ

## 1.1 Definice taveného sýru

Prvotní zmínka o výrobě taveného sýru bez přídavku tavicí solí pochází z roku 1895. První úspěšný výrobek, ve kterém byly použity tavicí soli, se podařil švýcarské firmě Gerber v roce 1911. Jako tavicí sůl sloužil citran sodný připravený ve vodném roztoku za varu z kyseliny citrónové a uhličitanu sodného [18][17].

Podle definice CARIĆ & KALÁB [1997] jsou tavené sýry vyrobeny roztavením směsi různých typů přírodních sýrů, v různém stupni zralosti, za přídavku tavicích solí a vody. Následným působením částečného podtlaku a stálého míchání je pak získána homogenní hmota požadovaných vlastností. Kromě přírodních sýrů mohou být do směsi přidány suroviny mléčného i nemléčného původu (např. sojový protein, pšeničný lepek, koření, masová složka atd.) [10].

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. pro mléko, mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje (v platném znění) definuje tavený sýr jako sýr, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí.

## 1.2 Význam tavených sýrů ve výživě

Mléko a mléčné výrobky jsou součástí základního sortimentu pro výživu obyvatelstva, včetně kojenců a dětí, a to díky svým nutričním hodnotám (obsahují mléčné bílkoviny, mléčný tuk, vápník a některé vitamíny, zejména skupiny B) [47].

Podle Vackové [51] je obsah hlavních živin (tj. bílkoviny, tuky, sacharidy) pro tavené sýry uvedený v tabulce I, což přibližně odpovídá hodnotám v Potravinových tabulkách pro tavené sýry s 70 %, 50 %, 45 % a 30 % t.v.s. [43].

Hlavní bílkovinu v taveném sýru představuje kasein, který má vysokou biologickou hodnotu, díky obsahu esenciálních aminokyselin. Nicméně je zde limitující obsah sirné esenciální aminokyseliny methioninu [39], který se v tavených sýrech vzhledem ke standardu ( $3,5 \text{ g} \cdot 16\text{g}^{-1}\text{N}$ ) [54] pohybuje mezi hodnotami  $2,27 - 2,64 \text{ g} \cdot 16\text{g}^{-1}\text{N}$  [8].

Pro mléčný tuk je typické složení cca 53 - 72 % nasycených (SUFA), 26 - 42 % monoenoových (MUFA) a 2 - 6% polyenoových (PUFA) mastných kyselin [54]. Z uvedených hodnot je patrné, že největší zastoupení představují nasycené mastné kyseliny. Tvoří tzv. nasycený (saturovaný) tuk, jehož příjem má být omezený, protože představuje rizikový faktor kardiovaskulárních onemocnění. Přítomnost SUFA, zejména kyseliny laurové (C12:0), myristové (C14:0), palmitové (C16:0) a trans nenasycených mastných kyselin ve stravě zvyšuje riziko výskytu těchto onemocnění [15]. Nasycené vyšší mastné kyseliny jsou navíc silně hydrofobní, jejich stravitelnost v tenkém střevě je snížena a mohou se dostávat až do střeva tlustého a poškozovat střevní epitel [34]. Optimální poměr nasycených mastných kyselin (SUFA), mononenasycených mastných kyselin (MUFA) a polynenasycených mastných kyselin (PUFA) by měl být SUFA : MUFA : PUFA = 1 : 1 : 1 [39]; podle novějších zdrojů se preferuje 1 : 1,4 : 0,6 [15].

Tabulka I. Průměrné složení tavených sýrů

Obsah tuku v sušině [% t.v.s.]	Sušina [w/w %]	Energie [MJ.kg <sup>-1</sup> ]	Tuky [g.kg <sup>-1</sup> ]	Bílkoviny [g.kg <sup>-1</sup> ]	Sacharidy [g.kg <sup>-1</sup> ]
70	47,7	15,59	363,2	105,0	8,6
65	47,5	15,05	338,8	126,2	10,4
60	41,9	12,96	283,3	128,0	7,4
55	39,3	11,61	240,8	142,2	9,5
50	41,5	11,80	231,6	177,5	6,1
45	40,2	11,08	205,6	189,1	7,4
40	36,4	9,40	158,0	196,9	8,8
30	32,5	7,85	115,3	195,9	13,7

Obsah vápníku (kalcia) v tavených sýrech se pohybuje mezi 2,60 – 5,80 g.kg<sup>-1</sup> [34]. Z kvantitativního hlediska je důležitou esenciální minerální složkou v lidském těle, jehož obsah u dospělých žen činí asi 1000 mg a 1200 mg vápníku u dospělých mužů. Přičemž 99 % vápníku je obsaženo v kostech a zubech ve formě fosforečnanu vápenatého [54]. Zbytek (asi 1 %) se nachází v ionizované formě v krvi, extracelulárních tekutinách, svalech a jiných tkáních, kde je nezbytný např. pro srážení krve, pro kontrakci svalů, včetně srdečního aj. Při poklesu obsahu vápenatých iontů v séru, jsou v organismu spuštěny

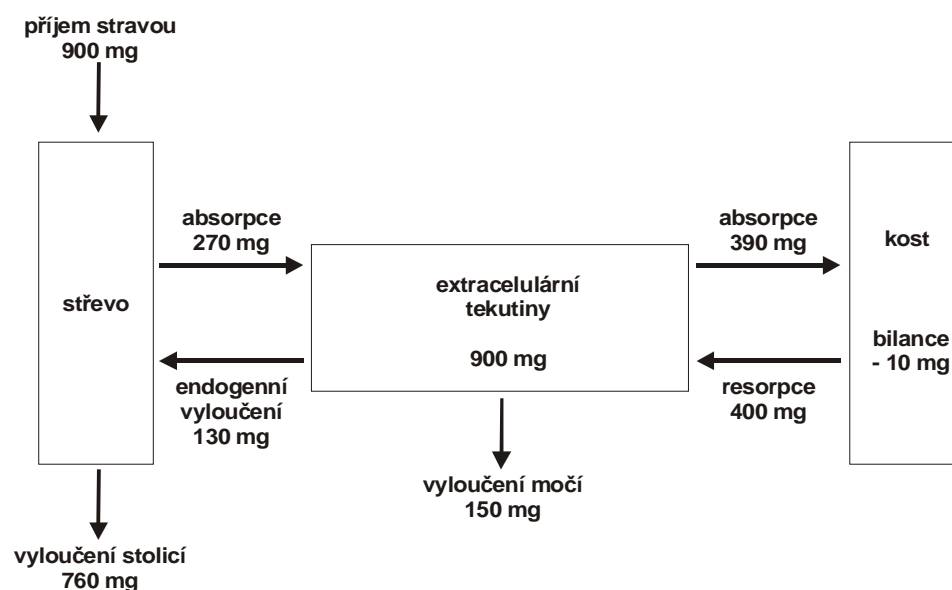
procesy, které mají normální koncentraci vyrovnat tak, aby zůstávala relativně konstantní (přibližně  $2,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ ). Mezi takové mechanismy patří např. zvýšená resorpce vápníku v ledvinách, jeho zvýšená absorpce ze střeva a vyšší resorpce z kostní hmoty. Při dlouhodobě trvajícím nedostatečném příjmu vápníku je toto hlavní příčinou úbytku kostní hmoty, neboť udržení relativně konstantní koncentrace vápenatých iontů v séru je pro zabezpečení funkcí organismu prioritní.

Vápník patří v naší výživě k nejproblematičtějším nutričním faktorům. Výživová situace u naší populace není ideální. Řada lidí, zejména díky nízké spotřebě mléka a mléčných výrobků má vápníku nedostatek. Doporučený příjem vápníku pro průměrného obyvatele se pohybuje v intervalu 800 - 1000 mg za den. Pro dospívající a starší osoby a dále pro těhotné a kojící ženy se uvádí doporučený příjem vyšší. Existují totiž potraviny, které sice mají vysoký obsah kalcia, přesto jsou málo významné, protože jejich vápník nemůže být tělem využit. Jedná se např. o zeleninu, která obsahuje sice relativně vysoké množství vápníku, ale v důsledku vazeb na sloučeniny vyskytující se ve vláknině (jako například oxaláty a fytáty) je jeho vstřebatelnost značně snížena; dále nadbytek tuku v potravě blokuje vstřebávání vápníku, díky tvorbě nerozpustných vápenatých mýdel [4] [15].

Ke vstřebání vápníku dochází dvěma procesy, a to aktivním transportem v duodenu a horních částech jejunu a pasivním transportem v celé délce tenkého střeva především však v ileu a v nepatrném množství i v tlustém střevu. Naopak ke ztrátám vápníku dochází stolicí, močí a potem. Stolicí odchází prvek neabsorbovaný z potravin (v kojeneckém věku cca 40 %, v pubertě 65 – 75 %, v dospělosti průměrně cca 75 %, u žen po menopauze se toto procento zvyšuje o přibližně 2 % za každých 10 let) a dále ten, který byl endogenně vyloučen do trávicího traktu (jeho část se může v dalších oddílech střeva reabsorbovat). Schématicky je transport vápníku v těle dospělého člověka znázorněn na obrázku 1 [20]. Resorpce závisí na věku, pohlaví, hladině vitamínu D v organismu, pH v tenkém střevě (vyšší pH resorpci snižuje), příjmu vlákniny apod. K hlavním biologickým funkcím vápníku patří kromě stavební funkce, ve vazbě na bílkoviny osteokalcin a osteonektin, účast na nervové a svalové činnosti [39].

Za nejlepší zdroj vápníku je považováno mléko a mléčné výrobky. Některé práce uvádí, že nadměrný příjem fosforu redukuje vstřebávání vápníku. Za ideální poměr fosforu k vápníku je pak považován poměr Ca : P 1 : 1. Novější literatura však význam tohoto pravidla spíše snižuje [9]. Navíc dodává, že fosfor zvyšuje resorpci vápníku v ledvinách, tedy snižuje jeho

ztráty močí. Je nutné posuzovat nejen absolutní koncentraci fosforu, ale zejména sloučeniny, ve kterých se fosfor nachází – např. fytáty, které jeho absorpci jednoznačně snižují.



Obr. 1. Transport vápníku v těle dospělého člověka

V neposlední řadě tavené sýry obsahují v malém množství laktózu; vitaminy ve významném množství jako retinol, thiamin, riboflavin, dále niacin (kyselina nikotinová) a nikotinamid (amid kyseliny nikotinové). Avšak při tavení obsah vitaminů klesá hlavně v důsledku teploty tavení [3] [17].

### 1.3 Rozdělení tavených sýrů

Nejčastější dělení tavených sýrů je podle obsahu tuku v sušině. Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. (v platném znění) udává následující dělení tavených sýrů:

- vysokotučné s obsahem 60 % a více (w/w) tuku v sušině,
- tavené sýry s obsahem 30 až 60 % (w/w) tuku v sušině (nepojmenovaná skupina),
- nízkotučné s obsahem 30 % a méně (w/w) tuku v sušině.

FORMAN [17] řadí tavené sýry do čtyř skupin, kde *vysokotučné* tavené sýry představují výrobky s obsahem tuku v sušině 60 až 70 % (w/w), *plnotučné* s obsahem tuku v sušině 45 až 55 % (w/w), *polotučné* s obsahem tuku v sušině 40 % a méně a nakonec *nízkotučné* tavené sýry do 20 % (w/w) tuku v sušině.

GUINEE, CARIĆ a KALÁB [21] uvádí následující dělení tavených sýrů:

- *pasteurized blended cheese* (možný český ekvivalent: pasterovaný sýr) – jedná se o výrobek ve formě plátků nebo bloků ve spotřebitelském balení. Používané přísady: sýr, smetana, bezvodý mléčný tuk, sušená smetana, voda, NaCl, potravinářské barvivo, koření a aroma (jiné než je stávající vůně sýru, a kouřový extrakt) a inhibitory plísní (např. kyselina askorbová, propionát sodný),
- *pasteurized processed cheese* (možný český ekvivalent: pasterovaný tavený sýr) – složení je podobné jako u pasterovaného smíšeného sýru, ale s následujícími přísadami: tavicí soli, organické kyseliny (např. mléčná, octová a citrónová kyselina) pro úpravu pH konečného výrobku,
- *pasteurized processed cheese foods* (možný český ekvivalent: pasterované tavené sýrové produkty) - složení je podobné jako u pasterovaného taveného sýru, kde dalšími přísadami jsou mléčné suroviny (mléko, krém, smetana, mléčný tuk, tvaroh, syrovátkový protein),
- *pasteurized processed cheese spread* (možný český ekvivalent: pasterované tavené sýrové pomazánky) – kromě surovin použitých pro pasterovaný tavený sýr se ještě přidávají hydrokoloidy (např. rohovníková moučka, želatina, karboxymethyl celulosa nebo karagenan) a sladidla (např. cukr, dextrosa, kukuřičný sirup, glukozový sirup, hydrolyzovaná laktosa),
- *pasteurized cheese spread* (možný český ekvivalent: pasterované sýrové pomazánky) - složení je podobné jako u pasterované tavené sýrové pomazánky, avšak použití přídavku tavicích solí není dovolené.

Na trhu se vyskytují kromě již zmíněných skupin tavených sýrů i tzv. analogy tavených sýrů (*processed cheese analogues*). Jedná se o imitaci sýrů obecně definované jako produkty, které mají za cíl částečně nebo úplně nahradit mléčný tuk anebo bílkovinu nemléčnými složkami, především rostlinného původu, a to z ekonomického nebo výživového důvodu. Při jejich výrobě jsou používány kaseináty (sodné, vápenaté), proteiny jiného než mléčného původu (např. sójový protein, pšeničný lepek atd.), rostlinné oleje (sojový olej, palmojadrový olej atd.), hydrokoloidy (např. karagenan) [21], a také tavicí soli, aromatické látky, vitaminy, sladidla, barviva. Hlavní předností náhrady mléčných surovin rostlinnými zdroji je snížení nákladů na výrobu. Obliba analogů tavených sýrů v zahraničí roste pro



jejich nízkou cenu, nižší obsah cholesterolu a tuku, ve kterém převažuje podíl MUFA a PUFA. Největší uplatnění však nachází v provozovnách Fast-food. Legislativa České republiky pojem „analog tavených sýrů“ nezná, tento pojem se vyskytuje v anglické literatuře [8] [10] [22].

Na pultech českých obchodů a supermarketů se můžeme setkat s tzv. „taveným výrobkem“, který je obdobou již zmíněných analogů tavených sýrů. Jedná se o produkt vyrobený výhradně z rostlinných tuků, které nahrazují mléčný tuk za účelem snížení obsahu cholesterolu. Další nespornou výhodou jsou nižší náklady na jejich výrobu [52]. Podle platné legislativy se však nejedná o mléčný výrobek, ale o potravinářský výrobek, protože mléčný tuk je nahrazen tukem rostlinným. Kopáček [28] ve svém článku „*Tavené sýry a jejich imitace*“, zastává názor, že výše jmenované produkty by měly být nabízeny na trhu pod názvem „tavený výrobek“, „tavená pomazánka“ či „potravinový výrobek“, protože jinak se výrobci dopouští klamavého označení.

#### 1.4 Princip výroby tavených sýrů

Pro dosažení jemné a homogenní struktury tavených sýrů bez separace vody, tuků a proteinů je nezbytná přítomnost tavicích solí, což dokázal první pokus o jejich výrobu popsáný již v roce 1895 (viz kap. 1.1). Zahřátí směsi přírodních sýrů bez přídavku tavicích solí, by mělo za následek destrukci membrán pokrývající povrch tukových kuliček; tukové kuličky by se spojovaly do větších celků; účinkem nízkého pH a vysoké teploty by došlo k agregaci a kontrakci kaseinů, čímž by se uvolnila voda a následkem čehož by nastalo oddělení hydrofilní a hydrofobní fáze [21]. Proto tavicí soli označované jako emulgátory (emulující činidla angl. emulsifying agents) jsou podstatné ve výrobě tavených sýrů. V pravém slova smyslu se však nejedná o skutečné emulgátory jako povrchově aktivní látky, ačkoli pomáhají emulgovat tuk a stabilizovat emulzi. V praxi se používají soli s vícetytnými anionty (především fosfáty, polyfosfáty a citráty) a monovalentními alkalickými kovy (zejména sodík).

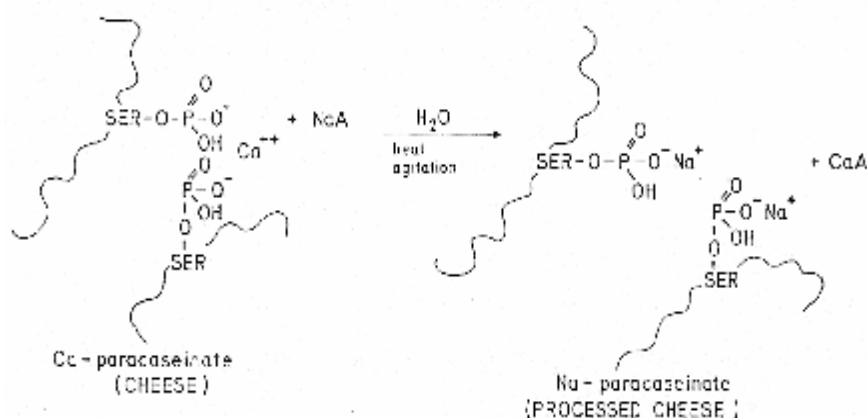
Kasein, jako nejdůležitější globulární bílkovina mléka není ve vodě rozpustná a tvoří koloidní roztoky. Jednotlivé frakce kaseinu (především  $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ - a  $\beta$ -) mají nepolární (lipofilní) segment (blíže karboxylovému konci) a polární (hydrofilní) oblast (blíže

aminovému konci). Tato struktura předurčuje jednotlivé frakce kaseinů jako přirozené emulgátory, nicméně tato schopnost je v sýru potlačena díky vápenatým můstkům zesilující matici sýra. Vápník je navázán na karboxylové skupiny kyselých aminokyselin (kyseliny asparagová a glutamová) a dále na fosfoserylové zbytky [10]. V přítomnosti tavicích solí nastává:

- izolace vápníku z proteinové matrice,
- peptizace, rozpouštění a rozptýlení proteinů,
- hydratace a nabobtnání proteinů,
- emulgace tuku a stabilizace emulze,
- stabilizace a kontrola pH,
- formování vhodné struktury po ochlazení [8] [10] [22].

Jednomocný sodík a dvojmocný vápník se vůči bílkovině chovají antagonisticky. Ionty sodíku dispergují, rozpouštějí, peptizují a podporují bobtnání molekuly bílkoviny. Ionty vápníku podporují dehydrataci, zahušťují a tvoří větší agregáty polypeptidů a podporují jejich seskupení do síťovité struktury (pochod, který končí až viditelnou koagulací – srážením). Oba kationy působící protisměrně jsou zčásti v rovnovážném stavu a stabilizují koloidní systém, tj. příslušný komplex bílkovin. Poruší-li se rovnovážný stav jakýmkoli posunem kationtů či aniontů (z vnějšku nebo z vnitřního systému), projeví se to podle převahy jednomocného nebo dvojmocného kationtu tím, že se koloidní fáze zahušťují nebo dispergují [3].

Schopnost odštěpovat z prostředí a na sebe vázat monovalentní i polyvalentní kationty kovů mají fosfáty. Afinita fosfátů ke kationtům je ovlivněna teplotou, pH, počtem monomerů v molekule a typem kationtu (vzrůstající afinitu kationtů k fosfátům ukazuje řada:  $\text{NH}_4^+ < \text{K}^+ < \text{Na}^+ < \text{Li}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Ca}^{2+}$ ) [36]. Díky této vlastnosti tavicích solí může dojít k iontové výměně, kdy vápenaté ionty jsou od kaseinů přitahovány k fosfátům vyššími elektrostatickými silami než do té doby vázané sodné ionty, které jsou naopak z fosfátů uvolněny a váží se na kasein (viz obr. 2) [10][21]. Následkem čehož je nerozpustný parakaseinan vápenatý přeměněn na rozpustnější parakaseinan sodný, čímž se zlepši rozpustnost kaseinu ve vodě.



Pozn.: A – anion tavicí soli, SER – aminokyselina serin

Obr. 2. Chemická reakce výměny iontů sodíku za ionty vápníku při procesu tavení

Při procesu tavení dojde k narušení polypeptidového řetězce a fosfátové skupiny z tavicích solí se na protein navážou buď esterově na hydroxylovou skupinu serinu nebo přes vápenaté ionty na karboxylové skupiny. Dojde ke zvýšení hydrofilních vlastností. Proteinové molekuly se stanou větší, adsorbují větší množství vody, a tak zvětší viskozitu koloidního systému (taveniny). Tento jev je známý jako tzv. krémování [8] [10] [22].

## 1.5 Technologie výroby tavených sýrů

Proces výroby tavených sýrů (viz obr. 3) spočívá v roztavení směsi přírodních sýrů spolu s tavicími solemi a dalšími mléčnými i nemléčnými přísadami.

Přírodní sýry tvoří hlavní základ tavených sýrů a podstatně ovlivňují jakost taveného sýru, a proto je důležitý jejich výběr. Výroba tavených sýrů dovoluje dobře zhodnotit i sýry, které jsou sice chuťově bezchybné, avšak vzhledově nevyhovují danému typu [29]. Naopak sýry s mikrobiálními vadami se nedoporučují používat, zejména jedná-li se o sporulující mikroorganismy a plísně tvořící mykotoxiny. Spory přežívají tavicí teploty, v sýru mohou vyklíčit a znehodnotit ho. V České republice se používá zejména Eidamská cihla, Eidamský blok o různém obsahu tuku v sušině, Moravský blok a Primátor (z důvodu vyšší ceny jsou používány méně) apod. Kromě přírodních sýrů jsou dalšími surovinami tvaroh (ke zvýšení obsahu tukuprosté sušiny a snížení pH), máslo (ke zvýšení obsahu tuku), pitná voda, tavicí

solí, tzv. krém (předtavená surovina – pro snadnější roztavení směsi surovin), dále přísady ovlivňující chuť a barvu (šunka, žampiony, zelenina apod.) [3] [8] [10].

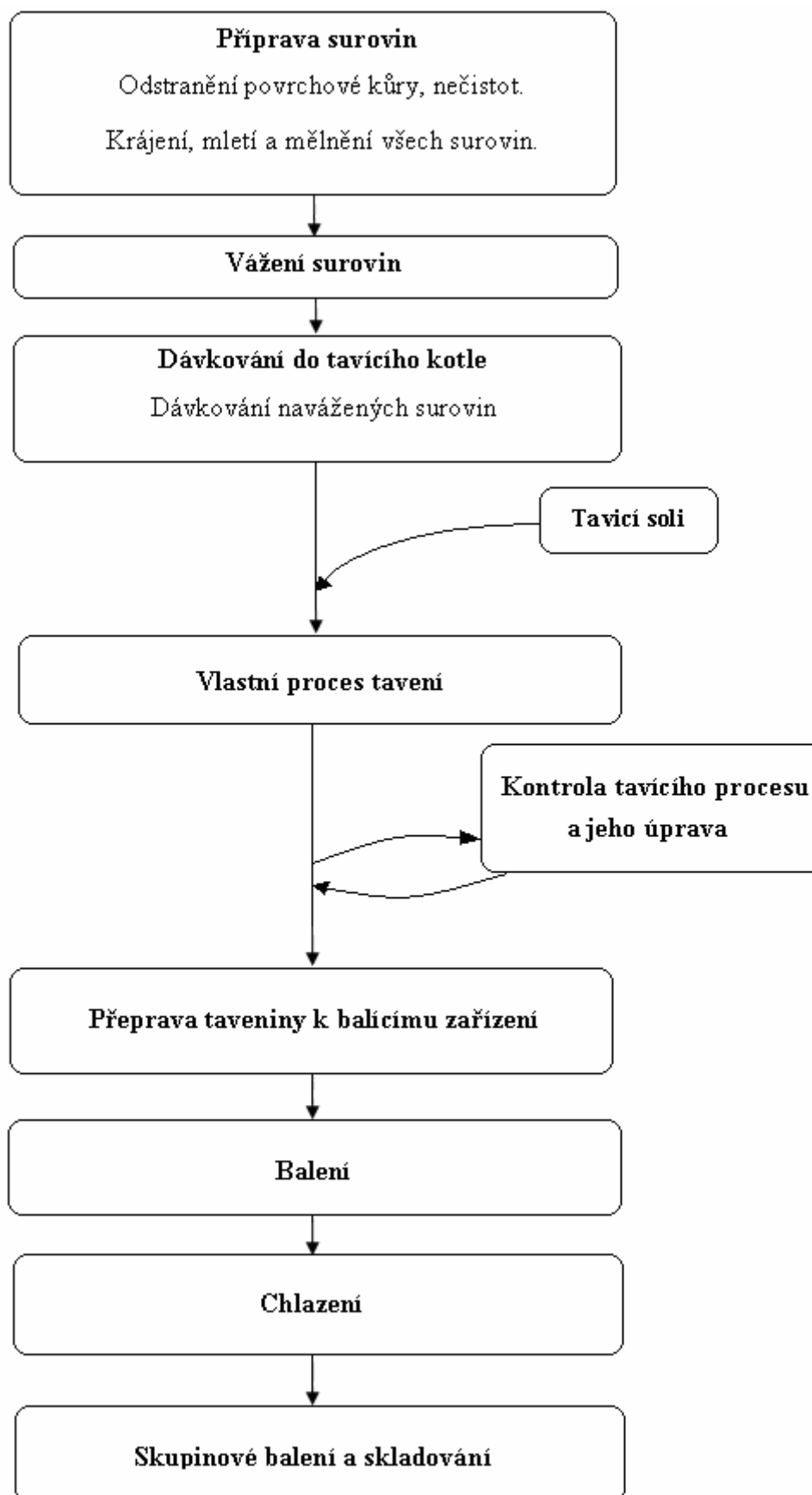
Vybrané přírodní sýry se před vlastním zpracováním čistí, popř. se povrchově ošetří (např. je-li třeba odstraní se povrchová kůra), rozřežou se na menší kousky a umístí do válcovacích stolic, kde probíhá jejich mělnění.

Složení směsi surovin pro tavení závisí na požadavcích kladených na výsledný tavený sýr. Důležitým aspektem je obsah sušiny, tuku v sušině a konzistence finálního výrobku [40]. Kromě hlavních přísad se do směsi přidává pitná voda. Při výpočtu jejího množství musíme zohlednit skutečnost, že tavenina je zahřívána přímým vstříkem páry, a proto množství přidávané pitné vody musíme snížit o vodu zkondenzovanou z páry [17] [19] [32]. Přídavek tavicích solí se pohybuje v rozmezí 2-3% hmotnosti surovinové skladby [8] [17] a závisí na charakteru přírodních sýrů (druh, stáří, stupeň zralosti přírodních sýrů). Komerčně dodávané tavicí soli jsou obvykle směsí několika chemických látek, jejichž přesné složení a míscí poměry jsou předmětem obchodního tajemství. Při výrobě jednoho druhu taveného sýru se velmi často používá více druhů tavicích solí. Výrobci pouze charakterizují jejich jednotlivé tavicí soli pomocí účinnosti výrobku v oblasti výměny iontů, krémování a úpravy pH. Předávkování může způsobit nežádoucí změny vlastnosti tavených sýrů (např. chuti) [8].

Vlastní proces tavení probíhá v relativně úzkém rozmezí pH (5,5 – 6) závisící na druhu surovin a typu finálního výrobku. Obvykle se používají dva typy tavicích kotlů, starší Vögele a novější Stephan. Tavení může probíhat kontinuálním nebo diskontinuálním způsobem. V České republice se používá především diskontinuální výroba. Rozmělněná surovina se dopraví do tavicích kotlů, kde se smíchá s dalšími surovinami (máslo, voda, tavicí soli apod.). Tavení probíhá za stálého míchání přímým ohřevem parou a současným ohřevem pláště. Současně s ohřevem se zapíná i vývěva, která vytváří v kotli podtlak 0,04 - 0,05 MPa za účelem odsátí pachu a vzduchu, který tvoří bubliny. Teplota tavení je udávána u různých autorů různě 71 až 95 °C [10], 75 až 90 °C [19], 85 až 95 °C [17], 80 až 120 °C [50]. Podle nejnovějších podnikových norem některých tavíren v České republice se začínají využívat spíše vyšší teploty v rozmezí 90 až 115 °C (díky této teplotě s zvyšuje údržnost tavených sýrů) [7]. Celková doba tavení od počátku záhřevu je 5 – 15 min [17].

V případě kontinuálního procesu se tavení provádí v antikoročních ocelových trubkách při teplotě 130 až 145 °C po dobu 2 - 3 s, kdy je zajištěn sterilační efekt. U diskontinuálního způsobu se jedná pouze o pasterační efekt [10].

Homogenní tavenina je balena při teplotě v rozmezí 60 – 80 °C (sníží se tak pravděpodobnost kontaminace mikroorganismy) do hranolovitých a trojúhelníkových forem vyložených hliníkovou folií, která je z vnitřní strany lakovaná. Používají se i jiné obalové materiály jako tuby, plasty, kelímky, sklenice apod. [8] [17]. Takto zabalený tavený sýr se po vychlazení dále skupinově balí do transportních obalů a skladuje se při teplotě pod 8 °C. Vyhláška Ministerstva zdravotnictví 77/2003 Sb. uvádí teplotu skladování 4 - 8 °C.



Obr. 3. Proces výroby tavených sýrů

## 2 REOLOGICKÉ VLASTNOSTI TAVENÝCH SÝRŮ

### 2.1 Reologické veličiny u taveného sýru

Reologie je nauka o vztahu deformace, napětí a rychlosti deformace v reálných látkách. Je zobecněním klasické teorie pružnosti a teorie proudění viskózních tekutin, přičemž hranici mezi kapalinou a pevnou látkou nepokládá za ostrou. Při výrobě tavených sýrů a v sýrařství vůbec je důležitá proto, že jí lze popisovat složku jakosti výrobku – konzistenci.

Tělesa mění působením síly svůj tvar. Zatížením se protahují, působením krouťícího momentu nastává deformace, smykové napětí vyvolává posuv jedné vrstvy po druhé (smyk) apod. Všechny tyto jevy zahrnujeme pod pojmem *deformace*. Síla, která vyvolává tuto deformaci, je napětí kolmé nebo tečné a vztahuje se na jednotku plochy. Přestane-li napětí působit, látka se vrátí do původního stavu, pak hovoříme o deformaci elastické. Nebo látka zůstává ve stavu, do kterého byla působením sil přivedena a pak se jedná o deformaci trvalou [23].

Většina tavených sýrů se řadí mezi viskoelastické látky, které jsou v podstatě kombinací elastické a viskózní složky. Ideální elastická látka stejně jako ideální viskózní látka neexistují. Elastická látka má definovaný tvar a deformací vnější silou přechází do nového rovnovážného tvaru. Po odstranění vnější síly se tvar vrátí do původního stavu, zatímco viskózní látka se deformací rozptýlí. V reologii tavených sýrů míru elasticity reprezentuje elastický modul pružnosti  $G'$  a míru viskozity ztrátový modul pružnosti  $G''$  [3][23][57].

Reologické vlastnosti jsou závislé na podmínkách měření, především deformační rychlosti, a tato závislost má různý charakter u sýrů např. s odlišným pH nebo stupněm zralosti. Mezi sýry stejného typu existuje značná variabilita daná vlivem složení sýra a stavem jeho složek (např. obsah tuku, vody v tukuprosté hmotě, NaCl, vápníku, pH, iontová síla, obsah a objem bílkovin), které jsou důsledkem zpracování rozdílné suroviny za odlišných podmínek [49].

K měření reologických vlastností viskoelastických látek se využívá různých geometrií např. kužel – deska, deska – deska a válec – válec.

Viskoelastické chování taveného sýru posuzovaného metodou dynamické oscilační reometrie za pomoci měřící geometrie deska – deska (z nichž jedna osciluje) vyvolává

harmonický průběh smykového namáhání vzorku. Odezvou je harmonický průběh smykové deformace, která je však vlivem existence nevratné deformace způsobené viskozitní složkou reologického chování posunuta o fázový úhel  $\delta$ . Celkový odpor vzorku proti deformaci vyjadřuje komplexní modul pružnosti ve smyku  $G^*$  daný vztahem:

$$G^* = \frac{\tau_0}{\gamma_0} [\cos(\delta) + i \sin(\delta)] = G' + iG'' \quad (1)$$

kde:	$G^*$	komplexní modul pružnosti [Pa]
	$G'$	elastický modul pružnosti [Pa]
	$G''$	ztrátový modul pružnosti [Pa]
	$\tau_0$	amplituda smykového napětí [Pa]
	$\gamma_0$	amplituda smykové deformace [-]
	$\delta$	fázový posun [°]
	$i$	komplexní číslo $i = \sqrt{-1}$

pro fázový posun platí:

$$\tan \delta = \frac{G''}{G'} \quad (2)$$

Míra viskoelastičnosti sýru je dána velikostí úhlu fázového posunu; ideálně elastický materiál má  $\delta = 0^\circ$  a ideálně viskózní materiál má  $\delta = 90^\circ$  [41]. Pro  $\tan \delta = 1$  platí, že materiál je ve stejné míře pevnou i kapalnou látkou. Jestliže  $\tan \delta < 1$ , materiál se chová více jako pevná látka, a když  $\tan \delta > 1$  chová se materiál více jako kapalina. Hodnota  $\tan \delta$  tedy charakterizuje chování daného vzorku materiálu.

Dalším způsobem jak prezentovat výsledky dynamické oscilační reometrie je použit komplexní viskozitu  $\eta^*$ , která souvisí s viskózní  $\eta'$  a elastickou  $\eta''$  složkou tímto způsobem [57]:

$$|\eta^*| = \sqrt{(\eta')^2 + (\eta'')^2} \quad (3)$$

kde:	$\eta^*$	komplexní viskozita [Pa.s]
	$\eta'$	viskózní složka [Pa.s]
	$\eta''$	elastická složka [Pa.s]



Pro viskózní složku platí: 
$$h' = \frac{G''}{\omega} \quad (4)$$

Pro elastickou složku platí: 
$$h'' = \frac{G'}{\omega} \quad (5)$$

kde:  $\omega$  úhlová frekvence [ $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

Komplexní viskozitu lze také vypočítat ze vztahu:

$$|h^*| = \frac{1}{\omega} |G^*| \quad [\text{Pa}\cdot\text{s}] \quad (6)$$

Pomocí fázového posunu  $\delta$  získaného měřením komplexního modulu pružnosti  $G^*$  jsme schopni vypočítat velikost smykové deformace  $\gamma$ . Deformace smykem vzniká, působí-li síla v rovině průřezu. Pak dochází k posunutí jednotlivých vrstev materiálu vlivem vnější síly. Smykovou deformaci získáme ze vztahu [24]:

$$g = g_0 \cos \omega t \quad [-] \quad (7)$$

kde:  $\gamma_0$  amplituda smykové deformace [-]  
 $t$  čas [s]  
 $\omega$  úhlová frekvence [ $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

Další důležitou veličinou z hlediska popisu toku materiálů při níž dochází ke smýkání je rychlost smykové deformace  $\dot{g}$  [24]:

$$\dot{g} = \frac{dg}{dt} = -\omega g_0 \sin \omega t \quad (8)$$

Smykové napětí pro elementy deska – deska pak vyjadřuje vztah [24]:

$$t = g_0 (G' \cos \omega t - G'' \sin \omega t) \quad (9)$$

kde:  $\tau$  smykové napětí [Pa]

Na konzistenci tavených sýrů, především dobře roztíratelných, jsou kladeny vysoké nároky. Je požadavek, aby se v teplotním intervalu  $80\text{ }^\circ\text{C}$  (teplota při plnění do obalů) až  $4 - 8\text{ }^\circ\text{C}$

(teplota skladování a praktického použití), jakož i po celou záruční dobu co nejméně měnila [44].

## 2.2 Vliv na konzistenci tavených sýrů

Jedním z ukazatelů kvality tavených sýrů je jejich konzistence. Pro výrobce a spotřebitele je konzistence důležitým senzoričkým znakem při výběru a hodnocení tavených sýrů. Výsledná konzistence je ovlivněna zejména těmito faktory:

- Vztah *sušiny a tuku v sušině*. Tužší konzistence je možno dosáhnout zvyšováním sušiny při konstantním obsahu tuku (a naopak). Tavený sýr roztíratelnější konzistence získáme zvyšováním obsahu tuku v sušině při konstantním obsahu sušiny (a naopak). Přizpůsobování obsahu sušiny a tuku v sušině má však své hranice, tudíž u nízkotučného taveného sýru nedosáhneme stejné roztíratelnosti jako u sýru vysokotučného. Významnou roli hraje i vhodná volba tavicích solí [8].
- Při vyšší *kyselosti* taveniny (pH klesá) má tavený sýr pevnější konzistenci, což je způsobeno posunem pH blíže k isoelektrickému bodu kaseinu. Naopak, čím méně je tavenina kyselá (pH roste) získáme tak výrobek s měkčí konzistencí, což je možno vysvětlit posunem pH dále od isoelektrického bodu kaseinu [31][33].
- Průběh tavení a jakost výrobku příznivě ovlivňuje přidavek tzv. *krému* – tavenina z předchozí výroby. Krém urychluje tvorbu disperze, pomáhá stabilizovat tukovou emulzi, zvyšuje viskozitu a zkracuje strukturu těsta, takže výrobek má krémovitou a roztíratelnou konzistenci.
- *Typ sýru a stupeň zrání*. Mladý, málo prozrálý sýr vytváří při krátké době tavení tuhoun gumovitou konzistenci. Tato konzistence je žádaná pro výrobky s lomem (např. blokové tavené sýry). Naopak při použití velmi zralého sýru se dodatečně uvolňuje voda a těsto ztuhne, sýr se pak lepí k obalu. Při použití čerstvých sýrů vzniká prázdňá a nakyslá příchuť [59].
- Konzistenci také ovlivňuje přítomnost *vápenatých iontů* v surovině. Čím menší podíl  $\text{Ca}^{2+}$  v surovině, tím je menší tvorba gelu, tj. krémování a konečný výrobek má pak měkčí konzistenci. Příčinou toho je menší zapojení  $\text{Ca}^{2+}$  do tvorby proteinové matrice, což vede k méně intenzivnímu zesíťování a to se projeví měkčí konzistencí.

Toho se využívá při výrobě plátkových tavených sýrů (nejvhodnější surovina čedar) [8] [59].

- Přídavek *laktózy* v podobě sušené syrovátky nebo sušeného odstředěného mléka snižuje tuhost a zlepší roztíratelnost taveného sýru.
- Výslednou konzistenci výrazně ovlivňuje i *proces zpracování*, který zahrnuje tavicí teplotu, míchání taveniny, homogenizaci a rychlost chlazení. Rychlost míchání je důležitá z hlediska velikosti tukových kuliček. Čím je míchání intenzivnější, tím jsou tukové kuličky menší a výsledná konzistence tavených sýrů tužší. Při homogenizaci se zvyšuje lesk a zjemňuje se chuť taveniny, podporuje se její roztíratelnost a zlepšuje se dispergace tuku. Za určitých podmínek však může vzniknout nadměrná krémovitost, tzv. překrémování, které je spojeno s agregací proteinů a jejich dehydratací a následné uvolnění vody [17][59].
- *Chlazení* jako závěrečná operace je dalším faktorem ovlivňující konzistenci. Krémování probíhá jen při teplotě nad 25 °C a proto, čím pomaleji sýr chladíme, tím tužší se dosahuje konzistence. To patrně souvisí mimo jiné s hydrolyzou tavicích solí, jenž probíhá rychleji za vyšších teplot. Nicméně hydrolyzou se mění molekulová hmotnost tavicích solí (klesá počet monomerů v molekule), což se projeví nižší afinitou k vápenatým iontům, které se snadněji uvolňují a intenzivně zesítují proteinovou matici [8] [17].

### 2.3 pH tavených sýrů

Vliv pH významně ovlivňuje výslednou konzistenci tavených sýrů. Vytvoření stabilní emulze, struktury a vhodných organoleptických vlastností je možné jen v úzkém rozmezí pH a to od 5,0 do 6,0 optimální je pH 5,7 až 6,0. Při dosažení pH v rozmezí 5,7 až 6,0 během výroby tavených sýrů se vytvoří trojrozměrná síť, která fixuje tukové kuličky a částečně brání agregaci proteinů [33].

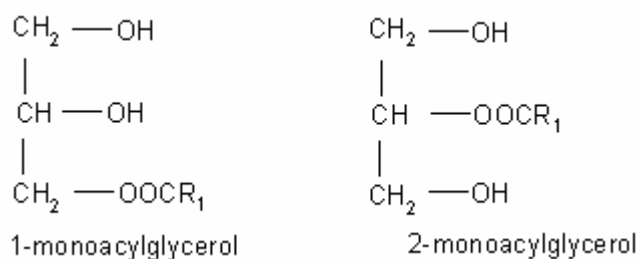
Při nízkém pH (5,0 až 5,2), které je blízké isoelektrickému bodu kaseinu se sýrová hmota smršťuje. Výsledkem je krátký a drobivý sýr bez lesku, někdy bílkoviny vyvločkují a tavenina se vysráží.

Při vyšším pH dojde ke snížení elektrostatických interakcí, díky zvětšování negativního náboje proteinů, což způsobuje jejich odpuzování. Sýr se rychle taví, často vzniká silně krémovitá, pudingová až blátivá konzistence a výrobek se obtížně balí. Při pH nad 6,5 se navíc začíná uvolňovat tuk a můžou nastat mikrobiologické problémy.

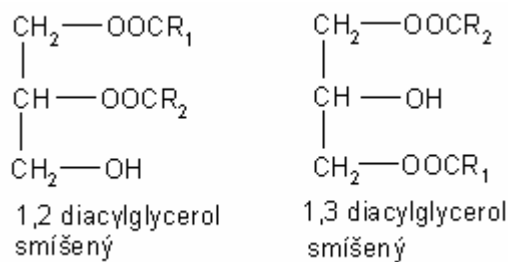
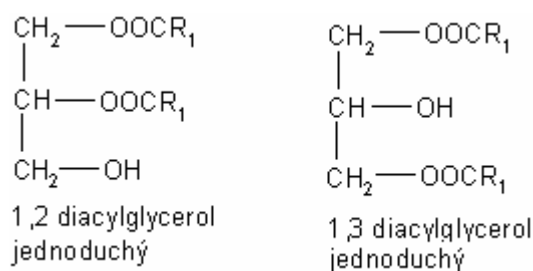
### 3 MONOACYLGLYCEROLY

Monoacylglyceroly (dále jen MAG) jsou parciální estery trojsytného alkoholu glycerolu s vyššími mastnými kyselinami. Vznikají substitucí jednoho vodíku hydroxylové skupiny acylem (zbytkem mastné kyseliny). Podle počtu vázaných zbytků mastných kyselin rozeznáváme tři typy acylglycerolů [11][42]:

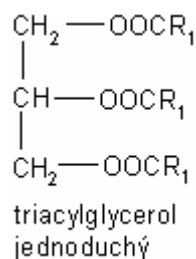
1. *Monoacylglyceroly (MAG)*, tj. 1- a 2- izomer, dříve monoglyceridy

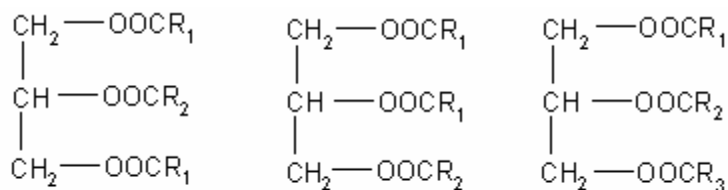


2. *Diacylglyceroly (DAG)*, tj. 1,3- a 1,2-izomery, dříve diglyceridy



3. *Triacylglyceroly (TAG)*, dříve triglyceridy





triacylglyceroly smíšené

Pokud jsou polohy 1 a 3 v molekule triacylglycerolu obsazeny různými zbytky mastných kyselin, stává se uhlík v poloze 2 opticky aktivní [54].

### 3.1 Výroba monoacylglycerolů

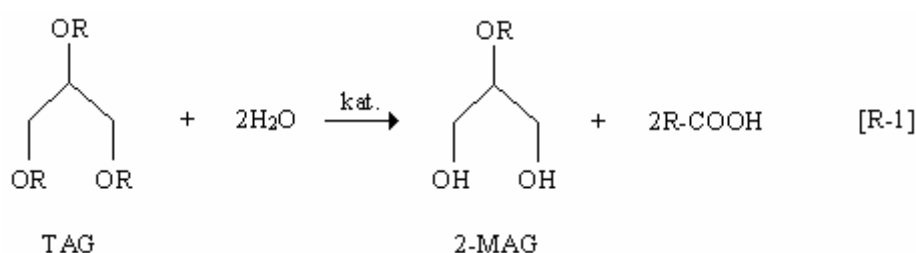
Monoacylglyceroly můžeme vyrobit následujícími způsoby:

- Hydrolýzou
- Esterifikací mastných kyselin glycerolem
- Alkoholýzou
- Adicí MK na glycidol nukleofilním otevřením epoxidového kruhu

#### 3.1.1 Hydrolýza

Tuky a oleje za určitých podmínek hydrolyzují, tj. pomocí vody se štěpí na své původní složky.

Chemicky jde o hydrolýzu TAG vodou za současného odštěpení mastné kyseliny a za vzniku DAG a MAG jako reakčních meziproduktů, které znovu vstupují do reakce s vodou a poskytují konečné produkty reakce – vodný roztok glycerolu a směs štěpených mastných kyselin [R-1]. Jako katalyzátory slouží většinou oxidy nebo hydroxidy kovů druhé skupiny (např. hořčík, zinek). Reakce probíhá za vysoké teploty a pod tlakem.

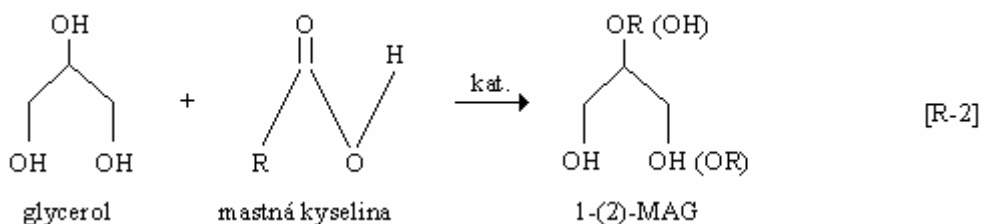


Enzymově probíhá hydrolyza za teploty místnosti. Některé enzymy (lipasy) selektivně štěpí jen určité esterové vazby (např. pankreatickou lipasou se štěpí vazby v polohách 1 a 3 molekuly triacylglycerolu a vznikají 2-monoacylglyceroly). Pro technické účely se enzymatická hydrolyza v současné době nevyužívá [42].

### 3.1.2 Esterifikace mastných kyselin glycerolem

Opakem hydrolyzy je esterifikace. Jde o iontovou reakci, která je katalyzována vodíkovými nebo hydroxylovými ionty. Jako kyselé katalyzátory slouží např. kyselina sírová, různé sulfonové kyseliny nebo fluorid boritý; z alkalických se pak nejčastěji používají alkoholáty alkalických kovů a hydroxidy, ale i lipázy [26] [42].

Esterifikace glycerolu mastnými kyselinami probíhá postupně přes monoacylglyceroly, z nichž další esterifikací vznikají diacylglyceroly a nakonec triacylglyceroly [R-2].



Reakce probíhá za vysoké teploty i bez katalyzátoru, protože voda uvolněná při reakci ihned téká z reakční směsi, a tak reakční rovnováha postupuje ve prospěch esteru [11].

Pro přípravu MAG tímto způsobem se nejčastěji používá alkalický katalyzátor (NaOH). Nevýhodou je vysoká reakční teplota (220-250 °C) a nutnost odstraňování nezreagovaných kyselin. Používá se zejména pro přípravu speciálních MAG.

### 3.1.3 Alkoholýza

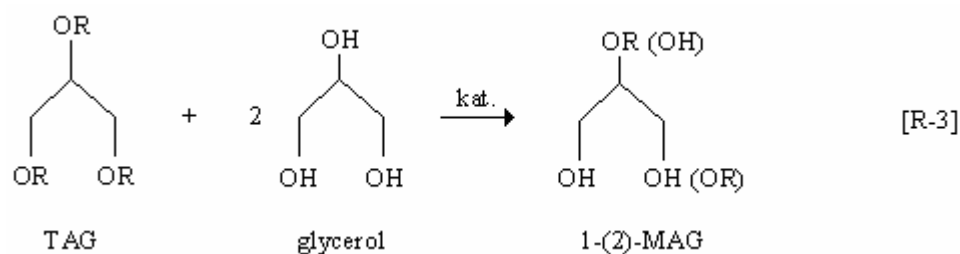
Z hlediska výroby MAG se jedná o nejdůležitější interesterifikační reakci. Jde o reakci triacylglycerolů s jedno nebo více funkčním alkoholem [R-3], při které se přeskupují acyly v molekulách. Podle typu použitého alkoholu ji dělíme na methanolýzu, ethanolýzu, glycerolýzu atd. Reakce alkoholýzy jsou vratné a probíhají za přítomnosti katalyzátorů.

Jako alkalické katalyzátory se používají např. hydroxid nebo methoxid sodný, jako kyselé katalyzátory např. kyselina sírová nebo chlorovodíková [42].

Alkoholýzou je vlastně také přesmyk esterové skupiny u esterů polyfunkčních alkoholů, např. přesmyk 2-monoacylglycerolů na 1-monoacylglyceroly [11].

### **Glycerolýza**

Glycerolýza patří mezi nepoužívanější metody výroby MAG. Jedná se o zvláštní typ alkoholýzy, kdy se tuk štěpí glycerolem za vzniku směsi monoacylglycerolů a diacylglycerolů [R-3].



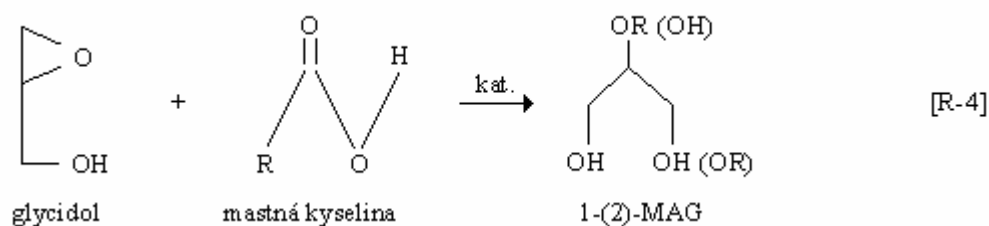
Reakce probíhá za vysoké teploty (200 až 240°C) a za přítomnosti anorganických katalyzátorů, např. uhličitanu sodného, hydroxidu vápenatého nebo hydroxidů jiných kovů (KOH, NaOH), za intenzivního míchání.

Tato reakce má průmyslový význam, protože se takto vyrábějí emulgátory používané pro tukový a jiný potravinářský průmysl. Nutnou podmínkou je následná molekulová destilace, kterou získáme produkt o vysoké čistotě a emulgační účinnosti [42][54].

#### **3.1.4 Adice MK na glycidol nukleofilním otevřením epoxidového kruhu**

Mezi nejnovější způsoby syntézy MAG patří otevření epoxidového kruhu glycidolu s následnou adicí mastných kyselin [R-4]. Při výrobě MAG se pro nukleofilní otevření epoxidového kruhu používají terciární amíny, amoniové soli a komplexy tranzitních kovů (titan, kobalt, chrom a zirkon) a lanthanoidů (samarium, yttrium, europium) [53].





Výroba MAG touto metodou má řadu výhod:

- snadná příprava katalyzátoru
- vysoká konverze
- univerzálnost reakce
- rychlost reakce
- žádné vedlejší reakční produkty
- bezrozpouštědlový systém

Nevýhodou je nutnost přečišťování produktů od jedovatého glycidolu a zejména od katalyzátorů. V průmyslové praxi se tento způsob prozatím nepoužívá.

### 3.2 Vlastnosti monoacylglycerolů

Estery glycerolu s nasycenými mastnými kyselinami jsou většinou tuhé, krystalické látky, které jsou polymorfní. Při krystalizaci vznikají nejdříve nestálé  $\gamma$ - a  $\alpha$ - modifikace s nízkou hustotou, z nich metastabilní  $\beta'$ - forma a posléze  $\beta$ - forma, která je stabilní a má nejvyšší bod tání a hustotu. Tyto přeměny mají za následek částečné změny konzistence tuhých tuků při skladování. Body tání MAG (viz tab. II) jsou blízké bodu tání přítomné mastné kyseliny a zvyšuje se s rostoucí délkou řetězce zbytků mastných kyselin. Bod varu je značně vysoký, takže estery glycerolu mohou být predestilovány jen molekulární destilací [27]. MAG jsou rozpustné v alkoholu a nerozpustné v petroletheru, zatímco triacylglyceroly jsou naopak v alkoholu jen nepatrně rozpustné a v petroletheru se rozpouštějí dobře. Všechny estery glycerolu se dobře rozpouštějí v chloroformu a diethyletheru, ve vodě jsou nerozpustné [11].

Tabulka II. Bod tání  $T_c$  a hodnoty HLB 1-MAG z různých mastných kyselin

$C_n$	$T_c$ [°C]	HLB [-]
10	53	7,4
12	63	6,5
14	70,5	5,6
16	77	4,6
18	81,5	3,7

Poznámka:  $C_n$  – počet uhlíků v molekule mastné kyseliny

$T_c$  – bod tání

MAG se používají jako neionogenní emulgátory typ emulze V/O, zejména v potravinářství [54], protože jsou relativně stabilní a neztrácejí své povrchově aktivní vlastnosti při změnách pH. Obecně za emulgátory považujeme takové látky, které snižují mezipovrchové napětí na rozhraní dvou nemísitelných kapalin o značně rozdílné polaritě a tím podstatně usnadňují dispergaci jedné kapaliny ve druhé ve formě jemných kapek. Molekula emulgátoru se skládá z lipofilní a hydrofilní části, které se na mezifázovém rozhraní orientují tak, že směřují do prostředí o shodné polaritě. Orientace emulgátoru na fázovém rozhraní zabraňuje zpětnému spojování dispergované fáze ve větší kapky a tím zvyšuje stabilitu emulze. Polárnější z obou kapalin je nejčastěji voda, méně polární fáze se obecně nazývá olej a tvoří ji organická sloučenina nebo směs organických sloučenin (např. rostlinný olej, vyšší mastné kyseliny a alkoholy, uhlovodíky). Tendence emulgátoru k vytvoření emulze typu olej ve vodě (O/V) či voda v oleji (V/O) je charakterizována tzv. *HLB hodnotou* (Hydrophilic - Lipophilic Balance), která charakterizuje poměr vlivu hydrofilní a lipofilní části molekuly emulgátoru na její vlastnosti [11][42][54]. Je úměrná poměru rozpustností emulgátoru ve vodné a v olejové fázi. Vysoké hodnoty HLB (8 - 14) mají hydrofilní emulgátory s velkou rozpustností ve vodě, které obvykle dobře stabilizují emulze O/V, zatímco emulgátory s nízkou hodnotou HLB (2 - 6) jsou málo rozpustné ve vodě a dobře stabilizují emulze typu V/O a emulgátory s hodnotami HLB mezi 16 - 20 se využívají jako solubilizátory. Hodnoty HLB mohou být počítány podle různých empirických vzorců a jsou vyjadřovány čísly v nastavitelných stupnicích [12]. Bylo zjištěno, že monoacylglyceroly z nižších mastných kyselin (kyselina kaprylová, kaprinová) způsobují u výrobků hořkou chuť s „kozím“ zápachem, zejména pokud obsahují nezreagovanou kyselinu. Avšak monoacylglyceroly kyseliny myristové, palmitové a stearové nevyvolávají chuťové změny výrobků [5].

Důležitou vlastností MAG je vznik gelu v přítomnosti vody. Po zahřátí k bodu tání se vytvoří lamelární struktura gelu s vodní fází mezi dvojvrstvou, kterou tvoří MAG. Přídavky co-emulgátorů (např. mýdla, monoester sacharózy aj.) způsobí větší odpuzování této dvojvrstvy a tím dojde ke zvětšení prostoru pro vodu. Toto chování je důležité u tvorby těsta v potravinářském průmyslu [58].

### 3.3 Význam MAG v potravinářském průmyslu

Monoacylglyceroly kyseliny stearové, palmitové, olejové a linolové, resp. MAG různých olejů se používají při výrobě margarínů, nízkotučných pomazánek jako emulgační činidlo v množství 0,2 až 2 % na hmotnost výrobku [37]. Úlohou emulgátorů je distribuce vody v tukové fázi za současného vytvoření hladké, krystalicky stabilní konzistence [58].

Monoacylglyceroly našly široké uplatnění hlavně v pekárenském průmyslu, neboť vytvářejí komplexy s amylosou a mají příznivé účinky na výrobní technologii i jakost pečiva. MAG kyseliny laurové, myristové, palmitové nebo stearové zlepšují reologické vlastnosti těsta, aroma, zadržují vodu a umožňují jeho dobrou zpracovatelnost na mechanizovaných linkách. Těsto má vyšší pružnost, a to i tehdy, obsahuje-li použitá mouka méně lepku nebo je-li lepek málo účinný. Zlepšená struktura těsta zadržuje kynutím vytvořený oxid uhličitý, takže hotové těsto má větší objem, rovnoměrnou pórovitost a je křehké. Dále umožní podstatně snížit množství tuku v recepturách různých druhů pečiva, které má pak větší objem a déle si zachovává čerstvost. MAG se dávkuje v množství 0,5 až 1% na hmotnost mouky [42].

Komplexotvorné schopnosti MAG se využívá i při výrobě těstovin (nudle, makaróny, aj.), které pak nejsou po vaření mazlavé, nelepí se a zachovávají si požadovanou pevnost.

Při výrobě dehydratované bramborové kaše zlepšuje přídavek MAG jakost hotové kaše, dává jí správnou strukturu a potlačuje lepivost, kterou může způsobovat amylosa uvolněná z rozrušených škrobových zrn.

V cukrárenském průmyslu se MAG používají ke snížení lepivosti karamelových bonbónů, ke zlepšení konzistence žvýkacích gum a k přípravě šlehaných hmot, které mají větší objem, pevnost a stabilitu [42][48].

V masném průmyslu MAG usnadňují emulgaci tukových částic při přípravě výrobku. Zajišťují vysoce stabilní emulze u lahůdkových salámů určených k roztírání, játrových paštik, tepelně opracovaných i neopracovaných výrobků [1].

Jsou známé antimikrobiální účinky zejména MAG s kratším řetězcem. Ve studii z roku 2003 [45] byl zkoumán antimikrobiální účinek dvou typů monoacylglycerolů (monokaprinu a monolaurinu, připravených reakcí glycidolu s odpovídající mastnou kyselinou) proti důležitým druhům bakteriím, plísním a kvasinkám pomocí. Výsledky ukazují, že tyto substance jsou více účinné proti Gram-pozitivním než proti Gram-negativním druhům. Je prokázáno, že monokaprin v koncentraci 100 – 250 mg/l je schopen zastavit růst testovaných Gram-pozitivních bakterií, kvasinek a také plísní (*Penicillium ochrochloron*, *Alternaria alternata*). Na druhou stranu některé Gram-negativní bakterie a plísně byly odolné vůči působení monokaprinu.

### 3.4 Legislativní aspekty použití MAG v potravinářství

Monoacylglyceroly používané jako emulgátory v potravinářském průmyslu patří do skupiny tzv. přídatných látek a kategorie emulgátorů. V našem případě se jedná o emulgátory E 471 Mono- a diglyceridy mastných kyselin - z jedlých tuků. Vyhláška 304/2004 Sb. Ministerstva zdravotnictví definuje emulgátory jako látky, které umožňují tvorbu stejnorodé směsi dvou nebo více nemísitelných kapalných fází nebo které tuto směs udržují. Rovněž stanovuje druh a povolené množství emulgátorů.

Přídatné látky smějí být používány jen při výrobě potravin uvedených ve výčtu u jednotlivých látek, a to nejvýše do hodnoty stanoveného nejvyššího povoleného množství (NPM). Potravinu určené k dalšímu zpracování smějí obsahovat přídatné látky pouze v případě, že přítomnost těchto přídatných látek je touto vyhláškou povolena v potravinách, které jsou z nich vyráběny. Hodnoty nejvyššího povoleného množství se vztahují na potraviny ve stavu, v jakém jsou uváděny do oběhu, pokud dále není výslovně stanoveno jinak.

Přídatné látky, pro které není stanoveno nejvyšší povolené množství číselnou hodnotou, lze použít při výrobě potravin v množství nezbytně nutném pro dosažení zamýšleného

technologického účinku a při zachování zásad správné výrobní praxe (dále jen "nezbytné množství" - NM). Použití látky přitom nesmí vést ke klamání spotřebitele.

E 471 mono- a dialyceridy mastných kyselin v NPM 4000 mg/kg může být používán k výrobě počáteční mléčné výživy, vyrobené na bázi kravského mléka a určené k výživě novorozenců a kojenců do ukončení čtvrtého měsíce roku, pokud nemohou být kojeni a k výrobě mléka pro nedonošené děti. Dále pro kojence od ukončeného čtvrtého měsíce věku jako součást jejich výživy (pokračovací mléčná výživa) a při výrobě mléčných preparátů s hydrolyzovanou bílkovinou. Smějí být v nezbytném množství používány i při výrobě potravin jako emulgátory, dále jako nosiče a rozpouštědla určená k rozpouštění, ředění a podobné úpravě přídatných látek, potravních doplňků a aromat. Při výrobě tabákových výrobků jsou povoleny používat jako rozpouštědla a nosiče aromatických látek.

Potravin, při jejichž výrobě smí být použito omezené množství přídatných látek E 471 uvádí tabulka III [55].

Tabulka III. Povolené přídavky E 471 v potravinách

Název potraviny	Číslo E	Množství
Tepelně opracovaná smetana	E471 mono- a diglyceridy mastných kyselin	NM
Neemulované tuky a oleje s mastnými kyselinami kromě olivového oleje		10 000 mg/kg
Chléb		NM
Nesušené (čerstvé) těstoviny		NM
Piškoty, sušenky, suchary, obilné výrobky a ostatní druhy dětské výživy		5000 mg/kg
Kakao a výrobky z čokolády		NM
Předvařená rýže		NM

## 4 CÍLE PRÁCE

Úkolem této diplomové práce bylo popsat vliv přídavku vybraných 1-monoacylglycerolů s různým počtem uhlíků v esterově vázané mastné kyselině na jakost tavených sýrů s obsahem 40 a 50% w/w tuku v sušině.

Pro dosažení cílů této diplomové práce bylo nezbytné:

- zpracovat literární rešerši v oblasti technologie výroby tavených sýrů,
- provést literární průzkum v oblasti reologických vlastností tavených sýrů,
- vyhledat vlastnosti a použití monoacylglycerolů.

Pro zpracování a vyhodnocení tématu diplomové práce bylo nutné stanovit následující cíle:

- vyrobit tavené sýry s vybranými 1-monoacylglyceroly s různým počtem uhlíků v molekule mastné kyseliny ve zvolené koncentraci,
- ověřit sensorickou přijatelnost realizovaných přídavků 1-monoacylglycerolů a prokázat technologickou vyrobiteľnost,
- provést chemickou a reologickou analýzu tavených sýrů s 1-monoacylglyceroly o zvolené koncentraci a realizovat jejich výběr pro koncentrační experiment,
- vyrobit tavené sýry s přídavkem vybraných 1-monoacylglycerolů o různé koncentraci,
- provést chemickou, sensorickou, reologickou analýzu tavených sýrů s 1-monoacylglyceroly o různé koncentraci,
- statisticky vyhodnotit získané výsledky, provést jejich diskuzi a následně vyhodnotit závěry.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 METODIKA PRÁCE

### 5.1 Charakteristika použitých monoacylglycerolů

V této diplomové práci byly použité 1-monoacylglyceroly připraveny postupem podle Janiše, Krejčího & Kláska [26], což je adicí mastných kyselin na glycidol za otevření epoxidového kruhu a za současné katalýzy trojmocným chromem. Takto získané 1-monoacylglyceroly byly přečištěny rekrystalizací z ethanolu za účelem odstranění reziduálního glycidolu a snížení obsahu chromitých iontů z katalyzátoru. Obsah chromu v použitých 1-monoacylglycerolech byl deklarován pod  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$  [6].

Jako mastné kyseliny byly použity kyseliny kaprylová  $C_{8:0}$ , kyselina kaprinová  $C_{10:0}$ , kyselina laurová  $C_{12:0}$ , kyselina palmitová  $C_{16:0}$  a kyselina stearová  $C_{18:0}$ . Obecně zkratka  $C_{X:Y}$  znázorňuje počet uhlíků X a dvojných vazeb Y v molekule dané nasycené mastné kyseliny (např. zkratka  $C_{8:0}$  – jedná se o nasycenou mastnou kyselinu s 8 uhlíky a žádnou dvojnou vazbou v molekule).

### 5.2 Charakteristika analyzovaných vzorků

Analýza vzorků byla rozdělena do dvou fází. Úkolem první fáze bylo stanovit senzoričnou přijatelnost a ověřit vyrobiteľnost tavených sýrů s obsahem 45 a 50 % w/w tuku v sušině s přidávkou vybraných 1-monoacylglycerolů (viz obr. 4) (1-monokaprylglycerol, 1-monokaprinylglycerol, 1-monolaurylglycerol, 1-monopalmitylglycerol a 1-monostearyl glycerol). K analýze v druhé fázi práce byl vybrán 1-monopalmitylglycerol a 1-monostearyl glycerol. Úlohou bylo ověřit vyrobiteľnost, senzoričnou přijatelnost a zjištění vlivu přísad vybraných 1-monoacylglycerolů o koncentraci 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 až 0,5 % w/w na jakost tavených sýrů s obsahem 45 a 50 % w/w tuku v sušině.

Pro výrobu analyzovaných vzorků tavených sýrů s obsahem 45 a 50 % w/w tuku v sušině byly použity následující suroviny: směs přírodních sýrů (eidamská cihla 30 % tuku v sušině w/w, eidamská cihla 45 % tuku v sušině w/w, Madeland), máslo, voda a komerčně dodávané tavicí soli (HBS, S4SS – výrobce: BK GIULINI Ladenburg, Německo; 690, 495, 357 – výrobce: Chemiche Fabrik Budenheim), jejichž složení uvádí tabulka IV.

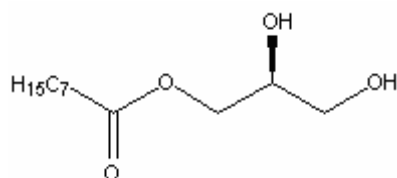


Tabulka IV. Složení použitých tavicích solí

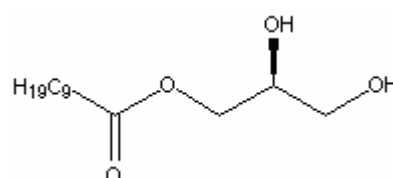
Tavicí sůl	Obsah	Posun pH	Krémování	Iontová výměna
HBS	E452, E339	0,0/-0,1	o	xxx
S4SS	E452, E450	-0,1/-0,2	xxx	x
495	E452, E339	+0,1/+0,3	xx	xx
690	E452, E339	+0,1/+0,2	x	o
357	E452, E450	+0,2/+0,3	xxx	x

Poznámka: o – neúčinný, x-slabý účinek, xx-střední účinek, xxx-vysoký účinek

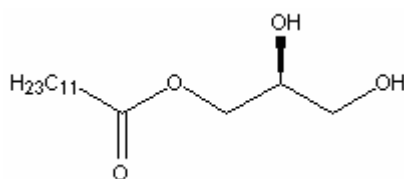
Pro snadnější aplikaci byla navážka 1-monoacylglycerolů dispergována v přidávaném množství vody ohřáté na cca 70 °C. Přesné surovinové skladby je možné najít v příloze 3. Všechny vzorky byly utaveny na zařízení Vorwerk Thermomix TM 21 blender cooker (Vorwerk & Co. Thermomix; GmbH, Wuppertal, Německo), při teplotě tavení 92°C (výdrž na této teplotě byla 1min) a celkové době tavení cca 10 minut. Stejně zařízení pro výrobu tavených sýrů použili Lee at al. [30]. Pro balení všech vzorků se použily plastové vaničky s hliníkovou fólií, která se po nažehlení přichytila. Po výrobě byly tavené sýry zchlazeny na  $6 \pm 2$  °C a při této teplotě skladovány 14 dnů do provedení analýz.



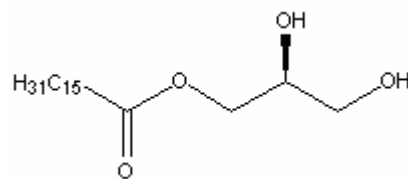
1-monokaprylglycerol



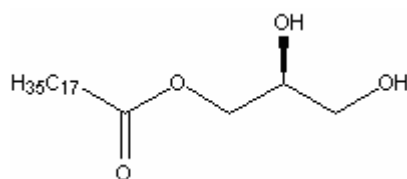
1-monokaprinylglycerol



1-monolaurylglycerol



1-monopalmitylglycerol



1-monostearylglycerol

Obr. 4. Konstituční vzorce použitých 1-monoacylglycerolů

### 5.2.1 Charakteristika vzorků v první fázi měření

V této fázi byly vyrobeny a analyzovány vzorky tavených sýrů s obsahem tuku v sušině 45 a 50 % w/w s 0,25% w/w přídavkem těchto 1-monoacylglycerolů (1-monokaprylglycerol, 1-monokaprinylglycerol, 1-monolaurylglycerol, 1-monopalmitylglycerol a 1-monostearyl glycerol). Složení vzorků tavených sýrů I a II série uvádí tabulka V. Pro srovnání u každé série byl vyroben kontrolní vzorek, tedy bez přídavku 1-monoacylglycerolů.

Po 14 dnech skladování při teplotě  $6 \pm 2$  °C byly vzorky podrobeny chemické, senzoricke a reologické analýze. Reologické vlastnosti připravených tavených sýrů byly měřeny dynamickou oscilační reometrií. Na základě senzoricke analýzy při hodnocení chuti a zejména intenzity cizí pachuti u vyrobených vzorků tavených sýrů se rozhodlo o výběru 1-monoacylglycerolů pro druhou fázi měření.

Tabulka V. Charakteristika sérií tavených sýrů I a II

Série			
I		II	
50% t.v.s		45% t.v.s.	
Vzorek	1-MAG	Vzorek	1-MAG
A <sub>0</sub>	Bez	B <sub>0</sub>	Bez
A <sub>1</sub>	C <sub>8:0</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>8:0</sub>
A <sub>2</sub>	C <sub>10:0</sub>	B <sub>2</sub>	C <sub>10:0</sub>
A <sub>3</sub>	C <sub>12:0</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>12:0</sub>
A <sub>4</sub>	C <sub>16:0</sub>	B <sub>4</sub>	C <sub>16:0</sub>
A <sub>5</sub>	C <sub>18:0</sub>	B <sub>5</sub>	C <sub>18:0</sub>

### 5.2.2 Charakteristika vzorků v druhé fázi měření

V druhé fázi práce byly vyrobeny a analyzovány vzorky tavených sýrů s obsahem tuku v sušině 45 a 50 % w/w a s přídavkem vybraných 1-monoacylglycerolů (1-monopalmitylglycerol a 1-monostearyl glycerol) o koncentraci 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 % w/w. Výjimku však tvoří vzorek C<sub>6</sub> s 1% w/w přídavkem 1-monostearyl glycerolu, který byl realizován z důvodu ověření senzoricke přijatelnosti. Velikost tohoto přídavku pro výrobu tavených sýrů uvádí ve své práci autoři CARIĆ & KALÁB [1997] [10]. Složení vzorků tavených sýrů III a IV série uvádí tabulka VI. Ke srovnání výsledků byl pro každou sérii vyroben kontrolní vzorek bez přídavku 1-monoacylglycerolů.

U vzorků byla provedena po 14 dnech skladování při teplotě  $6 \pm 2^\circ\text{C}$  chemická a senzorická analýza. Reologické vlastnosti tavených sýrů byly měřeny dynamickou oscilační reometrií.

Tabulka VI. Charakteristika sérií tavených sýrů III a IV

Série							
III				IV			
50% t.v.s				45% t.v.s.			
Vzorek	C <sub>18:0</sub>	Vzorek	C <sub>16:0</sub>	Vzorek	C <sub>18:0</sub>	Vzorek	C <sub>16:0</sub>
C <sub>0</sub>	0,0%	D <sub>0</sub>	0,0%	E <sub>0</sub>	0,0%	F <sub>0</sub>	0,0%
C <sub>1</sub>	0,1%	D <sub>1</sub>	0,1%	E <sub>1</sub>	0,1%	F <sub>1</sub>	0,1%
C <sub>2</sub>	0,2%	D <sub>2</sub>	0,2%	E <sub>2</sub>	0,2%	F <sub>2</sub>	0,2%
C <sub>3</sub>	0,3%	D <sub>3</sub>	0,3%	E <sub>3</sub>	0,3%	F <sub>3</sub>	0,3%
C <sub>4</sub>	0,4%	D <sub>4</sub>	0,4%	E <sub>4</sub>	0,4%	F <sub>4</sub>	0,4%
C <sub>5</sub>	0,5%	D <sub>5</sub>	0,5%	E <sub>5</sub>	0,5%	F <sub>5</sub>	0,5%
C <sub>6</sub>	1,0%	-	-	-	-	-	-

### 5.3 Chemická analýza

#### 5.3.1 Stanovení sušiny a pH

Hodnoty pH byly měřeny přímo vpichovým pH-metrem (GRYF S, HC 113).

Stanovení sušiny tavených sýrů se provedlo vysoušením sýra při  $105^\circ\text{C}$  do konstantních úbytků hmotnosti. Po důkladném promíchání cca 3,5 g vzorku sýru a 24 g vysušeného křemenného písku se vysoušecí miska s tímto obsahem vloží do sušárny a vysouší při  $105 \pm 2^\circ\text{C}$ . Výpočet obsahu sušiny v % (w/w) [14]:

$$S = \frac{c - a}{b - a} \cdot 100 \quad (11)$$

- kde:
- S obsah sušiny v % (w/w)
  - a hmotnost vysoušecí misky s pískem [g]
  - b hmotnost vysoušecí misky s pískem a taveným sýrem [g]
  - c hmotnost po vysušení [g]

### 5.3.2 Stanovení absolutního tuku a výpočet tuku v sušině

Základem tohoto stanovení je extrakce tuku za použití Soxhletova extrakčního přístroje. Navážka cca 2,5 g vzorku byla umístěna do varné baňky se zábrusem a doplněna destilovanou vodou na objem asi 25 ml. Přidalo se 50 ml 20% HCl, varné kuličky, baňka se opatřila zpětným zábrusovým chladičem a varem po dobu 30 minut se vzorek rozrušil. Obsah baňky se za horka přefiltroval přes zvlhčený hustý filtrační papír a vše se důkladně propláchno horkou vodou, až odtékající filtrát nevykazoval kyselou reakci. Zachycený tuk na filtru se v extrakční patroně sušil 1 hodinu při teplotě  $102 \pm 2$  °C. Tato patrona se pak 2 hodiny extrahovala 100 ml n-hexanu v Soxhletově extraktoru. Po oddestilování n-hexanu se extrakt dosušil při teplotě  $102 \pm 2$  °C do konstantních úbytků hmotnosti. Obsah tuku ve hmotě v % w/w byl vypočten ze vztahu [14]:

$$TVH = \frac{b - a}{m} \cdot 100 \quad (12)$$

kde:    b            hmotnost baňky s vyextrahovaným tukem [g]  
         a            hmotnost prázdné baňky se skleněnými kuličkami [g]  
         m            navážka vzorku [g]

Výpočet obsahu tuku v sušině v % (w/w):

$$TVS(FDM) = \frac{TVH}{S} \cdot 100 \quad (13)$$

kde:    TVH        tuk ve hmotě v % (w/w)  
         S            sušina v % (w/w) (viz kap. 5.3.1)

## 5.4 Dynamická oscilační reometrie

Reologické vlastnosti vzorků tavených sýrů byly posuzovány metodou dynamické oscilační reometrie za použití rotačního viskozimetru Bohlin Gemini (Bohlin Instruments, UK) v geometrii deska-deska (průměr 40 mm, štěrbina 1 mm) při teplotě 20 °C [6]. Měření bylo provedeno v oscilačním režimu s amplitudou smykového napětí 20 Pa v oblasti lineární

viskoelasticity. Elastický modul pružnosti  $G'$  a ztrátový modul pružnosti  $G''$  byly vyhodnocovány v rozsahu frekvencí 0,1 až 50 Hz .

## 5.5 Senzorická analýza

Senzorické hodnocení bylo provedeno posuzováním pomocí sedmibodových jakostních ordinálních stupnic s charakteristikou každého stupně. Model použitých sedmibodových ordinálních stupnic pro sensorické hodnocení je uveden v příloze 1 a protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů v příloze 2. Takto bylo posuzováno 8 sensorických znaků: vzhled a barva, lesk, konzistence, tuhost, roztíratelnost, chuť a vůně, cizí nečisté příchuti a pachuti a celkové hodnocení. Sensorická analýza byla doplněna 3 pořadovými zkouškami, které sloužily k seřazení vzorků tavených sýrů podle intenzity sledovaného sensorického znaku (tuhost, roztíratelnost) a podle preference posuzovatelů.

Senzorické posuzování bylo provedeno 16 vybranými hodnotiteli (zaměstnanci Ústavu potravinářského inženýrství) vyškolených podle ČSN ISO 8586-1. Vzorky byly předkládány anonymně při pokojové teplotě ( $22 \pm 2$  °C). Pro statistické vyhodnocení byl použit Kruskal-Wallisův test s hladinou významnosti 5 % [25].

## 6 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

### 6.1 Výsledky stanovení sušiny a pH

Stanovení obsahu sušiny a pH bylo provedeno ve třech měřeních paralelně vedle sebe u každého vzorku taveného sýru. Výsledky stanovení obsahu sušiny a pH pro první a druhou fázi měření jsou v tabulkách prezentovány jako průměr  $\pm$  výběrová směrodatná odchylka.

#### 6.1.1 První fáze

V této fázi bylo provedeno stanovení pH a obsah sušiny pro I a II sérii vzorků tavených sýrů s tučností 45, resp. 50 % (w/w) tuku v sušině.

Z výsledků analýzy vzorků tavených sýrů s přísádky 0,25 % (w/w) 1-monoacylglycerolů (1-monokaprylglycerol, 1-monokaprinylglycerol, 1-monolaurylglycerol, 1-monopalmitylglycerol a 1-monostearyl glycerol), vyplývá, že obsah sušiny u výrobků se 50 % w/w tuku v sušině je velmi obdobný. Obdobná shoda byla shledána i u skupiny výrobků s tučností 45 % w/w tuku v sušině. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce VII.

Tabulka VII. Naměřené hodnoty sušiny vzorků série I a II

Série			
I		II	
50% t.v.s		45% t.v.s.	
Vzorek	Sušina [% w/w]	Vzorek	Sušina [% w/w]
A <sub>0</sub>	41,64 $\pm$ 0,29	B <sub>0</sub>	42,09 $\pm$ 0,44
A <sub>1</sub>	41,82 $\pm$ 0,04	B <sub>1</sub>	43,31 $\pm$ 1,23
A <sub>2</sub>	42,64 $\pm$ 0,51	B <sub>2</sub>	42,75 $\pm$ 0,15
A <sub>3</sub>	41,73 $\pm$ 0,58	B <sub>3</sub>	43,02 $\pm$ 0,60
A <sub>4</sub>	42,74 $\pm$ 0,08	B <sub>4</sub>	43,22 $\pm$ 0,63
A <sub>5</sub>	42,58 $\pm$ 0,14	B <sub>5</sub>	42,67 $\pm$ 0,11

Tabulka VIII. Naměřené hodnoty pH vzorků série I a II

Série			
I		II	
50% t.v.s		45% t.v.s.	
Vzorek	pH	Vzorek	pH
A <sub>0</sub>	5,85 ± 0,01	B <sub>0</sub>	5,82 ± 0,01
A <sub>1</sub>	5,84 ± 0,03	B <sub>1</sub>	5,78 ± 0,03
A <sub>2</sub>	5,82 ± 0,02	B <sub>2</sub>	5,77 ± 0,01
A <sub>3</sub>	5,82 ± 0,01	B <sub>3</sub>	5,80 ± 0,01
A <sub>4</sub>	5,81 ± 0,02	B <sub>4</sub>	5,77 ± 0,01
A <sub>5</sub>	5,84 ± 0,01	B <sub>5</sub>	5,76 ± 0,01

Z hodnot pH uvedených v tabulce VIII pro I a II sérii je zřejmé, že přidavek vybraných 1-monoacylglycerolů o koncentraci 0,25 % (w/w) nemá zásadní vliv na změnu pH. Tomuto zjištění odpovídají naměřené hodnoty pH (5,7 – 5,9), což je pokládáno za optimum [33].

### 6.1.2 Druhá fáze

Při koncentračním měření byly přídavky vybraných 1-monoacylglycerolů (1-monopalmitylglycerol a 1-monostearyl glycerol) do výrobků s tučností 45 a 50 % w/w tuky v sušině realizovány v rozmezí koncentrace 0,1 – 0,5 % w/w.

U vzorků tavených sýrů série III a IV byl potvrzen podobný obsah sušiny u jednotlivých tavených sýrů, pouze u tří vzorků byly zjištěny mírné rozdíly (viz tab. IX). U vzorku C<sub>6</sub> s přídavkem 1 % w/w 1-monostearyl glycerol došlo k mírnému poklesu obsahu sušiny. U vzorků F<sub>4</sub> (s přídavkem 0,4 % w/w 1-monopalmitylglycerolu) a F<sub>5</sub> (s přídavkem 0,5 % w/w 1-monopalmitylglycerolu) byl zaznamenán mírný nárůst obsahu sušiny. Zjištěné rozdíly hodnot v obsahu sušiny mohly být způsobeny různou variabilitou surovin nebo mohlo dojít k odpaření vlhkosti při procesu výroby.

Na základě výsledků stanovení pH vzorků série III a IV (viz tab. X) vyplývá, že přidavek 1-monoacylglycerolů nemá zásadní vliv na změnu pH, což bylo prokázáno i v první fázi u vzorků tavených sýrů série I a II.

Tabulka IX. Naměřené hodnoty sušiny vzorků série III a IV

Série							
III				IV			
50% t.v.s				45% t.v.s.			
Vzorek	Sušina [% w/w]	Vzorek	Sušina [% w/w]	Vzorek	Sušina [% w/w]	Vzorek	Sušina [% w/w]
C <sub>0</sub>	41,14 ± 0,18	D <sub>0</sub>	41,99 ± 0,36	E <sub>0</sub>	40,23 ± 0,10	F <sub>0</sub>	42,21 ± 0,14
C <sub>1</sub>	41,56 ± 0,36	D <sub>1</sub>	41,52 ± 0,21	E <sub>1</sub>	42,60 ± 0,38	F <sub>1</sub>	42,31 ± 0,23
C <sub>2</sub>	41,25 ± 0,14	D <sub>2</sub>	41,71 ± 0,18	E <sub>2</sub>	42,51 ± 0,26	F <sub>2</sub>	42,54 ± 0,14
C <sub>3</sub>	41,59 ± 0,16	D <sub>3</sub>	41,88 ± 0,11	E <sub>3</sub>	40,69 ± 0,35	F <sub>3</sub>	43,30 ± 0,24
C <sub>4</sub>	41,59 ± 0,20	D <sub>4</sub>	42,02 ± 0,15	E <sub>4</sub>	42,23 ± 0,02	F <sub>4</sub>	45,87 ± 0,43
C <sub>5</sub>	40,88 ± 0,22	D <sub>5</sub>	41,78 ± 0,15	E <sub>5</sub>	42,36 ± 0,43	F <sub>5</sub>	45,87 ± 0,48
C <sub>6</sub>	39,41 ± 0,30	-	-	-	-	-	-

Tabulka X. Naměřené hodnoty pH vzorků série III a IV

Série							
III				IV			
50% t.v.s				45% t.v.s.			
Vzorek	pH	Vzorek	pH	Vzorek	pH	Vzorek	pH
C <sub>0</sub>	5,77 ± 0,01	D <sub>0</sub>	5,87 ± 0,01	E <sub>0</sub>	5,77 ± 0,01	F <sub>0</sub>	5,72 ± 0,01
C <sub>1</sub>	5,93 ± 0,01	D <sub>1</sub>	5,88 ± 0,01	E <sub>1</sub>	5,73 ± 0,01	F <sub>1</sub>	5,72 ± 0,01
C <sub>2</sub>	5,90 ± 0,01	D <sub>2</sub>	5,88 ± 0,01	E <sub>2</sub>	5,71 ± 0,01	F <sub>2</sub>	5,72 ± 0,02
C <sub>3</sub>	5,88 ± 0,01	D <sub>3</sub>	5,89 ± 0,01	E <sub>3</sub>	5,73 ± 0,01	F <sub>3</sub>	5,70 ± 0,01
C <sub>4</sub>	5,88 ± 0,01	D <sub>4</sub>	5,88 ± 0,01	E <sub>4</sub>	5,74 ± 0,01	F <sub>4</sub>	5,71 ± 0,01
C <sub>5</sub>	5,87 ± 0,01	D <sub>5</sub>	5,87 ± 0,02	E <sub>5</sub>	5,71 ± 0,01	F <sub>5</sub>	5,70 ± 0,01
C <sub>6</sub>	5,84 ± 0,01	-	-	-	-	-	-

## 6.2 Výsledky stanovení absolutního tuku a tuku v sušině

Stanovení absolutního tuku bylo provedeno ve třech měřeních paralelně vedle sebe u vzorků tavených sýrů s tučností 45 a 50% w/w tuky v sušině. Ze zjištěných hodnot absolutního tuku se následně vypočítal obsah tuku v sušině podle vztahu (13). Naměřené a vypočtené hodnoty absolutního tuku a tuku v sušině pro první a druhou fázi měření jsou prezentovány jako průměry ± výběrová směrodatná odchylka.



### 6.2.1 První fáze

Z výsledků této analýzy nevyplývají podstatné rozdíly v obsahu absolutního tuku a tuku v sušině u vzorků tavených sýrů série I a II, což je patrné z naměřených hodnot uvedených v tabulce XI. Úpravou surovinové skladby bylo tedy docíleno srovnatelných hodnot tuku ve hmotě a tuku v sušině.

Tabulka XI. Naměření hodnoty absolutního tuku a tuku v sušině vzorků série I a II

Série					
I			II		
50% t.v.s			45% t.v.s.		
Vzorek	Absolutní tuk [% w/w]	Tuk v sušině [% w/w]	Vzorek	Absolutní tuk [% w/w]	Tuk v sušině [% w/w]
A <sub>0</sub>	21,18 ± 0,23	50,86	B <sub>0</sub>	19,62 ± 0,11	46,61
A <sub>1</sub>	20,84 ± 0,03	47,89	B <sub>1</sub>	19,45 ± 0,06	45,67
A <sub>2</sub>	20,55 ± 0,06	48,20	B <sub>2</sub>	19,50 ± 0,30	45,75
A <sub>3</sub>	20,30 ± 0,15	48,65	B <sub>3</sub>	19,38 ± 0,10	45,06
A <sub>4</sub>	20,24 ± 0,95	47,37	B <sub>4</sub>	19,76 ± 0,08	45,71
A <sub>5</sub>	21,20 ± 0,08	49,09	B <sub>5</sub>	19,23 ± 0,05	45,07

### 6.2.2 Druhá fáze

Při měření obsahu absolutního tuku a tuku v sušině byly zjištěny u vzorků tavených sýrů série III (viz tab. XII) a série IV (viz tab. XIII) s obsahem tuku v sušině 45 a 50 % w/w obdobné výsledky.

Pouze u vzorku C<sub>6</sub> s 1% w/w přídavkem 1-monostearylglycerolu klesl obsah absolutního tuku vzhledem ke vzorkům se stejných přídavkem 1-monoacylglycerolu, což mohlo být způsobeno variabilitou surovin použitých ve výrobě.

I přes malé odchylky bylo úpravou surovinové skladby docíleno srovnatelných hodnot tuku ve hmotě a tuku v sušině pro vzorky série III a IV.

Tabulka XII. Naměřené hodnoty absolutního tuku a tuku v sušině vzorků série III

Série					
III					
50% t.v.s					
Vzorek	Absolutní tuk [% w/w]	Tuk v sušině [% w/w]	Vzorek	Absolutní tuk [% w/w]	Tuk v sušině [% w/w]
C <sub>0</sub>	21,59 ± 0,32	52,48	D <sub>0</sub>	21,36 ± 0,21	50,87
C <sub>1</sub>	21,78 ± 0,14	52,41	D <sub>1</sub>	21,16 ± 0,12	50,82
C <sub>2</sub>	21,91 ± 0,12	53,12	D <sub>2</sub>	21,25 ± 0,14	50,95
C <sub>3</sub>	21,51 ± 0,35	51,72	D <sub>3</sub>	21,27 ± 0,15	50,79
C <sub>4</sub>	21,28 ± 0,11	51,17	D <sub>4</sub>	21,58 ± 0,15	51,36
C <sub>5</sub>	20,88 ± 0,32	51,08	D <sub>5</sub>	21,22 ± 0,22	50,79
C <sub>6</sub>	19,89 ± 0,15	50,47	-	-	-

Tabulka XIII. Naměření hodnoty absolutního tuku a tuku v sušině vzorků série IV

Série					
IV					
45% t.v.s.					
Vzorek	Absolutní tuk [% w/w]	Tuk v sušině [% w/w]	Vzorek	Absolutní tuk [% w/w]	Tuk v sušině [% w/w]
E <sub>0</sub>	18,83 ± 0,52	45,97	F <sub>0</sub>	19,29 ± 0,05	45,70
E <sub>1</sub>	19,70 ± 0,41	46,25	F <sub>1</sub>	19,62 ± 0,25	46,38
E <sub>2</sub>	19,05 ± 0,32	44,82	F <sub>2</sub>	19,41 ± 0,07	45,63
E <sub>3</sub>	19,56 ± 0,09	46,31	F <sub>3</sub>	19,81 ± 0,17	45,75
E <sub>4</sub>	19,63 ± 0,02	46,48	F <sub>4</sub>	19,48 ± 0,18	45,87
E <sub>5</sub>	19,54 ± 0,06	46,12	F <sub>5</sub>	19,41 ± 0,20	45,87

### 6.3 Výsledky dynamické oscilační reometrie

Viskoelastické chování kontrolních vzorků a vzorků s přísávkou vybraných 1-monoacylglycerolů první a druhé fáze měření bylo posuzováno a srovnáváno metodou dynamické oscilační reometrie v testované oblasti frekvencí 0,1 až 50 Hz.

### 6.3.1 První fáze

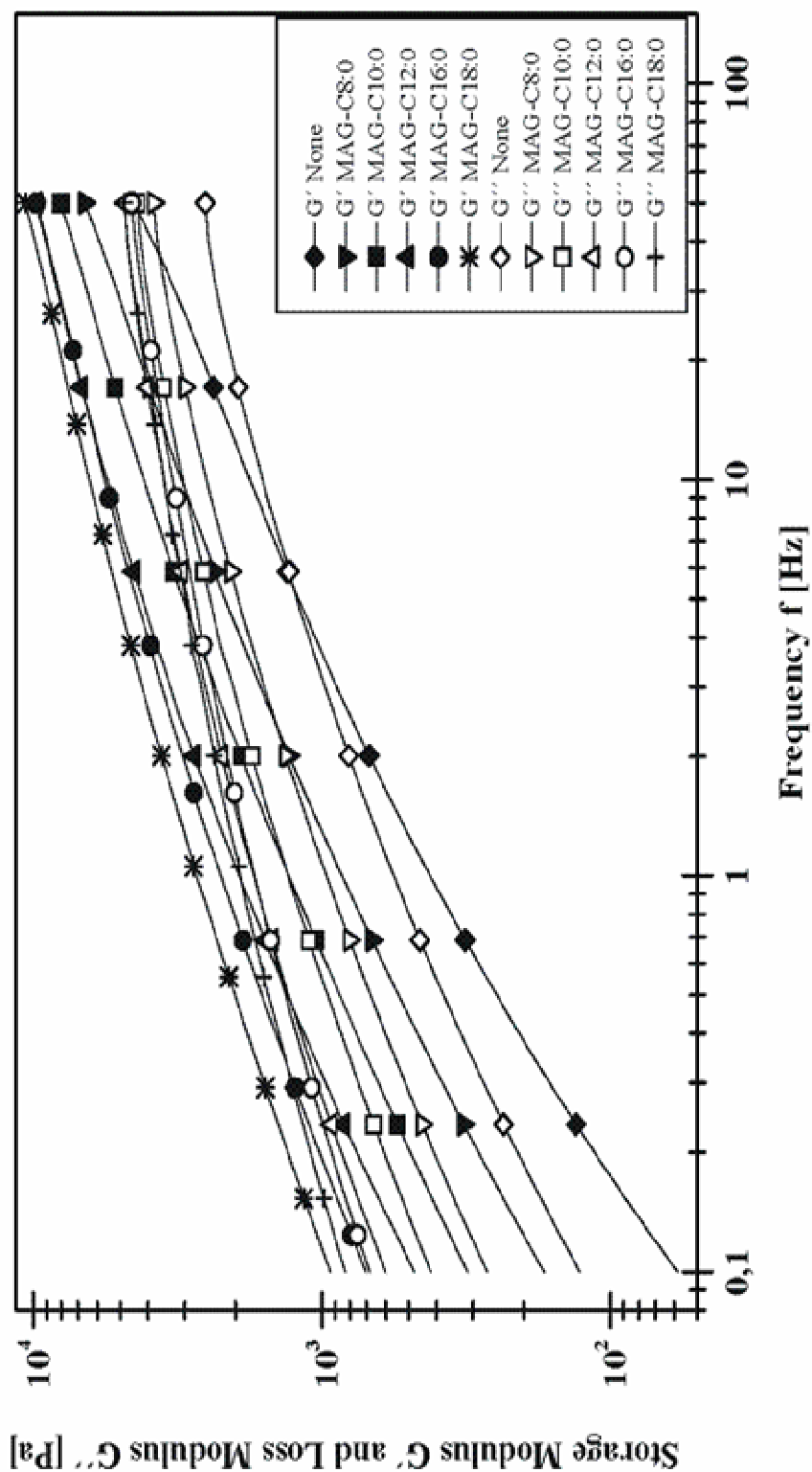
Výsledky dynamické oscilační reometrie pro vzorky I a II série s přidavkem vybraných 1-monoacylglycerolů (1-monokaprylglycerol, 1-monokaprinylglycerol, 1-monolaurylglycerol, 1-monopalmitylglycerol a 1-monostearyl glycerol) zobrazuje graf 1, který prezentuje závislost elastického modulu pružnosti  $G'$  (storage modulus) a ztrátového modulu pružnosti  $G''$  (loss modulus) v rozsahu frekvencí 0,1 až 50 Hz u tavených sýrů s 45 a 50 % (w/w) tuky v sušině. Z tohoto grafu při použitém rozsahu frekvencí 0,1 až 50 Hz je zřetelné, že s rostoucím počtem esterově vázaných uhlíků nasycené mastné kyseliny v 1-monoacylglycerolu, vzrůstají hodnoty elastického modulu pružnosti  $G'$  a ztrátového modulu pružnosti  $G''$ .

Také průsečík křivek elastického modulu pružnosti  $G'$  a ztrátového modulu pružnosti  $G''$  (tzv. cross-over point) se vzhledem k rostoucímu počtu uhlíků v molekule mastné kyseliny posouvá do oblasti nižších frekvencí. U 1-monopalmitylglycerolu a 1-monostearyl glycerolu lze usuzovat, že cross-over point se nalézá ve frekvencích menších než 0,1 Hz.

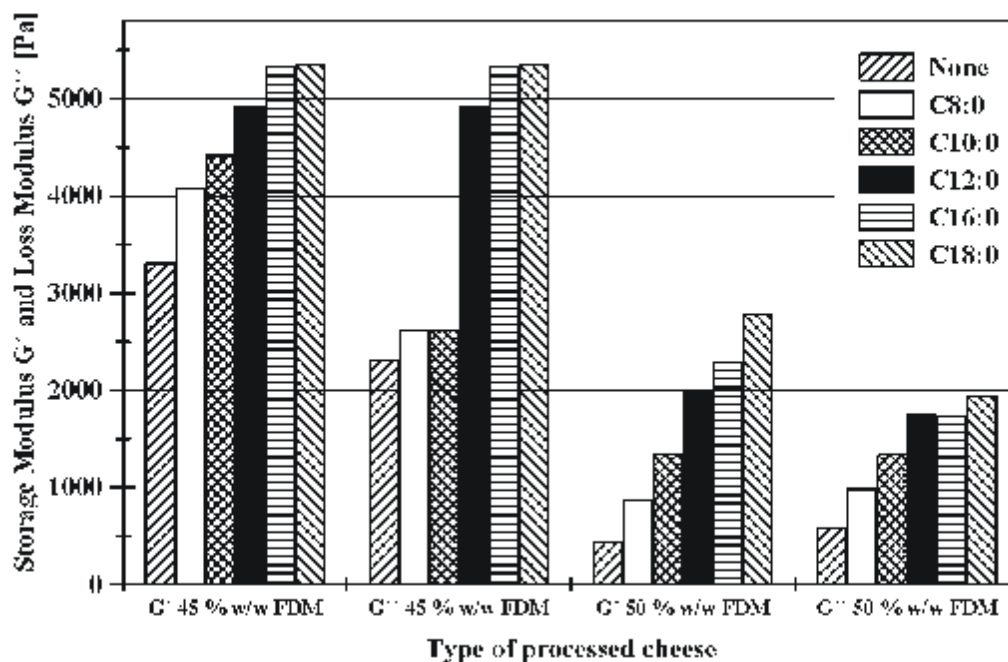
Graf 2 opět uvádí hodnoty elastického modulu pružnosti  $G'$  a ztrátového modulu pružnosti  $G''$  pro referenční frekvenci 1 Hz u tavených sýrů I a II série s tučností 45 a 50 % (w/w) tuku v sušině. Zřetelněji zachycuje změny reologických vlastností v důsledku přidavku různých 1-monoacylglycerolů, ze kterých je patrný nárůst hodnot obou modulů ( $G'$  a  $G''$ ) v důsledku přidavků 1-monoacylglycerolů s rostoucím počtem uhlíků v molekule mastné kyseliny. Nicméně je patrný rozdíl v hodnotách obou modulů a to mezi taveným sýrem s tučností 45 % (w/w) a taveným sýrem s 50 % (w/w) tuky v sušině. Nárůst hodnot modulů  $G'$  a  $G''$  je vzhledem ke kontrolnímu vzorku nižší u taveného sýru se 45 % (w/w) tuky v sušině než u tučnějšího sýru s 50 % (w/w) tuky v sušině.

Nárůst elastického modulu pružnosti  $G'$ , ztrátového modulu pružnosti  $G''$  a posunu cross-over point do nižších frekvencí získaných při reologickém měření pro výše jmenované vzorky ukazuje na změnu povahy gelu, který vykazuje zvyšující se tuhost v závislosti na rostoucím počtu uhlíků v molekule mastné kyseliny použitého 1-monoacylglycerolu.

Graf 1. Závislost elastického  $G'$  a ztrátového  $G''$  modulu pružnosti na frekvenci pro vzorky I a II série



Graf 2. Hodnoty elastického  $G'$  [Pa] a ztrátového  $G''$  [Pa] modulu pružnosti při referenční frekvenci 1 Hz pro vzorky I a II série



### 6.3.2 Druhá fáze

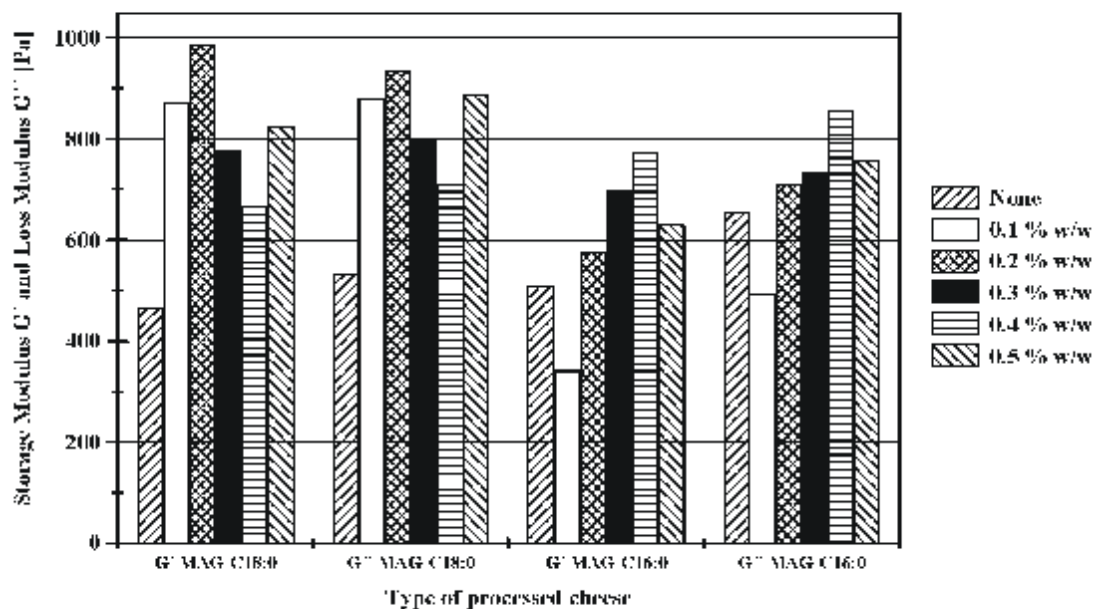
Ve fázi koncentračního měření byl zkoumán vliv různých koncentrací (0,1 až 0,5 % w/w) 1-monopalmitylglycerolu a 1-monostearyl glycerolu na elastický modul pružnosti  $G'$  a ztrátový modul pružnosti  $G''$  u tavených sýrů s 50 % w/w tuky v sušině pro referenční frekvenci 1 Hz.

Z grafu 3 vyplývá, že vzhledem ke kontrolnímu vzorku dojde u všech testovaných koncentrací 1-monostearyl glycerolu ke zvýšení elastického modulu pružnosti  $G'$  a ztrátového modulu pružnosti  $G''$ . 0,2 % w/w přídavek 1-monostearyl glycerolu vykazoval při referenční frekvenci 1 Hz nejvyšší hodnoty modulu  $G'$  a  $G''$ . Další zvýšení koncentrace na 0,3 a 0,4 % w/w vedlo k mírnému snížení hodnot obou modulů. Poslední přídavek 1-monostearyl glycerolu o koncentraci 0,5 % w/w způsobil mírné zvýšení sledovaných modulů, avšak nedosáhly hodnot  $G'$  a  $G''$  u přídavku 1-monostearyl glycerolu o koncentraci 0,2 % w/w.

Tavený sýr s přidavkem 1-monopalmitylglycerolu vykazoval zcela jiné chování než tavený sýr s 1-monostearylgylerolem. Po přidavku 0,1 % w/w 1-monopalmitylglycerolu nastal mírný pokles elastického modulu pružnosti  $G'$  a ztrátového modulu pružnosti  $G''$  ve srovnání s kontrolním vzorkem. V závislosti na rostoucí koncentraci přidavků 1-monopalmitylglycerolu (0,2, 0,3 a 0,4 % w/w) došlo k postupnému zvyšování hodnot sledovaných modulů. Poslední přidavek 1-monopalmitylglycerolu (0,5 % w/w) způsobil pokles obou modulů, ale nebyl nižší než hodnoty naměřené u kontrolního vzorku.

Z tohoto stanovení je zřejmé, že důsledek realizovaných přidavků na konzistenci tavených sýrů byl proměnlivý. Jinak řečeno tuhost tavených sýrů nestoupá s rostoucí koncentrací přidavků, ale existuje určitá optimální koncentrace přidavku 1-monoacylglycerolů.

Graf 3. Hodnoty elastického  $G'$  [Pa] a ztrátového  $G''$  [Pa] modulu pružnosti při referenční frekvenci 1 Hz pro vzorky III série



## 6.4 Výsledky sensorické analýzy

Vliv přídavku použitých 1-monoacylglycerolů na jakost tavených sýrů byl posuzován po 14 dnech skladování při teplotě  $6 \pm 2$  °C. Sensorické hodnocení u tavených sýrů bylo provedeno pomocí sedmibodové ordinální stupnice s charakteristikou každého stupně (viz příloha 1). Zaznamenané výsledky jsou v grafech prezentovány pomocí součtu pořadí, který vyjadřuje součet stupňů sensorické stupnice, přiřazených k jednotlivým posuzovaným sensorickým znakům jednotlivými hodnotiteli.

Vyhodnoceny byly tyto sensorické znaky: vzhled a barva, lesk, tuhost, roztíratelnost, cizí nečistě příchuti a pachuti a celkové hodnocení.

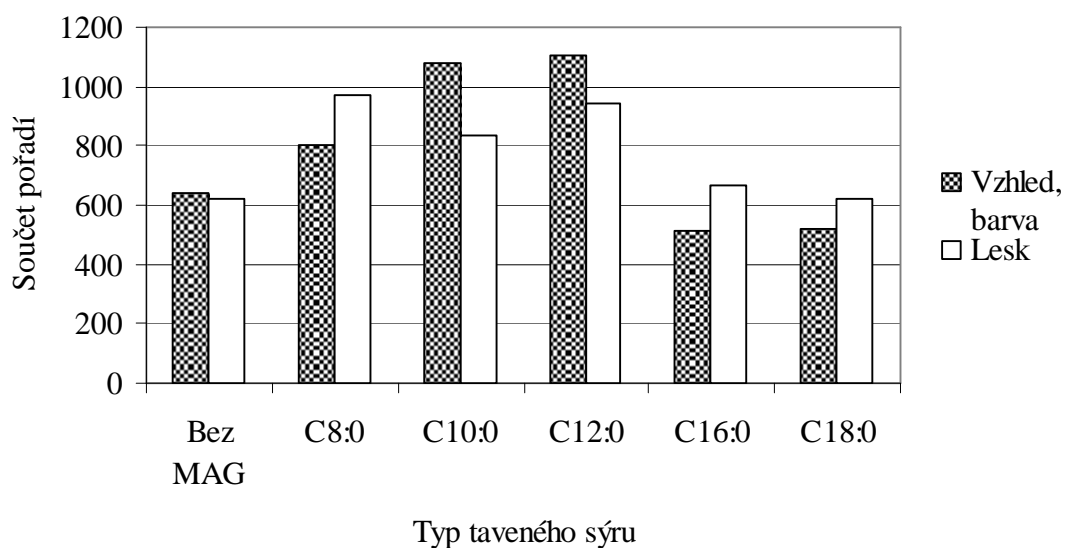
### 6.4.1 První fáze

Výsledky první fáze stanovení jsou uvedeny v grafech 1-6. Ze statistického vyhodnocení plyne, že hodnotitelé zaznamenali nejhorší vzhled a barvu u vzorků série I po přídavku 1-monolaurylglycerolu vzhledem ke kontrolnímu vzorku a zhoršený lesk u vzorku s přídavkem 1-monokaprylglycerolu (viz graf 4). Statisticky významná změna v tuhosti a roztíratelnosti vzhledem ke kontrolnímu vzorku byla zaznamenaná pouze u tavených sýrů s 50 % w/w tuky v sušině po přídavku 1-monopalmitylglycerolu a 1-monostearyl glycerolu (viz graf 5). V sensorických znacích tuhosti a roztíratelnosti (viz graf 8), dále vzhledu, barvě a lesku (viz graf 7) u tavených sýrů s 45 % w/w tuky v sušině nebyly zaznamenané statisticky významné rozdíly. Při hodnocení cizí příchuti u tavených sýrů s 45 % w/w (viz graf 9) a 50 % w/w (viz graf 6) tuky v sušině bylo zjištěno, že tavené sýry s přídavky 0,25 % (w/w) 1-monokaprylglycerolu, 1-monokaprynylglycerolu a 1-monolaurylglycerolu vykazují nepříjemnou pachut' zcela nepřijatelnou pro konzumaci.

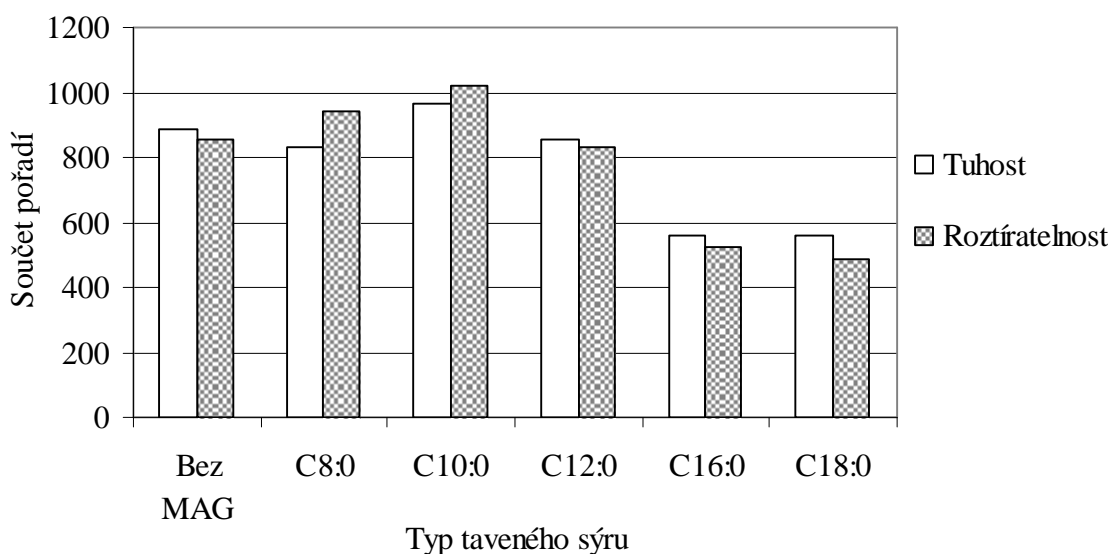
Pomocí pořadových zkoušek se hodnotily vzorky ve znacích tuhosti, roztíratelnosti a preference podle jejich intenzity (viz příloha 2). Hodnotitelé jednoznačně označili u skupiny tavených sýrů s 50 % w/w tuky v sušině jako nejtěžší vzorek s přídavkem 1-monopalmitylglycerolu a nejméně tuhý bez přídavku 1-monoacylglycerolu. Jako nejméně roztíratelný vzorek byl zaznamenaná po přídavku 1-monostearyl glycerolu. Pro tavené sýry s 45 % w/w tuky v sušině byl hodnotiteli určen jako nejtěžší vzorek s přídavkem 1-monostearyl glycerolu a nejméně tuhý s přídavkem 1-monopalmitylglycerolu. Nejvíce

roztíratelný až řídký či roztékavý byl označen vzorek s přidavkem 1-monokaprinylglycerolu. Na závěr senzoričké analýzy pro konzumaci hodnotitelé určily jako nejlepší tavený sýr s 50 % w/w tuky v sušině s přidavkem 1-monostearylglycerolu a tavený sýr s 45 % w/w tuky v sušině bez přidavku 1-monoacylglycerolů. Jako absolutně nevhodný pro konzumaci byl hodnotiteli označen tavený sýr s 45 a 50 % w/w tuky v sušině po přidavku 1-monokaprinylglycerolu, 1-monokaprylglycerolu a 1-monolaurylglycerolu.

Graf 4. Vzhled, barva a lesk tavených sýrů série I s 50 % t.v.s.

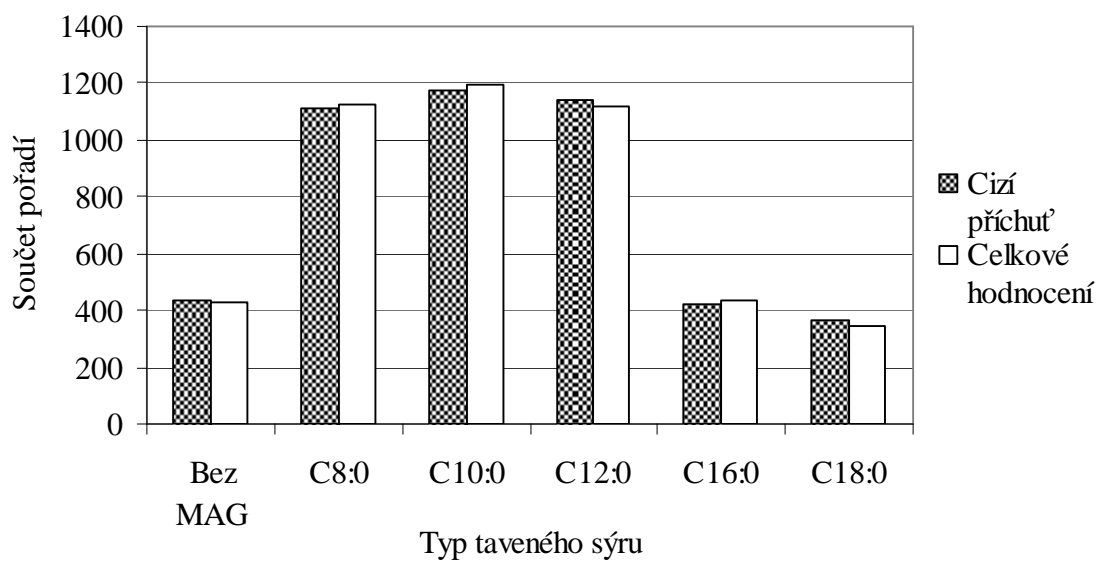


Graf 5. Tuhost a roztíratelnost tavených sýrů série I s 50 % t.v.s.

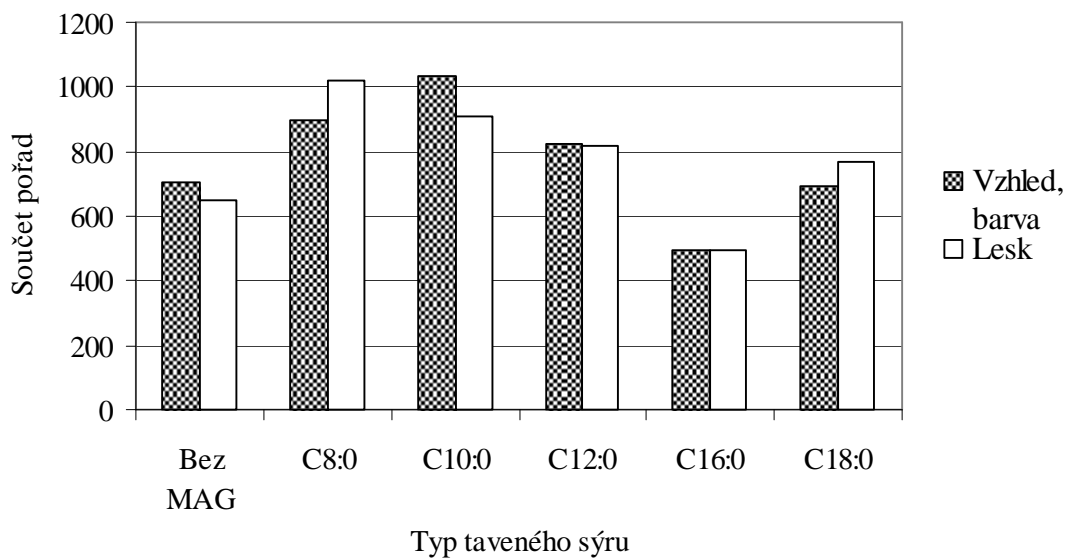




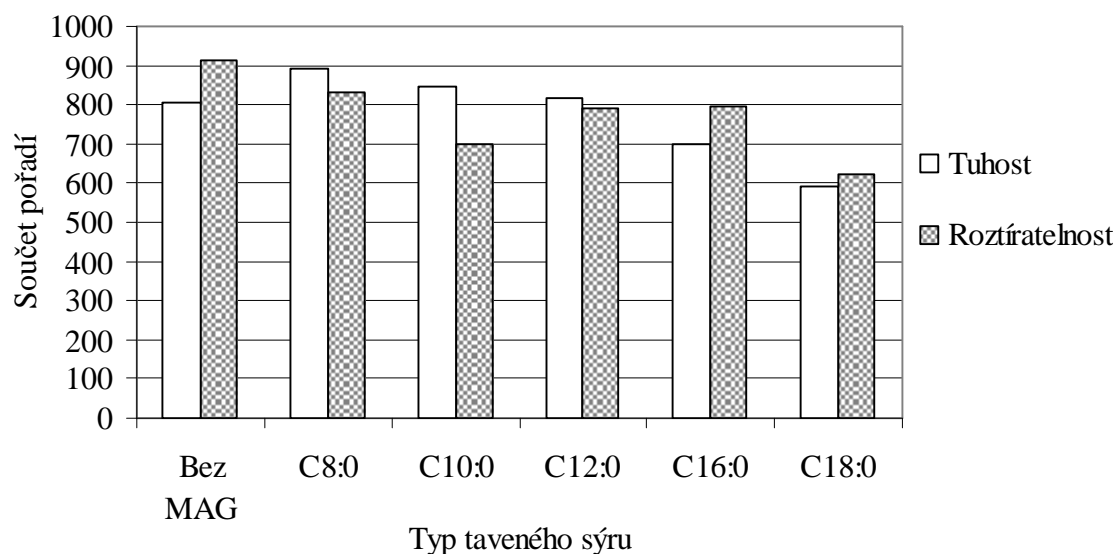
Graf 6. Cizí příchut' a celkové hodnocení tavených sýrů série I s 50 % t.v.s.



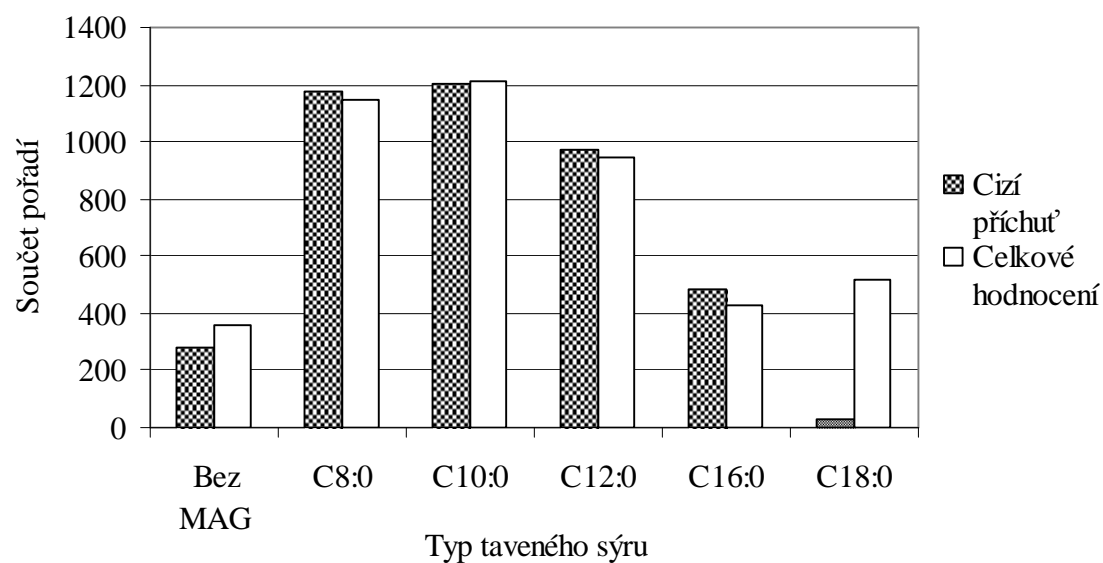
Graf 7. Vzhled, barva a lesk tavených sýrů série II s 45 % t.v.s.



Graf 8. Tuhost a roztíratelnost tavených sýrů série II s 45 % t.v.s.



Graf 9. Cizí příchut' a celkové hodnocení tavených sýrů série II s 45 % t.v.s.



#### 6.4.2 Druhá fáze

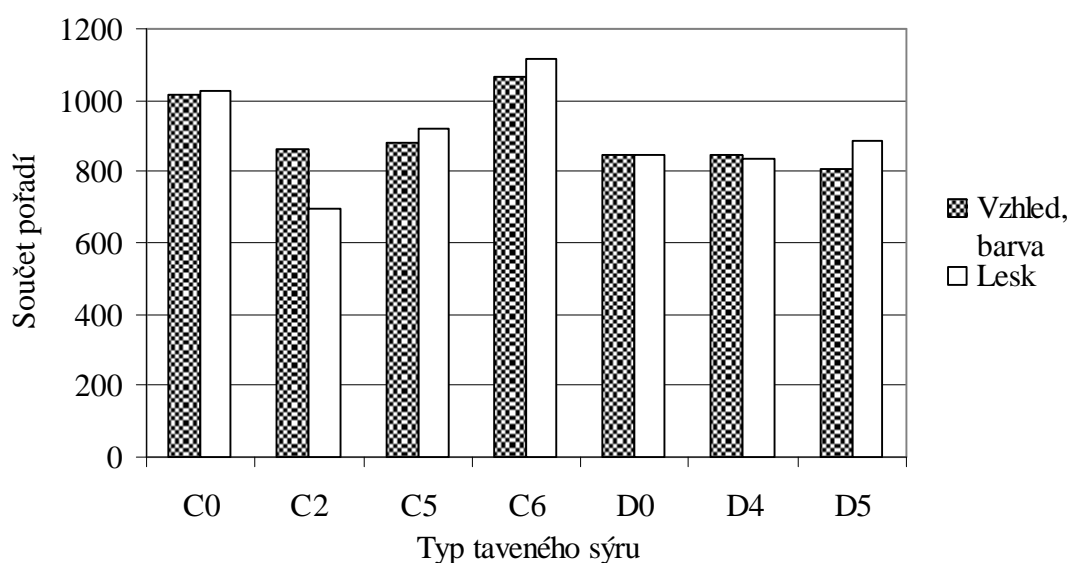
Ve druhé fázi stanovení byla senzoričká analýza provedena u série III pro vzorky kontrolní a s přísávkou 0,2 %, 0,5 % a 1,0 % w/w 1-monostearylglycerolu; 0,4 %, 0,5 % w/w 1-monopalmitylglycerolu a u série IV pro vzorky kontrolní a s přísávkou 0,3 %, 0,5 % w/w 1-monostearylglycerolu; 0,4 %, 0,5 % w/w 1-monopalmitylglycerolu. Výběr těchto vzorků

pro senzoryckou analýzu byl realizován na základě reologické analýzy, kdy dané vzorky vykazovaly nejvyšší účinek při dynamické oscilační reometrii. Z hlediska senzoryckého hodnocení bylo pak ověřit u vzorků s nejvyšší koncentrací přísadků 1-monoacylglycerolů jejich senzoryckou přijatelností.

U žádného z testovaných tavených sýrů nebyly shledány statisticky významné nedostatky ve vzhledu, barvě a lesku (viz graf 10 a 13), rovněž nebyly zpozorovány podstatné chuťové rozdíly (viz graf 12 a 15). Z grafu 11 je patrné, že hodnotitelé vzhledem ke kontrolnímu vzorku označili jako nejužší tavený sýr série III s přísadkem 0,2 % w/w 1-monostearylglycerolu. Z grafu 14 vzhledem ke kontrolnímu vzorku vychází jako nejužší tavený sýr série IV s přísadkem 0,3 % w/w 1-monopalmitylglycerolu.

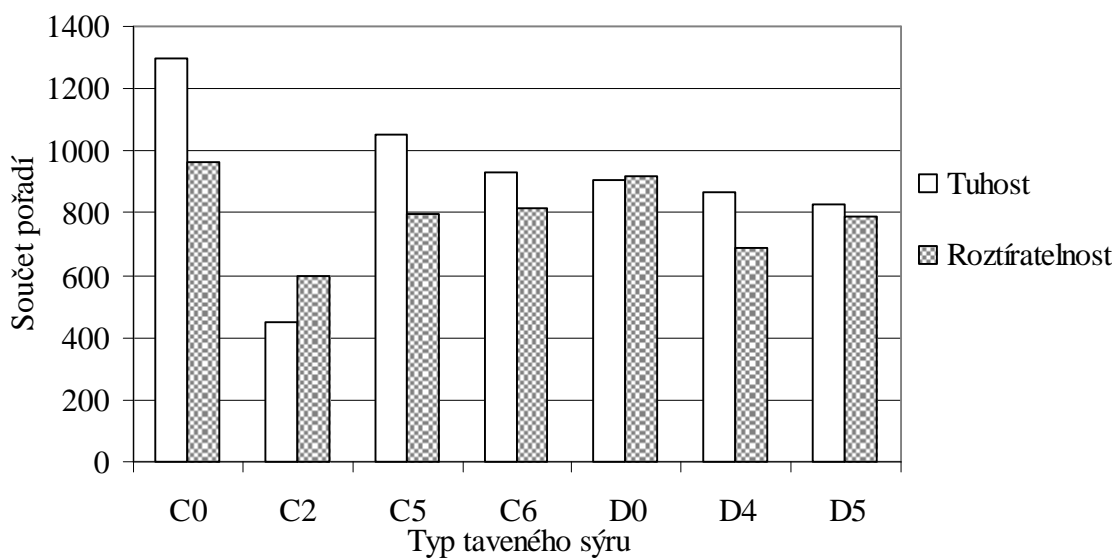
Z pořadových zkoušek hodnotitelé označili u série III jako nejužší tavený sýr s přísadkem 1,0 % w/w 1-monostearylglycerolu a jako nejvíce roztíratelný vzorek s 0,5 % w/w 1-monostearylglycerolu. U tavených sýrů série IV byl označen jako nejužší vzorek s přísadkem 0,3 % w/w 1-monopalmitylglycerolu a nejvíce roztíratelný s přísadkem 0,5 % w/w 1-monopalmitylglycerolu. Hodnotitelé pro konzumaci určily jako nejlepší tavený sýr série III s 0,2% w/w přísadkem 1-monostearylglycerolu a u série IV s 0,5% w/w přísadkem 1-monopalmitylglycerolu.

Graf 10. Vzhled, barva a lesk tavených sýrů série III s 50 % t.v.s.



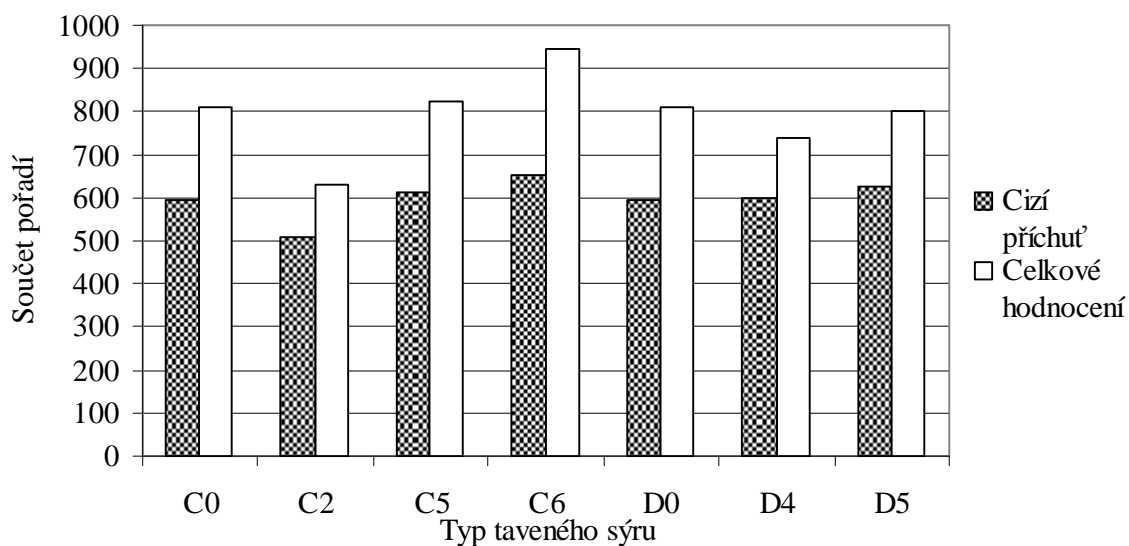
Poznámka: C<sub>0</sub>...Bez C<sub>18:0</sub> C<sub>2</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,2 % w/w C<sub>5</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,5 % w/w C<sub>6</sub>... C<sub>18:0</sub> 1,0 % w/w  
D<sub>0</sub>...Bez C<sub>16:0</sub> D<sub>4</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,4 % w/w D<sub>5</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,5 % w/w

Graf 11. Tuhost a roztíratelnost tavených sýrů série III s 50 % t.v.s.



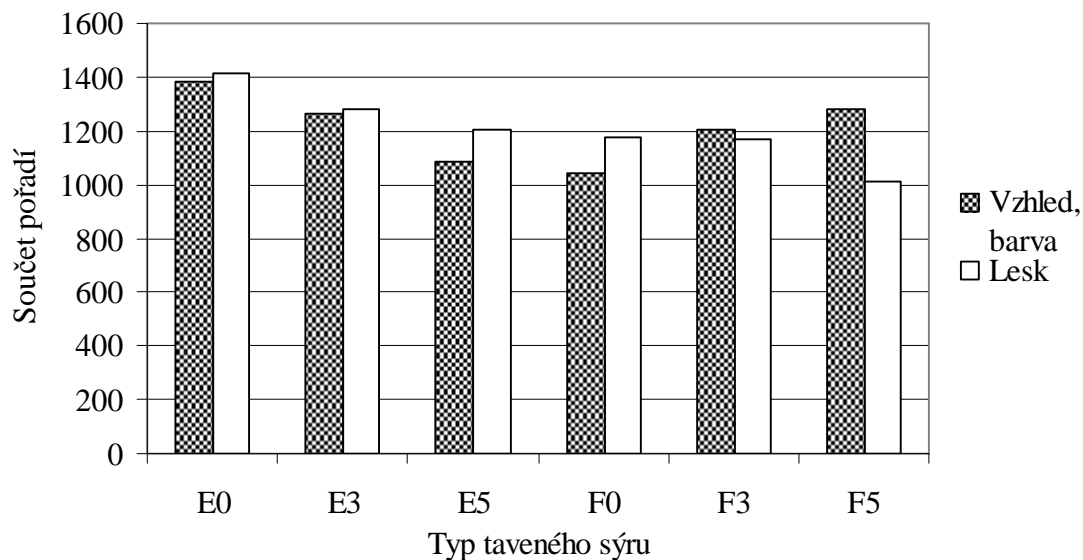
Poznámka: C<sub>0</sub>...Bez C<sub>18:0</sub>    C<sub>2</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,2 % w/w    C<sub>5</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,5 % w/w    C<sub>6</sub>... C<sub>18:0</sub> 1,0 % w/w  
 D<sub>0</sub>...Bez C<sub>16:0</sub>    D<sub>4</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,4 % w/w    D<sub>5</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,5 % w/w

Graf 12. Cizí příchut' a celkové hodnocení tavených sýrů série III s 50 % t.v.s.



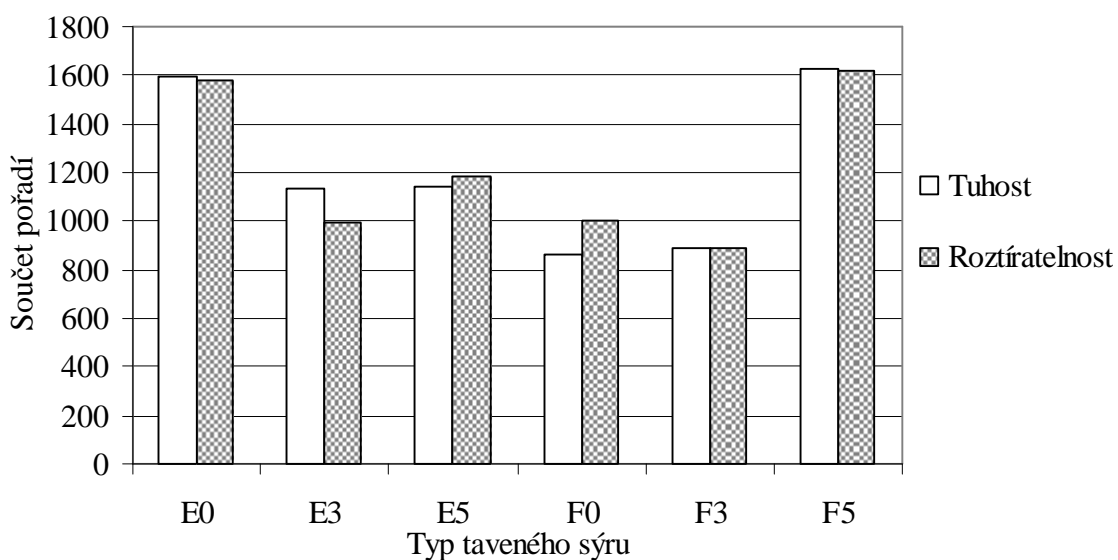
Poznámka: C<sub>0</sub>...Bez C<sub>18:0</sub>    C<sub>2</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,2 % w/w    C<sub>5</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,5 % w/w    C<sub>6</sub>... C<sub>18:0</sub> 1,0 % w/w  
 D<sub>0</sub>...Bez C<sub>16:0</sub>    D<sub>4</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,4 % w/w    D<sub>5</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,5 % w/w

Graf 13. Vzhled, barva a lesk tavených sýrů série IV s 45 % t.v.s.



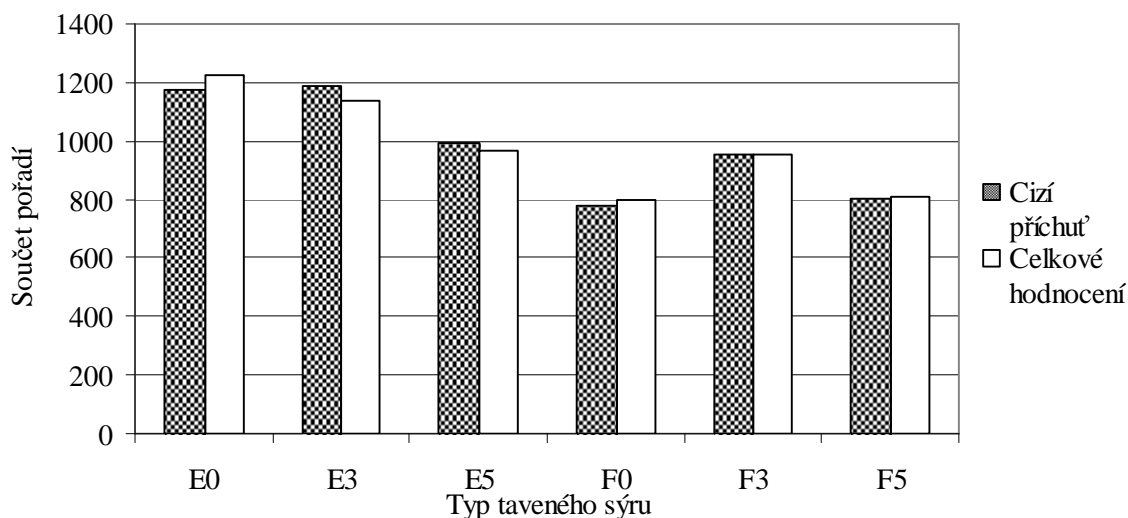
Poznámka: E<sub>0</sub>...Bez C<sub>18:0</sub>      E<sub>3</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,3 % w/w      E<sub>5</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,5 % w/w  
 F<sub>0</sub>...Bez C<sub>16:0</sub>      F<sub>3</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,3 % w/w      F<sub>5</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,5 % w/w

Graf 14. Tuhost a roztíratelnost tavených sýrů série IV s 45 % t.v.s.



Poznámka: E<sub>0</sub>...Bez C<sub>18:0</sub>      E<sub>3</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,3 % w/w      E<sub>5</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,5 % w/w  
 F<sub>0</sub>...Bez C<sub>16:0</sub>      F<sub>3</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,3 % w/w      F<sub>5</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,5 % w/w

Graf 15. Cizí příchut' a celkové hodnocení tavených sýrů série IV s 45 % t.v.s.



Poznámka: E<sub>0</sub>...Bez C<sub>18:0</sub>      E<sub>3</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,3 % w/w      E<sub>5</sub>... C<sub>18:0</sub> 0,5 % w/w  
 F<sub>0</sub>...Bez C<sub>16:0</sub>      F<sub>3</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,3 % w/w      F<sub>5</sub>... C<sub>16:0</sub> 0,5 % w/w

## 6.5 Souhrnná diskuze výsledků

Provedenou chemickou analýzou vzorků tavených sýrů I až IV série bylo potvrzeno, že 0,25% w/w přídavek vybraných 1-monoacylglycerolů a koncentrační přídavek 1-monopalmitylglycerolu a 1-monostearyl glycerolu neovlivnily výsledky stanovení obsahu sušiny, obsah absolutního tuku a pH. Což je důležité pro senzoryckou analýzu a dynamickou oscilační reometrii z hlediska srovnatelnosti vlivu přídavku 1-monoacylglycerolů v analyzovaných vzorcích, neboť tuková složka, mimo jiné již zmíněná sušina a pH významně ovlivňují konzistenci tavených sýrů [30] [33].

Z výsledků dynamické oscilační reometrie pro I a II série vzorků tavených sýrů byl zjištěn méně intenzivní nárůst hodnot modulů  $G'$  a  $G''$  u taveného sýru se 45 % (w/w) tuky v sušině než u tučnějšího sýru s 50 % (w/w) tuku v sušině vzhledem ke kontrolnímu vzorku. Ze III série analyzovaných vzorků byl zkoumán pouze tavený sýr s 50 % (w/w) tuku v sušině, neboť u něj byly u realizovaných přídavků 1-monoacylglycerolů v porovnání s méně tučným výrobkem relativně vyšší změny elastického  $G'$  i ztrátového modulu  $G''$ . Reologické měření pro výše jmenované série poukazuje na změnu povahy gelu, který vykazuje zvyšující se tuhost v závislosti na rostoucím počtu uhlíků v molekule mastné kyseliny použitého 1-monoacylglycerolu. Tento jev lze vysvětlit skutečností, že s přídavky

sloučenin zvyšující intenzitu emulgace tuku roste i tuhost tavených sýrů [2]. Bylo rovněž prokázáno, že emulgační schopnost 1-monoacylglycerolů roste s počtem uhlíků v molekule mastné kyseliny, což je dáno hodnotami HLB a povrchovým napětím [16] [35]. Nejvyšší účinek na reologické vlastnosti vzorků tavených sýrů III série vykazoval 0,2% w/w přídavek 1-monostearylglycerolu a 0,4% w/w přídavek 1-monopalmitylglycerolu. Z toho vyplývá, že důsledek realizovaných koncentračních přídavek na konzistenci tavených sýrů má proměnlivý účinek. Existuje tedy určitá optimální koncentrace přídavku 1-monoacylglycerolů, která kromě druhu bude pravděpodobně záviset na celé řadě faktorů (např. obsahu sušiny, tuku v sušině, druhu a zralosti přírodních sýrů, použitých tavicích solích a na povrchově aktivních látkách aj.).

Hodnotitelé zaznamenali statisticky významné změny u sensorických znaků tuhosti a roztíratelnosti pouze u tavených sýrů série I s 50 % w/w tuky v sušině po přídavku 1-monopalmitylglycerolu a 1-monostearylglycerolu, což bylo prokázáno i při reologickém měření. Při hodnocení cizí příchuti u tavených sýrů s 45 a 50 % w/w tuky v sušině bylo zjištěno, že tavené sýry s přídavky 1-monokaprylglycerolu, 1-monokaprinylglycerolu a 1-monolaurylglycerolu sensoricky neovlivnily tuhost, ale vykazují nepříjemnou pachů zcela nepřijatelnou pro konzumaci. V případě jejich dalšího použití je potřeba tyto látky lépe vyčistit, zejména od nezreagovaných kyselin. Podobný problém v sensorické přijatelnosti přídavku 1-monoacylglycerolů s kratším acylovým zbytkem do mlékárenských produktů byl již zaznamenán [5] [16] [38]. U žádného z testovaných tavených sýrů série III a IV nebyly shledány statisticky významné nedostatky ve vzhledu, barvě a lesku, rovněž nebyly upozorovány podstatné chuťové rozdíly. Hodnotitelé vzhledem ke kontrolnímu vzorku označili jako nejtuzší tavený sýr série III s přídavkem 0,2 % w/w 1-monostearylglycerolu a ze série IV vychází jako nejtuzší tavený sýr s přídavkem 0,3 % w/w 1-monopalmitylglycerolu.

## ZÁVĚR

Výroba tavených sýrů, jako nejmladší skupiny sýrů, je datována začátkem minulého století. K získání jemné a homogenní struktury bez separace vody, tuku a proteinů je nutný přídavek tavicích solí, které působí jako emulgační činidla. Jako další možnou látkou, která se vyznačuje emulgačními účinky a řadí se mezi emulgátory jsou monoacylglyceroly.

Ze získaných výsledků při hodnocení tavených sýrů s obsahem 45 a 50 % w/w tuku v sušině bylo možné učinit tyto závěry:

- chemickou analýzou byl prokázán obdobný obsah sušiny, absolutního tuku a pH u zkoumaných tavených sýrů s 45 a 50 % tuky v sušině, což je důležité pro srovnatelnost v rámci reologického a sensorického posouzení,
- s rostoucím počtem uhlíků v molekule mastné kyseliny 1-monoacylglycerolu roste elastický a ztrátový modul pružnosti, což ukazuje na změnu povahy gelu ve smyslu zvyšující se tuhosti taveného sýru u vzorků o tučnosti 45 a 50 % tuku v sušině (I a II série),
- hodnotitelé rozpoznali jako nejtuzší vzorek s tučností 50 % tuku v sušině s 0,25% w/w přídavkem 1-monostearyl glycerolu a 1-monopalmityl glycerolu, jenž bylo potvrzeno i dynamickou oscilační reometrií,
- sensorickým posouzením vzorků tavených sýrů s 45 a 50 % tuky v sušině po 0,25% w/w přídavku 1-monokapryl glycerolu, 1-monokaprinyl glycerolu a 1-monolauryl glycerolu byla zjištěna nepříjemná chuť z důvodu intenzivních pachutí, zcela nepřijatelná pro konzumaci,
- nejvyšší účinek na reologické vlastnosti při koncentračním experimentu vykazoval 0,2% w/w přídavek 1-monostearyl glycerolu vzhledem ke kontrolnímu vzorku, což potvrdily i sensorické testy,
- hodnotitelé vzhledem ke kontrolnímu vzorku označili jako nejtuzší tavený sýr s 45 % tuky v sušině po přídavku 0,3 % w/w 1-monopalmityl glycerolu,
- u přídavků 1-monostearyl glycerolu a 1-monopalmityl glycerolu do tavených sýrů s 45 a 50 % tuky v sušině nebyly shledány podstatné chuťové rozdíly.



Je pravděpodobné, že díky emulgačním vlastnostem 1-monoacylglycerolů by bylo možné částečně nahradit tavicí soli při výrobě tavených sýrů. Množství, druh a důsledky přísadků 1-monoacylglycerolů za účelem nahrazení části tavicích solí by si zasloužilo dalšího zkoumání.

Přínosem této práce mělo být prohloubení a zejména zveřejnění informací o vlivu přísadků vybraných 1-monoacylglycerolů s různým počtem uhlíků v esterově vázané mastné kyselině na konzistenci a sensorickou jakost tavených sýrů.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

- [1] Amerex Praha, spol. s r.o [online]. [cit. 6.ledna 2006]. < <http://www.amerex.cz/> >
- [2] 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. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 2002. p. 54-61.
- [3] BOHÁČ, V. *Výroba tavených sýrů*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1964. 200 s.
- [4] BRÁZDOVÁ, Z. *Výživa člověka*. 1.vyd. Vyškov: VVŠ PV, 1995. 146 s.
- [5] BŘEZINA, P., JELÍNEK, J. *Chemie a technologie mléka II*. 1.vyd. Praha: VŠCHT, 1990. 166 s. ISBN 80-7080-075-5.
- [6] BUŇKA, F., PAVLÍNEK, V., HRABĚ, J., ROP, O., GALÁŘOVÁ, B., JANIŠ, R., KREJČÍ, J. *Vliv přídavku 1-monoacylglycerolů na konzistenci plnotučných tavených sýrů*. Zlín: UTB, 2006.
- [7] BUŇKA, F. *Statistické vyhodnocení změn senzorické jakosti u tavených sýrů* [Diplomová práce]. Vyškov, 2001. 86 s.
- [8] BUŇKA, F. *Vliv sterilizačního záhřevu na jakost tavených sýrů určených pro krizové situace* [Disertační práce]. Vyškov, 2004. 111 s.
- [9] CABALLERO, B., ALLEN, L., PRENTICE, A. (ed.). *Encyklopedia of Human Nutrition*. 2. ed. Oxford (UK): Elsevier Ltd., 2005. ISBN 0-12-1501100-8.
- [10] CARIĆ, M., KALÁB, M. Processed cheese products. In Fox, P.F (ed.) *Cheese: Chemistry, Physics and Mikrobiology*. Volume 2. Major Cheese Groups, 2. ed. Elsevier Applied Science, London and New York, 1997, 467 – 505.
- [11] DAVÍDEK, J., JENÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1983. 629s.
- [12] DAVIES, J.T., RIDEAL, E.K. *Interfacial Phenomena*. 2nd Ed. London: Academic Press, 1963. 314 p.
- [13] DOLEŽAL, V. Sýry s rostlinným tukem. Samozřejmě, ne! *Potravinářský zpravodaj*, 2005, roč. VI, č. 6. 5 s.
- [14] DOLEŽÁLEK, J., HLADÍK, J., BŘEZINA, P. *Příručka pro cvičení z chemie a technologie mléka*. 3.vyd. Praha: VŠCHT, 1980. 210 s.

- [15] DOSTÁLOVÁ, J. Výživová doporučení Společnosti pro výživu pro obyvatelstvo České republiky. *Potravinářská revue*, 2005, 1, s. 17 – 19.
- [16] FAUR, L. Margarine technology. In Karleskind, A. (ed.) *Oils and Fats Manual. A comprehensive Treatise*. Volume 2. 1996. Intercept Ltd., p. 967-969.
- [17] FORMAN, L. a kol. *Mlékárenská technologie II*. 2.vyd. Praha: VŠCHT, 1996. 228s. ISBN-80-7080-250-2.
- [18] FOX, P.F., MCSWEENEY, P.L.H. Chemistry and biochemistry of cheese and fermented milks. Springer-Verlag, 1998. 379 – 436 s. ISBN 0412-72000-0.
- [19] GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*. 1.vyd. Brno: MZLU, 1998. 142s.
- [20] GUÉGUEN, L., POINTILLART, A. The Bioavailability of Dietary Calcium. *J.Am.Coll.Nutr.* 2000, 2, 119 - 136.
- [21] GUINEE, T.P., CARIĆ, M., KALÁB, M. Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. 2004. Cheese: Chemistry, Physics and Mikrobiology, Third edition – Volume 2: Major Cheese Groups, ISBN 0-1226-3653-8.
- [22] GUINEE, T.P. Pasteurized processed cheese products. In Roginski, H., Fuquay, J.W., Fox, P.F. *Encyklopedia of Dairy Science*, Volume 1. London: Elsevier Science, 2003, 411 - 418.
- [23] GUNASEKARAN, S. *Cheese rheology and texture*. Boca Raton: CRC Press LLC, 2003. 437 s. ISBN 1-58716-021-8.
- [24] GREGOROVÁ, E., PABST, W., ŠTĚTINA, J. Viscoelastic behavior of ceramic suspensions with carrageenan. *Journal of the European Ceramic Society*. 2006. 1185-1194.
- [25] HRABĚ, J., KRÍŽ, O., BUŇKA, F. *Statistické metody v senzoričké analýze potravin*. Vyškov: VVŠ PV, 2001. 114 s. ISBN 80-7231-086-0.
- [26] JANIŠ, R., KREJČÍ, J., KLÁSEK A. Preparation of 1-monoacylglycerols from glycidol and fatty acids catalyzed by the chromium(III) - fatty acid system. In *Eur. J. Lipid Sci. Technik.*, Zlín: 2000, s.351 – 354.
- [27] KARLESKIND, A. *Oils and Fats Manual: A Comprehensive treatise. Properties, Production, Applications*. Vol.1. Technique et documentation. Paris, Francie, 1996. 805s.

- [28] KOPÁČEK, J. Tavené sýry a jejich imitace. *Potravinářský zpravodaj*. 2005, roč. VI, č. 6. 8 s.
- [29] LANGMAIER, F. *Nauka o zboží*. 2.vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2002. 144 s. ISBN 80-7318-092-8.
- [30] 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. 763-771.
- [31] LEE, S.K., KLOSTERMEYER, H. The Effect of pH on the Rheological Properties of Reduced-fat Model Processed Cheese Spreads. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 2001, s 288 – 292.
- [32] MANN, E. Processed cheese. *Dairy Industries International*, 2003, 35-36.
- [33] MARCHESSEAU, S., GASTALDI, E., LAGAUDE, A., CUQ, J.L. Influence of pH on Protein Interactions and Microstructure of Process Cheese. *J.Dairy Sci.* 1997, s1483 – 1489.
- [34] MAROUNEK, K., BŘEZINA, P., ŠIMŮNEK, J. *Fyziologie a hygiena výživy*. 2.vyd. Vyškov: VVŠ PV Vyškov, 2003. 76s. ISBN 80-7231-106-9.
- [35] MOONEN, H., BAS, H. Mono- and diglycerids. In Whitehurst, R.J. (ed.) *Emulsifiers in Food Technology*. Blackwell Publishing. 2004. p. 40-57.
- [36] MOLINS, R.A. *Phosphates in food*. Boca Raton: CRC Press, 1991, 261 s.
- [37] MOULOUGUI, Z., ROKOTONDRAZAFY, V., PEYROU, G., GACHEN, CH., EYCHENNE, V. Pure  $\alpha$ -monoglycerides for industrial applications. *Agro-Food-Industry Hi-Tech*. 1998. 10-14 s.
- [38] NAIR, M.K.M., VASUDEVAN, P., HOAGLAND, T., VENKITANARAYANAN, K. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in milk by caprylic acid and monocaprylin. *Food Mikrobiology*, 2004. 611-616.
- [39] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J. *Základy výživy a výživová politika*. 1.vyd. Praha: VŠCHT, 2002. 219s. ISBN 80-7080-468-8.
- [40] PIJANOWSKI, E. *Základy chemie a technologie mlékárenstva II*. 1.vyd. Bratislava: Príroda, 1978. 632s.

- [41] PISKA, I, ŠTĚNINA, J., IPSEN, R.H., QWIST, K.B. Mikrostruktura a reologické vlastnosti vysokotučného taveného sýry. In *Sborník Celostátní přehlídky sýrů 2002*. Praha: Česká společnost chemická, 2002, s.192 - 196. ISBN 80-86238-21-0.
- [42] POKORNÝ, J. a kol. *Technologie tuků*. 1.VYD. Praha: SNTL, 1986. 452 s.
- [43] *Potravinové tabulky: Část 1, Chemické složení a energetický obsah poživatin v hodnotách jedlého podílu*. 1.vyd. Praha: Společnost pro výživu, 1992. 69 s. ISBN 80-85120-42-9.
- [44] PROŠK, Z., ŠTERN, P. Reologické vlastnosti tavených sýrů. In *Průmysl potravin*. Mlékárenské listy 15. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. ISSN 0139-6986.
- [45] RŮŽIČKA, J., VELCLOVÁ, K., JANIŠ, R., KREJČÍ, J. Antimicrobial effects of 1-monoacylglycerols prepared by catalytic reaction of glycidol with fatty acids. In *Eur Food Res Technology*. Zlín: 2003. 329 – 331s.
- [46] SOVÁK, J. *Vliv surovin na konzistenci tavených sýrů*. Praha, 2000. 97 s. Diplomová práce VŠCHT.
- [47] SUKOVÁ, I. *Výživová hodnota sýra* [online]. 26.9. 2003 [cit. 15.února 2006]. Dostupné na WWW: <http://www.spotrebitec.cz/article/articleview/5089/1/141>.
- [48] SVOBODOVÁ, H. *Monoacylglyceroly v praxi* [Bakalářská práce]. Zlín, 2004. 28 s.
- [49] ŠTĚNINA, J., NĚMCOVÁ, L., PISKA, I. Konzistence a reologické vlastnosti polotvrdých sýrů. In *Sborník Celostátní přehlídky sýrů 2000*. Praha: Česká společnost chemická, 2000, s.54 - 69.
- [50] TEPLÝ, M. a kol. *Nové směry v technice a technologii mlékárenského průmyslu*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1980. 248 s.
- [51] VACOVÁ, T. *Mlieko a mliečne prípravky vo výžive*. 1.vyd. Bratislava: Alfa, 1986. 216s.
- [52] VEČERŤÍKOVÁ, H. Potravinové náhražky: Nenechte se klamat. *MF DNES* [online]. 4. listopadu 2005. [cit. 26. března 2006]. Dostupné z < <http://ekonomika.idnes.cz/test.asp?r=test&c=313371> >.
- [53] VELCLOVÁ, K. *Antimikrobní vlastnosti monoacylglycerolů* [Diplomová práce]. Zlín, 2002. 71 s.

- [54] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I.* 1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 352s. ISBN 80-902391-3-7.
- [55] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 304/2004 Sb., v platném znění.
- [56] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb., v platném znění.
- [57] WEIN, O. *Úvod do reologie.* 1.vyd. Brno: Malé Centrum, 1996. 84 s.
- [58] WHITEHURST, R.J. *Emulsifiers in food technology.* Oxford: Blackwell, 2004. 45-57 s. ISBN 1-4051-1802-4.
- [59] ZIMÁK, E. *Technologie pro 4.ročníky SPŠ studijního oboru zpracování mléka.* 1.vyd. Praha: SNTL, 1988. 362 s.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

MAG	monoacylglycerol
DAG	diacylglycerol
TAG	triacylglycerol
w/w	hmotnostní procento
TVH	tuk ve hmotě
TVS (FDM)	tuk v sušině
SUFA	nasyčená mastná kyselina
MUFA	mononenasyčená mastná kyselina
PUFA	polynenasycená mastná kyselina
HLB	Hydrophilic - Lipophilic Balance
NPM	nejvyšší povolené množství
NM	nezbytné množství
C <sub>8:0</sub>	kyseliny kaprylová
C <sub>10:0</sub>	kyseliny kaprinová
C <sub>12:0</sub>	kyseliny laurová
C <sub>16:0</sub>	kyseliny palmitová
C <sub>18:0</sub>	kyseliny stearová

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Transport vápníku v těle dospělého člověka .....	13
Obr. 2. Chemická reakce výměny iontů sodíku za ionty vápníku při procesu tavení.....	17
Obr. 3. Proces výroby tavených sýrů.....	20
Obr. 4. Konstituční vzorce použitých 1-monoacylglycerolů.....	39



**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1. Závislost elastického $G'$ a ztrátového $G''$ modulu pružnosti na frekvenci pro vzorky I a II série .....	50
Graf 2. Hodnoty elastického $G'$ [Pa] a ztrátového $G''$ [Pa] modulu pružnosti při referenční frekvenci 1 Hz pro vzorky I a II série.....	51
Graf 3. Hodnoty elastického $G'$ [Pa] a ztrátového $G''$ [Pa] modulu pružnosti při referenční frekvenci 1 Hz pro vzorky III série .....	52
Graf 4. Vzhled, barva a lesk tavených sýrů série I s 50 % t.v.s.....	54
Graf 5. Tuhost a roztíratelnost tavených sýrů série I s 50 % t.v.s.....	54
Graf 6. Cizí příchut' a celkové hodnocení tavených sýrů série I s 50 % t.v.s.....	55
Graf 7. Vzhled, barva a lesk tavených sýrů série II s 45 % t.v.s.....	55
Graf 8. Tuhost a roztíratelnost tavených sýrů série II s 45 % t.v.s.....	56
Graf 9. Cizí příchut' a celkové hodnocení tavených sýrů série II s 45 % t.v.s.....	56
Graf 10. Vzhled, barva a lesk tavených sýrů série III s 50 % t.v.s.....	57
Graf 11. Tuhost a roztíratelnost tavených sýrů série III s 50 % t.v.s.....	58
Graf 12. Cizí příchut' a celkové hodnocení tavených sýrů série III s 50 % t.v.s.....	58
Graf 13. Vzhled, barva a lesk tavených sýrů série IV s 45 % t.v.s.....	59
Graf 14. Tuhost a roztíratelnost tavených sýrů série IV s 45 % t.v.s.....	59
Graf 15. Cizí příchut' a celkové hodnocení tavených sýrů série IV s 45 % t.v.s.....	60

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka I. Průměrné složení tavených sýrů.....	11
Tabulka II. Bod tání T <sub>c</sub> a hodnoty HLB 1-MAG z různých mastných kyselin.....	32
Tabulka III. Povolené přídavky E 471 v potravinách.....	35
Tabulka IV. Složení použitých tavicích solí.....	39
Tabulka V. Charakteristika sérií tavených sýrů I a II.....	40
Tabulka VI. Charakteristika sérií tavených sýrů III a IV.....	41
Tabulka VII. Naměřené hodnoty sušiny vzorků série I a II.....	44
Tabulka VIII. Naměřené hodnoty pH vzorků série I a II.....	45
Tabulka IX. Naměřené hodnoty sušiny vzorků série III a IV.....	46
Tabulka X. Naměřené hodnoty pH vzorků série III a IV.....	46
Tabulka XI. Naměření hodnoty absolutního tuku a tuku v sušině vzorků série I a II.....	47
Tabulka XII. Naměřené hodnoty absolutního tuku a tuku v sušině vzorků série III.....	48
Tabulka XIII. Naměření hodnoty absolutního tuku a tuku v sušině vzorků série IV.....	48

## SEZNAM PŘÍLOH

P 1 :	Stupnice pro sensorické hodnocení tavených sýrů.....	1
P 2 :	Protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů.....	5
P 3 :	Surovinové skladby tavených sýrů.....	7

## STUPNICE PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ TAVENÝCH SÝRŮ

### *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 barvy. 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. **Nepříjemný**– 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 sýra*

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. **Naprostο nevyhovující lesk** – naprostο matný lesk

### ***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, prstovitá nebo měkčí, lepivá.
6. **Nevyhovující** – lepivá, tuhá, řídká, nehomogenní, špatně roztíratelná.
7. **Nepříjemná** – velmi tuhá až drobná, silně lepivá, rozbředlá, nehomogenní s oddělujícím se tukem, zduřelá s výskytem provzdušnění, silně krupičkovitá, roztékavá.

### ***Tuhost***

1. **Tavený sýr velmi tuhý**
2. **Tavený sýr tuhý**
3. **Tavený sýr mírně tužší**
4. **Tuhost taveného sýra typická pro deklarovaný druh**
5. **Tavený sýr mírně měkčí než jeho optimum**
6. **Tavený sýr měkký**
7. **Tavený sýr velmi měkký**

### ***Roztíratelnost taveného sýra***

1. **Tavený sýr není roztíratelný**
2. **Tavený sýr je obtížně roztíratelný**
3. **Tavený sýr je hůře roztíratelný**
4. **Roztíratelnost je typická, charakteristická pro druh taveného sýra**
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, smetanová, 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, smetanová, jemně mléčně nakyslá nebo nasládlá, typická, cizí příchutě vyloučeny.
3. **Velmi dobrá** – mírné odchylky od vynikající chuti a vůně, přesto harmonická, odpovídající deklarovanému druhu, přirozeně mléčně nakyslá nebo nasládlá, typická, cizí příchutě vyloučeny.
4. **Dobrá** – chuť a vůně typická pro smetanový tavený sýr s odchylkami ne zásadního charakteru, avšak charakteristická a čistá pro deklarovaný druh.
5. **Méně dobrá** – výskyt cizích příchutí ve velmi malé intenzitě, méně harmonická, slabě nahořklá nebo slanější, slabá příchut' po tavicích solích, mírně kyselejší, dílčí odchylky v chuti, slabě nečistá, slabě kvasničná.
6. **Nevyhovující** – výskyt cizích příchutí, méně harmonická, nahořklá, slanější, příchut' po tavicích solích, kyselejší, slabě oxidovaná, dílčí odchylky v chuti, mírně nečistá, mírně kvasničná.
7. **Nepřijatelná** – nečistá, žluklá, slaná, hořká, cizí, netypická, silně oxidovaná (žluklá), zatuchlá, kvasnicová, ostře kyselá aj.

### ***Cizí, nečistá příchut' nebo pachut'***

1. **Chuť čistá bez náznaku pachuti či cizí, nečisté příchuti**
- 2.
- 3.
4. **Chuť s mírným náznakem pachuti, přesto však stále akceptovatelná**
- 5.
- 6.
7. **velmi silná pachut', naprosto nepřijatelná**

Při zvolení stupně 2, 3, 5 a 6 se pokuste vyjádřit o jakou pachut' jde.

### ***Celkové hodnocení***

1. **Vynikající** – chuť a vůně musí mít hodnocení vynikající, ve všech ostatních relevantních ukazatelích ne hůře 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 relevantních ukazatelích ne hůře než méně dobrý.
5. **Méně dobrý** – tavený sýr hodnocený ve všech ukazatelích ne hůře než méně dobrý.
6. **Méně dobrý** – tavený sýr hodnocený ve všech ukazatelích ne hůře než nevyhovující.
7. **Nevyhovující** – tavený sýr, který je u jakéhokoliv ukazatele hodnocen jako naprosto nevyhovující.

**PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ TAVENÝCH SÝRŮ**

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

**Úkol 1- Senzorické hodnocení pomocí stupnice (zapište zvolený stupeň)**

Tavený sýr	Znak				
	Vzhled a barva	Lesk	Konzistence	Tuhost	Roztíratelnost
A					
B					
C					
D					
E					
H					
I					

Tavený sýr	Znak		
	Chut' a vůně	Cizí nečisté příchuti a pachuti	Celkové hodnocení
A			
B			
C			
D			
E			
H			
I			

**Úkol 2- Pořadové testy intenzity znaků**

Seřaďte následující vzorky podle intenzity znaku (1 - vzorek nejméně tuhý, 7 - nejtušší vzorek; 1 - vzorek nejméně roztíratelný, 7 - vzorek nejvíce roztíratelný; dva a více vzorků nesmí mít stejné pořadí).

Znak	Tavený sýr						
	A	B	C	D	E	H	I
Tuhost							
Roztíratelnost							



### Úkol 3 – Pořadový preferenční test

Seřaďte následující vzorky podle Vašich preferencí (1 - vzorek nejlepší, 7 - vzorek nejhorší; dva a více vzorků nesmí mít stejné pořadí).

Znak	Tavený sýr						
	A	B	C	D	E	H	I
Preference							

### Poznámky

Tavený sýr	Poznámky
A	
B	
C	
D	
E	
H	
I	

## SUROVINOVÉ SKLADBY TAVENÝCH SÝRŮ

Surovinová skladba vzorku A<sub>0</sub> s 50 % t.v.s. (série I)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,065	56,00	26,00
Eidamská cihla 30%		0,350	49,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,240	54,00	25,00
Máslo čerstvé		0,125	82,00	81,00
Pitná voda		0,360	0,00	0,00
MAG		0,000	100,00	100,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorků A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub> s 50 % t.v.s. (série I)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,065	56,00	26,00
Eidamská cihla 30%		0,350	49,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,240	54,00	25,00
Máslo čerstvé		0,121	82,00	81,00
Pitná voda		0,360	0,00	0,00
MAG		0,003	100,00	100,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku B<sub>0</sub> s 45 % t.v.s. (série II)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,065	56,00	26,00
Eidamská cihla 30%		0,380	49,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,260	54,00	25,00
Máslo čerstvé		0,085	82,00	81,00
Pitná voda		0,325	0,00	0,00
MAG		0,000	100,00	100,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	357	0,009		

Surovinová skladba vzorků B<sub>0</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub> s 45 % t.v.s. (série II)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,065	56,00	26,00
Eidamská cihla 30%		0,380	49,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,260	54,00	25,00
Máslo čerstvé		0,081	82,00	81,00
Pitná voda		0,325	0,00	0,00
MAG		0,003	100,00	100,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	357	0,009		

Surovinová skladba vzorku B<sub>5</sub> s 45 % t.v.s. (série II)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,065	56,00	26,00
Eidamská cihla 30%		0,355	49,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,285	54,00	25,00
Máslo čerstvé		0,085	82,00	81,00
Pitná voda		0,325	0,00	0,00
MAG		0,000	100,00	100,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	357	0,009		

Surovinová skladba vzorku C<sub>0</sub> s 50 % t.v.s.(série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,065	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,295	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,285	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,129	84,00	82,00
Pitná voda		0,380	0,00	0,00
MAG		0,000	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku C<sub>1</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1270	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0012	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku C<sub>2</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1250	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0024	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku C<sub>3</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1240	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0036	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku C<sub>4</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1220	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0048	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku C<sub>5</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1210	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0060	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku C<sub>6</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1130	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0120	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku D<sub>0</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,065	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,295	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,285	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,129	84,00	82,00
Pitná voda		0,380	0,00	0,00
MAG		0,000	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku D<sub>1</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1270	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0012	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku D<sub>2</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1250	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0024	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku D<sub>3</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1240	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0036	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku D<sub>4</sub> s 50 % t.v.s. (série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1220	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0048	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku D<sub>5</sub> s 50 % t.v.s.(série III)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,2850	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,1210	84,00	82,00
Pitná voda		0,3800	0,00	0,00
MAG		0,0060	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku E<sub>0</sub> s 45 % t.v.s.(série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,065	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,295	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,370	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,076	84,00	82,00
Pitná voda		0,355	0,00	0,00
MAG		0,000	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku E<sub>1</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,3700	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,0760	84,00	82,00
Pitná voda		0,3550	0,00	0,00
MAG		0,0012	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku E<sub>2</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,3700	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,0730	84,00	82,00
Pitná voda		0,3550	0,00	0,00
MAG		0,0024	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		



Surovinová skladba vzorku E<sub>3</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,3700	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,0710	84,00	82,00
Pitná voda		0,3550	0,00	0,00
MAG		0,0036	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku E<sub>4</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,3700	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,0690	84,00	82,00
Pitná voda		0,3550	0,00	0,00
MAG		0,0048	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku E<sub>5</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,3700	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,0680	84,00	82,00
Pitná voda		0,3550	0,00	0,00
MAG		0,0060	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku F<sub>0</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,065	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,295	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,370	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,076	84,00	82,00
Pitná voda		0,355	0,00	0,00
MAG		0,000	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku F<sub>1</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,3700	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,0740	84,00	82,00
Pitná voda		0,3550	0,00	0,00
MAG		0,0012	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku F<sub>2</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,3700	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,0730	84,00	82,00
Pitná voda		0,3550	0,00	0,00
MAG		0,0024	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku F<sub>3</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,3700	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,0710	84,00	82,00
Pitná voda		0,3550	0,00	0,00
MAG		0,0036	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku F<sub>4</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,3700	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,0690	84,00	82,00
Pitná voda		0,3550	0,00	0,00
MAG		0,0048	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		

Surovinová skladba vzorku F<sub>5</sub> s 45 % t.v.s. (série IV)

Surovina		Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Moravský bochník		0,0650	57,00	25,00
Eidamská cihla 30%		0,2950	50,00	15,00
Eidamská cihla 45%		0,3700	55,00	24,50
Máslo čerstvé		0,0680	84,00	82,00
Pitná voda		0,3550	0,00	0,00
MAG		0,0060	99,00	99,00
Tavicí sůl	HBS	0,003	95,00	0,00
	690	0,012		
	495	0,005		
	S4SS	0,004		