

Vliv přídatku karagenanů na jakost tavených sýrů

Bc. Petra Kovářová

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra KOVÁŘOVÁ**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**
Téma práce: **Vliv přídavku karagenanů na jakost tavených sýrů**

Zásady pro vypracování:

V literární části stručně charakterizujte technologii výroby tavených sýrů s důrazem na ovlivnění konzistence. Dále zpracujte literární rešerši na téma interakce karagenanů s bílkovinami kaseinu a vlivu přídavků karagenanů do potravin, zejména mléčných výrobků. V praktické části realizujte laboratorní výrobu tavených sýrů s 45 a 50 % hmot. tuku v sušině s různým množstvím přídavků kappa- a iota-karagenanů. Vyrobené sýry zhodnoťte pomocí dynamické oscilační reometrie a senzorické analýzy. Ze získaných výsledků vyvodte závěry.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

dle doporučení vedoucího práce

Vedoucí diplomové práce:

Ing. František Buňka, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství a chemie

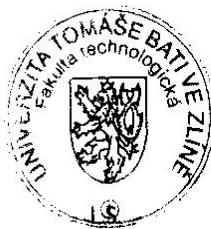
Datum zadání diplomové práce:

8. ledna 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2007

Ve Zlíně dne 2. května 2007



Ignác Hoza

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
děkan

Ignác Hoza

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Pro výrobce i spotřebitele je konzistence důležitým senzoryckým znakem při výběru a hodnocení tavených sýrů. Cílem této diplomové práce je zkoumat vliv přídatku karagenanů (κ -karagenan a ι -karagenan) s cílovou koncentrací 0,05 %, 0,15 % a 0,25 % w/w na viskoelastické a organoleptické vlastnosti tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině. Tavené sýry byly podrobeny základní chemické a senzorycké analýze. Reologické vlastnosti se posuzovaly dynamickou oscilační reometrií. Bylo zjištěno, že vliv přídatku karagenanů na viskoelastické vlastnosti závisí na koncentraci, přičemž s rostoucí koncentrací se zvyšuje tuhost tavených sýrů. Přídatok karagenanu o koncentraci 0,05 % w/w ovlivnil reologické vlastnosti tavených sýrů jen nepatrně. Vyšší koncentrace (0,15 % a 0,25 % w/w) karagenanů způsobily významné zvýšení hodnot elastického G' i ztrátového G'' modulu pružnosti vzhledem ke kontrolnímu vzorku. Při testované koncentraci 0,15 % a 0,25 % w/w měl ι -karagenan větší vliv na zvyšování tuhosti tavených sýrů než κ -karagenan. Senzoryckým posouzením posuzovatelé jednoznačně určili jako nejtužší tavený sýr s přídatkem ι -karagenanu o koncentraci 0,25 % w/w, a tím se shodli s výsledky dynamické oscilační reometrie.

Klíčová slova: tavený sýr, karagenan, senzorycká analýza, dynamická oscilační reometrie

ABSTRACT

The consistence of processed cheese is an important sensoric characteristic when choosing and evaluating of the cheese by producers and consumers. Target of this dissertation is to investigate impact addition carrageenans (κ -carrageenan, λ -carrageenan) with finis concentration 0,05 %, 0,15 % and 0,25 % on viskoelastical and organoleptical qualities processed cheese with 45 % and 50 % fat in dry matter. The processed cheeses were chemically and sensoric analyse. Rheological characteristics were judged by dynamic oscillatory rheometry. It was found out that the influence of the added carrageenans on viskoelastic characteristics depends on the concentration: the more concentrated, the more tough the cheese. When adding carrageenans of 0,05 % the rheologic characteristics of processed cheeses were influenced only slightly. When adding carrageenans of 0,15 % and 0,25 % this caused significant increase of results of elastic G' and loss G'' moduli pliability with begard to check sample. There was found out greater impact of λ -carrageenan than the impact of κ -carrageenan on increasing toughness when added carrageenans 0,15 % and 0,25 %. Critics considered the most tough processed cheese with addition λ -carrageenan by concentration 0,25 % which was the same result as the one of dynamic oscillatory rheometry.

Keywords: processed cheese, carrageenan, sensoric analysis, dynamic oscillatory rheometry

Poděkování

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

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

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

Ve Zlíně, 25. 05. 2007

.....

jméno diplomanta

OBSAH

OBSAH	7
ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 TECHNOLOGIE VÝROBY TAVENÝCH SÝRŮ.....	11
1.1 DEFINICE TAVENÉHO SÝRA.....	11
1.2 ROZDĚLENÍ TAVENÝCH SÝRŮ	12
1.3 VÝZNAM TAVENÝCH SÝRŮ VE VÝŽIVĚ	14
1.4 PRINCIP VÝROBY TAVENÝCH SÝRŮ.....	16
1.5 TECHNOLOGIE VÝROBY TAVENÝCH SÝRŮ.....	18
1.5.1 Suroviny pro výrobu tavených sýrů	18
1.5.2 Příprava suroviny, tavení, formování a balení	18
2 KONZISTENCE TAVENÝCH SÝRŮ	22
2.1 VLIVY NA KONZISTENCI TAVENÝCH SÝRŮ	22
2.2 REOLOGICKÉ VLASTNOSTI TAVENÝCH SÝRŮ	24
3 KARAGENANY	26
3.1 VÝSKYT A VÝROBA KARAGENANŮ	26
3.2 CHEMICKÁ STRUKTURA KARAGENANŮ.....	28
3.3 VLASTNOSTI KARAGENANŮ.....	30
3.4 POUŽITÍ KARAGENANŮ	32
4 CÍLE PRÁCE	33
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	34
5 METODIKA PRÁCE.....	35
5.1 VÝROBA TAVENÝCH SÝRŮ.....	35
5.2 ZÁKLADNÍ CHEMICKÁ ANALÝZA	36
5.3 DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE	37
5.4 SENZORICKÁ ANALÝZA	37
6 VÝSLEDKY A DISKUZE.....	38
6.1 VÝSLEDKY STANOVENÍ SUŠINY A pH.....	38
6.2 VÝSLEDKY DYNAMICKÉ OSCILAČNÍ REOMETRIE.....	41
6.3 VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY	50
6.4 SOUHRNNÁ DISKUZE VÝSLEDKŮ.....	55
ZÁVĚR.....	57
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	58
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	62

SEZNAM OBRÁZKŮ	63
SEZNAM TABULEK.....	64
SEZNAM GRAFŮ	65
SEZNAM PŘÍLOH.....	66

ÚVOD

Mléko a mléčné výrobky mají ve výživě člověka klíčové postavení. Je to nenahraditelná potravinu kojenců, důležitá součást stravy pro dospívající, dospělé, staré i nemocné lidi. Rovněž tavené sýry zastávají důležitou roli ve výživě. Jsou zdrojem biologicky hodnotné mléčné bílkoviny kaseinu, mléčného tuku, vápníku, fosforu a v neposlední řadě vitaminů zejména retinolu, thiaminu a riboflavinu.

Smyslem diplomové práce je popsat vliv přídatku karagenanů (κ-karagenanu a ι-karagenanu) o koncentraci 0,05 %, 0,15 % a 0,25 % w/w na viskoelastické a organoleptické vlastnosti tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině.

Hydrokoloidy (karagenan, xantanová guma, guarová guma, atd.) se v dnešní době využívají při výrobě potravin z důvodu ovlivnění jakosti finálního výrobku, ale také z ekonomických důvodů. Karagenany se v potravinářském průmyslu používají jako zahušťovadlo, gelotvorná látka, stabilizátor a emulgátor. Používají se nejen v mlékárenském a masném průmyslu, ale využití mají i v dalších oborech (v kosmetice, při výrobě barev atd.).

Práce je rozčleněna do šesti kapitol. První tři kapitoly v teoretické části charakterizují rozdělení, princip a technologii výroby tavených sýrů a popisují význam tavených sýrů ve výživě lidí. V kapitole o konzistenci tavených sýrů jsou popsány faktory ovlivňující konzistenci tavených sýrů a jsou definovány reologické veličiny. V třetí kapitole je přiblížena výroba, charakteristické vlastnosti a použití karagenanů. Ve čtvrté kapitole jsou vymezeny cíle diplomové práce. Praktická část se skládá ze dvou kapitol, v první kapitole je charakterizována výroba, vzorky a metody použitých analýz. V poslední kapitole jsou prezentovány získané výsledky ze základní chemické, reologické a senzorické analýzy a na jejich základě jsou vytvořeny závěry.

TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGIE VÝROBY TAVENÝCH SÝRŮ

1.1 Definice taveného sýra

Zatímco dějiny přírodních sýrů se počítají na století, popř. tisíciletí, tavené sýry nemají za sebou ani sto let své existence. Evropa měla na začátku 20. století nadprodukcí sýrů a potřebovala je vyvážet do USA. Protože nebylo dost chladírenských lodí, ementály dorazily do zámoří znehodnocené, takže se hledala cesta, jak zastavit hydrolyzu. Původní nápad zavřít sýr do plechových konzerv se neosvědčil, a proto se hledaly další způsoby.

Pokusů vyrobit trvanlivý tavený sýr bylo mnoho, prvotní zmínka o výrobě taveného sýru bez přídavku tavicí soli pochází z roku 1895. Teprve v roce 1911 pánové W. Gerber a F. Stettler ve švýcarském Thunu poprvé úspěšně vyrobili tavený sýr dobré jakosti, ve kterém byly použity tavicí soli. Jako tavicí sůl sloužil citran sodný připravený ve vodném roztoku za varu z kyseliny citrónové a uhličitanu sodném. Na evropském trhu zažila výroba taveného sýra na bázi švýcarského postupu svůj velký vzestup teprve po roce 1920, tedy po skončení I. světové války. Od roku 1916 prováděla USA vlastní vývoj výroby taveného sýra na bázi čedaru za použití citrátu a částečně také ortofosfátů. V roce 1917 vyrobila firma Kraft v Chicagu první tavený sýr čedar v plechovkách pro zásobování armády.

V Československu začala výroba tavených sýrů v roce 1923, kdy firma Bloch ve Vodňanech vyrobila první sýry zabalené v krabici. Po ní následovala řada dalších firem. Velkým zlomem v historii taveného sýra bylo v roce 1929 první použití polyfosfátů, které umožnilo krémování. Do té doby byly sýry tuhé, daly se krájet, ale ne roztírat. [10] [13] [16]

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. definuje tavený sýra jako sýr, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí.

Podle další definice jsou tavené sýry vyráběné zahříváním směsi různých druhů přírodních sýrů, které mohou být v různém stupni prozrálosti, s tavicími solemi za částečného podtlaku a stálého míchání, než je dosažena homogenní hmota požadovaných vlastností. Ke směsi přírodních sýrů mohou být přidány jiné suroviny mléčného i nemléčného původu [12].

Tavené sýry jsou významnými výrobky mlékárenského průmyslu především proto, že technologie jejich výroby dovoluje dobře zhodnotit i sýry, které jsou sice chuťově bezchybné, avšak vzhledově nevyhovují danému typu [19].

1.2 Rozdělení tavených sýrů

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. rozděluje tavené sýra na:

- vysokotučné s obsahem nejméně 60 % (w/w) tuku v sušině
- tavené sýry s obsahem 30 až 60 % (w/w) tuku v sušině (nepojmenovaná skupina)
- nízkotučné s obsahem nejvýše 30 % (w/w) tuku v sušině

Vzhledem k široké paletě a rozmanitosti tavených sýrů se výrobky běžně rozlišují nad rámec vyhlášky podle obsahu tuku sušině:

- vysokotučné sýry 60 - 70%
- plnotučné sýry 45 -55%
- polotučné sýry 30 – 45%
- nízkotučné sýry 30% a méně

Tavené sýry s obsahem tuku v sušině menším než 20% se prakticky nevyrábějí, tavený sýr s obsahem tuku v sušině vyšším než 70% nemá již charakter taveného sýra

Podle použitých surovin při výrobě lze tavené sýry rozdělit na:

- jednodruhové sýry (v použité surovině převažuje jeden deklarovaný druh sýra, např. Primátor)
- směsné sýry (základní suroviny je použito směsí různých sýrů tak, aby výsledné vlastností taveného sýra odpovídaly danému požadavku)

Pokud nebylo použito ochucujících přísad, pak se jedná o tavené sýry neochucené. Tavené sýry mohou být ochucovány různými přísadami (zelenina, koření, bylinky, masné výrobky, houby, mořské produkty, ořechy, apod.), které se přidávají do směsi před vlastním tavením a jsou tepelně ošetřovány během tavení.

Na trhu se vyskytují kromě uvedených skupin tavených sýrů i tzv. analogy tavených sýrů (processed cheese analogues). Legislativa České republiky pojem „analog tavených sýrů“ nezná, tento pojem se vyskytuje v anglické literatuře. 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, palmojádrový olej atd.), hydrokoloidy (např. karagenan), a také tavicí soli, aromatické látky, vitamíny, 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 nasycených mastných kyselin (SUFA). Své uplatnění nachází analog tavených sýrů v kuchyních a v provozovnách Fast-food [4] [12] [13].

Guinne, Carić a Kaláb [12] uvádějí následující vyráběné tavené sýry:

- Pasteurized blended cheese (možný česky ekvivalent: pasterovaný sýr) – základní suroviny: sýr, smetana, bezvodý mléčný tuk, sušená smetana, voda, sůl, potravinářské barvivo, koření a aroma (jiné než má sýr, kouřový extrakt), inhibitor plísně. Konečný produkt je ve tvaru plátek nebo bloků ve spotřebitelském balení.
- Pasteurized processed cheese (možný česky ekvivalent: pasterovaný tavený sýr) - základní složení je stejné jako u pasterovaného sýru, ale může obsahovat další přísady: tavicí soli a organické kyseliny (např. kyselina mléčná, octová a citrónová) pro úpravu pH konečného produktu.
- Pasteurized processed cheese foods (možný česky ekvivalent: pasterované tavené sýrové produkty) - základní složení je stejné jako u pasterovaného taveného sýra, ale může obsahovat další mléčné suroviny (mléko, smetana, podmásli, sýr, syrovátkový protein – tekutý nebo sušený).
- Pasteurized processed cheese spread (možný česky ekvivalent: pasterovaná tavená sýrová pomazánka) - základní složení je stejné jako u pasterovaného taveného sýry, ale přidávají se ještě hydrokoloidy (např. rohovníková moučka, želatina, karboxymethyl, celulóza, karagenan) a sladidla (např. cukr, dextrosa, kukuřičný sirup, glukosový sirup, hydrolyzovaná laktosa).
- Pasteurized cheese spread (možný česky ekvivalent: pasterované sýrové pomazánky) – základní složení je stejné jako u pasterovaných tavených sýrových pomazánek, ale použití tavicích solí při výrobě není dovoleno.

1.3 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 [35].

Výživová hodnota taveného sýra je závislá na surovině, která byla k tavení použita. Tavený sýr obsahuje tak jako surovina bílkovinu, esenciální a neesenciální aminokyseliny, mléčný tuk, vitaminy a minerální látky rozpustné v tuku a ve vodě. Podle Vacové [41] je obsah hlavních živin (tj. bílkoviny, tuky, sacharidy) pro tavené sýry uvedené v tabulce 1.

Tabulka 1 Průměrné složení tavených sýrů

Obsah tuku v sušině [% t.v.s.]	Sušina [w/w %]	Energie [MJ . kg ⁻¹]	Tuk [g . kg ⁻¹]	Bílkoviny [g . kg ⁻¹]	Sacharidy [g . kg ⁻¹]
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	11,8	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

Význam taveného sýra ve výživě vyplývá z jeho vysokého obsahu biologicky hodnotných bílkovin. Hlavní bílkovinu v taveném sýru představuje kasein, který má vysoký obsah esenciálních aminokyselin [27].

Vedle bílkovin se vyznačuje tavený sýr větším nebo menším podílem mléčného tuku. Pro mléčný tuk je typické složení cca 23 – 72 % nasycených (SUFA), 26 – 42 % monoenoových (MUFA) a 2 – 6 % polenoových (PUFA) mastných kyselin [43]. Nasycené mastné kyseliny tvoří tzv. nasycený (saturovaný) tuk, jehož příjem má být omezen, protože představují rizikový faktor kardiovaskulárních onemocnění. Optimální poměr masných kyselin by mělo být SUFA : MUFA : PUFA = 1 : 1 : 1 [27], podle novějších zdrojů se preferuje 1 : 1,4 : 0,6 [7]. Přítomnost SUFA (zejména kyseliny laurové C 12:0, myristové C 14:0, palmitové C 16:0) zvyšují koncentraci cholesterolu. Nenasycené mastné kyseliny s 1 a 2 dvojnými vaz-

bami mají vliv na snížení celkového i LDL cholesterolu (je hlavní přenašeč cholesterolu v krvi, a tím je příčinou srdečních, mozkových a oběhových onemocnění) a zvýšení HDL cholesterolu (chrání před usazování cholesterolu). Za fyziologicky normální úroveň cholesterolu v krvi jsou považovány koncentrace do $5,2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Poměr mezi celkovým a HDL cholesterolem by měl být menší než 5, lépe však HDL cholesterol nad $1,2 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ a LDL po $3,4 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ [26].

Z minerálních látek mají v taveném sýru stejně jako v mléce mimořádný význam obsah vápníku a fosforu. Mléko a mléčné výrobky jsou obecně mezi potravinami nejbohatším zdrojem vápníku a fosforu. Některé práce uvádí, že nadměrný příjem fosforu redukuje vstřebávání vápníku. Za ideální poměr fosforu a vápníku je pak považován poměr Ca : P 1 : 1. Novější literatura však význam tohoto pravidla spíše snižuje. Navíc dodává, že fosfor zvyšuje resorpci vápníku v ledvinách, tedy snižuje jeho ztráty močí. Je nutné tedy posuzovat nejen absolutní koncentraci fosforu, ale zejména sloučeniny, ve kterých se fosfor nachází, např. fytáty, která jeho absorpci jednoznačně snižují [3]. Mléko a mléčné výrobky představují třetinu celkového přísunu fosforu a 70 % vápníku v průměru pro obyvatelstvo. Obsah vápníku v tavených sýrech se pohybuje mezi $2,60 - 5,80 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ [24].

Vápník je z kvantitativního hlediska důležitou esenciální minerální složkou v lidském těle, jehož obsah u žen činí asi 1000 mg a u mužů 1200 mg. Přičemž 99 % vápníku je obsažen v kostech a zubech ve formě fosforečnanu vápenatého. Zbytek (1 %) se nachází v ionizované formě v krvi, extracelulárních tekutinách, svalech a jiných tkáních, kde je nezbytný pro srážení krve, pro kontrakci svalů, včetně srdečního aj. Vápník patří v naší výživě k nejproblematictějšími nutričním faktorům. Řada lidí, zejména díky nízké spotřebě mléka a mléčných výrobků má vápníku nedostatek. Dlouhodobá nízká spotřeba vápníku přispívá k rozvoji osteoporózy, tj. úbytku kostní hmoty a ke křehkosti kostí, která postihuje především ženy po menopauze. Doporučený příjem vápníku pro průměrného obyvatele se pohybuje v intervalu 800 – 1000 mg za den. Pro dospívající a starší osoby a pro těhotné a kojící ženy se uvádí doporučený příjem vyšší [7] [26].

V neposlední řadě tavené sýry obsahují v malém množství laktosu, vitaminy ve významném množství jako retinol, thiamin, riboflavin, dále niacin (kyselina nikotinová) a nikotinamid (amid kyseliny nikotinové). Při tavení klesá obsah termolabilních vitaminů v důsledku teploty tavení [1] [21].

1.4 Princip výroby tavených sýrů

Přírodní sýry představují složitý polydisperzní systém, ve kterém se vedle minoritních látek nachází především bílkoviny, tuk a voda. 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, čím by se uvolnila voda a následkem čehož by nastalo oddělení hydrofilních a hydrofobních fází [12].

Pro zabránění separace fáze se při výrobě tavených sýrů používá přídavek tavicích solí, které upravují podmínky rozpouštění bílkoviny a zamezují jejich srážení (váží určitý podíl vápníku ze sýra – v průběhu tavení dochází k výměně Ca^{2+} iontů za Na^+ ionty). Vyhláška č. 304/2004 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných a pomocných látek při výrobě potravin definují tavicí soli jako látky, které mění vlastnosti bílkovin při výrobě tavených sýrů za účelem zamezení oddělování tuku.

Úlohou tavicích solí je upravit prostředí v tavené směsi tak, aby přítomné proteiny (zejména kaseiny) mohly uplatnit své přirozené vlastnosti emulgátorů. Kaseinový komplex (globulární bílkoviny mléka) není ve vodě rozpustný a tvoří koloidní roztoky. Jednotlivé frakce kaseinu (především α_{S1} -, α_{S2} - a β) mají nepolární (lipofilní) segmenty (blíže karboxylovému konci) a polární (hydrofilní) oblast (blíže aminovému konci). Tato struktura předurčuje jednotlivé frakce kaseinů jako přirozené emulgátory, jejich schopnost je v sýrů potlačena díky vápenatým můstkům zesilujícím matici sýra. Vápník je navázán na karboxylové skupiny kyselých aminokyselin (kyseliny asparagová a glutamová) a dále na fosforylové zbytky. Rozpustnost kaseinu ve vodě se zvýší výměnou iontů vápníku za ionty sodíku (vápenaté ionty jsou od kaseinu přitahovány k fosfátům vyššími elektrostatickými silami než do té doby vázané sodné ionty, které jsou naopak z fosfátů uvolněny a váží se na kasein) – tím se nerozpustný parakasein vápenatý přemění na rozpustnější parakasein sodný (viz. obr. 1) [4].

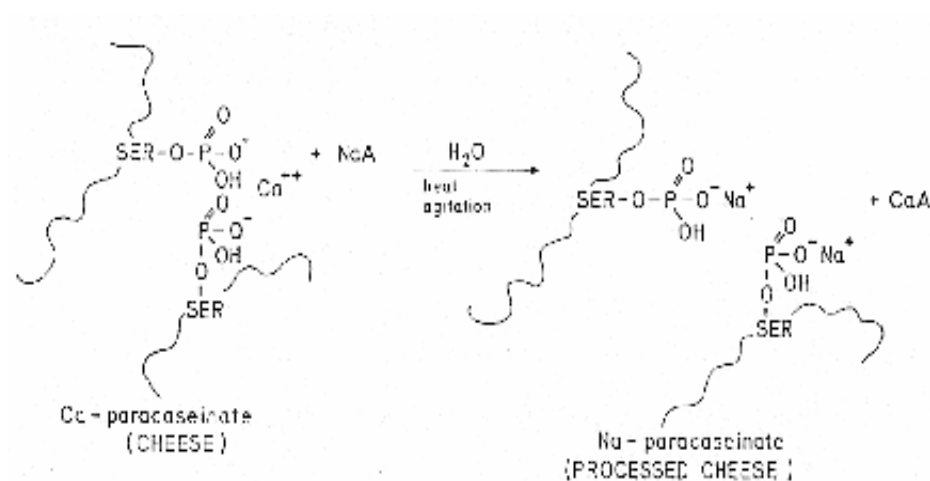
V přítomnosti tavicích solí nastává:

- odštěpení vápníku z proteinové matrice
- peptizace, rozpuštění a rozptýlení proteinů
- hydratace a nabobtnání proteinů
- emulgace tuku a stabilizace emulze
- stabilizace a kontrola pH
- formování vhodné struktury po ochlazení [4] [13]

V praxi se používají soli s vícesytnými aniony (především fosfáty, polyfosfáty a citráty) a monovalentními alkalickými kovy (zejména sodík). Fosfátové soli, často ve formě polyfosfátů, váží větší podíl vápníku. Používají se hlavně pro výrobu pomazánkových a roztíratelných sýrů. Citrátové soli (převažuje citrát sodný) mají menší schopnost vázat vápník z bílkovin. Používají se u tavených sýrů, které mají tužší, lomivou konzistenci [12] [48].

Tavicí soli se často označují jako emulgátory. V pravém slova smyslu se však nejedná o skutečné emulgátory jako povrchově aktivní látky. V odborné literatuře se pojmenovávají jako emulující činidla (angl. emulsifying agents).

V některých případech se používají i mono- a diacylglyceroly, které již jsou emulgátory v pravém smyslu (tedy povrchově aktivní látky) [12].



A - anion tavící soli, SER – aminokyselina serin

Obrázek 1 Chemická reakce výměny iontů za ionty vápníku při procesu tavení

1.5 Technologie výroby tavených sýrů

1.5.1 Suroviny pro výrobu tavených sýrů

Tavené sýry vznikají (viz. obr. 2) technologickou úpravou sýrů přírodních, tavicích solí a dalších mléčnými i nemléčnými surovinami.

- *přírodní sýry* – tvoří hlavní základ tavených sýrů a podstatně ovlivňují jakost taveného sýra, proto je důležitý jejich výběr. Vybírají se různé druhy v různém stádiu prozrání tak, aby bylo dosaženo požadované chuti a konzistence. Při výrobě tavených sýrů lze použít i přírodní sýry s různými vadami především mechanickými, pro které je nelze uvádět do oběhu pro přímý prodej spotřebiteli. Naopak se nedoporučuje používat sýry s mikrobiálními vadami, zejména jedná-li se o sporulující mikroorganismy (spory jsou odolné varu, přežívají tavicí teploty a v sýrech mohou opětovně vyklíčit a znehodnotit ho) a plísně tvořící mykotoxiny. V České republice se používá zejména Eidamská cihla, Eidamský blok o různém obsahu tuku v sušině, Moravský blok, Primátor.
- *tvaroh* – slouží ke zvýšení obsahu tukuprosté sušiny a snížení pH
- *máslo* – slouží ke zvýšení obsahu tuku
- *pitná voda* – slouží k regulaci obsahu sušiny
- *tavicí soli*
- *krém* (utavený sýr) – slouží pro dosažení jemnější a stabilnější konzistence, používá se jen v některých případech
- *příspěvky ovlivňující chuť a barvu* (zelenina, šunka, žampiony apod.)
- *hydrokoloidy* (karagenan, xantanová guma, guarová guma, koniaková mouka atd.)

V současné době se velmi často nahrazuje část přírodních sýrů různými mléčnými koncentráty (např. sušené podmáslo, sušená syrovátka, sušené odstředěné mléko apod.), popřípadě měkkými nezrajícími sýry. Hlavním cílem je snížení nákladů na suroviny, což však nemusí mít vždy pozitivní vliv na jakost výsledného taveného sýra [6] [9] [11].

1.5.2 Příprava suroviny, tavení, formování a balení

Základní surovinou, která podstatně ovlivňuje jakost taveného sýra, jsou přírodní sýry. Jejich výběr přímo předurčí vlastnosti výsledných tavených sýrů (např. konzistenci, chuť,

vůni apod.). Přírodní sýry se pečlivě vytřídí podle výrobních šarží, kvality a stupně prozrávání. Vybrané přírodní sýry se důkladně čistí, popř. se povrchově ošetří (odstraní se povrchová kůra), rozřežou se na menší kusy a umístí se do válcovacích stolic, kde probíhá jejich mělnění [11].

Konkrétné složení směsi pro tavení závisí zejména na požadavcích, které jsou kladeny na výsledný tavený sýr. Důležitou roli zde hraje především obsah sušiny, tuku v sušině a konzistence finálního výrobku [28].

Ke směsi přírodních sýrů se obvykle přidává máslo, tvaroh, pitná voda, tavicí soli, krém a přísady ovlivňující chuť a barvu (u tzv. sýrů s příchutí).

Přídavek tavicích solí se pohybuje v rozmezí 2 – 3 % hmotnosti surovinové skladby 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 míšící poměry jsou předmětem obchodního tajemství. Při výrobě konkrétního taveného sýra se nepoužívá jen jedna tavicí sůl, ale směs několika tavicích solí. Výrobci zpravidla pouze charakterizují jejich jednotlivé tavicí soli pomocí účinnosti výrobku v oblasti výměny iontů, krémování a úpravy pH. Klíčová je nejen volba složení tavicích solí, ale i stanovení jejich správného množství. Předávkování může mít za následek nejen výrobek s jinou než původně požadovanou konzistencí, ale například i negativní změny v chuti taveného sýra

Vlastní proces tavení připravené směsi surovin může probíhat buď v diskontinuálním nebo kontinuálním procesu. V České republice se používá především diskontinuální výroba v tavicích kotlích (např. kotle typu Vögele a Stephan). Rozmělněná směs přírodních sýrů se dopraví k tavicímu kotli, kde se smíchá s ostatními surovinami (voda, máslo, tvaroh, tavicí soli, apod.).

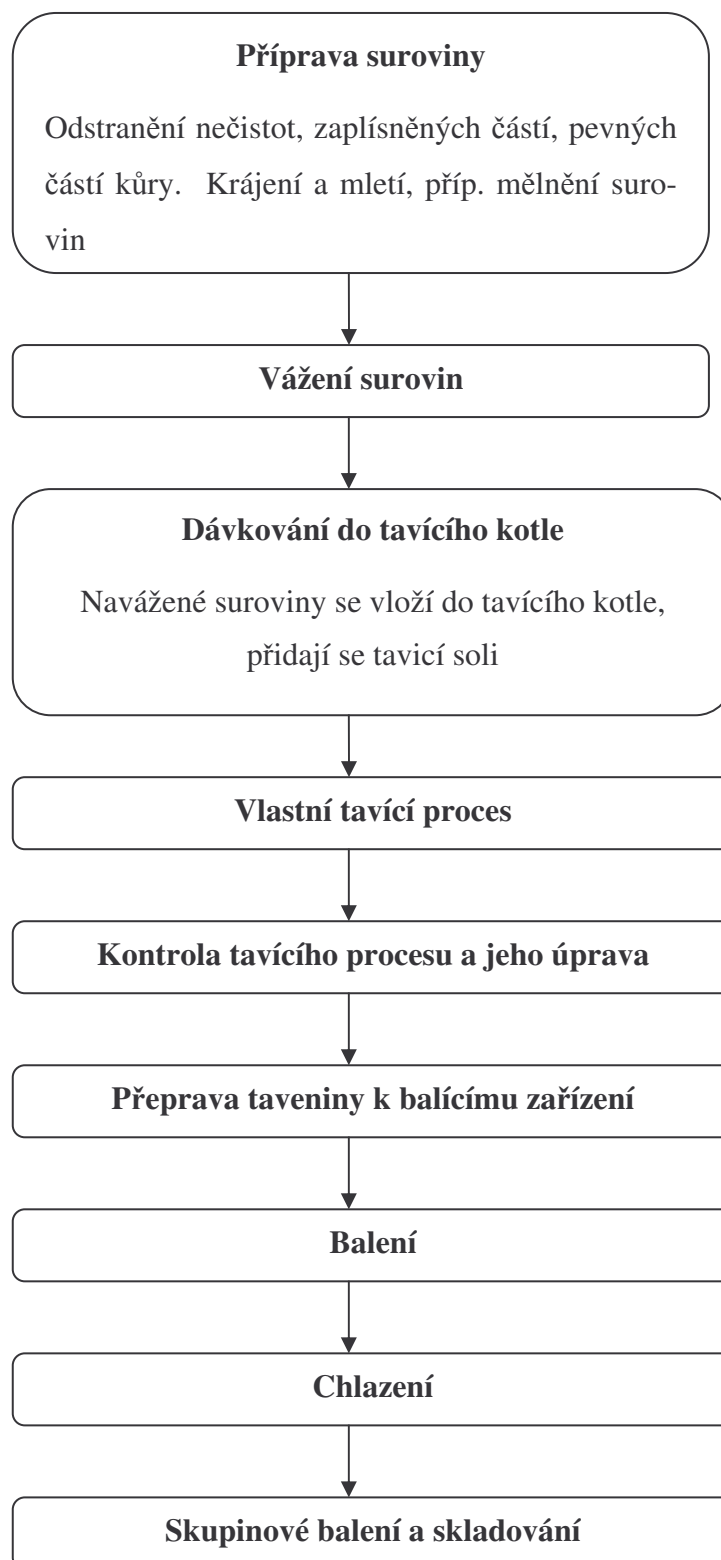
Po nadávkování surovin se tavicí kotel uzavře a začne vlastní proces tavení, kdy dojde za sníženého tlaku v relativně krátkém čase ke zvýšení teploty až na tzv. tavicí teplotu, která je udržována řádově po několik minut (doba závisí i na použité tavicí době). Ohřev je zpravidla prováděn přímým vstřikem páry do tavené směsi. Při výpočtu množství pitné vody je třeba zohlednit skutečnost, že tavenina je zahřívána přímým vstřikem páry, a proto množství přidané pitné vody se musí snížit o vodu zkondenzovanou z páry [9] [11]. Současně s ohřevem se zapíná i vývěva, která vytváří v kotli podtlak 0,04 – 0,05 MPa za úče-

lem odsátí pachu a vzduchu, který tvoří bubliny. Tavicí teplota je udávána u různých autorů odlišně od 80 °C do 100 °C, resp. 90 °C až 105 °C. Celková doba tavení od počátku záhřevu je 5 – 15 min [9].

Při kontinuálním procesu se tavení provádí v antikorozních ocelových trubkách při teplotě 130 – 145 °C po dobu 2 – 3 s.

Zatímco diskontinuální proces zajišťuje obvykle pouze pasterační efekt, v případě kontinuálního procesu jde o efekt sterilační (za předpokladu, že následuje aseptické balení taveniny) [4].

Po tavicím procesu se tavenina dopraví k balícím strojům. Je důležité, aby se tavenina bali-la co nejdříve po utavení (teplota by neměla klesnout pod 60 – 70 °C), čímž se sníží pravděpodobnost kontaminace mikroorganismy. Tavené sýry se v České republice balí většinou do hranolovitých nebo trojúhelníkových forem předem vyložených hliníkovou fólií, která je z vnitřní strany lakovaná. Používají se i jiné obalové materiály jako tuby, plasty, kelímky, sklenice apod. [9]. Zabalený sýr se po vychlazení balí do transportních obalů a skladuje se ve skladech při teplotě pod 8 °C.



Obrázek 2 Schéma výroby tavených sýrů

2 KONZISTENCE TAVENÝCH SÝRŮ

2.1 Vlivy na konzistenci tavených sýrů

Jedním z ukazatelů jakosti tavených sýrů je jejich konzistence. Pro výrobce a spotřebitele je konzistence důležitým senzoryckým znakem při výběru a hodnocení tavených sýrů. Výsledná konzistence je ovlivněna řadou faktorů, které nepůsobí odděleně nýbrž součastně.

Na konzistenci tavených sýrů, především dobře roztíratelných, jsou kladeny vysoké nároky. Je požadavek, aby se v teplotním intervalu 80 °C (teplota při plnění do obalu) až 4 – 8 °C (teplota skladování a praktické ho použití), jakož i po dobu minimální trvanlivosti co nejméně měnila [30].

Zásadní vliv na konzistenci finálního výrobku má *stupeň prozrálости přírodního sýra*. Mladý, málo prozrálý sýr zapříčiní tuhou a gumovitou konzistenci, která je však u některých tavených sýrů přímo vyžadována (např. blokové tavené sýry nebo tavené sýry určené k plátkování). Při použití velmi zralého sýra se může uvolňovat voda a těsto ztuhne, sýr se pak lepí k obalu. Při použití čerstvých sýrů vzniká prázdná a nakyslá příchuť. Platí, že čím zralejší surovina je použita, tím by mělo být dosaženo jemnější a roztíratelnější konzistence [48].

Důležitý je také *vztah sušiny a tuku v sušině*. Se zvyšující se sušinou při konstantním obsahu tuku v sušině je možné dosáhnout tužší konzistence (a naopak). Se zvyšujícím se obsahem tuku v sušině při konstantním obsahu sušiny se získává tavený sýr roztíratelnější (a naopak). Přizpůsobování obsahu sušiny a tuku v sušině má však své hranice, takže u nízkotučného taveného sýrů nedosáhne stejné roztíratelnosti jako u sýru vysokotučného. Důležitou roli zde sehrává i vhodná volba tavících solí.

Faktor, který podstatně ovlivňuje konzistenci taveného sýra, je *kyselost*. Vytvoření stabilní emulze, struktury a vhodných organoleptických vlastností, je možné jen v úzkém rozmezí pH, a to od 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. Při vyšší kyselosti taveniny (pH klesá) má tavený sýr pevnější konzistenci, což je způsobeno posunem pH blíže isoelektrickému bodu kaseinu. Naopak, čím méně je tavenina kyslá (pH roste) získá se výrobek s měkčí konzistencí, což je možno vysvětlit posunem pH dále od isoelektrického bodu kaseinu [21] [23].

Dalším faktorem ovlivňujícím konzistenci je *obsah vápenatých iontů* v tavenině. Čím menší je podíl Ca^{2+} v surovině, tím je menší tvorba gelu, tj. krémování a konečný výrobek má pak měkčí konzistenci (a naopak). příčinou toho je menší zapojení 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 je Čedar) [48].

Konzistenci taveného sýra ovlivní i *přídavek tzv. krému* (tavenina z předchozí výroby). Zahrnutí krému do surovinové směsi má za následek vyšší intenzitu krémovacího procesu. Zvýšení intenzity krémovacího procesu je zapříčiněno jednak tavicími solemi v krému a dále bílkoviny, jejichž původní struktura již byla tavicím procesem pozměněna. Krém urychluje tvorbu disperze, pomáhá stabilizovat tukovou emulzi, zvyšuje viskozitu a zkracuje strukturu těsta, takže výrobek má krémovitou a roztíratelnou konzistenci [4] [8].

Použití řady surovin, jejichž prvořadý účelem je snížení nákladů na surovinovou skladbu, ovlivňuje konzistenci výrobku. *Přídavek laktosy* do surovinové směsi např. v podobě sušené syrovátky nebo sušeného odstředivého mléka má za následek snížení tuhosti taveného sýra a jeho vyšší roztíratelnosti. Další surovinou může být podmásle obsahující fosfolipidy, které zvýší intenzitu emulgace tuku, čímž se dosáhne tužší konzistence výrobku.

Výslednou konzistenci tavených sýrů ovlivňuje i *proces zpracování*, který zahrnuje tavicí teplotu, intenzitu a délku míchání taveniny a rychlost chlazení. Rychlost míchání je důležitá z hlediska velikosti tukových kuliček. Průměr tukových kuliček klesá se zvyšující se intenzitou míchání. Čím je míchání intenzivnější, tím jsou tukové kuličky menší a výsledná konzistence tavených sýrů tužší. Příliš dlouhý proces navíc s vysokými teplotami, může vést až k tzv. překrémování, které je spojeno s agregací proteinů a následné uvolňování vody [9] [48].

Konzistenci tavených sýrů neovlivňují pouze faktory působící při samotné výrobě, ale i procesy probíhající po produkci tavených sýrů, jedná se o *rychlost chlazení* zabalených tavených sýrů. Krémování probíhá jen při teplotách nad 25 °C a proto, čím pomaleji se tavenina chladí, tím se dosahuje tužší konzistence. To souvisí mimo jiné s hydrolyzou tavicích solí, jenž probíhá rychleji za vyšších teplot. 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 zesíťují proteinovou matici. Přizpůsobením rychlosti chlazení lze reagovat na stáří použité suroviny a tím docílit požá-

dované konzistence taveného sýra. Pro dosažení srovnatelné konzistence je třeba taveninu, v jejíž surovinové skladbě je prozrálejší přírodní sýr, chladit pomaleji než taveninu, která byla vyrobena z méně prozrálých přírodních sýrů [8] [9] [29].

Na konečnou konzistenci tavených sýrů má také vliv *podmínky a doba skladování*. Obecně platí, že tužší produkty si udrží jakost déle než lehce roztíratelným výrobky s obvykle vyšším obsahem vody. S narůstající dobou skladování a při vyšších teplotách intenzita tuhnutí tavených sýrů roste, což zřejmě souvisí s hydrolyzou tavících solí. Naopak při nižších teplotách skladování může vést k tvorbě krystalů tavících solí [4].

2.2 Reologické vlastnosti tavených sýrů

Reologie je nauka o vztahu deformace, napětí a rychlosti deformace v reálných látkách. Při výrobě tavených sýrů a v sýrařství je důležitá proto, že jí lze popisovat složku jakosti výrobku – konzistenci.

Tělesa mění působením síly svůj tvar. Zatížením se protahují, působením kroutícího momentu nastává deformace, smykové napětí vyvolává posuv jedné vrstvy po druhé (smyk) apod. Všechny tyto jevy se zahrnují pod pojmem deformace. Síla, která vyvolává tuto deformaci, je napětí kolmé nebo tečné a vztahuje se na jednotku plochy. Přestane-li napětí působit a látka se vrátí do původního stavu, pak se hovoří o deformaci elastické. Pokud ale látka zůstává ve stavu, do kterého byla působením sil přivedena a pak se jedná o deformaci trvalou [14].

Elastická látka má definovaný tvar a deformací vnější silou přechází do nového rovnovážného stavu. Po odstranění vnější síly se tvar vrací do původního stavu, zatímco viskózní látka se deformací rozptýlí. Tavené sýry se řadí mezi viskoelastické látky, které jsou v podstatě kombinací elastické a viskózní složky. Ideální elastická látka stejně jako viskózní látka neexistují. V reologii tavených sýrů míru elasticity reprezentuje elastický modul pružnosti G' a míru viskozity ztrátový modul pružnosti G'' [14] [46].

Reologické vlastnosti jsou závislé na podmínkách měření, především na deformační rychlosti, a tato závislost má různý charakter u sýrů např. s odlišným pH nebo stupněm zralosti. Mezi sýry stejného typu existuje značná variabilita dána vlivem složení sýra (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 [37].

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

Viskoelastické chování tavených sýrů je možno posuzovat metodou dynamické oscilační reometrie za pomoci měření 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 δ . Celkový odpor vzorku proti deformaci vyjadřuje komplexní modul pružnosti ve smyku G^* daný vztahem:

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

kde G^* komplexní modul pružnosti [Pa]

G' elastický modul pružnosti [Pa]

G'' ztrátový modul pružnosti [Pa]

τ_0 amplituda smykového napětí [Pa]

γ_0 amplituda smykové deformace [-]

δ fázový posun [Pa]

pro fázový posun δ platí vztah:

$$\tan \delta = \frac{G''}{G'}$$

Míra viskoelastičnosti sýru je dána velikostí úhlu fázového posunu. Ideální elastický materiál má $\delta = 0^\circ$ a ideálně viskózní materiál má $\delta = 90^\circ$. Pro $\tan \delta = 1$ platí, že materiál je ve stejné míře pevnou i kapalnou látkou. Hodnota $\tan \delta$ charakterizuje chování daného vzorku materiálu. Jestliže $\tan \delta < 1$, materiál se chová více jako pevná látka, a když $\tan \delta > 1$ chová se materiál více jako kapalina [46].

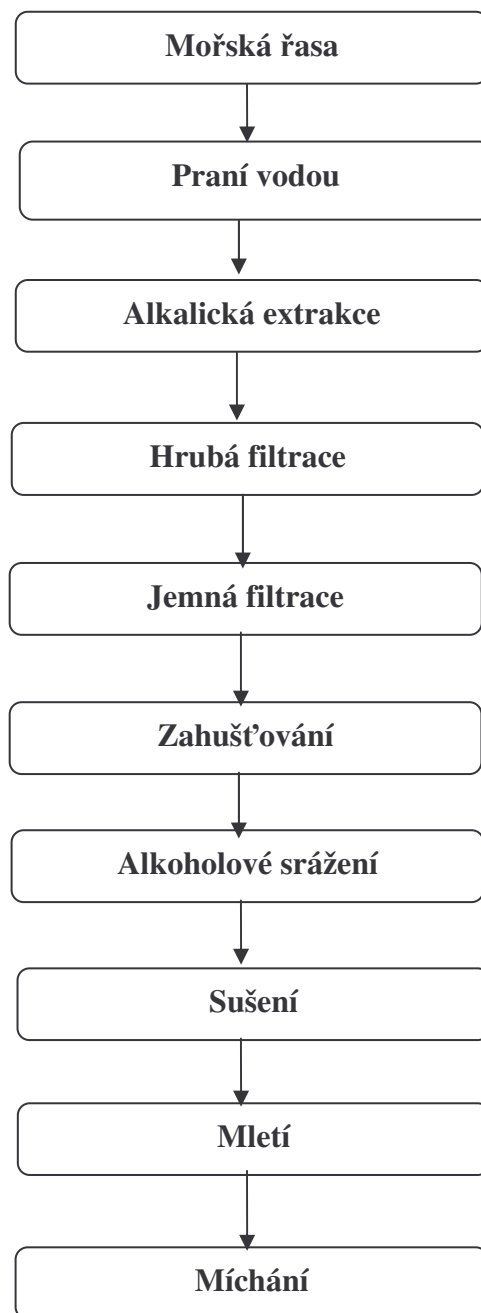
3 KARAGENANY

3.1 Výskyt a výroba karagenanů

Karagenany se řadí do skupiny potravinářsky důležitých polysacharidů získaných z mořských řas. Červené mořské řasy se v minulosti používaly i jako potravina na Dálném Východě i v Evropě. Červené řasy obsahují polysacharidy karagenan, agar a furcellaran. Karagenany jsou extrakty z červených mořských řas (*Rhodophyceae*), zejména řas rodu *Euchema*, *Chondrus* a *Gigantina*. Řasy rodu *Euchema* (*E. cottonii*, *E. spinosum*) jsou vláknité keře výšky asi 0,5 m, rostou na korálových útesech podél Filipín, Indonésie a v dalších tropických oblastech Tichého oceánu. Řasy *Chondrus crispus* (zvaný též irský mech) jsou tmavě červené malé keříky rostoucí do výšky asi 0,1 m, rostou podél pobřeží severního Atlantiku, zejména Kanady, u britských ostrovů a Francie. Řasy rodu *Gigantina* dorůstají výšky až 5 m, rostou v chladných pobřežních vodách Jižní Ameriky (Chile).

Výroba karagenanů z mořských řas je znázorněna na obrázku 3. Po sklizni se mořské řasy perou ve vodě pro odstranění nečistot (písek, kameny atd.). Karagenany se z řas extrahují nejčastěji v alkalickém prostředí horkými roztoky sodných soli (extrakce roztoky Na_2CO_3 , NaOH). Okyselením (HCl) se získávají příslušné kyselé karagenany. Finální materiály se získávají sušením nebo srážením rozpouštědly (např. 2-propanolem).

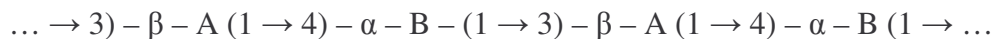
Karagenany z řas jsou převážně komplexní směsi polysacharidů. Lze je frakcionovat srážením draselnými solemi (např. KCl o koncentraci $0,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$), kdy se oddělí dvě hlavní složky, nerozpustný κ -karagenan a rozpustný λ -karagenan. Draselná sůl κ -karagenanu je nerozpustná ve studené vodě, draselná sůl ι -karagenanu je rovněž špatně rozpustná ve studené vodě, avšak rozpustná při teplotě nad $60 \text{ }^\circ\text{C}$, λ -karagenan je rozpustný. Téměř čisté karagenany lze také získat z některých druhů řas. Např. ι -karagenan z řas *Euchema cottonii*, zdrojem κ -karagenanu jsou řasy *E. spinosum*, κ -karagenan a λ -karagenan jsou hlavními polysacharidy řas *Chondrus crispus* [16] [43].



Obrázek 3 Schéma výroby karagenanů z mořských řas

3.2 Chemická struktura karagenanů

Karagenany jsou lineární polysacharidy, základem struktury je opakující se sekvence β -D-galaktopyranosy a 3,6-anhydro- α -D-galaktopyranosy, tedy disacharid, který se nazývá karabiosa. Ve skutečnosti je primární struktura karagenanů mnohem komplexnější. Vyjadřuje ji zkrácený zápis:

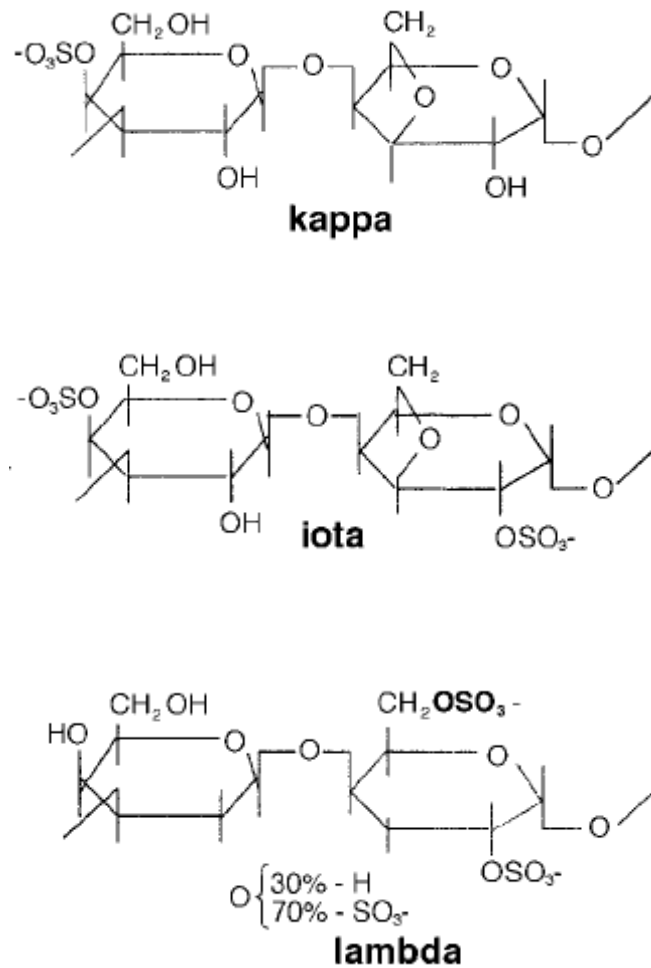


A, B – jsou jednotky D-galaktosy a jejich derivátů

Je známo minimálně 8 druhů sekvencí monomerů (viz. tabulka 2) v molekulách karagenů, které se označují malými písmeny řecké abecedy β (beta), θ (théta), ι (jota), κ (kappa), λ (lambda), μ (mí), ν (ný) a ξ (ksí). V potravinářství je věnována pozornost pouze třem převládajícím frakcím na obrázku 4, které jsou označovány jako ι -karagenan (jeho prekurzorem je ν -karagenan), κ -karagenan (jeho prekurzorem je μ -karagenan) a λ -karagenan [43].

Tabulka 2 Základní struktura karagenanů

Polysacharid	Stavební jednotka	
	A	B
λ - karagenan	β -D-galaktosa-2-sulfát	α -D-galaktosa-2,6-disulfát
κ - karagenan	β -D-galaktosa-4-sulfát	3,6-anhydro- α -D-galaktosa
ι - karagenan	β -D-galaktosa-4-sulfát	3,6-anhydro- α -D-galaktosa-2-sulfát
μ - karagenan	β -D-galaktosa-4-sulfát	α -D-galaktosa-6-sulfát
θ - karagenan	β -D-galaktosa-2-sulfát	3,6-anhydro- α -D-galaktosa-2-sulfát
ξ - karagenan	β -D-galaktosa-2-sulfát	α -D-galaktosa-2-disulfát
ν - karagenan	β -D-galaktosa-4-sulfát	α -D-galaktosa-2,6-disulfát
β - karagenan	β -D-galaktosa	3,6-anhydro- α -D-galaktosa



Obrázek 4 Chemické vzorce κ-karagenanu, ι-karagenanu a λ-karagenanu [16]

Jednotlivé frakce karagenanů se odlišují navzájem počtem a polohou sulfátových skupin (SO_3^-) na základním dimeru. Lambda-karagenan obsahuje ve své molekule 3 sulfátové skupiny (přibližně 35 %) a žádnou 3,6-anhydrogalaktosu, ι-karagenan 2 sulfátové skupiny (přibližně 32 – 30 %) a κ-karagenan pouze 1 sulfátovou skupinu (přibližně 34 – 25 %). Záporně nabitá sulfátová skupina má největší vliv na vlastnosti těchto hydrokoloidů, je zodpovědná za jejich vázání. Molekuly κ-karagenanu a ι-karagenanu tvoří dvojité šroubovice. Molekuly λ-karagenanu se vyskytují v cik-cak konformaci. Průměrná relativní hmotnost všech tří velmi polydisperzních polymerů se pohybuje od 100 do 1 000 KDa [32] [43].

3.3 Vlastnosti karagenanů

Karagenany jsou hydrofilní anionaktivní koloidy. Rozpustnost ve vodě závisí na druhu karagenanu, přítomných iontech, teplotě a pH prostředí. Karagenany jsou rozpustné v horké vodě (80°C). Ve studené vodě (20°C) je dobře rozpustný λ -karagenan, κ -karagenan a ι -karagenan je rozpustný jako Na^+ sůl. Vysoce sulfátový λ -karagenan je velmi dobře rozpustný na viskózní disperze, κ -karagenan obsahující více hydrofobních a méně hydrofilních skupin je méně rozpustný, rozpustnost ι -karagenanu je mezi rozpustností κ -karagenana a λ -karagenanu [17] [43].

Karagenany jsou stabilní v prostředí o pH 5 – 10, v kyselějším prostředí (pH < 4) dochází k hydrolyze a viskozita disperzí klesá.

Významnou vlastností karagenanů je tvorba gelů. Tvorba gelů je ovlivněna řadou faktorů, např. prostorovým uspořádáním molekul. Molekuly κ -karagenanu a ι -karagenanu jsou tvořeny dvojitou šroubovicí, λ -karagenan je tvořen pouze jedním řetězcem. Kappa-karagenan a ι -karagenan tvoří stabilní gely, což úzce souvisí s jejich schopností vytvořit za určitých podmínek (pod 50 °C) helikární konformaci. Kappa-karagenan obvykle poskytuje tuhé a křehké gely, zatímco ι -karagenan měkké elastické gely. Lambda-karagenan není tvořena dvojitou šroubovicí, a proto není schopen tvořit pevné a stabilní gely [31] [33] [34] [36] [40]. Pro tvorbu stabilního gelu (pro dobré vzájemné ovlivňování bílkovin a polysacharidů) byla stanovena kritická hustota náboje mezi sulfátovými skupinami 0,5 nm. Iota-karagenan má vzdálenost mezi sulfátovými skupinami od 0,5 nm do 0,2 nm, κ -karagenan má vzdálenost od 1,0 nm do 0,4 a u λ -karagenanu je vzdálenost 0,3 nm [18] [32]. Tvorba pevných, ale křehkých gelů vyžaduje přítomnost neutralizujících iontů. Kappa-karagenan v přítomnosti K^+ , Rt^+ a Cs^+ iontů tvoří jasný a pružný gel, oproti tomu v přítomnosti Li^+ nebo Na^+ ionty netvoří žádný gel. V přítomnosti dvojmocných iontů (např. Ca^{2+}) tvoří κ -karagenan kalný a křehký gel. Iota-karagenan v přítomnosti jednomocných iontů tvoří slabý gel [47]. Gel vzniká ochlazením již 0,5 % disperzí κ -karagenanů nebo ι -karagenanů, kdy dochází k intermolekulární asociaci dvojitých helixů a k tvorbě superhelikálních struktur. Kappa-karagenan tvoří pevný a křehký gel podléhající synergezi. Iota-karagenan poskytuje pružné a soudržné gely, u kterých k synergezi nedochází [43].

Důležitou vlastností karagenanů je schopnost tvořit komplexy s mléčnými bílkoviny (kaseiny). Proto mají karagenany důležitý význam v technologii výroby tavených sýrů pro svou schopnost ovlivnit a stabilizovat konzistenci.

Kaseinové micely jsou složeny z hlavních frakcí α_{S1} -, α_{S2} -, β - a κ -kaseinů. Reakce κ -karagenanu a ι -karagenanu s kaseinovými micelami se většinou zdůvodňují specifickými elektrostatickými interakcemi negativně nabitých sulfátových skupin karagenanů s kladně nabitými oblastmi mezi 97. a 112. aminokyselinovým zbytkem na κ -kaseinové frakci, která tvoří obalovou (ochrannou) vrstvu micely [39] [40] [42]. Vlastnosti kaseino-karagenanového systému závisí na velkém počtu parametrů, k nimž patří koncentrace obou biopolymerů, pH, přítomnost a koncentrace iontů, přítomnost a koncentrace cukrů, teplota systému, molekulové hmotnosti proteinů, podmínky technologických operací aj. [36]. Kappa-karagenan a ι -karagenan se adsorbují na kaseinové micely při teplotách, kdy jsou karagenany v helikální konformaci. Adsorpce je teplotně reverzibilní pro κ -karagenan, zatímco u ι -karagenanu je ireverzibilní [17] [18]. Landendorff a kol. [17] předpokládají dva typy interakcí v systému ι -karagenan-kaseinová micela závisící zejména na obsahu polysacharidů. Podle této hypotézy, je-li koncentrace ι -karagenanu nižší než 0,2 % w/w, tvoří tento polysacharid absorbovaný na povrch kaseinových micel jen „mezivrstvu“ mezi kaseinovými micelami (za předpokladu, že teplota systému se nachází v oblasti, kdy je ι -karagenan v helikální konformaci). Při vyšších koncentracích ι -karagenanu pak pravděpodobně vznikají nejen výše popsané vazby, ale navíc je tvořena síť mezi samotnými karagenanovými řetězci. Podle Langendorff a kol. [18] se v systému κ -karagenan-kaseinová micela tvoří pouze druhý typ interakcí (síť mezi karagenanovými řetězci). Bourriot, Garnier & Doublier [2] předpokládají, že existuje minimální koncentrace κ -karagenanu, při které se výše zmíněná síť může efektivně vytvořit a je stabilní. V přírodních sýrech (eidamského a ementálského typu), které jsou základní surovinou pro tavené sýry, se však nenachází ani kaseinové micely ani κ -kaseinová frakce v její nativní podobě (tedy se 169 aminokyselinovými zbytky). Jen velmi málo studií se zabývá interakcemi κ -karagenanu a ι -karagenanu s jednotlivými kaseinovými frakcemi [31] [42]. Lynch a Mulvihill [22] předpokládají schopnost interakcí α_S - a β -kaseinových frakcí s karagenany, které jsou však podmíněny přítomností vápenatých iontů a esterově vázaného fosforu zejména na serylových zbytcích.

3.4 Použití karagenanů

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 304/2004 Sb. zařazuje karagenany do přídatných látek, do kategorie stabilizátory (látky, umožňující udržovat fyzikálně-chemické vlastnosti potravin a zvyšují vazebnou kapacitu potravin včetně tvorby příčných vazeb mezi bílkovinami, jež umožňuje spojení jednotlivých složek potravin) a označuje je jako E 407.

Karagenany se používají v potravinářském průmyslu jako zahušřovadlo, gelotvorná látka, stabilizátor a emulgátor. Karagenany se používají nejen v mlékárenském průmyslu (při výrobě tavených sýrů, mléčných desertů, mléčných nápojů, zmrzlin atd.) viz. tabulka 3, ale i v masném průmyslu (při výrobě masových konzerv). Karagenany lze použít také v dalších oborech, např. v kosmetice, pro stabilizaci průmyslových suspenzí a při výrobě barev [16] [43].

Tabulka 3 Použití karagenanů v mlékárenském průmyslu

Použití	Funkce	Typ karagenanu	Koncentrace (%)
<i>Mléčné výrobky</i> Dortové korpusy Puding za studena	tvorba gelu tvorba gelu, zvyšování tuhosti	kappa, kappa + iota kappa, iota, lambda	0,2 – 0,3 0,2 – 0,3
Puding a náplně koláče Deserty	snížení písčitosti kontrola synerese	kappa iota	0,1 – 0,2 0,1 – 0,2
<i>Šlehané výrobky</i> Šlehaná smetana Smetana ve spreji	stabilizace stabilizace emulze	lambda kappa	0,05 – 0,15 0,02 – 0,05
<i>Zmrazené deserty</i> Smetanová a mléčná zmrzlina	prevence uvolňování syrovátky	kappa	0,01 – 0,02
<i>Pasterované výrobky</i> Čokoládové mléko Mléko	suspenze suspenze	kappa kappa + lambda kappa + iota	0,015 – 0,03 0,03 – 0,01 0,02 – 0,04
<i>Sterilované výrobky</i> Čokoládové mléko Mléko	suspenze stabilizace emulze	kappa, lambda kappa	0,01 – 0,03 0,005 – 0,015
<i>Tavený sýr</i> Plátky a bloky	zlepšení krájení, vliv při zahřívání	kappa	0,05 – 3,0

4 CÍLE PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo popsat vliv přídavku karagenanů (KC a IC) na jakost tavených sýrů s obsahem 45 % a 50 % w/w tuku sušiny.

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 karagenanů.

Pro zpracování tématu diplomové práce bylo nutné stanovit následující dílčí cíle:

- vyrobit tavené sýry s 45 % a 50 % w/w tuku v sušiny s přídavkem karagenanů (KC a IC) o koncentraci 0 %, 0,05 %, 0,15 % a 0,25 % w/w,
- provést základní chemickou analýzu (obsah sušiny a pH), dynamickou oscilační reometrii a senzorickou analýzu tavených sýrů s karagenany o různé koncentraci,
- statisticky vyhodnotit získané výsledky, provést jejich diskuzi a následně vyhodnotit závěry.

PRAKTICKÁ ČÁST

5 METODIKA PRÁCE

5.1 Výroba tavených sýrů

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 % w/w tuku v sušině, eidamská cihla 45 % w/w tuku v sušině), čerstvé máslo, pitná voda, komerčně dodávané tavicí soli (HBS, S4SS, 690, 495) a karagenany (κ -karagenan, ι -karagenan). Přesné surovinové skladby je možné najít v příloze 3.

Všechny vzorky tavených sýrů byly utaveny na zařízení Vorwerk Thermomix TM 21 při teplotě tavení 92 °C (výdrž na této teplotě byla 1 min) a celkové době tavení cca 10 minut. Pro balení tavených sýrů byly použity plastové vaničky s hliníkovou fólií, která se po nažehlení přichytila. Po výrobě byly tavené sýry zchlazeny na teplotu 6 ± 2 °C a při této teplotě skladovány 14 dnů do provedení analýz.

Celkem bylo vyrobeno pět řad tavených sýrů s obsahem 45 % a 50 % w/w tuku v sušině. První řada tavených sýrů (složena ze 6 šarží) sloužila k testování formy aplikace karagenanů, zda přidávat karagenany v práškové formě nebo po dispegaci v deionizované vodě. I. řada obsahovala:

- kontrolní tavený sýr s 45 % tuku v sušině
- sýr s 45 % tuku v sušině s 0,25 % κ -karagenanu v práškové formě (KC_{I; 0,25})
- sýr s 45 % tuku v sušině s 0,25 % κ -karagenanu po dispegaci (KC_{I; 0,25})
- kontrolní tavený sýr s 50 % tuku v sušině
- sýr s 50 % tuku v sušině s 0,25 % κ -karagenanu v práškové formě (KC_{I; 0,25})
- sýr s 50 % tuku v sušině s 0,25 % κ -karagenanu po dispegaci (KC_{I; 0,25})

Pro vyhodnocení vlivu typu a různé koncentrace karagenanů byla vyrobena II. až V. řada tavených sýrů (složena po 14 šarží). II. – V. řada obsahovala:

- kontrolní tavený sýr s 45 % tuku v sušině
- sýr s 45 % tuku v sušině s 0,05 % κ -karagenanu (KC_{i; 0,05})
- sýr s 45 % tuku v sušině s 0,15 % κ -karagenanu (KC_{i; 0,15})
- sýr s 45 % tuku v sušině s 0,25 % κ -karagenanu (KC_{i; 0,25})
- sýr s 45 % tuku v sušině s 0,05 % ι -karagenanu (IC_{i; 0,05})
- sýr s 45 % tuku v sušině s 0,15 % ι -karagenanu (IC_{i; 0,15})
- sýr s 45 % tuku v sušině s 0,25 % ι -karagenanu (IC_{i; 0,25})

- kontrolní tavený sýr s 50 % tuku v sušině
- sýr s 50 % tuku v sušině s 0,05 % κ -karagenanu (KC_{i;0,05})
- sýr s 50 % tuku v sušině s 0,15 % κ -karagenanu (KC_{i;0,15})
- sýr s 50 % tuku v sušině s 0,25 % κ -karagenanu (KC_{i;0,25})
- sýr s 50 % tuku v sušině s 0,05 % I-karagenanu (IC_{i;0,05})
- sýr s 50 % tuku v sušině s 0,15 % I-karagenanu (IC_{i;0,15})
- sýr s 50 % tuku v sušině s 0,25 % I-karagenanu (IC_{i;0,25})

Pro přehled jsou užívány následující zkratky KC_{i;j} a IC_{i;j},

kde: KC je κ -karagenan, IC je I-karagenan

i = I., II., III., IV., V. řada,

j = 0,05 %, 0,15 %, 0,25 % w/w

5.2 Základní chemická analýza

Stanovení sušiny u tavených sýrů se provedlo vysušením sýrů při 105 ± 2 °C do konstantního úbytku hmotnosti. Do vysoušecí misky se odváží na analytických vahách 15 – 20 g vysušeného křemenného písku a 3 – 4 g dobře homogenizovaného vzorku sýra. Po důkladném promíchání tyčinkou se miska vloží do sušárny a vysouší se při 105 ± 2 °C asi 5 hodin.

Výpočet obsahu sušiny v %:

$$S = \frac{c - a}{b - a} \cdot 100$$

kde S – obsah sušiny v %

a – hmotnost vysoušecí misky s pískem [g]

b – hmotnost vysoušecí misky s pískem a taveným sýrem před sušením [g]

c – hmotnost vysoušecí misky s pískem a taveným sýrem po sušení [g]

Hodnoty pH byly měřeny přímo vpichovým pH – metrem při pokojové teplotě 22 ± 2 °C.

5.3 Dynamická oscilační reometrie

Reologické vlastnosti vzorků tavených sýrů byly provedeny metodou dynamické oscilační reometrie za použití rotačního viskozimetru Bohlin Gemini (Boulím Instruments, UK), v geometrii deska – deska (průměr 40 mm, štěrbina 1 mm) při teplotě 20 °C. Měření bylo provedeno v oscilačním režimu s amplitudou smykového napětí 20 Pa v oblasti lineární viskoelasticity. Elastický modul pružnosti G' , ztrátový modul pružnosti G'' a tangens úhlu fázového posunu ($\tan \delta$) byly vyhodnoceny v rozsahu frekvencí 0,1 až 50 Hz.

5.4 Senzorická analýza

Senzorické hodnocení vzorků tavených sýrů bylo provedeno pomocí sedmibodových jakostních ordinálních stupnic s charakteristikou každého stupně. Použitých sedmibodových ordinálních stupnic pro sensorické hodnocení jsou uvedeny v příloze 1 a protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů v příloze 2. Pomocí stupnice bylo hodnoceno 6 sensorických znaků: vzhled a barva, konzistence, tuhost, roztíratelnost, chuť a vůně a celkové hodnocení. Sensorické hodnocení bylo doplněno 3 pořadovými zkouškami, u kterých se vzorky tavených sýrů řadily podle intenzity sledovaného znaku (tuhost a roztíratelnost) a podle preference posuzovatele. Sensorické hodnocení vzorků provádělo 20 až 22 vybraných posuzovatelů vyškolených podle ČSN ISO 8586 – 1. Vzorky hodnotitelům byly předkládány anonymně při pokojové teplotě. Pro statistické vyhodnocení vzorků byl použit Kruskal – Wallisův test s hladinou významnosti 5 % [15].

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Výsledky stanovení sušiny a pH

Stanovení obsahu sušiny a pH bylo provedeno u II. až V. řady vzorků tavených sýrů s tučností 45% a 50 % w/w tuku v sušině. U každé šarže vzorků bylo provedeno šest měření (ze dvou vaniček po třech měření). Výsledky stanovení obsahu sušiny a pH jsou v tabulkách prezentovány jako průměr \pm výběrová směrodatná odchylka.

Výsledky obsahu sušiny jsou uvedeny v tabulce 3 až 6. Z výsledků analýzy vzorků tavených sýrů s přidavkem KC (0,05 %, 0,15 %, 0,25 % w/w) a IC (0,05 %, 0,15 %, 0,25 % w/w) vyplývá, že obsah sušiny tavených sýrů s 45 % w/w tuku v sušině v jednotlivých řadách je stejný s minimálním rozdílem. I při porovnání obsahu sušiny jednotlivých řad jsou výsledky velmi obdobné. Obsah sušiny se pohybuje v rozmezí 40 – 42 % w/w. Obdobná shoda byla shledána i u vzorků tavených sýrů s 50 % w/w tuku v sušině.

Z naměřených hodnot pH uvedených v tabulce 7 až 10 pro II. až V. řadu vzorků tavených sýrů s přidavkem KC (0,05 %, 0,15 %, 0,25 % w/w) a IC (0,05 %, 0,15 %, 0,25 w/w) vyplývá, že přidavek karagenanů nemá vliv na změnu pH. Naměřené hodnoty pH se pohybovaly u sýrů s 45 % w/w tuku v sušině i u sýrů s 50 % w/w tuku v sušině v rozmezí 5,8 až 5,9, což je pokládáno za optimální pH u tavených sýrů. [23]

U vzorků tavených sýrů II. až V. řady byla shledána obdobná sušina i obdobné pH, a proto se mohlo pomocí dynamické oscilační reometrie sledovat vliv přidavku karagenanů (KC, IC) na konzistenci.

Tabulka 4 Hodnoty sušiny vzorků II. řady

45 % t.v.s.		50 % t.v.s.	
Vzorek	Sušina (%)	Vzorek	Sušina (%)
K	42,40 \pm 0,44	K	41,93 \pm 0,38
KC 0,05 %	41,58 \pm 0,27	KC 0,05 %	41,04 \pm 0,45
KC 0,15 %	41,54 \pm 0,29	KC 0,15 %	41,59 \pm 0,30
KC 0,25 %	41,04 \pm 0,53	KC 0,25 %	41,60 \pm 0,38
IC 0,05 %	41,81 \pm 0,56	IC 0,05 %	41,25 \pm 0,74
IC 0,15 %	41,72 \pm 0,55	IC 0,15 %	40,97 \pm 0,50
IC 0,25 %	41,50 \pm 0,31	IC 0,25 %	41,34 \pm 0,43

Tabulka 5 Hodnoty sušiny vzorků III. řady

45 % t.v.s.		50 % t.v.s.	
Vzorek	Sušina (%)	Vzorek	Sušina (%)
K	40,71 ± 0,43	K	40,70 ± 0,23
KC 0,05 %	40,74 ± 0,51	KC 0,05 %	40,75 ± 0,29
KC 0,15 %	40,98 ± 0,64	KC 0,15 %	40,80 ± 0,41
KC 0,25 %	40,81 ± 0,42	KC 0,25 %	40,59 ± 0,24
IC 0,05 %	41,00 ± 0,40	IC 0,05 %	40,87 ± 0,20
IC 0,15 %	40,72 ± 0,30	IC 0,15 %	40,70 ± 0,44
IC 0,25 %	40,72 ± 0,65	IC 0,25 %	40,70 ± 0,25

Tabulka 6 Hodnoty sušiny vzorků IV. řady

45 % t.v.s.		50 % t.v.s.	
Vzorek	Sušina (%)	Vzorek	Sušina (%)
K	40,94 ± 0,36	K	40,74 ± 0,28
KC 0,05 %	40,59 ± 0,36	KC 0,05 %	40,66 ± 0,21
KC 0,15 %	40,59 ± 0,42	KC 0,15 %	40,78 ± 0,35
KC 0,25 %	40,89 ± 0,33	KC 0,25 %	40,34 ± 0,37
IC 0,05 %	40,73 ± 0,29	IC 0,05 %	40,31 ± 0,32
IC 0,15 %	40,75 ± 0,19	IC 0,15 %	40,43 ± 0,39
IC 0,25 %	40,82 ± 0,38	IC 0,25 %	40,27 ± 0,21

Tabulka 7 Hodnoty sušiny vzorků V. řady

45 % t.v.s.		50 % t.v.s.	
Vzorek	Sušina (%)	Vzorek	Sušina (%)
K	41,15 ± 0,19	K	41,31 ± 0,73
KC 0,05 %	41,17 ± 0,23	KC 0,05 %	41,27 ± 0,22
KC 0,15 %	41,33 ± 0,33	KC 0,15 %	40,97 ± 0,43
KC 0,25 %	41,41 ± 0,23	KC 0,25 %	41,39 ± 0,18
IC 0,05 %	40,96 ± 0,37	IC 0,05 %	41,93 ± 0,48
IC 0,15 %	41,26 ± 0,22	IC 0,15 %	41,40 ± 0,17
IC 0,25 %	41,23 ± 0,22	IC 0,25 %	41,12 ± 0,10

Tabulka 8 Naměřené hodnoty pH vzorků II. řady

45 % t.v.s.		50 % t.v.s.	
Vzorek	pH	Vzorek	pH
K	5,88 ± 0,01	K	5,93 ± 0,01
KC 0,05 %	5,89 ± 0,01	KC 0,05 %	5,93 ± 0,01
KC 0,15 %	5,88 ± 0,01	KC 0,15 %	5,91 ± 0,01
KC 0,25 %	5,91 ± 0,01	KC 0,25 %	5,93 ± 0,01
IC 0,05 %	5,91 ± 0,01	IC 0,05 %	5,90 ± 0,01
IC 0,15 %	5,92 ± 0,01	IC 0,15 %	5,93 ± 0,01
IC 0,25 %	5,93 ± 0,01	IC 0,25 %	5,91 ± 0,01

Tabulka 9 Naměřené hodnoty pH vzorků III. řady

45 % t.v.s.		50 % t.v.s.	
Vzorek	pH	Vzorek	pH
K	5,81 ± 0,01	K	5,83 ± 0,01
KC 0,05 %	5,82 ± 0,01	KC 0,05 %	5,85 ± 0,01
KC 0,15 %	5,81 ± 0,01	KC 0,15 %	5,84 ± 0,01
KC 0,25 %	5,81 ± 0,01	KC 0,25 %	5,83 ± 0,01
IC 0,05 %	5,81 ± 0,01	IC 0,05 %	5,84 ± 0,01
IC 0,15 %	5,81 ± 0,01	IC 0,15 %	5,84 ± 0,02
IC 0,25 %	5,84 ± 0,01	IC 0,25 %	5,82 ± 0,01

Tabulka 10 Naměřené hodnoty pH vzorků IV. řady

45 % t.v.s.		50 % t.v.s.	
Vzorek	pH	Vzorek	pH
K	5,91 ± 0,01	K	5,91 ± 0,01
KC 0,05 %	5,88 ± 0,02	KC 0,05 %	5,94 ± 0,01
KC 0,15 %	5,87 ± 0,01	KC 0,15 %	5,93 ± 0,01
KC 0,25 %	5,89 ± 0,01	KC 0,25 %	5,94 ± 0,01
IC 0,05 %	5,89 ± 0,01	IC 0,05 %	5,93 ± 0,01
IC 0,15 %	5,87 ± 0,01	IC 0,15 %	5,92 ± 0,01
IC 0,25 %	5,89 ± 0,01	IC 0,25 %	5,91 ± 0,01

Tabulka 11 Naměřené hodnoty pH vzorků V. řady

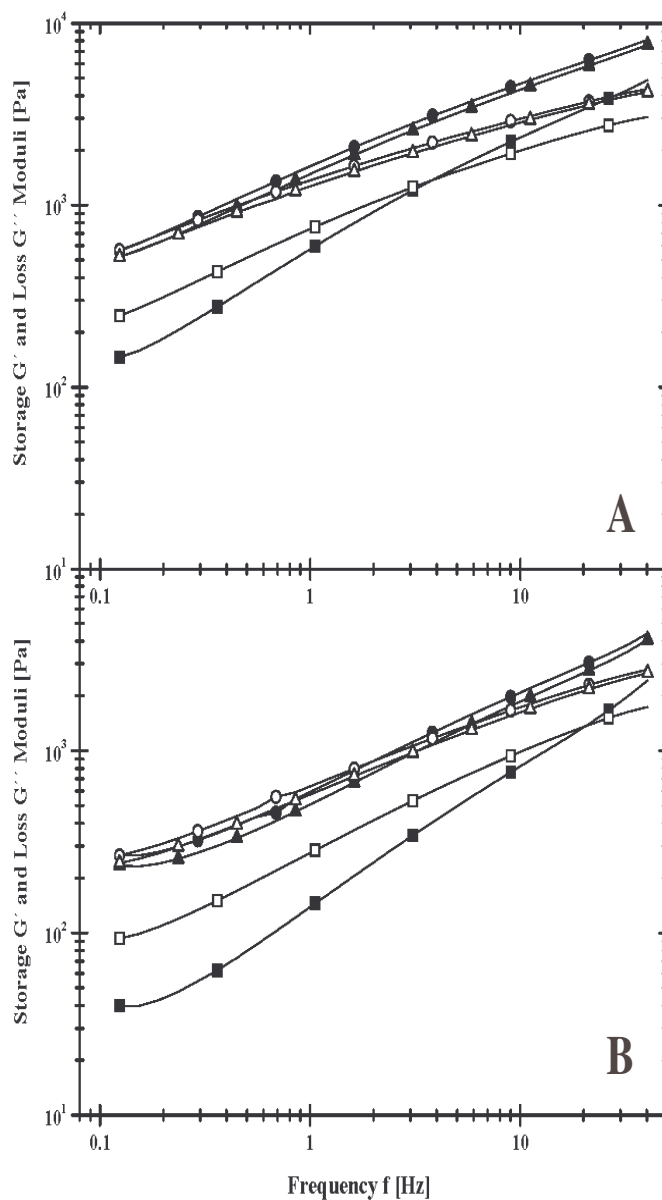
45 % t.v.s.		50 % t.v.s.	
Vzorek	pH	Vzorek	pH
K	5,87 ± 0,02	K	5,88 ± 0,01
KC 0,05 %	5,85 ± 0,02	KC 0,05 %	5,85 ± 0,01
KC 0,15 %	5,87 ± 0,01	KC 0,15 %	5,86 ± 0,01
KC 0,25 %	5,88 ± 0,01	KC 0,25 %	5,90 ± 0,01
IC 0,05 %	5,87 ± 0,02	IC 0,05 %	5,87 ± 0,02
IC 0,15 %	5,87 ± 0,01	IC 0,15 %	5,87 ± 0,02
IC 0,25 %	5,86 ± 0,01	IC 0,25 %	5,88 ± 0,01

6.2 Výsledky dynamické oscilační reometrie

Viskoelastické chování kontrolních vzorků tavených sýrů a vzorků s přídavkem KC (0,05 %, 0,15 %, 0,25 % w/w) a IC (0,05 %, 0,15 %, 0,25 % w/w) bylo posuzováno a srovnáváno v pěti řadách vzorků metodou dynamické oscilační reometrie v testované frekvenci 0,1 až 50 Hz.

V rámci I. řady tavených sýrů bylo otestováno, zda forma aplikace karagenanu ovlivní viskoelastické vlastnosti finálního výrobku. Do obou sledovaných tučností (45 % a 50 % w/w tuku v sušině) byl realizován přídavek KC o koncentraci 0,25 % w/w, který byl přidán do vzorku v práškové formě, resp. po dispegaci v deionizované vodě. Výsledky dynamické oscilační reometrie jsou zobrazeny v grafu 1. V obou tučnostech došlo k významnému zvýšení elastického G' i ztrátového G'' modulu pružnosti v důsledku přídavku 0,25 % w/w KC. Forma přídavku (prášek a dispergace v deionizované vodě) však jeho účinnost významně neovlivnila. Z toho lze usoudit, že je minimální rozdíl, zda se při výrobě používá karagenan v práškové formě nebo po dispegaci v deionizované vodě.

Pro další sérii tavených sýrů bylo proto zvoleno dávkování v práškové formě, neboť se jedná i z pohledu průmyslové praxe o snadnější a tudíž i levnější způsob aplikace.



Graf 1 Závislost elastického modulu pružnosti G' (plné symboly) a ztrátového modulu pružnosti (prázdné symboly) u kontrolního vzorku (■□), vzorku s přídavkem 0,25 % w/w KC v práškové formě (●○), vzorku s přídavkem 0,25 % w/w KC dispergovaného ve vodném prostředí (▲△) na frekvenci pro tavené sýry s 45 % (A) a 50 % (B) tuku v sušině

Pomocí dynamické oscilační reometrie byly následně hodnoceny čtyři řady tavených sýrů s 45 % a 50 % tuku v sušině s přísady 0,05 %, 0,15 % a 0,25 % w/w KC a IC. Pro srovnání byly samozřejmě zařazeny i kontrolní vzorky bez přísad karagenanů.

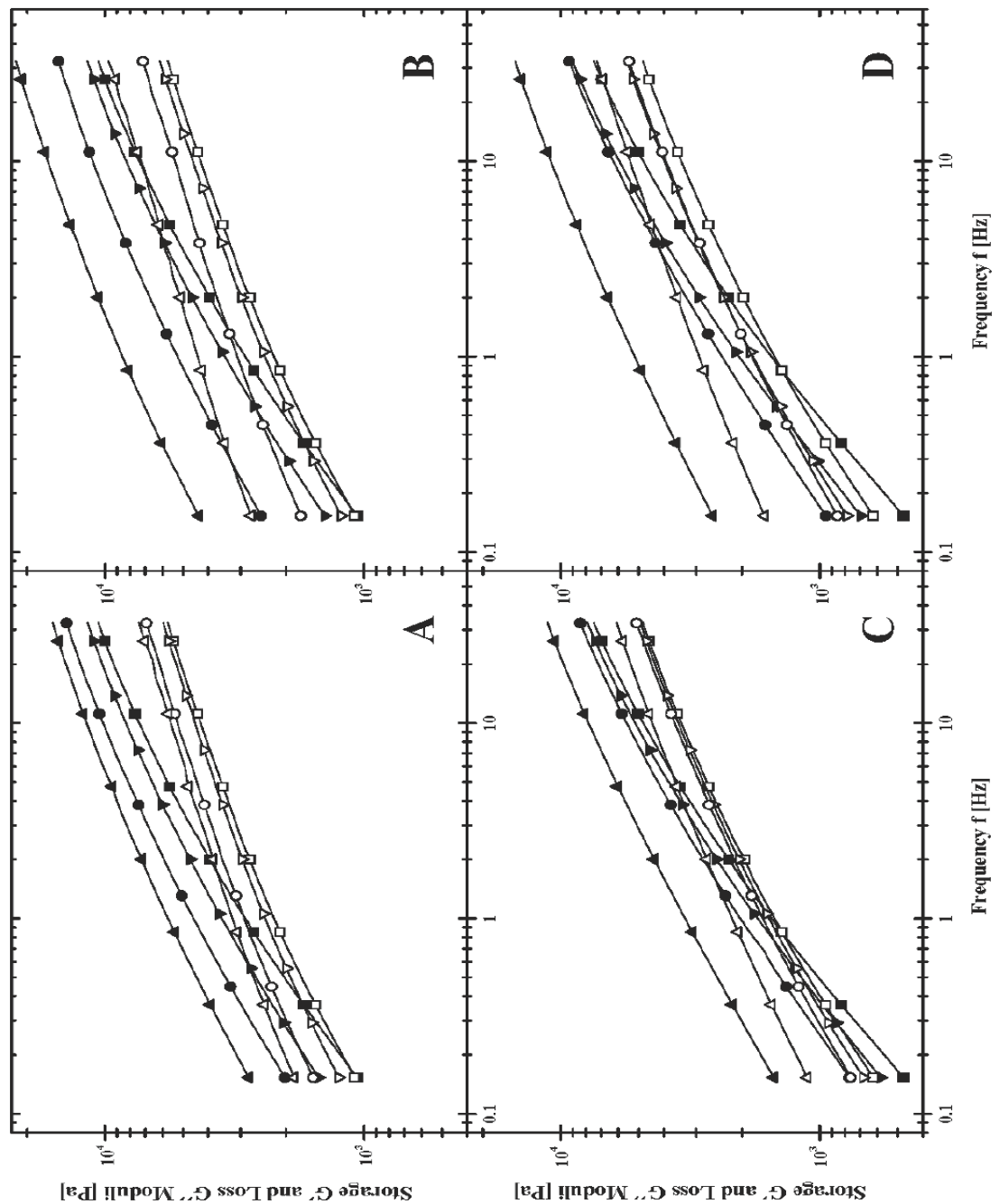
Výsledky dynamické oscilační reometrie pro vzorky tavených sýrů III. a V. řady jsou zobrazeny v grafech 2 a 3. Ze sledované závislosti elastického G' a ztrátového G'' modulu pružnosti na frekvenci vyplynulo, že s rostoucí koncentrací karagenanů (v rozsahu 0,05 %, 0,15 % a 0,25 % w/w) se zvyšuje elastický G' i ztrátový G'' modul pružnosti v oblasti frekvencí 0,1 až 50 Hz. Tento závěr lze podpořit i analýzou většiny výrobků řady II. a IV. (data nejsou graficky prezentována; pro referenční frekvenci 1 Hz jsou uvedena v tabulkách 12 a 13). Tyto změny indikují skutečnost, že zvyšující se koncentrace KC i IC v taveném sýru změni povahu jeho gelu, který vykazuje vyšší tuhost. To lze pravděpodobně vysvětlit tím, že s rostoucí koncentrací KC i IC dochází k intenzivnějším interakcím mezi karagenanovými řetězci vedoucím k tvorbě „hustší sítě“. V případě přísad IC je možné s jejich rostoucí koncentrací také předpokládat intenzivnější absorpci řetězců v helikální formě na kaseinové frakce [17] [18]. K obdobným závěrům, že tuhost gelu roste se zvyšující se koncentrací karagenanu, došel i Ribeiro a kol. [31]. Rovněž však poukazuje na zajímavý a z hlediska praxe důležitý fakt, že tento efekt může být u KC s rostoucí koncentrací cukrů rušen.

Uvažujeme-li hodnotu tangentu úhlu fázového posunu ($\tan \delta$) jako míru tuhosti gelu, pak z tabulek 12 a 13 vyplynulo, že přísady KC a IC ve výši 0,15 % a 0,25 % w/w u obou tučností (45 % a 50 % tuku v sušině) zvýšily tuhost taveného sýra oproti kontrolnímu vzorku. Odchylně se vyvíjely některé přísady 0,05 % w/w KC i IC. Tato skutečnost podporuje závěry Bourriot a kol. [2], že existuje limitní koncentrace pro efektivní tvorbu karagenanové sítě. Konkrétní hodnota limitní koncentrace je pravděpodobně závislá na řadě faktorů (např. síla gelu proteinové matrice taveného sýra, stupeň hydrolyzy přítomných proteinů, pH, přítomnost a koncentrace iontů atd.), čímž lze vysvětlit skutečnosti, že tento jev nebyl pozorován ve všech skupinách tavených sýrů.

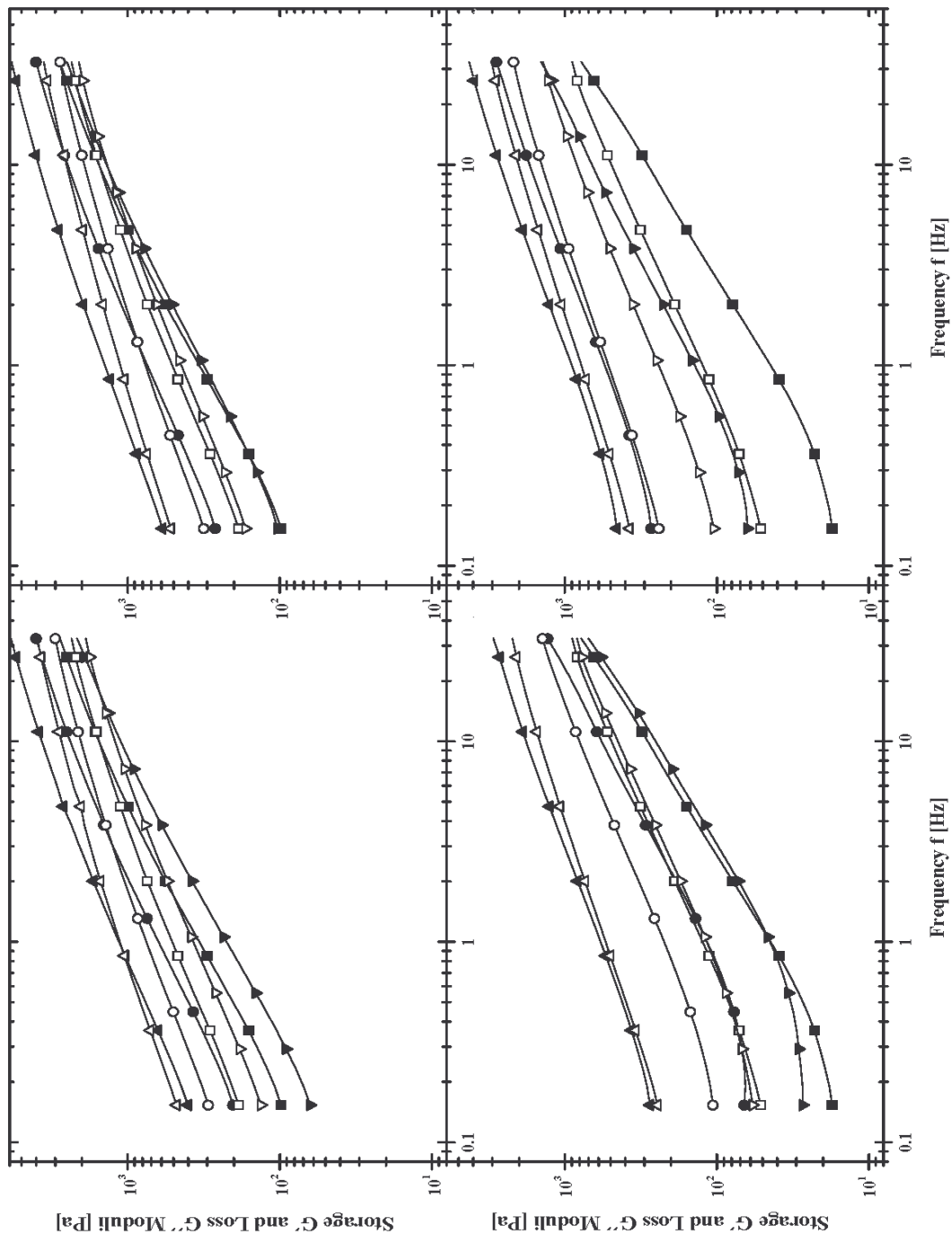
Z tabulek 12 a 13 a grafu 4 vyplynulo, že IC přispěl u většiny skupin tavených sýrů k vytvoření pevnějšího gelu než KC, a to pro přísady 0,15 % a 0,25 % w/w. U výrobků s přísady 0,05 % w/w karagenanů nelze tento závěr prezentovat tak jednoznačně jako u vyšších koncentrací, i když i zde většina výrobků vykazovala při použití IC ve srovnání s KC vyšší tuhost. Jednoznačné vysvětlení větší účinnosti IC než KC není jednoduché,

zvláště vezme-li v úvahu, že KC tvoří pevné gely a IC měkké elastické gely. Odpověď lze pravděpodobně hledat například v přítomnosti iontů, jimž je síla karagenanového gelu (sítě) podstatně ovlivněna. V přírodních sýrech (základní surovina pro tavené sýry) se vyskytuje přibližně desetinásobné množství vápenatých iontů, ke kterým je z hlediska tvorby gelu citlivý zejména IC, oproti draselným iontům, ke kterým je citlivý zejména KC. Podle Spagnuolo a kol. [34] totiž může mít vliv nejen absolutní množství vápenatých a draselných iontů, ale i jejich vzájemný poměr. Převaha koncentrace vápenatých iontů nad draselnými pak může sehrávat klíčovou roli v pevnosti gelu KC a IC. Je vhodné rovněž zohlednit, že pro KC existuje optimální koncentrace vápenatých iontů v prostředí. V oblasti pod toto optimum zapříčiní rostoucí koncentrace vápenatých iontů zvyšování pevnosti gelu KC. Na druhou stranu překročí-li v daném systému koncentrace vápenatých iontů své optimum, pak s dalším růstem klesají hodnoty elastického modulu pružnosti G' vytvořeného gelu (jeho tuhost).

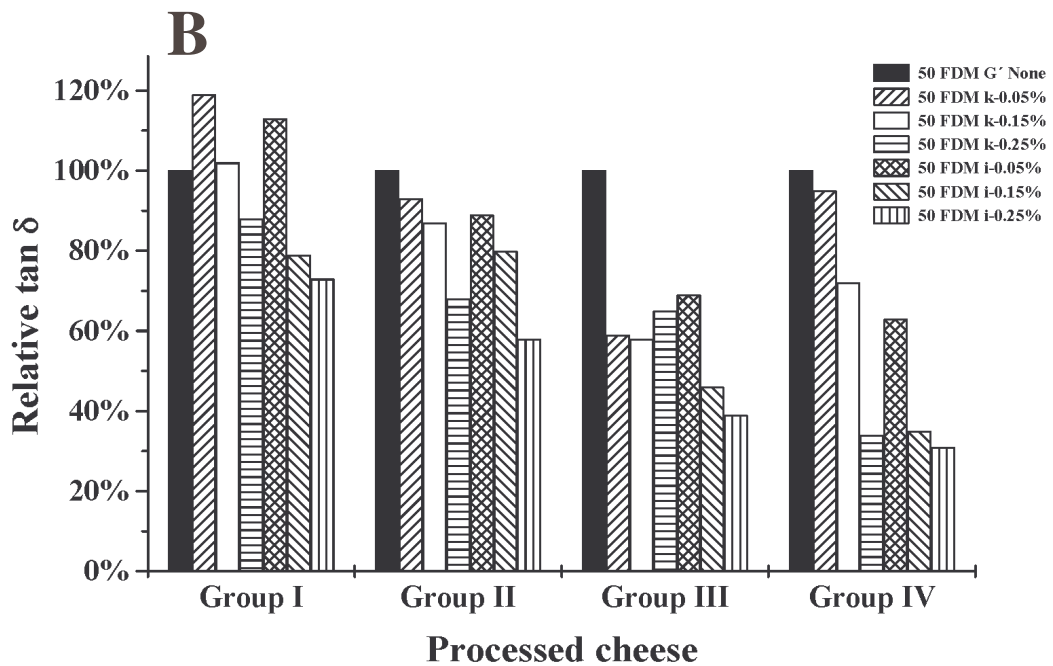
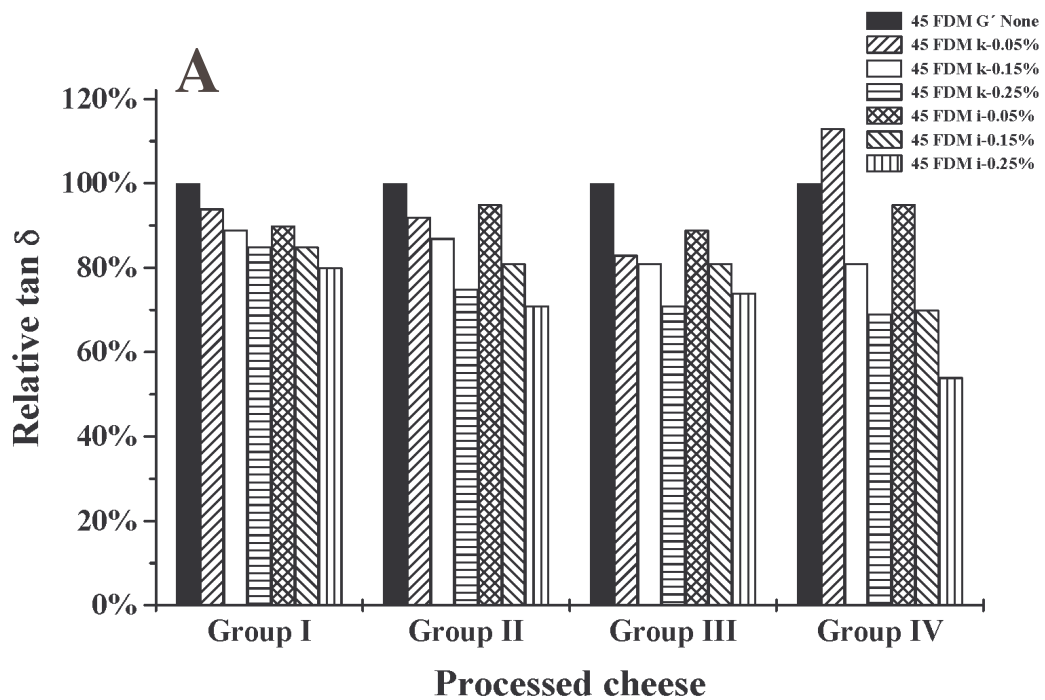
Z grafu 4 vyplývá skutečnost, že relativní účinek přísad 0,15 % a 0,25 % w/w KC i IC (vyjádřený jako procento hodnoty $\tan \delta$ z kontrolního vzorku) je u většiny skupin vyšší u tavených sýrů s 50 % w/w tuku v sušině než u produktů s 45 % w/w tuku v sušině (s výjimkou řady IV.). Vysvětlení pravděpodobně nespočívá v interakci tuku s karagenany. Tento názor je možné podpořit tvrzením Singh a kol. [33], kteří ve své studii nezaznamenali adsorpci KC na tukové kuličky. Z tabulek 12 a 13 a z grafu 4 dále vyplynulo, že u skupin, kde kontrolní vzorky vykazovaly nižší sílu gelu kaseinové matrice, se přísady karagenanů (0,15 % a 0,25 % w/w) projevovaly relativně více než stejné přísady ve skupinách, jejichž kontrolní vzorky byly tužší. Vzorky s vyšším obsahem tuku vykazují za jinak stejných podmínek nižší tuhost, a to díky přerušení komplexnosti a kontinuity proteinové matrice. Lze na základě zjištěných skutečností vyslovit hypotézu, že za jinak stejných podmínek se od určité koncentrace efekt přísady KC i IC na viskoelastické vlastnosti taveného sýra zvyšuje s klesající silou gelu vlastní proteinové matrice.



Graf 2 Závislost elastického modulu pružnosti G' (plné symboly) a ztrátového modulu pružnosti G'' (prázdné symboly) u kontrolního vzorku (\blacksquare , \square), vzorku s přidáním 0,05 % w/w karagenanu (\blacktriangle , \triangle), u vzorku s přidáním 0,15 % w/w karagenanu (\bullet , \circ), u vzorku s přidáním 0,25 % w/w karagenanu (\blacktriangle , \triangle), na frekvenci pro tavené sýry II. řady s 45 % (A,B) a 50 % (C,D) tuku v sušině, pro tavené sýry s přidavkem KC (A,C) a IC (B,D)



Graf 3 Závislost elastického modulu pružnosti G' (plné symboly) a ztrátového modulu pružnosti G'' (prázdné symboly) u kontrolního vzorku ($\blacksquare\blacksquare$), vzorku s přidáním 0,05 % w/w karagenanu ($\blacktriangle\triangle$), u vzorku s přidáním 0,15 % w/w karagenanu ($\bullet\circ$), u vzorku s přidáním 0,25 % w/w karagenanu ($\blacktriangle\triangle$), na frekvenci pro tavené sýry IV. řady s 45 % (A,B) a 50 % (C,D) tuku v sušině, pro tavené sýry s přísadkou KC (A,C) a IC (B,D)



Graf 4 Hodnoty úhlu $\tan \delta$ (vzhledem ke kontrolnímu vzorku) pro frekvenci 1 Hz u tavených sýrů s 45 % (A) a 50 % (B) w/w tuku v sušině (FDM) s přidavkem KC a IC u I. až IV. řady

Tabulka 12 Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a úhlu fázového posunu δ [-] při frekvenci 1 Hz u tavených sýrů s přidavkem KC a IC u II. a III. řady

Typ taveného sýra	Typ a množství karagenanu	Řada					
		II.			III.		
		G'	G''	$\tan \delta$	G'	G''	$\tan \delta$
Tavený sýr s 45 % (w/w) t.v.s	kontrola	3663	2543	0.694	3274	2396	0.732
	KC 0,05 %	4480	2915	0.651	3799	2553	0.672
	KC 0,15 %	4809	2974	0.618	4486	2868	0.639
	KC 0,25 %	5673	3329	0.587	6097	3360	0.551
	IC 0,05 %	4640	2886	0.622	3560	2470	0.694
	IC 0,15 %	5331	3145	0.590	5231	3082	0.589
	IC 0,25 %	6002	3330	0.555	8004	4169	0.521
Tavený sýr s 50 % (w/w) t.v.s.	kontrola	2053	1653	0.805	1475	1425	0.966
	KC 0,05 %	1384	1331	0.962	1762	1583	0.898
	KC 0,15 %	1901	1567	0.825	2028	1696	0.836
	KC 0,25 %	2466	1754	0.711	3745	2470	0.660
	IC 0,05 %	1600	1454	0.909	2243	1922	0.857
	IC 0,15 %	2900	1849	0.637	2262	1739	0.769
	IC 0,25 %	3734	2202	0.590	5288	2969	0.561

Tabulka 13 Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a úhlu fázového posunu δ [-] při frekvenci 1 Hz u tavených sýrů s přidavkem KC a IC u IV. a V. řady

Typ taveného sýra	Typ a množství karagenanu	Řada					
		IV.			V.		
		G'	G''	$\tan \delta$	G'	G''	$\tan \delta$
Tavený sýr s 45 % (w/w) t.v.s	kontrola	1606	1435	0.894	359	525	1.461
	KC 0,05 %	2781	2051	0.737	221	365	1.653
	KC 0,15 %	3114	2246	0.721	608	717	1.179
	KC 0,25 %	3860	2438	0.631	1086	1096	1.010
	IC 0,05 %	2244	1789	0.797	338	467	1.384
	IC 0,15 %	2809	2025	0.721	770	784	1.018
	IC 0,25 %	3206	2114	0.659	1410	1117	0.792
Tavený sýr s 50 % (w/w) t.v.s.	kontrola	339	542	1.597	47	128	2.736
	KC 0,05 %	967	914	0.946	50	130	2.609
	KC 0,15 %	1066	985	0.924	108	214	1.983
	KC 0,25 %	805	835	1.037	608	559	0.920
	IC 0,05 %	778	858	1.103	147	255	1.730
	IC 0,15 %	1781	1314	0.738	554	524	0.946
	IC 0,25 %	2750	1722	0.626	918	784	0.855

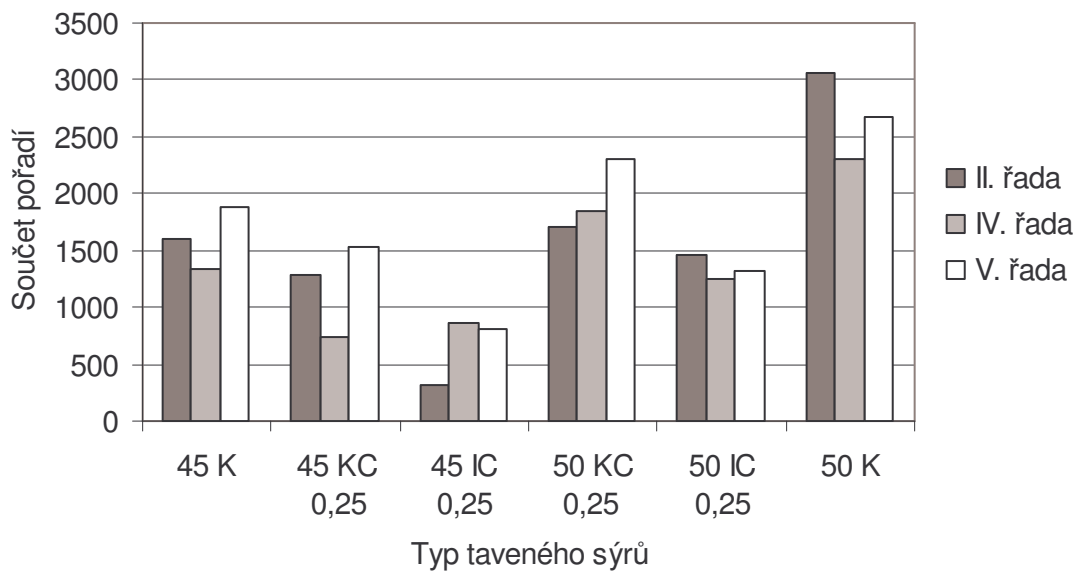
6.3 Výsledky senzorické analýzy

Vliv přísady KC a IC na jakost tavených sýrů byl posuzován po 14 dnech skladování při teplotě 6 ± 2 °C. Sensorické hodnocení bylo provedeno pomocí sedmibodových jakostních ordinálních stupnic s charakteristikou každého stupně. Zaznamenané výsledky jsou prezentovány v grafech 5 – 10 pomocí součtu pořadí. Čím je hodnota součtu pořadí u tuhosti vyšší, tím je vzorek méně tuhý. Čím je hodnota součtu pořadí u roztíratelnosti vyšší, tím je vzorek více roztíratelný. U ostatních znaků (vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně a celkové hodnocení) platí, čím je hodnota součtu pořadí nižší, tím je znak hodnocen nejlépe. Sensorická analýza byly provedena u tavených sýrů u II., IV. a V. řady.

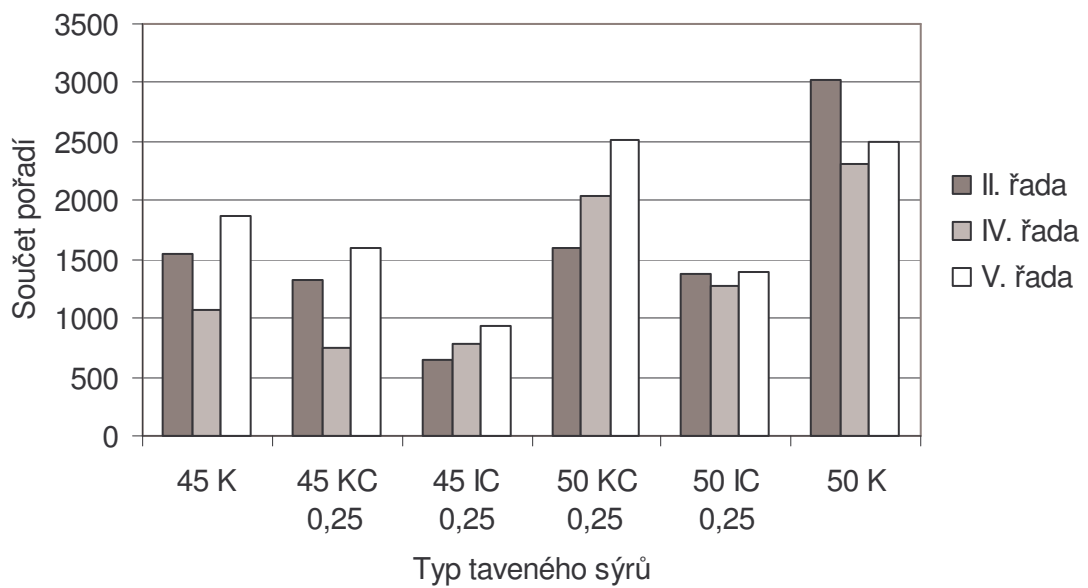
Ze statistického vyhodnocení II., IV. a V. řady vyplývá, že u sensorických znaků tuhosti a roztíratelnosti (viz graf 5, 6) byly zaznamenány rozdíly mezi jednotlivými vzorky tavených sýrů. Tyto rozdíly byly patrné ve všech třech řadách. U tavených sýrů s 45 % w/w tuku v sušině s přísady 0,25 % w/w KC a IC způsobily, že tavené sýry byly tužší a hůře roztíratelné než kontrolní vzorek. U tavených sýrů s 50 % w/w tuku v sušině posuzovatelé také označili tavené sýry s přísady KC a IC za tužší a hůře roztíratelné než kontrolní vzorek. Ze srovnání KC a IC vyplývá, že tavený sýr s 45 % i 50 % w/w tuku v sušině s přísadou IC o koncentraci 0,25 % w/w je tužší a hůře roztíratelný než tavený sýr s přísadou KC o koncentraci 0,25 % w/w. Výjimkou byl pouze vzorek taveného sýra s 45 % w/w tuku v sušině v IV. řadě, kde tavený sýr s přísadou KC byl tužší a hůře roztíratelný než s přísadou IC.

Senzorický znak tuhost a roztíratelnost byly hodnoceny i pomocí pořadových zkoušek. Výsledky pořadových zkoušek byly shodné s hodnocením pomocí sedmibodových jakostních ordinálních stupnic. Pomocí pořadových zkoušek byl posuzovateli ohodnocen tavený sýr s 45 % w/w tuku v sušině jako nejtuhší a nejhůře roztíratelný sýr s přísadou IC o koncentraci 0,25 % w/w. Posuzovatelé při označení tohoto taveného sýra za nejtuhší a špatně roztíratelný se shodli se závěrem jenž byly získán pomocí dynamické oscilační reometrie.

Graf 5 Tuhost tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušíně



Graf 6 Roztíratelnost tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku s sušíně

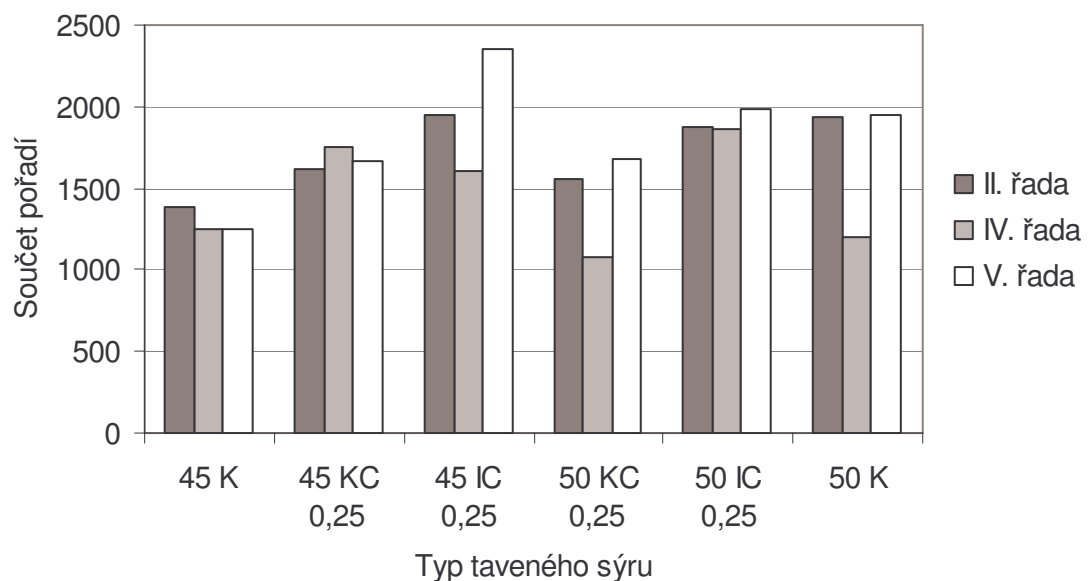


Ze statistického vyhodnocení sensorického znaku vzhled a barva (viz graf 7) posuzovatelé nezaznamenali statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými sýry u II. a IV. řady. U V. řady vzorků zaznamenali horší vzhled u taveného sýra s 45 % w/w tuku v sušině s přidavkem IC o koncentraci 0,25 % w/w, u ostatních sýrů byly rozdíly minimální.

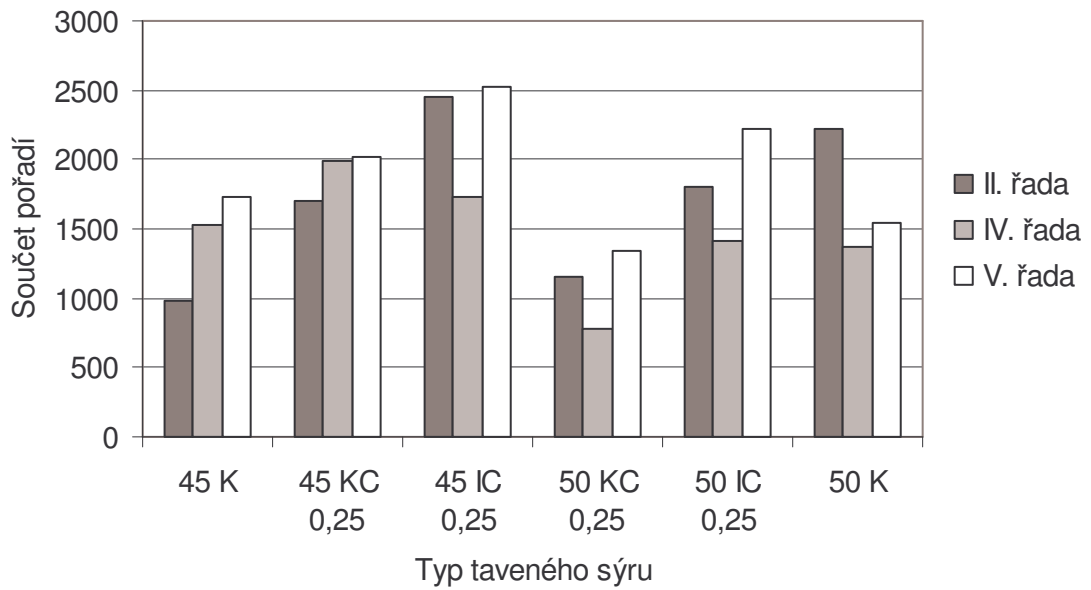
U sensorického znaku konzistence (viz. graf 8) byly zaznamenány statistické rozdíly u všech třech řad vzorků sýrů. Horší konzistenci zaznamenali posuzovatelé u taveného sýru s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině s přidavkem IC.

U sensorických znaků chuti a vůně (viz graf 9) posuzovatelé nezaznamenali statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými vzorky tavených sýrů u II., IV. a V. řady.

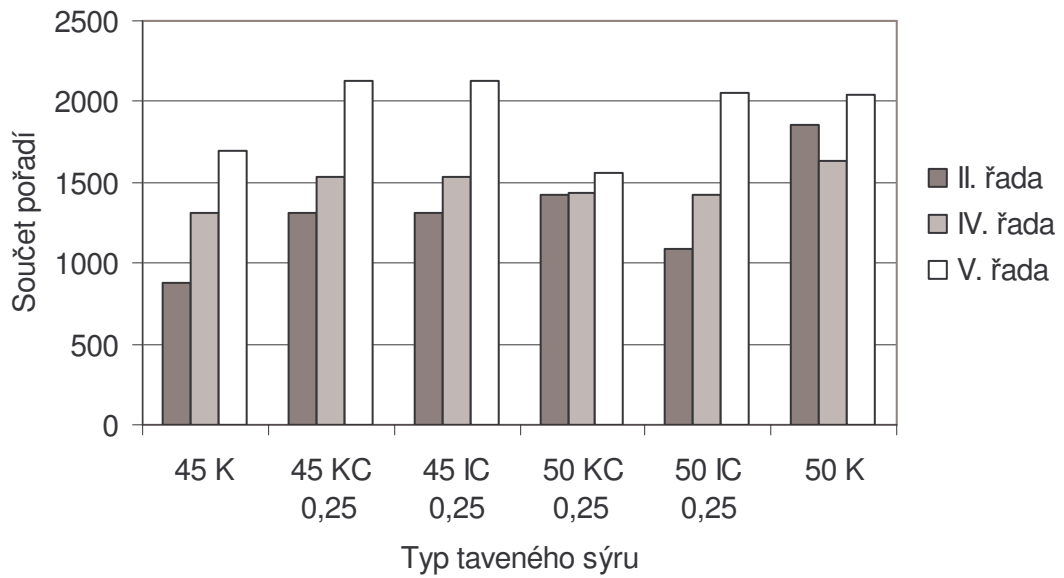
Graf 7 Vzhled a barva tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině



Graf 8 Konzistence tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině



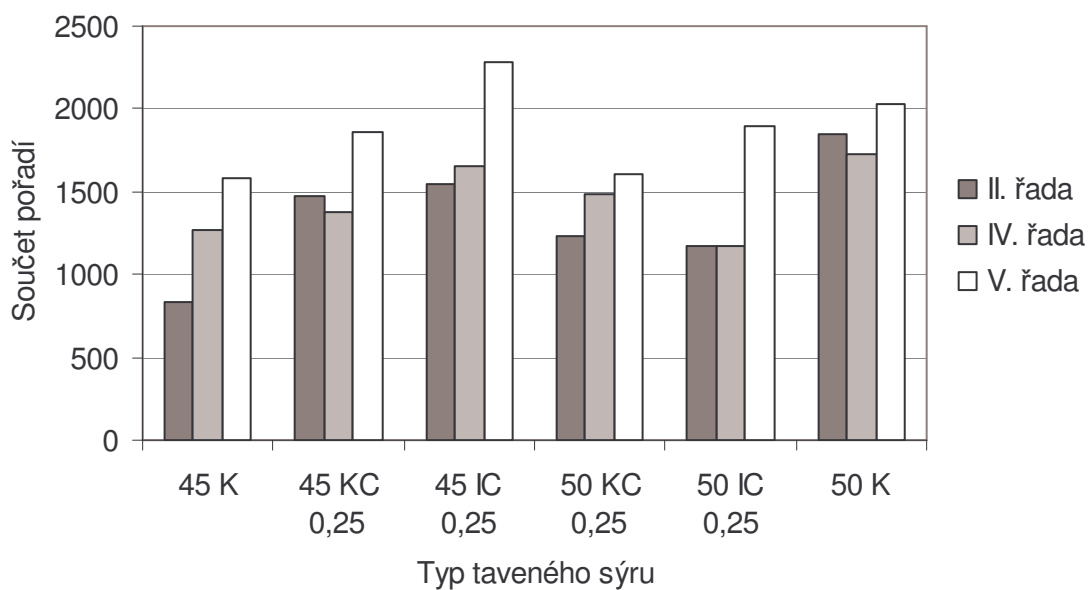
Graf 9 Chuť a vůně tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině



Ze statistického vyhodnocení sensorického znaku celkové hodnocení sýrů (viz graf 10) posuzovatelé neshledali významné rozdíly mezi jednotlivými sýry ve všech třech řadách.

Z výsledků sensorické analýzy lze dojít k závěru, že přísady karagenanů ovlivnily podstatně tuhost, roztíratelnost a konzistenci, ostatních znaky jen velmi nepatrně.

Graf 10 Celkové hodnocení tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině



6.4 Souhrnná diskuze výsledků

Provedenou základní chemickou analýzou vzorků tavených sýrů II. až V. řady bylo potvrzeno, že u přídatku KC a IC o koncentraci 0,05 %, 0,15 % a 0,25 % w/w byla obdobná sušina s minimálními rozdíly (40 – 42 %) a obdobné pH (5,8 – 5,9). Což je důležité pro senzorickou analýzu a dynamickou oscilační reometrii z hlediska srovnatelnosti vlivu přídatku karagenanů v analyzovaných vzorcích, neboť sušina a pH významně ovlivňují konzistenci tavených sýrů [20].

V rámci I. řady tavených vzorků bylo otestováno pomocí dynamické oscilační reometrie, zda forma aplikace karagenanu ovlivní viskoelastické vlastnosti finálního výrobku. Při výrobě tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině se KC o koncentraci 0,25 % w/w přidával v práškové formě, resp. po dispergaci v deionizované vodě. Z výsledků dynamické oscilační reometrie lze usoudit, že je minimální rozdíl mezi použitím karagenanu v práškové formě nebo po dispergaci v deionizované vodě. Proto pro další řady tavených sýrů bylo zvoleno dávkování karagenanu v práškové formě, neboť se jedná i z pohledu průmyslové praxe o snadnější a tudíž i levnější způsob aplikace.

Z výsledků dynamické oscilační reometrie pro vzorky tavených sýrů II. a V. řady lze dojít k závěru, že s rostoucí koncentrací karagenanů (v rozsahu 0,05 %, 0,15 % a 0,25 % w/w) se zvyšuje elastický G' i ztrátový G'' modul pružnosti v oblasti frekvencí 0,1 až 50 Hz. Tyto změny indikují skutečnost, že zvyšující se koncentrace KC i IC v taveném sýru změny povahu jeho gelu, který vykazuje vyšší tuhost. To lze pravděpodobně vysvětlit tím, že s rostoucí koncentrací KC i IC dochází k intenzivnějším interakcím mezi karagenanovými řetězci vedoucím k tvorbě „hustší sítě“ [17] [18]. Z hodnot tangentu úhlu fázového posunu $\tan \delta$ (udává míru tuhosti a elastičnosti gelu) lze dojít k závěru, že přídatky KC a IC o koncentraci 0,15 % a 0,25 % w/w u obou tučností (45 % a 50 % w/w tuku v sušině) zvýšily tuhost taveného sýra oproti kontrolnímu vzorku. Přídatek karagenanu o koncentraci 0,05 % w/w ovlivnil tuhost taveného sýra oproti kontrolnímu vzorku jen nepatrně, a toho důvodu se tato koncentrace jeví jako nedostatečná. Tato skutečnost podporuje závěry Bourriot a kol. [2], že existuje limitní koncentrace pro efektivní tvorbu karagenanové sítě. Z výsledků dynamické oscilační reometrie také vyplynulo, že IC přispěl u většiny skupin tavených sýrů k vytvoření pevnějšího gelu než KC, a to u koncentrace 0,15 % a 0,25 % w/w.

Při senzorické analýze posuzovatelé zaznamenali statisticky významné rozdíly u senzorických znaků tuhosti a roztíratelnosti u tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině u II., IV. a V. řady. Tavené sýry s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině s přísávkou KC a IC označili posuzovatelé za tužší a hůře roztíratelné než kontrolní vzorek. Při porovnání přísávkou KC a IC lze dojít k závěru, že tavený sýr s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině s přísávkou IC o koncentraci 0,25 % w/w je tužší a hůře roztíratelný než tavený sýr s přísávkou KC o stejné koncentraci. Pomocí pořadových zkoušek ohodnotili posuzovatelé tavený sýr s 45 % a w/w tuku sušině s přísávkou IC o koncentraci 0,25 % w/w jako nejtuzší a nejhůře roztíratelný. Posuzovatelé při označení tohoto taveného sýra za nejtuzší se shodli se závěrem jenž byly získán pomocí dynamické oscilační reometrie.

U ostatních senzorických znaků (vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně, celkový vzhled) posuzovatelé neshledali významné rozdíly mezi jednotlivými tavenými sýry.

ZÁVĚR

Karagenany se používají v potravinářském průmyslu jako zahušťující a gelotvorná látka s cílem ovlivnit strukturu finálního výrobku. Karagenany mají význam také v technologii výroby tavených sýrů pro schopnost ovlivnit a stabilizovat konzistenci. Cílem práce bylo použít KC a IC o koncentraci 0,05 %, 0,15 % a 0,25 % w/w při výrobě tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině a hodnotit vliv těchto karagenanů na viskoelastické a organoleptické vlastnosti tavených sýrů.

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

- Realizované přídatky karagenanů neovlivnily sušinu ani pH finálních výrobků s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině, což je důležité pro sledování reologických a senzorických vlastností.
- Vliv přídatku KC a IC (0,05 %, 0,15 % a 0,25 % w/w) na viskoelastické vlastnosti tavených sýrů závisí na koncentraci, přičemž s rostoucí koncentrací se zvyšuje tuhost tavených sýrů.
- Přídavek karagenanu o koncentraci 0,05 % w/w ovlivnil v nepatrném rozsahu reologické vlastnosti u některých tavených sýrů. Z toho důvodu se koncentrace 0,05 % w/w jeví pro efektivní zvýšení tuhosti tavených sýrů jako nedostatečná.
- Vyšší testované koncentrace (0,15 % a 0,25 % w/w) u obou karagenanů (KC, IC) již způsobily významné zvýšení tuhosti oproti kontrolnímu vzorku.
- Při porovnání účinků KC a IC při koncentraci 0,15 % a 0,25 % w/w měl IC větší vliv na viskoelastické vlastnosti (zvyšování tuhosti) tavených sýrů než KC.

Přídavek karagenanů o koncentraci 0,05 %, 0,15 % a 0,25 % w/w při výrobě tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině ovlivnil pouze konzistenci finálního výrobku (tuhost a roztíratelnost), ostatní organoleptické znaky neovlivnil vůbec nebo jen v nepatrném rozsahu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BOHÁČ, V. *Výroba tavených sýrů*, 1.vyd. Praha: SNTL, 1964. 200 s.
- [2] BOURRIOT, S., GARNIER, C., DOUBLIE, J.-L. Micellar-casein- κ -carrageenan mixtures. I. Phase separation and ultrastructure. *Carbohydrate Polymers*, 1999. 40. 145 – 157.
- [3] CABALLERO, B., ALLEN, L., PRENTICE, A. (ed.). *Encyklopedia of Human Nutrition*. 2. ed. Oxford (UK): Elsevier Ltd., 2005. ISBN 0-10-1501100-8.
- [4] 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 s.
- [5] ČSN ISO 8586 – 1 Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti posuzovatelů. Část 1: Vybraní posuzovatelé
- [6] DĚDKOVÁ, T., BŘEZINA, P., ŠLAPAL, M., HYNŠTOVÁ, M., BARTOŠEK, V. Tavené sýry s přídavkem sušeného podmásli. */Průmysl potravin/*, 39. 1988. 525 s.
- [7] DOSTÁLOVÁ, J. Výživová doporučení Společnosti pro výživu pro obyvatelstvo České republiky. *Potravinářská revue*, 2005. 1. 17 – 19 s.
- [8] DVOŘÁK, J. *vliv suroviny na konzistenci tavených sýrů*, [Diplomová práce]. Praha: VŠCHT, 2000. 97 s.
- [9] FORMAN, L. a kol. *Mlékárenská technologie II*. 2.vyd. Praha: VŠCHT, 1996. 228 s. ISBN 80-7080-250-2.
- [10] FOX, P.F., MCSWEENEY, P.L.H. Chemistry and biochemistry of cheese and fermentad milks. Springer-verlag, 1998. 379-436 s. ISBN 04212-72000-0.
- [11] GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*. 1.vyd. Brno: MZLU, 1998. 142s.
- [12] GUINEE, T.P., CARIĆ, M., KALÁB, M. Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imtation Cheese Products. 2004. *Cheese: Chemistry, Physics and Mikrobiology*, Third edition – Volume 2: Major Cheese Groups, ISBN 0-1226-3653-8.

- [13] GUINEE, T.P. Pasteurized processed cheese products. In Roginski, H. Fuquay, J.W., Fox, P.F. *Encyclopedia of Dairy Science*, Volume 1. London: Elsevier Science, 2003. 411 – 418 s.
- [14] GUNASEKARAN, S. *Cheese rheology and texture*. Boca Raton: CRC Press LLC, 2003. 437 s. ISBN 1-58716-021-8.
- [15] HRABĚ, J., KRÍŽ, O., BUŇKA, F. *Statistické metody v senzorické analýze potravin*. Vyškov: VVŠ PV, 2001. 114 s. ISBN 80-7231-086-0.
- [16] IMESON, A.P. Carrageenan, *Handbook of Hydrocolloids*. 2000. 87 - 102
- [17] LANGENDORFF, V., CUVELIER, G., LAUNAY, B., MICHON, C., PARKER, A., DE KRUIF, C.G. Casein micelle/iota carrageenan interactions in milk: influence of temperature. *Food Hydrocolloids*, 1999. 13. 211 – 218.
- [18] LANGENDORFF, V., CUVELIER, G., MICHON, C., LAUNAY, B., PARKER, A., DE KRUIF, C.G. Effects of carrageenan type on the behaviour of carrageenan/milk mixtures. *Food Hydrocolloids*, 2000. 14. 273 – 280.
- [19] LANGMAIER, F. *Nauka o zboží*. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2002. 144 s. ISBN 80-7318-092-8.
- [20] 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
- [21] 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. 288-292 s.
- [22] LYNCH, M.G., MULVIHILL, D.M. Rheology of ι-carrageenan gels containing caseins. *Food Hydrocolloids*, 1996.10. 151 - 157
- [23] MARCHESSEAU, S., GASTALDI, E., LAGAÚDE, A., CUQ, J.L. Influence of pH on Protein Interactions and Microstructure of Processed Cheese. *J. Dairy Sci.* 1997. 1483 – 1489 s.
- [24] MAROUNEK, K., BŘEZINA, P., ŠIMŮNEK, J. *Fyziologie a hygiena výživy*. 2. vyd. Vyškov: VVŠ PV Vyškov, 2003. 76 s. ISBN 80-7231-106-9.

- [25] MOLINS, R.A. *Phosphates in food*. Boca Raton: CRC Press, 1991. 261 s.
- [26] NOVÁK, V., BUŇKA F., *Základy ekonomiky výživy*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. 119 s. ISBN 80-7318-262-9.
- [27] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J. *Základy výživy a výživová politika*. 1.vyd. Praha: VŠCHT, 2002. 219 s. ISBN 80-7080-468-8.
- [28] PIJANOWSKI, E. *Základy chémie a technológie mliekárenstva II*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1987. 623 s.
- [29] PISKA, I., ŠTĚTUNA, J., IPSEN, R.H., QWIST, K.B. Mikrostruktura a reologické vlastnosti vysokotučného taveného sýra. In *Sborník Celostátní přehlídky sýrů 2002*. Praha: Česká společnost chemická, 2002. 192 – 196 s. ISBN 80-86238-21-0
- [30] PROŠK, Z., ŠTERN, P. Reologické vlastnosti tavených sýrů. In *Průmysl potravin*. Mlékárenské listy 15. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1998. ISBN 0139-6986.
- [31] RIBEIRO, K.O., RODRIQUES, M.I., SABADINI, E., CUNHA, R.L. Mechanical properties of acid podium caseinate-K-carrageenan gels: effect of co-solute addition. *Food Hydrocolloids*, 2004. 18. 71 – 79.
- [32] SHCHIPUNOV, Y.A., CHESNOKOV, A.V. Carrageenan Gels in Skim Milk: Formation and Rheological Properties. *Colloid Journal*, 2003. 1. 105 – 113.
- [33] SINGH, H., TAMEHANA, M., HEMAR Y., MUNRO, P.A. Interfacial compositions, microstructures and properties of oil-in-water emulsions formed with mixtures of milk proteins and κ-carrageenan: 1. Sodium caseinate. *Food Hydrocolloids*, 2003. 17. 539 – 548.
- [34] SPAGNUOLO, P.A., DALGLEISH, D.G., GOFF, H.D., MORRIS, E.R. Kappa-carrageenan interactions in systems containing casein micelles and polysaccharide stabilizers. *Food Hydrocolloids*, 2005. 19. 371 – 377.
- [35] SUKOVÁ, I. Výživová hodnota sýra [online]. 26.9.2003 [cit. 15.února 2006]. Dostupné na [www:≤http://www.spotrebitel.cz/article/articleview/50891/1/14≥](http://www.spotrebitel.cz/article/articleview/50891/1/14).
- [36] SYRBE, A., BAUER, W.J., KLOSTERMEYER, H. Polymer Science Concepts in Dairy Systems – An Overview of Milk Protein and Food Hydrocolloid Interaction. *International Dairy Journal*, 1998. 8. 179 – 193

- [37] ŠTETINA, J., NĚMCOVÁ, L., PISKA, I. Konzistence a reologické vlastnosti polotvrdých sýrů. In *Sborník Celostátní přehlídky sýrů 2000*. Praha: Česká společnost chemická, 2000. 54 – 69 s.
- [38] TEPLÝ, M. a kol. Nové směrnice v technice a technologii mlékárenského průmyslu. 1.vyd. Praha: SNTL, 1980. 248 s.
- [29] THAIUDOM, S., GOFF, H.D. Effect of κ -carrageenan on milk protein polysaccharide mixtures. *International Dairy Journal*, 2003. 13. 763 – 771
- [40] TZIBOULA, A., HORNE, D.S. Influence of whey protein denaturation on κ -carrageenan gelation. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 1999. 12. 299 - 308
- [41] VACOVÁ, T. Mlieko a mliečne prípravky vo výžive. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1986. 216 s.
- [42] VEGA, C., DALGLEISGH, D.G., GOFF, H.D. Effect of κ -carrageenan addition to dairy emulsions containing sodium caseinate and locust bean gum. *Food Hydrocolloids*, 2005. 19. 187 – 195.
- [43] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin I*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [44] Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 304/2004 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných a pomocných látek při výrobě potravin, v platném znění.
- [45] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb. pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v platném znění.
- [46] WEIN, O. *Úvod do reologie*. 1. vyd. Brno: Malé Centrum, 1996. 84 s.
- [47] YUGUCHI, Y., URAKAWA, H., KAJIWARA, K. Structural characteristics of carrageenan gels: various type of counter ions. *Food Hydrocolloids*, 2003. 17. 481 – 485.
- [48] ZIMÁK, E. *Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mléka*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988. 362 s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KC	κ-karagenan
IC	ι-karagenan
w/w	hmotností procento
FDM	tuk v sušině
t.v.s.	tuk v sušině
SUFA	nasyčená mastná kyselina
MUFA	mononenasyčená mastná kyselina
PUFA	polynenasycená mastná kyseliny

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Chemická reakce výměny iontů za ionty vápníku při procesu tavení.....	17
Obrázek 2	Schéma výroby tavených sýrů.....	21
Obrázek 3	Schéma výroby karagenanů z mořských řas	27
Obrázek 4	Chemické vzorce κ -karagenanu, ι -karagenanu a λ -karagenanu [16]	29

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Průměrné složení tavených sýrů	14
Tabulka 2	Základní struktura karagenanů	28
Tabulka 3	Použití karagenanů v mlékárenském průmyslu	32
Tabulka 4	Hodnoty sušiny vzorků II. řady	38
Tabulka 5	Hodnoty sušiny vzorků III. řady	39
Tabulka 6	Hodnoty sušiny vzorků IV. řady	39
Tabulka 7	Hodnoty sušiny vzorků V. řady	39
Tabulka 8	Naměřené hodnoty pH vzorků II. řady	40
Tabulka 9	Naměřené hodnoty pH vzorků III. řady	40
Tabulka 10	Naměřené hodnoty pH vzorků IV. řady	40
Tabulka 11	Naměřené hodnoty pH vzorků V. řady	41
Tabulka 12	Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a úhlu fázového posunu δ [-] při frekvenci 1 Hz u tavených sýrů s přídavkem KC a IC u II. a III. řady	48
Tabulka 13	Hodnoty elastického modulu pružnosti G' [Pa], ztrátového modulu pružnosti G'' [Pa] a úhlu fázového posunu δ [-] při frekvenci 1 Hz u tavených sýrů s přídavkem KC a IC u IV. a V. řady	49

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1	Závislost elastického modulu pružnosti G' (plné symboly) a ztrátového modulu pružnosti (prázdné symboly) u kontrolního vzorku (■□), vzorku s přidavkem 0,25 % w/w KC v práškové formě (●○), vzorku s přidavkem 0,25 % w/w KC dispergovaného ve vodném prostředí (▲△) na frekvenci pro tavené sýry s 45 % (A) a 50 % (B) tuku v sušině.....	42
Graf 2	Závislost elastického modulu pružnosti G' (plné symboly) a ztrátového modulu pružnosti G'' (prázdné symboly) u kontrolního vzorku (■□), vzorku s přidáním 0,05 % w/w karagenanu (▲△), u vzorku s přidáním 0,15 % w/w karagenanu (●○), u vzorku s přidáním 0,25 % w/w karagenanu (▲△), na frekvenci pro tavené sýry II. řady s 45 % (A,B) a 50 % (C,D) tuku v sušině, pro tavené sýry s přidavkem KC (A,C) a IC (B,D).....	45
Graf 3	Závislost elastického modulu pružnosti G' (plné symboly) a ztrátového modulu pružnosti G'' (prázdné symboly) u kontrolního vzorku (■□), vzorku s přidáním 0,05 % w/w karagenanu (▲△), u vzorku s přidáním 0,15 % w/w karagenanu (●○), u vzorku s přidáním 0,25 % w/w karagenanu (▲△), na frekvenci pro tavené sýry IV. řady s 45 % (A,B) a 50 % (C,D) tuku v sušině, pro tavené sýry s přidavkem KC (A,C) a IC (B,D).....	46
Graf 4	Hodnoty úhlu $\tan \delta$ (vzhledem ke kontrolnímu vzorku) pro frekvenci 1 Hz u tavených sýrů s 45 % (A) a 50 % (B) w/w tuku v sušině (FDM) s přidavkem KC a IC u I. až IV. řady	47
Graf 5	Tuhost tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině.....	51
Graf 6	Roztíratelnost tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku s sušině.....	51
Graf 7	Vzhled a barva tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině	52
Graf 8	Konzistence tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině.....	53
Graf 9	Chuť a vůně tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině.....	53
Graf 10	Celkové hodnocení tavených sýrů s 45 % a 50 % w/w tuku v sušině.....	54

SEZNAM PŘÍLOH

P 1 : Stupnice pro sensorické hodnocení tavených sýrů	1
P 2 : Protokol pro sensorické hodnocení tavených sýrů	4
P 3 : Surovinové skladby tavených sýrů	
6	

Příloha P 1

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 vzhledu, bez cizích odstínů, homogenní, typická pro smetanový tavený sýr. Vzhled bez jakýkoliv 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 osycháním sýrů, oxidačními změnami jen patrné.
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, ale 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 matný, odchylky v hladkosti.
6. **Nevyhovující** – barva mírně nehomogenní (mramorovitá), povrch sýra matný bez lesku, na povrchu mírné barevné změny v důsledku oxidativních změn.
7. **Nepřijatelný** – barva na povrchu i v těstě nehomogenní, silné oxidativní změny na povrchu, výskyt plísní, značná deformace povrchu, vzhled narušen duřením sýra, vytavený, oddělený tuk.

Konzistence

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

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

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 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 příchutě po tavících solích, mírně kyselejší, dílčí odchylky v chuti, slabě kvasničná.

6. **Nevyhovující** – výskyt cizích příchutí, méně harmonická, nahořklá, slanější, příchut' po tavících solích, kyselejší, mírně 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.

Celkové hodnocení

Zohledňují se ukazatele **vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně**, prioritní postavení mají **chuť a vůně**.

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. **Nevyhovující** – tavený sýr hodnocený ve všech ukazatelích ne hůře než nevyhovující.
7. **Naprosto nevyhovující** – tavený sýr, který je u jakéhokoliv ukazatele hodnocen jako naprosto nevyhovující.

Příloha P 2

PROTOKOL PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ TAVENÝCH SÝRŮ

Jméno:

Datum a hodina:

Podpis:

Úkol 1 – Senzorické hodnocení pomocí stupnic (zapište zvolený stupeň)

Tavený sýr	Znak					
	Vzhled a barva	Konzistence	Tuhost	Roztíratelnost	Chut' a vůně	Celkové hodnocení
A						
B						
C						
D						
E						
H						
I						

Úkol 2 – Pořadové testy intenzity znaků

Seřadte následující vzorky podle intenzity znaku (dva a více vzorků nesmí mít stejné pořadí)

tuhost: 1 – vzorek nejméně tuhý, 7 – vzorek nejtužší

roztíratelnost: 1 – vzorek nejhůře roztíratelný, 7 – vzorek nejsnáze roztíratelný

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

Úkol 3 – Pořadový preferenční test

Seřadte následující vzorky podle Vašich preferencí (1 – nejlepší , 7 – nejhorší, dva a více vzorků nesmí mít stejné pořadí)

Znak	Tavený sýr						
	A	B	C	D	E	H	I
Preferen- ce							

Poznámky

Tavený sýr	Poznámka
A	
B	
C	
D	
E	
H	
I	

Příloha P 3

SUROVINOVÉ SKLADBY TAVENÝCH SÝRŮ

Surovinová skladba taveného sýra s 45 % w/w tuku v sušině – kontrolní vzorek

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3500	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,0850	84,00	82,00
Pitná voda	0,3450	0,00	0,00
Karagenan	0,0000	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 45 % w/w tuku v sušině s přídavkem KC 0,05 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3500	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,0850	84,00	82,00
Pitná voda	0,3450	0,00	0,00
κ-karagenan (0,6 g)	0,0006	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 45 % w/w tuku v sušině s přídatkem KC 0,15 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3500	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,0870	84,00	82,00
Pitná voda	0,3500	0,00	0,00
κ-karagenan (1,8 g)	0,0018	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 45 % w/w tuku v sušině s přídatkem KC 0,25 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3500	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,0870	84,00	82,00
Pitná voda	0,3520	0,00	0,00
κ-karagenan (3,0g)	0,0030	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 45 % w/w tuku v sušině s přídatkem IC 0,05 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3500	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,0850	84,00	82,00
Pitná voda	0,3450	0,00	0,00
I-karagenan (0,6 g)	0,0006	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 45 % w/w tuku v sušině s přídatkem IC 0,15 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3500	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,0870	84,00	82,00
Pitná voda	0,3500	0,00	0,00
I-karagenan (1,8 g)	0,0018	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 45 % w/w tuku v sušině s přídatkem IC 0,25 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3500	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,0870	84,00	82,00
Pitná voda	0,3520	0,00	0,00
I-karagenan (3,0g)	0,0030	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 50 % w/w tuku v sušině – kontrolní vzorek

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3400	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,1400	84,00	82,00
Pitná voda	0,4000	0,00	0,00
Karagenan	0,0000	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 50 % w/w tuku v sušině s přídatkem KC 0,05 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3400	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,1400	84,00	82,00
Pitná voda	0,4000	0,00	0,00
κ-karagenan (0,6 g)	0,0006	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 50 % w/w tuku v sušině s přídatkem KC 0,15 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3400	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,1420	84,00	82,00
Pitná voda	0,4050	0,00	0,00
κ-karagenan (1,8 g)	0,0018	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 50 % w/w tuku v sušině s přídatkem KC 0,25 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3400	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,1440	84,00	82,00
Pitná voda	0,4100	0,00	0,00
κ-karagenan (3,0g)	0,0030	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 50 % w/w tuku v sušině s přídatkem IC 0,05 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3400	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,140	84,00	82,00
Pitná voda	0,4000	0,00	0,00
I-karagenan (0,6 g)	0,0006	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 50 % w/w tuku v sušině s přídatkem IC 0,15 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3400	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,1420	84,00	82,00
Pitná voda	0,4050	0,00	0,00
I-karagenan (1,8 g)	0,0018	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

Surovinová skladba taveného sýra s 50 % w/w tuku v sušině s přídatkem IC 0,25 % w/w

Surovina	Množství [kg]	Obsah sušiny [% w/w]	Obsah tuku [% w/w]
Eidamská cihla 30%	0,3400	50,00	15,00
Eidamská cihla 45 %	0,3500	55,00	24,50
Máslo čerstvé	0,1440	84,00	82,00
Pitná voda	0,4100	0,00	0,00
I-karagenan (3,0g)	0,0030	90,00	0,00
Tavicí sůl	0,024	95,00	0,00

