Přídavek vybraných hydrokoloidů na viskoelastické vlastnosti roztíratelných tvarohových sýrů

Bc. Veronika Halamková

Diplomová práce
2023

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Bc. Veronika Halamková**
Osobní číslo:	**T21483**
Studijní program:	**N0721A210004 Technologie potravin**
Forma studia:	**Kombinovaná**
Téma práce:	**Přídavek vybraných hydrokoloidů na viskoelastické vlastnosti roztíratelných tvarohových sýrů**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část
Základní charakteristika roztíratelných sýrů.
Výroba roztíratelných sýrů.
Faktory působící na kvalitu roztíratelných sýrů.
II. Praktická část
Vyrobte modelové vzorky roztíratelných tvarohových sýrů.
Proveďte vybrané analýzy.
Vyhodnoťte získané výsledky a zformulujte závěry.

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

Seznam doporučené literatury:

[1] Amaral, J. B. S., Grisi, C. V. B., Vieira, E. A., Ferreira, P. S., Rodrigues, C. G., Diniz, N. C. M., Vieira, P. P. F., Santos, N. A. dos, Gonçalves, M. C., Braga, A. L. M., & Cordeiro, A. M. T. de M. (2022). Light cream cheese spread of goat milk enriched with phytosterols: Physicochemical, rheological, and microbiological characterization. LWT, 157. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113103

[2] Brighenti, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. (2021). Effect of substituting whey cream for sweet cream on the textural and rheological properties of cream cheese. Journal of Dairy Science, 104(10), 10500-10512. https://doi.org/10.3168/jds.2021-20338

[3] Rubel, I. A., Iraporda, C., Gallo, A., Manrique, G. D., & Genovese, D. B. (2019). Spreadable ricotta cheese with hydrocolloids: Effect on physicochemical and rheological properties. *International Dairy Journal*, *94*, 7-15. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.03.002

[4] Bayarri, S., Carbonell, I., & Costell, E. (2012). Viscoelasticity and texture of spreadable cheeses with different fat contents at refrigeration and room temperatures. *Journal of Dairy Science*, *95*(12), 6926-6936. https://doi.org/10.3168/jds.2012--5711

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Richardos Nikolaos Salek, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA
DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

……..
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na tvarohové sýry s roztíratelnou konzistencí, konkrétně na vliv hydrokoloidů na jejich viskoelastické vlastnosti. V první kapitole jsou popsány technologické kroky při výrobě tvarohových sýrů s roztíratelnou konzistencí (krémových sýrů) a také jednotlivé suroviny potřebné k jejich výrobě. V další kapitole teoretické části jsou popsány vybrané faktory, které mohou ovlivnit kvalitu krémových sýrů. Praktická část byla založena na výrobě a analýze vzorků. Pro modelové vzorky byly použity čtyři vybrané hydrokoloidy (furcellaran, κ-karagenan, ι-karagenan a alginát sodný). Každá z uvedených látek pak byla přidána do vzorku v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % w/w. Vzorky byly následně analyzovány po sedmi dnech skladování (při 6 ±2 °C). Jednalo se o základní chemickou analýzu (pH, aktivita vody a obsah sušiny), analýzu textury a reologických vlastností, instrumentální změření barvy, měření stability a také byla provedena senzorická analýza. Výsledky této diplomové práce ukazují, že použití hydrokoloidů v technologii výroby krémových sýrů má vliv na viskoelastické vlastnosti výrobků. Z výsledků měření vyplynulo, že největší vliv na viskoelastické vlastnosti u modelových vzorků měl κ-karagenan.

Klíčová slova: tvarohové sýry s roztíratelnou konzistencí, hydrokoloidy, viskoelastické vlastnosti, texturní vlastnosti

ABSTRACT

The thesis focuses on cream cheese with spreadable consistency, specifically on the influence of hydrocolloids on their viscoelastic properties. The first chapter describes the technological steps in the production of spreadable curd cheeses (cream cheeses) and the individual raw materials required for their production. The next chapter of the theoretical part describes selected factors that can influence the quality of cream cheeses. The practical part was based on the production and analysis of samples. Four selected hydrocolloids (furcellaraan, κ-carrageenan, ι-carrageenan and sodium alginate) were used as model samples. Each of these substances was then added to the sample at concentrations of 0.50 %, 0.75 % and 1.00 % w/w. The samples were then analysed after seven days of storage (at 6 ±2 °C). These included basic chemical analysis (pH, water activity and dry matter content), analysis of texture and rheological properties, instrumental colour measurement, stability measurement and sensory analysis. The results of this thesis show that the use of hydrocolloids in cream cheese production technology has an effect on the viscoelastic properties of the products. The results showed that κ-carrageenan had the greatest effect on the viscoelastic properties of the model samples.

Keywords: cream cheese, hydrocolloids, viscoelastic properties, textural properties

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, doc. Ing. Richardosovi Nikolaosovi Salekovi, Ph.D., za jeho ochotu, cenné rady a připomínky a odborné vedení při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat pracovníkům Ústavu technologie potravin UTB Zlín za jejich pomoc při výrobě a analýze modelových vzorků.

Také bych ráda poděkovala své rodině za velkou podporu v rámci celého studia.

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

OBSAH

ÚVOD **10**
I TEORETICKÁ ČÁST **11**
1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA KRÉMOVÝCH SÝRŮ **12**
1.1 LEGISLATIVA 13
1.2 SUROVINY PRO VÝROBU KRÉMOVÝCH SÝRŮ 13
1.3 MLÉKO 13
1.4 SMETANA 16
1.5 MLÉKAŘSKÉ KULTURY 17
1.6 SYŘIDLA 18
1.7 PŘÍDATNÉ LÁTKY 19
1.8 HYDROKOLOIDY 20
2 VÝROBA KRÉMOVÝCH SÝRŮ **24**
2.1 PŘÍJEM A OŠETŘENÍ SYROVÉHO MLÉKA 24
2.2 PASTERACE 24
2.3 STANDARDIZACE MLÉKA 25
2.4 HOMOGENIZACE 26
2.5 VÝROBA SÝŘENINY 26
2.6 TERMIZACE 26
2.7 PŘÍDAVEK PŘÍDAVNÝCH LÁTEK A OCHUCUJÍCÍCH SLOŽEK 27
2.8 BALENÍ A CHLAZENÍ KRÉMOVÝCH SÝRŮ 27
3 FAKTORY PŮSOBÍCÍ NA KVALITU KRÉMOVÝCH SÝRŮ **29**
3.1 VLIV SYŘIDLA 29
3.2 VLIV TEPELNÉHO OŠETŘENÍ 29
3.3 DOBA SKLADOVÁNÍ 29
3.4 SENZORICKÁ KVALITA KRÉMOVÝCH SÝRŮ 30
3.5 VLIV pH 30
3.6 MIKROBIÁLNÍ KVALITA 30
II PRAKTICKÁ ČÁST **32**
4 CÍL PRÁCE **33**
5 MATERIÁL A METODIKA **34**
5.1 SUROVINY 34
5.2 VÝROBA MODELOVÝCH VZORKŮ 35
5.3 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ-CHEMICKÁ ANALÝZA 38

5.4 DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE 40
5.5 ANALÝZA TEXTURY 41
5.6 HODNOCENÍ STABILITY EMULZE 43
5.7 INSTRUMENTÁLNÍ MĚŘENÍ BARVY 44
5.8 SENZORICKÁ ANALÝZA 45
6 VÝSLEDKY A DISKUZE 46
6.1 VÝSLEDKY ZÁKLADNÍ CHEMICKÉ ANALÝZY 46
6.2 VÝSLEDKY DYNAMICKÉ OSCILAČNÍ REOMETRIE 48
6.3 VÝSLEDKY TEXTURNÍ PROFILOVÉ ANALÝZY 57
6.4 VYHODNOCENÍ STABILITY 60
6.5 VÝSLEDKY INSTRUMENTÁLNÍHO MĚŘENÍ BARVY 60
6.6 VYHODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY 61
ZÁVĚR 64
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 65
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 76
SEZNAM OBRÁZKŮ 77
SEZNAM TABULEK 79

ÚVOD

Tato diplomová práce je zaměřena na zkoumání vlivu hydrokoloidů na viskoelastické vlastnosti roztíratelných tvarohových sýrů (krémových sýrů). V teoretické části je popisována základní charakteristika roztíratelných tvarohových sýrů (RTS). Dále jsou zde také kapitoly zaměřené na jednotlivé suroviny, které se používají pro výrobu tohoto druhu sýru. Hlavní surovinou je mléko, které se obvykle standardizuje na požadované hodnoty tuku a bílkovin pomocí smetany, popřípadě retentátu. Dále je také nezbytné použití mlékařských kultur a syřidel. Přídatné látky, mezi které řadíme i hydrokoloidy jsou do výrobků přidávány s cílem zlepšit především texturní a reologické vlastnosti výsledného produktu.

Dále je v této práci věnována kapitola samotnému technologickému postupu výroby roztíratelných tvarohových sýrů (krémových sýrů) a v poslední kapitole teoretické části jsou popsány faktory, které mohou mít vliv na kvalitu RTS. Jedná se například o vliv použitého syřidla nebo vliv tepelného ošetření.

V praktické části byly vyrobeny modelové vzorky RTS s přídavkem různých hydrokoloidů. Následně se vzorky 7 dní uskladnily v chladící místnosti (při 6 ±2 °C) a poté byly analyzovány na vybrané parametry, které měly zjistit, jaký na ně mají vliv jednotlivé hydrokoloidy. Dále také byly stanoveny hodnoty pH, sušiny, aktivity vody atd. Zanalyzované vzorky poté byly předloženy i respondentům na senzorické hodnocení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA KRÉMOVÝCH SÝRŮ

Tvarohové sýry s roztíratelnou konzistenci (krémové sýry neboli „cream cheese“) jsou v poslední době mezi sýry čím dál více oblíbené. Jedná se o koagulovaný výrobek, který má krémovou, měkkou a jemnou konzistenci a jemně nakyslou smetanovou chuť. Díky dobré roztíratelnosti je tento druh sýru vhodný jako pomazánka na pečivo, přísada do salátů nebo jako surovina pro různé druhy dezertů, jako například cheese cake. Produkty typu „cream cheese“ mohou být neochucené nebo s přídavkem ochucujících složek (například s pažitkou, s šalotkou, s uzeným lososem) (Phadungath, 2005; Wolfschoon Pombo, 2021).

Krémové sýry řadíme do skupiny čerstvých sýrů. Výsledná konzistence se může lišit, podle způsobu srážení mléka. Podle způsobu, kterým se sráží kasein v mléce rozlišujeme kyselé a sladké srážení. Jak již název napovídá, ke kyselému srážení mléka je zapotřebí působení kyselin. Využívá se kyselin, které vznikají činností bakterií mléčného kvašení a tento způsob se volí nejčastěji při výrobě jogurtů, tvarohů, popřípadě při výrobě některých druhů sýrů, jako jsou například Olomoucké tvarůžky. U sladkého srážení se do mléka přidá syřidlo (enzym chymosin), které kasein sráží. Tento druh srážení se využívá při výrobě většiny druhů sýrů a při výrobě sladkého kaseinu (AnonymA, 2023).

Trvanlivost krémových sýrů je zajištěna pomocí termizace sýřeniny, tj. tepelný záhřev sýrové hmoty několik minut při teplotě 60 až 70 °C (Obermaier a kol., 2016).

Vývoj krémových sýrů byl stejně jako u většiny mléčných výrobků postupný. Jeho počátky vývoje sahají do Anglie (1485-1603), do éry Tudorovců. Tehdy byl konzumován převážně vyšší třídou obyvatel a jeho výroba spočívala ve srážení smetany syřidlem a následným oslazením sýřeniny cukrem a ochucením růžovou vodou. Technologie výroby se postupem času měnila a na počátku 18. století se krémové sýry nevyráběli pouze ze smetany, ale k výrobě bylo použito i mléko. Tento postup výroby byl různě obměňován, především doba zrání byla velmi odlišná, a to od čtyř dní až po několik týdnů či měsíců. V roce 1872 pak byl vyroben sýr typu „cream cheese“ v podobě, jak ho známe dnes. Osm let poté byl pak distribuován pod jménem firmy Empire Company, dnes se jedná o značku Philadelphia (AnonymB, 2023; Marx, 2012).

1.1 Legislativa

Krémové sýry se podle vyhlášky č. 397/2016 Sb. řadí do skupiny čerstvých sýrů. Čerstvé sýry jsou pak definovány jako sýry, které jsou nezrající a do této skupiny se řadí i nezrající sýry termizované. Pokud se však použije při výrobě proces termizace, je nutné to uvést na obalu výrobku. Při označování se také musí uvést obsah tuku nebo obsah tuku v sušině, obsah sušiny a pokud byla použita ochucující složka, je povinností to na obalu taktéž uvést.

Datum minimální trvanlivosti nebo použitelnosti je další údaj, který se musí na obale uvádět. Na mléčné výrobky, jako je roztíratelný sýr se uvádí údaj použitelnosti. Výrobek tedy musí být označen slovy „Spotřebujte do“ a následně datem (popřípadě místem, kde je tento údaj uveden), do kdy je potravina považována za bezpečnou. Tento údaj musí být uveden na viditelném místě a musí být čitelný. Potraviny po uplynutí data minimální trvanlivosti mohou být uváděny na trh, ale pouze za předpokladu, že jsou odděleny od ostatních a řádně označeny. Naopak potraviny, které mají prošlé datum použitelnosti se do oběhu nesmí dostat (AnonymC, 2015).

Vyhláška 397/2016 Sb. také uvádí podmínky pro skladování a přepravu mléčných výrobků. Teplota při skladování a přepravě čerstvých sýrů se musí pohybovat v rozmezí od 2 °C do maximálně 8 °C.

1.2 Suroviny pro výrobu krémových sýrů

Základní surovinou pro výrobu krémových sýrů je mléko, smetana, popřípadě retentát nebo další složky, které se používají pro standardizaci mléka, dále mlékařské kultury sůl a mohou být použity i přídatné látky (Woolschoon Pombo, 2021).

1.3 Mléko

Mléko je produkt mléčných žláz savců. Jedná se o bílou koloidní suspenzi. V současné době je nejvíce konzumováno kravské mléko, dále pak ovčí nebo kozí mléko. Podle legislativy se mléko musí označit názvem druhu a skupiny. Výjimkou je kravské mléko, které je možné označit pouze jako „mléko“. Pro výrobu krémových sýrů se využívá kravské mléko a je společně se smetanou hlavní surovinou (AnonymE, 2023; Phadungath, 2005; Šnirc a kol., 2015).

Mléko je složeno převážně z vody, proteinů, mléčného tuku a mléčného cukru. Dále také obsahuje minerální látky, vitamíny, enzymy a meziprodukty mléčné žlázy. V mléku každého

savce jsou všechny tyto složky obsaženy, liší se však v jednotlivých koncentracích. Tabulka 1 zobrazuje složení vybraných druhů mlék.

Tabulka 1: Koncentrace složek v mléce vybraných druhů savců (Zdroj: Šnirc a kol., 2015).

Mléko	**Koncentrace [%] (w/w)**				
	voda	**tuk**	**bílkoviny**	**laktóza**	**popeloviny**
kravské	87,3	3,7	3,4	4,8	0,7
ovčí	82,0	7,2	4,6	4,8	1,0
kozí	86,7	4,5	3,2	4,3	0,8
bůvolí	82,8	7,4	3,8	4,8	0,8

Každá z uvedených složek je v mléce dispergována v jiných fázích:

- Koloidní fáze – obsahuje mléčné bílkoviny (kaseiny, α-laktalbumin, β-laktoglobulin, sérový albumin a enzymy)
- Emulzní fáze – tvořena lipidy, fosfolipidy, steroly, volnými mastnými kyselinami a vitamíny rozpustných v tucích
- Molekulární fáze – tvořena sacharidy (převážně laktózou), vitaminy rozpustných ve vodě, nebílkovinné dusíkaté látky, soli a plyny

Struktura a vlastnosti těchto uvedených složek pak ovlivňují vlastnosti mléka a mají vliv na jeho technologické zpracování (Navrátilová a kol., 2012; Šnirc a kol., 2015). Fyzikálně-chemické a fyzikální vlastnosti disperzního systému jsou ovlivněny vnitřními a vnějšími faktory. Složení a struktura je řazena do vnitřních faktorů a mezi vnější faktory patří teplota ošetření mléka po nadojení (Navrátilová a kol., 2012). Vlastnosti mléka také ovlivňuje kvalita a druh krmení skotu a dále také klima ve kterém je zvíře chováno (Obermaier a kol., 2016).

1.3.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou v mléce přítomny částečně v roztoku a koloidní suspenzi. Proteiny mléka můžeme rozdělit do dvou kategorií:

- Kaseiny (tvoří více než 80 % w/w bílkovin mléka)
- Syrovátkové bílkoviny

Jedná se konkrétně o tyto kaseiny: α_{s1}-kasein, α_{s2}-kasein, β-kasein, κ-kasein, γ-kasein. Do skupiny syrovátkových bílkovin pak patří α-laktoglobulin, β-laktoglobulin, sérový albumin, imunoglobulin a proteoso-peptony (Kailasapathy, 2015). Zastoupení jednotlivých druhů bílkovin má vliv na nutriční a technologickou hodnotu mléka. Jak již bylo výše uvedeno tyto hodnoty jsou ovlivněny krmivem, podmínkami chovu a také plemenem nebo genetikou zvířete. Díky tomu lze pomocí krmiva ovlivnit množství jednotlivých složek v mléce, podle výsledného požadavku. Chovatelé se však více zaměřují na množství mléka než na jeho složení, proto je důležité před zpracováním mléko standardizovat na požadované hodnoty (Heck a kol., 2009).

1.3.2 Mléčný tuk

Mléčný tuk je ve formě tukových kuliček a jeho hlavní složku tvoří triacylglyceroly. Struktura triacylglycerolů je složena z molekuly glycerolu, na kterou jsou vázány tři mastné kyseliny. Pokud se jedná o stejné mastné kyseliny jsou tyto estery glycerolu nazývány jako jednoduché, pokud jsou navázány na glycerol dvě nebo tři rozdílné mastné kyseliny, jedná se o smíšené triacylglyceroly (Hui a kol., 2007; Velíšek, 2009). Z mastných kyselin jsou nejvíce zastoupeny kyseliny s krátkým a středně dlouhým řetězcem. Dále jsou v mléčném tuku obsaženy i diacylglyceroly, monoacylglyceroly, fosfolipidy, steroly a další látky ve stopovém množství. Těchto frakcí je v porovnání s triacylglyceroly pouze malé množství, jednotlivé zastoupení složek je uvedeno v tabulce 2 (Jensen a kol., 1991; Navrátilová a kol., 2012).

Tabulka 2: Složení a hmotnostní procentuální zastoupení frakcí mléčného tuku (Zdroj: Jensen, 2002).

Frakce	Zastoupení [%] (w/w)
Triacylglyceroly	95,8
Diacylglyceroly	2,25
Monoacylglyceroly	0,08
Volné mastné kyseliny	0,28
Fosfolipidy	1,11
Glykolipidy	0,09
Cholesterol	0,48
Karotenoidy	stopy
Vitamíny rozpustné v tucích	stopy
Aromatické látky	stopy

1.3.3 Laktóza

Laktóza (neboli mléčný cukr) je redukující disacharid, který je složen z D-glukopyranosy a z *O*-β-D-galaktopyranosy. V kravském mléce je její obsah 4-5 % w/w. V mléce se i v menším množství vyskytují další sacharidy, jako například D-glukosa. Laktóza je zdrojem sacharidů pro mikroorganismy, především pro bakterie mléčného kvašení. Při výrobě fermentovaných mléčných výrobků ji mikroorganismy spotřebovávají a vytvářejí senzoricky aktivní látky, které jsou žádoucí především u sýrů. Vzhledem k tomu, že v dospělosti u některých jedinců enzym β-galaktosidasa má nižší aktivitu nebo úplně chybí, je konzumace mléka a mléčných výrobků problematická. Výrobci tedy do mléčných výrobků, u kterých nedochází přirozeně k rozštěpení laktózy přidávají enzymy, které zajistí nepřítomnost nebo nízký obsah mléčného cukru (Adam a kol., 2004; Velíšek, 2009).

1.3.4 Minerální látky a vitamíny

Další složkou mléka jsou minerální látky a vitamíny. Ty jsou v mléce poměrně hodně zastoupeny. Z nutričního pohledu je mléko jejich dobrým zdrojem. Minerální látky i vitamíny z mléka jsou totiž pro organismus dobře využitelné. Obsah minerálních látek se v mléce pohybuje okolo 0,7-0,8 % (w/w) a jedná se zejména o vápník, hořčík, zinek, selen a další. Vápník z mléka je pro organismus velmi efektivně vstřebatelný. Je to zejména díky tomu, že je v mléce přítomný i vitamín D, některé aminokyseliny a fosfolipidy a kyselina mléčná (Kopáček, 2014).

1.4 Smetana

Smetana se získává z plnotučného mléka pomocí gravitační separace nebo prostřednictvím odstředění. Díky vysokému obsahu tuku se využívá v potravinářství při výrobě mléčných výrobků a také v gastronomii (Halder a kol., 2022). Podle obsahu tuku se smetana dělí na dvě skupiny:

- Smetana ke šlehání – 30-40 % (w/w) tuku
- Sladká smetana – 10-18 % (w/w) tuku – pro přímou konzumaci nebo jako smetana do kávy

Pro zajištění hygienické nezávadnosti se smetana pasteruje. Ve srovnání s pasterací mléka je teplota pasterační teploty vyšší a to kolem 90 °C, doba působení je pak několik sekund. Při výrobě roztíratelných krémových sýrů se smetana využívá především pro standardizaci mléka, aby bylo dosaženo požadované tučnosti výsledného produktu (Kadlec a kol., 2009).

Odstředění mléka se provádí na odstředivkách, kdy se z mléka oddělí smetana a odstředěné mléko s obsahem tuku do 0,5 % (w/w). Principem odstředění mléka je rozdělení měrných hmotností tuku a mléčné plazmy (Walstra a kol., 2005).

1.5 Mlékařské kultury

Dříve se pro výrobu kysaných mléčných výrobků využívalo přirozeně obsažených mikroorganismů v mléce. Pro průmyslovou výrobu těchto potravin se začalo využívat ušlechtilých mléčných bakterií a kvasinek. Tyto mikroorganismy pomocí enzymů štěpí laktózu, mléčné bílkoviny a popřípadě i tuk a zároveň vytvářejí látky, které ovlivňují konzistenci, vůni, chuť i aroma daného výrobku. Pro výrobu sýrů typu „cream cheese" se do mléka přidávají mlékařské kultury, které jsou složeny z termofilních nebo mezofilních mikroorganismů. Součástí mlékařských kultur mohou být i bakterie, kvasinky a plísně (Hui a kol., 2007; Šustová, 2015).

Termofilní mikroorganismy nejlépe rostou při teplotách 42 až 45 °C. Optimální hodnota pH je mezi 5,5 a 5,8. Při optimálních podmínkách (teplota a pH) má tato skupina mikroorganismů vysokou metabolickou aktivitu a rychlost růstu. Do této skupiny řadíme například rod Lactobacillus (*Lactobacillus helveticus*) a *Streptococcus themophillus* (Hutkins, 2006; Slattery a kol., 2010; Kalhotka, 2014).

Mezofilní kultury jsou složeny z mikroorganismů, které mají optimální teplotu pro růst 22 až 25 °C. Mezi mezofilní mikroorganismy řadíme *Lactobacillus lactis* ssp. *lactis, Lactoccocus lactis* ssp. *cremoris, Leuconostoc mesenteroides* ssp. *dextranicum.* Kultura obsahující tyto koky se také označuje jako smetanová kultura a je považována za základní mlékařskou kulturu (Cupáková a kol., 2010).

Mlékařské kultury se mohou rozdělit na přírodní a komerčně vyráběné. Přírodní kultury se skoro nevyužívají. Vyrábí se smícháním syrovátky s maceráty z žaludků telat, ale nikdy nelze docílit jednotného složení. Využívají je proto spíše malí výrobci například ve Francii. Pro použití ve velkovýrobě je vhodnější zvolit komerční mlékařské kultury. Ty mohou být v tekuté formě, sušené nebo hluboce zmrazené, které jsou velmi často používané. Výhodou je oproti přírodním kulturám to, že mají standardizovanou kvalitu, čistotu, aktivitu i růst. Dále je také zajištěno jednotné složení všech šarží jednotlivých kultur (Janštová a kol., 2012).

1.6 Syřidla

Syřidlo se používá pro srážení mléka při výrobě sýrů a tvarohů. Jedná se o enzym, který způsobuje sladké srážení κ-kaseinu. Syřidla podle původu rozdělujeme na tři skupiny:

- Rostlinná
- Živočišná
- Mikrobiální

Rostlinná syřidla se získávají jako výtažky rostlin (například z rostliny *Galium verum*). Dříve se nejvíce využívaly syřidla živočišného původu, která jsou získávána ze žaludků telat, kůzlat nebo jehňat. Dnes se nejvíce využívají mikrobiální syřidla. Jejich výhodou je, že se získávají laboratorně a díky tomu jsou oproti živočišným více dostupná (Rubášová, 2018).

Syřidlo se při výrobě sýrů používá pro primární (enzymovou) fázi sýření. Po jeho přidání do mléka dochází k enzymatickému štěpení peptidové vazby κ-kaseinu mezi 105. a 106. aminokyselinou a tím dochází ke koagulaci mléka. Po rozštěpení těchto vazeb vzniká para-κ-kasein, který je hydrofobní a také vzniká glykomakropeptid, který má naopak hydrofilní charakter (Kadlec a kol., 2009).

1.7 Přídatné látky

Přídatné látky jsou používány v potravinářství pro zlepšení nebo zvýraznění senzorických vlastností, prodloužení trvanlivosti potravin nebo zlepšení jejich technologických vlastností. Aditiva lze rozdělit do následujících šesti skupin: konzervační látky, nutriční aditiva, ochucovadla, barviva, texturizační činidla a ostatní přídatné látky, které mohou mít více zlepšujících vlastností (Branen a kol., 2005).

Přídatné látky v potravinách mohou být přírodní nebo syntetická. Látky z obou skupin jsou všechny označeny písmenem E a jednotlivými číselnými kódy (Carocho a kol., 2015).

1.7.1 Konzervační látky

Aditiva ve formě konzervačních látek se využívají při výrobě potravin pro prodloužení doby minimální trvanlivosti. Při jejich použití je nezbytné, aby zvolené látky nezměnily původní vzhled potraviny a také zachovaly její senzorické vlastnosti, především chuť a vůni (Seetaramaiah a kol., 2011).

Konzervační látky se rozdělují na antimikrobní látky a antioxidanty. Antioxidační látky prodlužují údržnost potravin tím, že negativně působí na nežádoucí organismy, které mají vliv na trvanlivost potravin. Jedná se například o sorbovou kyselinu, oxid siřičitý a siřičitany. Antioxidanty jsou druhou skupinou konzervačních látek. Tyto látky zabraňují oxidaci potravin a tím prodlužují její údržnost. Do této skupiny řadíme syntetický butylhydroxyanisol (BHA) nebo butylhydroxytoluen (BHT) a přírodní antioxidanty, jako jsou například terpenoidy nebo flavonoidy (Velíšek, 2009).

1.7.2 Barviva

Barviva jsou syntetické nebo přírodní látky, které potravinám dávají charakteristickou barvu, kterou by bez těchto přídatných látek neměly. Barviva se využívají především proto, aby potravina byla atraktivnější pro spotřebitele. Barva je totiž jedna z prvních vlastností, které spotřebitel při výběru hodnotí. Dále se také využívají u potravin, které mají určitou příchuť, s kterou je spojena daná barva, ale potravina by ji bez aditiv neměla (např. jahodová chuť je spojena s červenou barvou) (Babička, 2012; Velíšek, 2009).

Barviva však nelze použít do jakékoliv potraviny, například se barviva nesmějí používat při výrobě neochucených čerstvých sýrů, neochuceného mléka nebo neochucené smetany (Babička, 2012).

1.8 Hydrokoloidy

Hydrokoloidy jsou převážně polysacharidy a proteiny, které se používají v různých průmyslových odvětvích především k zahušťování a gelovatění vodných roztoků nebo ke stabilizaci emulzí, pěn a disperzí. Využívají se také při výrobě mražených krémů k potlačení tvorby ledových krystalů (Phillips, 2009). Při výrobě krémových sýrů se hydrokoloidy využívají především pro jejich schopnost vázat vodu a vytvořit gelovitou strukturu (Gulzar a kol., 2015). Následující tabulka (tabulka 3) uvádí vlastnosti vybraných hydrokoloidů.

Tabulka 3: Vlastnosti vybraných hydrokoloidů (Zdroj: Babička, 2012).

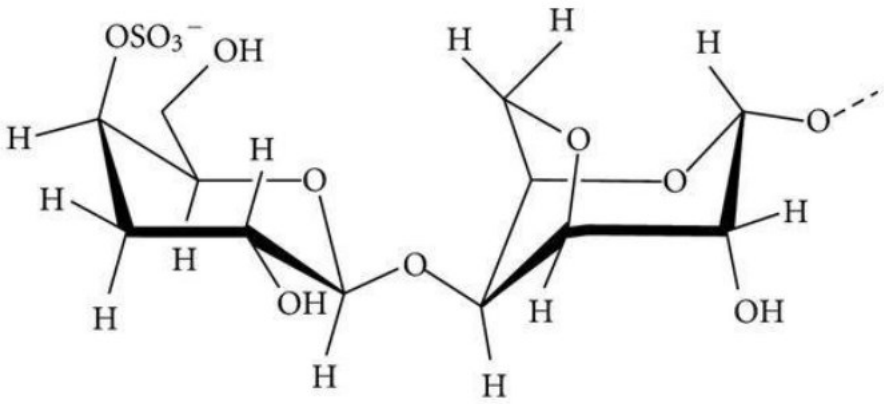
Název	E kód	Rozpustnost ve vodě		Stabilita (pH)
		teplá	studená	
Alginát sodný	E 401	ano	ano	3,5 v závisloti na obsahu Ca^{2+}
Agar	E 406	ne	ano	4,5 - 9
Karagenan	E 407	ne	ano	pod 3,5 hydrolyzuje, gel je stabilní
Pektin	E 440	ano	ano	gel pod 3,6

1.8.1 Karagenan

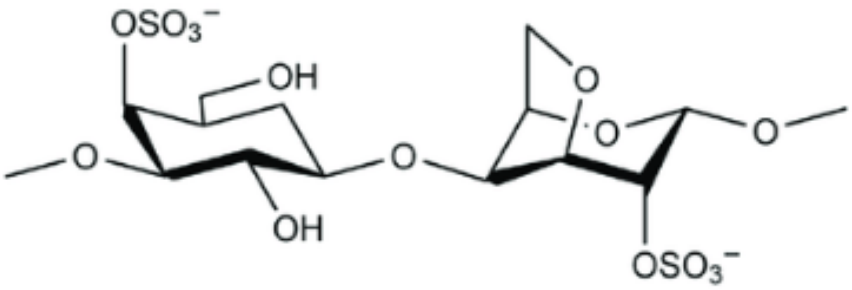
Karagenany jsou skupina hydrokoloidů, které se získávají z červených řas a v potravinářství se využívají jako stabilizátory, zahušťovací a gelotvorné látky. Karagenany mají podobnou strukturu jako agary, jedná se o lineární polysacharidy, ale oproti agarům neobsahují L-galaktosu, ale pouze D-galaktopyranosu. Jejich získávání se provádí z červených řas třídy *Rhodopyceae* (jedná se zejména o rody *Euchema*, *Chondrus* a *Gigartina*) pomocí extrakce horkou vodou v alkalickém prostředí (NaOH, Na_2CO_3). Z každého uvedeného druhu řasy mají karagenany odlišnou strukturu a vlastnosti. Rozpustnost je ovlivněna také hodnotou pH, teplotou prostředí a přítomností iontů. Nejstabilnější jsou při pH 5-10, v případě poklesu pH nastává hydrolýza a viskozita se snižuje (Velíšek, 2009; Wüstenberg. 2015; Zhang a kol., 2023).

V potravinářství se používají především tyto tři druhy karagenanů: ι-karagenan, κ-karagenan a λ-karagenan. Gely s pevnou a křehkou strukturou jsou typické pro κ-karagenan a ι-karagenan tvoří gely měkké s elastickou strukturou a sílu obou těchto karagenanů ovlivňují kationty K^+ a Ca^{2+}. V přítomnosti vápenatých iontů utváří pevnější gely ι-karagenan a κ-karagenan zase tvoří pevné gely s draselnými ionty (Černíková a kol., 2008; Phillips, 2009).

Kappa-karagenan je tvořen β-D-galaktopyranosou a 3,6-anhydro-α-D-galaktopyranosou (obrázek 1). Struktura ι-karagenanu (obrázek 2) je tvořena β-D-galaktopyranosou a další stavební jednotou je 3,6-anhydro-α-D-galaktosa-2-sulfát (Velíšek, 2009).



Obrázek 1: Chemická struktura κ-karagenanu (Zdroj: Mampho a kol., 2016).



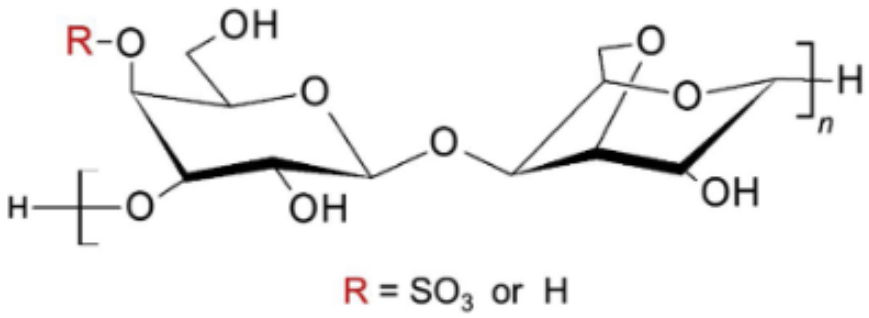
Obrázek 2: Chemická struktura ι-karagenanu (Zdroj: Akbari a kol., 2022).

1.8.2 Furcellaran

Jedná se o přírodní látku, která se získává z extraktu červené řasy (*Furcellaria lumbricalis*). Tato řasa byla jednou z prvních červených řas, která byla použita k výrobě hydrokoloidů. *Furcellaria lumbricalis* se vyskytuje v severním Atlantickém moři a také v brakických vodách Baltského moře. Furcellarany se přirozeně vyskytují jako sulfátové aniontové polysacharidy. Před samotným procesem extrakce se řasy musí zbavit mechanických nečistot, obvykle promýváním. Pro extrakci se využívá nejčastěji vodné nebo alkalické prostředí. Pokud se volí vylouhování řas pomocí alkalických prostředků, je důležitý jejich vhodný výběr. Každá sůl má jiný vliv na vlastnosti disperze, hydratace i vytvoření gelu.

Výtěžnost hydrokoloidu při extrakci je také závislá na způsobu získávání řasy. *Furcellaria lumbricalis* může být k mořskému dnu přichycená nebo nepřichycená. Pro extrakci ve vodě je vyšší výnos furcellaranu při použití přichyceného druhu (Kůrová a kol., 2022; Marangoni Jr a kol., 2021; Tuvikene a kol., 2009).

Furcellaran je z 46-53 % w/w tvořen jednotkami D-galaktosy, z 30-33 % w/w jednotkami 3,6-anhydro-D-galaktosy a z 16-20 % w/w je tvořen jejich sulfáty (obrázek 3). Často je řazen mezi karagenany, a to díky jeho podobné struktuře s κ-karagenanem – rozdílem je pouze umístění sulfátové skupiny. Furcellaran má sulfátovou skupinu vázanou na každé třetí cukerné jednotce a κ-karagenan ji má vázanou na každé druhé jednotce (Velíšek, 2009; Wüstenberg. 2015).



Obrázek 3: Chemická struktura Furcellaranu (Zdroj: Marangoni Jr. a kol., 2021).

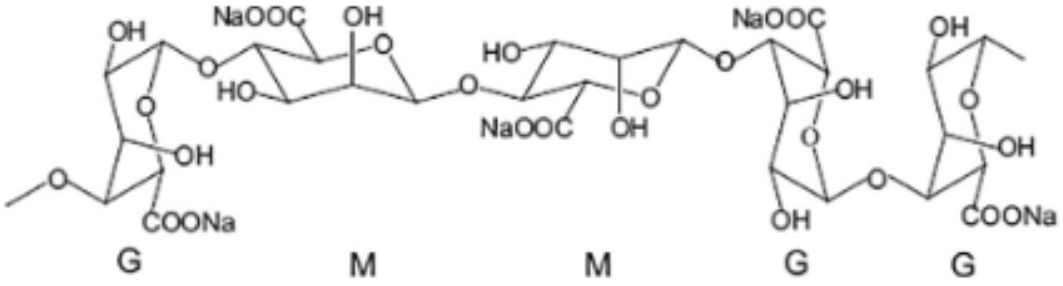
Furcellaran je při zahřátí změněn na roztok a při ochlazení se mění zpět do původního stavu, jedná se tedy o termoreverzibilní gel, který je jemný a pružný. Furcellaran je rozpustný v teplé vodě a přídavkem K^+ a NH_4^+ iontů nebo přídavkem cukru lze zvýšit pevnost gelu. Pokud jsou přítomny ionty Na^+, tak gely nevznikají. Ionty Ca^{2+} pevnost gelu ovlivňují jen nepatrně (Velíšek, 2009).

1.8.3 Alginát

Tento hydrokoloid se získává z hnědých mořských řas extrakcí alkáliemi (NaOH, Na_2CO_3). Z extraktu se alginát pomocí $CaCl_2$ se sráží jako vápenatá sůl nebo po přídavku HCl se sráží jako alginová kyselina. Roztoky alginátů se chovají jako pseudoplastické systémy a jsou velmi viskózní. Mají schopnost tvořit termostabilní gely a filmy. Díky těmto vlastnostem se algináty používají nejen v mlékárenském průmyslu, ale také pro výrobu pečiva, omáček, ovocných nápojů a dalších potravin (Thakur a kol., 2018; Velíšek, 2009).

Při extrakci dochází k vylouhování alginátu a u některých řas i k extrakci fenolických sloučenin, přičemž množství těchto látek se liší podle druhu řas. Například algináty *Ascophyllum nodosum* jich obsahují větší množství než algináty z řasy *Laminaria digitata*. Pro snížení množství těchto nežádoucích látek lze při extrakci využít formaldehyd, který zamezí rozpustnosti fenolických sloučenin. Algináty se také získávají z rostlin čeledi *Phaeophyceae* nebo také z mikroorganismů, jako například z rodů *Azotobacter* nebo *Pseudomonas* (Nagyová a kol., 2014; Phillips, 2009).

Z chemického hlediska se jedná o lineární kopolymery, které jsou složené z β-D-mannurové kyseliny (M) a z α-L-guluronové kyseliny (G). Řetězce jsou pak složeny z náhodných sekvencí M- a G- úseků, popřípadě ze smíšených úseků M-G. Rozložení a množství jednotlivých úseků je velice variabilní a je ovlivněno původem alginátu. Chemická struktura alginátu zobrazuje obrázek 4 (Raus, 2020).



Obrázek 4: Chemická struktura alginátu (Zdroj: Raus a kol., 2020).

2 VÝROBA KRÉMOVÝCH SÝRŮ

Výroba krémových sýrů má několik kroků. Jedná se o tepelné ošetření mléka, standardizaci, homogenizaci, zaočkování mléka mlékařskými kulturami, odstředění syrovátky a sýřeniny, termizaci sýřeniny, přídavek soli (popř. přídavek dalších ochucujících složek) a následné balení (Phadungath, 2005).

2.1 Příjem a ošetření syrového mléka

Při přijmu mléka je nutné provést především kontrolu celkového počtu mikroorganismů, počtu somatických buněk a ověřit nepřítomnost inhibičních látek. Dále se také stanovuje množství tuku, bílkovin a bod mrznutí mléka, který je stanoven na -0,520 °C. Bodem mrznutí mléka se ověřuje, zda mléko nebylo falšováno přídavkem vody (Šnirc a kol., 2015).

Pokud je ověřeno, že mléko splňuje požadavky na kvalitu syrového mléka, tak je nutné provést základní ošetření, díky kterému se zajistí jeho zdravotní nezávadnost a trvanlivost. Jedná se o odstředění, standardizaci, pasteraci. Při výrobě některých mléčných výrobků je do základního ošetření zařazena homogenizace, deaerace či baktofugace (Kadlec a kol., 2009).

2.2 Pasterace

Pasterace je druh tepelného ošetření mléka. Pro každý typ mléčného výrobku se používá jiný druh pasterace. Pasterační ošetření mléka rozdělujeme podle teploty a doby působení do třech kategorií – dlouhodobá (63-65 °C, 30 minut), šetrná (71-74 °C, 15-20 sekund) a vysoká pasterace (85-95 °C po dobu několika sekund) (Kopáček, 2014). Pro výrobu čerstvých sýrů se využívá především šetrná pasterace, tj. 72 °C po dobu 15 sekund. (Kadlec a kol., 2009). Díky pasteraci dochází k inaktivaci nežádoucích mikroorganismů, jako například bakterií rodu *Salmonela* nebo *Clostridium* (Watts, 2016).

Pro pasteraci mléka můžeme využít různé typy zařízení, nejvíce se využívají deskové výměníky tepla, protože jde nejlépe využít přestup tepla a zároveň je možné využít již ohřáté mléko na zahřátí ještě nepasterovaného mléka. Hlavní součástí deskového pasteračního zařízení jsou teplosměnné desky, které jsou seskládány těsně za sebe. Mezi desky je vždy umístěno gumové těsnění, aby nedocházelo k jejich přímému dotyku desek. Paster je složen z několika následujících sekcí:

1. První regenerační sekce
2. Druhá regenerační sekce
3. Pasterační sekce (termosektor, termosekce)
4. Výdržník
5. Chladící sekce

V první regenerační sekci dochází k zahřátí mléka na teplotu 40-60 °C. K ohřevu dochází pomocí již pasterovaného mléka, které má vyšší teplotu. Následuje druhá regenerační sekce, kdy se teplota mléka zvýší nad 60 °C (Šnirc a kol., 2015).

Vlastní pasterační sekce zahrnuje zahřátí mléka na stanovenou teplotu pomocí horké vody. Podle druhu pasterace je teplota udržována určitou dobu. Vzhledem k tomu, že se pasterační teplota v některých případech udržuje až 30 minut, tak se za termosekci zařazuje výdržník, který požadovanou teplotu udržuje (Janštová a kol., 2012).

Do chladící sekce mléko postupuje na opačné straně desek zpět přes 2. a 1. regenerační sekci, ohřívá syrové mléko a tím se postupně samo chladí. V samotné chladící sekci se pak požadované teploty dosáhne pomocí ledové vody (Janštová a kol., 2012).

2.3 Standardizace mléka

Složení každého mléka je odlišné, proto se musí před zpracováním standardizovat. Tento krok výroby je důležitý proto, aby při každé výrobě bylo stejné složení mléka a tím se vždy zajistilo i stejné složení konečného produktu. Dále je také standardizace nutná pro správné technologické provedení výrobního procesu. Při standardizaci se upravuje množství tuku, bílkoviny a obsah sušiny. Pro zvýšení obsahu tuku se do mléka přidává obvykle smetana. Obsah bílkovin se zvyšují pomocí koncentrátů mléčné bílkoviny (Farkye, 2004).

Před samotnou standardizací je nutné znát obsah tuku, bílkovin a sušiny v původním mléce, protože složení mléka není vždy stejné. Má na něj vliv například roční období, druh krmiva, stádium laktace. Dále je také podstatné tepelné ošetření všech surovin, pomocí kterých se bude mléko standardizovat. Zajistí se tím mikrobiologická kvalita výsledného produktu. Po standardizaci je nutno stanovit výsledné množství sušiny, tuku a bílkovin. Pro konečné hodnoty musí být nastavena určitá odchylka, protože vzhledem k variabilitě mléka i smetany nelze vždy přesně dosáhnout požadovaných hodnot (Walstra a kol., 2005).

2.4 Homogenizace

Cílem homogenizace je zmenšit průměr tukových kuliček v mléce a tím zároveň zvětšit jejich styčný povrch. Díky homogenizaci dochází také ke zvýšení viskozity mléka. Tuk musí být při tomto procesu v kapalném stavu, takže teplota mléka by měla být vyšší než 35 °C, obvykle je to teplota v rozmezí 50–80 °C. Většinou se homogenizace zařazuje za druhou pasterační sekci, kdy má mléko vhodnou teplotu. Samotná homogenizace pak probíhá tak, že je mléko protlačováno vysokým tlakem (10-25 MPa) úzkými ventily homogenizační hlavy. Rychlost proudění mléka je 100-400 $m.s^{-1}$. Velikost tukových kuliček se v homogenizovaném mléce pohybuje pod 1 μm (Papademas, 2017; Šnirc a kol., 2015).

2.5 Výroba sýřeniny

Pro výrobu krémových roztíratelných sýrů se připravuje měkký tvaroh odstředivkovým způsobem. Do pasterovaného mléka se přidají mezofilní zákysové kultury a mléko se nechá předkysat po dobu 18-20 hodin. Tento čas je řízen podle hodnoty SH, na konci prokysávání by se tato hodnota měla pohybovat mezi 36-40 °SH. Zákysové kultury snižují pH mléka před sýřením, vytvářejí senzoricky aktivní látky a mají vliv na texturu a konzistenci. Současně s kulturami se přidá syřidlo pepsinového typu. Pro zlepšení syřitelnosti se do mléka přidává i chlorid vápenatý, který zároveň zvyšuje pevnost vzniklého gelu. Chlorid vápenatý se přidává ve formě nasyceného roztoku, a to v dávce 5-20 g/100 kg mléka. Po dosažení požadované hodnoty SH se připravené prokysané mléko odstřeďuje na tvarohové odstředivce. Výsledná sušina tvarohu se pohybuje okolo 20 % hmotnosti. Tvaroh má jemnou krémovitou konzistenci, která je žádoucí pro „cream cheese“ (Janštová a kol., 2012; Kadlec a kol., 2009).

2.6 Termizace

Termizace se řadí mezi procesy tepelného opracování mléka a mléčných produktů. Jedná se o nižší a kratší záhřev, než je u pasterace. Obvykle se teploty pohybují okolo 65 °C při výdrži 15 s. Termizace je součástí technologického procesu výroby roztíratelných sýrů z toho důvodu, aby po ukončení kysací aktivity došlo k zastavení aktivity bakterií mléčného kvašení. Dochází také k inaktivaci psychrotrofních bakterií. Většina nežádoucích mikroorganismů termizaci přežívá, proto toto tepelné ošetření nezajišťuje mikrobiální nezávadnost a výrobky, které jsou termizovány jsou vyrobeny již z pasterovaného mléka (Walstra a kol., 2005).

Termizací dochází k inaktivaci přítomné mikroflóry. Tento krok při výrobě má negativní vliv na biologickou hodnotu krémového roztíratelného sýru. Díky tomu však zároveň dochází také k prodloužení trvanlivosti výsledného produktu, což má v porovnání s biologickou hodnotou daleko větší výhodu nejen pro výrobce, ale i pro spotřebitele. Mezi výrobky, které tento technologický krok zahrnují patří například Lučina (Obermier a kol., 2016).

2.7 Přídavek přídavných látek a ochucujících složek

Po odstředění sýřeniny a následné termizaci se do sýrů přidává sůl, popřípadě stabilizátory a hydrokoloidy. Obvykle se sůl přidává do tanku se sýřeninou, která má teplotu 70-85 °C. Koncentrace soli do krémového sýru se pohybuje mezi 0,5 až 1 % hmotnosti. Množství stabilizátorů a hydrokoloidů, jako je xanthanová guma, karagenan apod. se pohybuje okolo 0,5 % hmotnosti (Phadungath, 2005).

Před samotným balením je možné do sýru typu „cream cheese“ přidat různé ochucující složky. Většinou se jedná o bylinky, pažitku, cibuli, lososa apod. Tyto ochucující složky mohou mít podobu pasty, která se v tekutém stavu přimíchá do osoleného sýru. Dále je také možnost přidat do výrobku před balením dusík v plynném skupenství, díky tomu pak získá nadýchanou texturu a konzistenci (Wolfschoon Pombo, 2021).

2.8 Balení a chlazení krémových sýrů

Balení sýrů typu „cream cheese“ je jedním z posledních kroků výroby. Pro konečnou senzorickou hodnotu sýrů je důležité při balení dbát na ochlazení výrobku. Plnění do jednotlivých krabiček je možné pomocí plnících strojů. Plnící hlavy dávkují předem nastavené množství produktu do jednotlivých krabiček, které se následně uzavřou. RTS jsou obvykle baleny při teplotě kolem 72 °C do plastových neprůhledných obalů různých tvarů, které jsou uzavřeny hliníkovým víčkem a popřípadě i plastovým krytem. Díky aseptickému balení je krémový sýr potravinou s dlouhou trvanlivostí, a to obvykle více než 45 dní (Hutkins 2006; Obermaier a kol., 2016; Pettersen a kol., 2004; Woolschoon Pombo, 2021).

Po balení se ze sýru může uvolňovat na povrch syrovátka. Tento jev lze snížit nebo mu úplně zabránit pomocí hydrokoloidů a při balení tomuto nežádoucímu jevu předejít co nejrychlejším zchlazením produktu. Čím pomalejší ochlazování bude, tím může dojít k větší synerezi a tím se uvolní více syrovátky. Způsobem ochlazování se ovlivňuje nejen synereze, ale také konzistence produktu. Rychlost snížení teploty je ovlivněna mnoha

faktory. Záleží na druhu a velikosti obalu, a tedy i množství produktu v jednom balení, způsob balení do kartónů a paletizace. Správné rozmístění produktů na paletu je důležité především pro ideální proudění vzduchu mezi jednotlivými výrobky (Hutkins 2006; Woolschoon Pombo, 2021).

3 FAKTORY PŮSOBÍCÍ NA KVALITU KRÉMOVÝCH SÝRŮ

Každý potravinářský výrobek má jiné požadavky na kvalitu. Obecně lze zmínit, že mezi faktory, které kvalitativní hodnotu výrobku popisují jsou vlastnosti chemické, fyzikální, mikrobiologické a senzorické. Jako nejdůležitější kritéria při hodnocení potraviny řadíme bezpečnost potraviny pro spotřebitele (hodnocený výrobek je bez jakékoliv chemické nebo mikrobiální kontaminace), vyhovující standardy podle požadované legislativy, požadovanou trvanlivost produktu (Tamime, 2011).

3.1 Vliv syřidla

Použití syřidla při výrobě sýřeniny pro krémové sýry má vliv na kvalitativní hodnoty konečného produktu. Ovlivňuje senzorické vlastnosti, jako je konzistence, pocit v ústech, tedy hladkost a krémovost. Má také vliv na fyzikálně-chemickou stabilitu v průběhu zpracování i skladování, syřidlo může ovlivnit uvolňování syrovátky na povrch sýra. Tyto uvedené parametry ovlivňuje druh použitého syřidla a jeho množství. Obvykle se dávkuje v množství 2-20 ml na 1000 l mléka. Pevnější gely jsou vytvořeny při dávkování syřidla na začátku acidifikace, dojde ke snížení pH a enzymatická reakce se urychlí. Při použití sladkého srážení se tvoří viskóznější gely než při použití kyselého srážení (Schulz-Collins, 2004).

3.2 Vliv tepelného ošetření

Tepelné ošetření mléka a sýřeniny má velmi výrazné a rozdílné vlivy na výslednou kvalitu krémových roztíratelných sýrů. Ovlivňuje koagulaci gelů, a tím i konečnou strukturu produktu (Schulz-Collins, 2004). Při tepelném ošetření dochází k denaturaci a agregaci proteinů. Při zahřátí nad 90 °C je denaturace i agregace proteinů vyšší než při zahřátí do 70 °C. Při vysokém tepelném zahřátí dochází k významnému zvýšení viskozity emulze kvůli shlukování tukových kuliček (Coutouly a kol., 2013).

3.3 Doba skladování

V průběhu skladování dochází k postupnému snižování pH. Hodnoty pH se mohou rychleji snižovat, pokud se sýr uchovává při pokojové teplotě. Skladování při chladírenských teplotách nezajistí stabilní pH, ale jeho hodnoty budou klesat pomaleji než při vyšších teplotách. Ke snížení pH dochází vlivem mikroorganismů, které fermentují laktózu a produkují kyselinu mléčnou a další organické kyseliny (Perveen a kol., 2011).

3.4 Senzorická kvalita krémových sýrů

Pro spotřebitele je velmi důležitá senzorická hodnota výrobku, u krémových sýrů se mohou vyskytnout vady chuťové, vady textura a konzistence. Sýry typu „cream cheese“ by měly mít jednotnou barvu, a to smetanově bílou barvu. V textuře sýrů by se neměly vyskytovat hrudky, měl by být hladký a bez povrch sýru by měl být jednotný, bez popraskání. Při teplotě okolo 20 °C by měl mít sýr roztíratelnou konzistenci a po ochlazení na 7 °C by měl být středně tuhý. Tyto vady mohou mít spojitost s hodnotou pH (Phadungath, 2005).

3.5 Vliv pH

Pokud je pH sýru příliš vysoké (více než 5) mohou se vyskytnout vady, jako nevýrazná chuť a velmi měkká textura a konzistence. Naopak při nižší hodnotě pH (pod 4) může být sýr chuťově nakyslý a textura bude více drobivá a zrnitá. U nízkotučných sýrů se může vyskytnou vada v podobě písčité a příliš zrnité textury. Dále pak mezi senzorické vady můžeme zařadit vyvstávání syrovátky na povrch. Tento jev je již popsán v kapitole 2.8 (Balení a chlazení krémových sýrů) a je způsoben především špatným zchlazením výrobku po zabalení (Phadungath, 2005).

Na reologické vlastnosti čerstvých roztíratelných sýrů má velký vliv mimo jiné i homogenizace. V případě použití vyššího homogenizačního tlaku dojde ke zmenšení velikosti tukových kuliček a zároveň ke zvýšení pevnosti krémového sýru (Coutouly a kol., 2013).

3.6 Mikrobiální kvalita

Mikrobiologická a zdravotní nezávadnost je jedním z nejdůležitějších parametrů u každé potraviny. V Evropské unii je zaveden systém informačních mechanismů, který je určen pro všechny členské státy a jeho cílem je řešit nebezpečí, které by mohlo nastat pro spotřebitele, pokud by se na trh dostal zdravotně závadný výrobek. Jedná se o systém RASFF (Obermaier a kol., 2016).

Krémové sýry jsou vyráběny z pasterovaného mléka a smetany, takže pokud byla dodržena teplota a výdrž teploty, měla by být zajištěna mikrobiální čistota primárních surovin. Následně se také provádí další tepelné ošetření sýřeniny, a to termizace. Tento tepelný záhřev se provádí při nižších teplotách než pasterace, ale také zajišťuje mikrobiální kvalitu výsledných sýrů (Janštová a kol., 2012). V krémových sýrech je tedy díky pasteraci velmi

malé riziko výskytu *Salmonelly.* Její výskyt je většinou zapříčiněn sekundární kontaminací po pasteraci (Fernandes, 2008).

Termorezistentní kmeny *Listeria monocytogenes* jsou jedním z patogeních mikroorganismů, které mohou přežít termizační ošetření sýřeniny a ohrozit tak spotřebitele, především ohrožené skupiny jako jsou děti, těhotné ženy, senioři a lidé se sníženou imunitou. Riziko se pak může zvyšovat při nedodržení chladírenských teplot, listerie pak mají vhodnější podmínky pro růst a množení. Při výrobě je důležité dbát na hygienu, dodržování teplot a výdrže při pasteraci a zamezit tak kontaminaci tímto patogenem (Fernandes, 2008).

Dalším nežádoucím mikroorganismem je *Escherichia coli.* Ty se mohou dostat do mléka ze struků krav, které jsou znečištěny fekáliemi. Je proto důležitá důsledná hygiena při dojení mléka. Pro odstranění tohoto patogenu je velmi účinná pasterace. Opět platí, že pokud je dodržen správný postup pasterace, riziko kontaminace konečného výrobku je velmi nízká (AnonymD, 2016).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zjistit vliv vybraných hydrokoloidů na viskoelastické vlastnosti roztíratelných tvarohových sýrů. Pro dosažení hlavního cíle byla práce rozdělena na tyto dílčí úkoly:

- Výroba modelových vzorků s přídavkem různých hydrokoloidů: furcellaran, κ-karagenan, ι-karagenan a alginát sodný v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % hmotnosti.
- Provedení základní fyzikálně-chemické analýzy u modelových vzorků – stanovení pH, obsah sušiny a stanovení aktivity vody.
- U modelových vzorků vyhodnotit stabilitu a také provést instrumentální měření barvy.
- Na reometru Thermo Scientific™ HAAKETM RheoStress™ 1 Rheometr (Bremen, Německo) provést měření dynamické oscilační reometrie.
- Pomocí texturometru TA-XTplus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Velká Británie) provést analýzu textury.
- Jednotlivé vzorky předložit respondentům k senzorické analýze.
- Všechny výsledky z měření zpracovat do grafů a tabulek a zhodnotit závěr.

5 MATERIÁL A METODIKA

Praktická část byla založena na výrobě modelových vzorků a jejich následné analýze. Vzorky byly analyzovány 7. den po výrobě. Požadovaná sušina u modelových vzorků byla 30 % w/w, tuk v sušině 66,67 % w/w. Vyroben byl jeden kontrolní vzorek, kdy byl v receptuře vynechán hydrokoloid. Další vzorky pak byly vyrobeny s použitím různé koncentrace hydrokoloidů (furcellaran, κ-karagenan, ι-karagenan a alginát sodný), konkrétně 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).

5.1 Suroviny

K výrobě modelových vzorků byly použity následující suroviny:

- Pitná voda
- Tvaroh tvrdý (sušina 27 % (w/w), tuk 11 % (w/w)) – výrobce: Choceňská mlékárna s.r.o., ČR; obrázek 5

Obrázek 5: Choceňský tvaroh (Zdroj: AnonymG, 2023).

- Smetana neboli „Crème fraîche“ (sušina 36 % (w/w), tuk 40 % (w/w)) – BOHEMILK, a.s., ČR; obrázek 6

Obrázek 6: Crème fraîche (Zdroj: AnonymH, 2023).

- NaCl (sušina 99,5 % (w/w)) – K+S Czech Republic a.s., ČR
- Hydrokoloid (sušina 99,5 % (w/w))

Jako hydrokoloidy byly zvoleny furcellaran, κ-karagenan, ι-karagenan a alginát sodný. Každý tento hydrokoloid byl do jednotlivých vzorků přidán v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w). Zároveň byl vyrobený i kontrolní vzorek, a to bez přidaného hydrokoloidu.

5.2 Výroba modelových vzorků

Tabulka 4 znázorňuje surovinovou skladbu pro výrobu modelových vzorků a množství jednotlivých surovin v hmotnostních procentech.

Tabulka 4: Surovinová skladba modelových vzorků [%] (w/w).

Surovina	Množství jednotlivých surovin [%] w/w
Tvaroh tvrdý	45,70 %
Smetana	39,30 %
Voda	12,80 %
NaCl	0,70 %
Hydrokoloid	1,50 %

Celkem bylo vyrobeno třináct modelových vzorků vždy o celkové hmotnosti zhruba 700 g. Při výrobě vzorků byly nejprve jednotlivé suroviny naváženy a následně tepelně ošetřeny ve výrobním zařízení Thermomix TM6 (Vorwerk CS k.s.). Tepelné ošetření v termomixu bylo prováděno při 80 °C a tato teplota byla udržována po dobu 10 minut (obrázek 7). Následně se připravený sýr nalil do označených plastových vaniček a byl uchován v chladící místnosti.

Obrázek 7: Termomix TM6 (Zdroj: AnonymCh, 2023).

Byly vyrobeny následující vzorky, které byly analyzovány pro vliv hydrokoloidů na viskoelastické vlastnosti roztíratelných tvarohových sýrů:

- Sýr s 0,50 % (w/w) furcellaranu (F 0,5 %)
- Sýr s 0,75 % (w/w) furcellaranu (F 0,75 %)
- Sýr s 1,00 % (w/w) furcellaranu (F 1 %)

- Sýr s 0,50 % (w/w) κ-karagenanu (KC 0,5 %)
- Sýr s 0,75 % (w/w) κ-karagenanu (K 0,75 %)
- Sýr s 1,00 % (w/w) κ-karagenanu (KC 1 %)

- Sýr s 0,50 % (w/w) ι-karagenanu (IC 0,5 %)
- Sýr s 0,75 % (w/w) ι-karagenanu (IC 0,75 %)
- Sýr s 1,00 % (w/w) ι-karagenanu (IC 1 %)

- Sýr s 0,50 % (w/w) alginátu sodného (AS 0,5 %)
- Sýr s 0,75 % (w/w) alginátu sodného (AS 0,75 %)
- Sýr s 1,00 % (w/w) alginátu sodného (AS 1 %)

- Kontrolní vzorek sýru bez použití hydrokoloidu (CC)

Pro značení vzorků byly použity tyto zkratky: F=furcellaran, KC=κ-karagenan, IC= ι-karagenan, AS=alginát sodný, CC=kontrolní vzorek. Dolní index pak označuje jednotlivé koncentrace hydrokoloidu (0,50 %, 0,75 %, 1,00 % (w/w)).

5.3 Základní fyzikální-chemická analýza

V rámci základní fyzikální-chemické analýzy byly stanoveny hodnoty pH, obsah sušiny a vodní aktivita v jednotlivých vzorcích.

5.3.1 Stanovení pH

Stanovení hodnoty pH bylo prováděno vpichovým pH metrem Foodcare (Hanna Instruments Inc., HI - 99161, Woonsocket, Rhode Island, USA) (Obrázek 8). Každý vzorek se změřil při pokojové teplotě (20 ±1 °C) vždy celkem šestkrát v různých místech kelímku. Výsledek měření byl uveden jako aritmetický průměr se směrodatnou odchylkou.

Obrázek 8: pH metr (Zdroj: AnonymI, 2023).

5.3.2 Stanovení obsahu sušiny

Obsah sušiny v sýrech je popsáno v normě ČSN EN ISO 5534 (571003). Stanovení obsahu sušiny v rámci diplomové práce bylo provedeno navážením vzorku do předem zvážených misek s křemelinovým pískem. Každá miska byla zvážena s přesností na čtyři desetinná místa. Pro každý vzorek hydrokoloidu a kontrolní vzorek bylo provedeno stanovení sušiny celkem třikrát a výsledky zprůměrovány. Navážka vzorku byla 3 g s přesností na čtyři desetinná místa a pomocí skleněné tyčinky byl vzorek důkladně promíchán s pískem a vložen do sušičky, kde byla teplota 102 °C. Po sušení v sušárně do konstantní teploty byly

vzorky přemístěny do exsikátoru, kde vychladly na pokojovou teplotu a poté byly znovu zváženy. Z výsledků hmotností byl vypočítán celkový obsah hmotnostní sušiny podle následujícího vzorce:

$$w_S = \left[\frac{m_3 - m_1}{m_2}\right] \cdot 100 \quad [\%]$$

kde:

w_s = obsah sušiny [%]

m_1 = hmotnost misky s pískem a tyčinkou před sušením [g]

m_2 = hmotnost navážky vzorku [g]

m_3 = hmotnost misky s pískem, tyčinkou a vzorkem po vysušení [g]

5.3.3 Stanovení aktivity vody

Aktivita vody (a_w) ve vzorku byla stanovena pomocí laboratorního přístroje pro měření aktivity vody AquaLab 4TE (METER Group, Inc. USA) (Obrázek 9). Přístroj byl před měřením kalibrován roztokem 0,920 Water aktivity – 2,33 mol/kg of NaCl in H_2O. Každý vzorek byl změřen celkem dvakrát při teplotě 20 ±1 °C. Vzorek byl nanesen do plastových forem a následně se vložil do přístroje, kde probíhalo samotné měření.

Obrázek 9: Přístroj na měření aktivity vody (Zdroj: AnonymJ, 2023).

5.4 Dynamická oscilační reometrie

Pomocí dynamické oscilační reometrie stanovujeme viskoelastické vlastnosti vzorku. Reometrie stanovuje reakci látek na působení vnějších sil. Pro stanovení viskoelastických vlastností se využívá hodnot deformace a tokových vlastností vzorků potravin (Holubová, 2014). Sýry jsou řazeny mezi viskoelastické látky, vykazují totiž jak vlastnosti pevné elastické látky, tak i vlastnosti viskózní kapaliny.

Měření bylo provedeno na reometru Thermo Scientific™ HAAKETM RheoStress™ 1 Rheometr (Bremen, Německo) (Obrázek 10). Každý vzorek byl analyzován celkem dvakrát. Pro výpočet komplexního modulu viskozity byly použity parametry elastického modulu pružnosti (G´) a ztrátového modulu pružnosti (G´´). Vztah mezi ztrátovým modulem pružnosti a elastickým modulem pružnosti pak vyjadřuje tangens úhlu fázového posunu (tan δ).

Komplexní modul pružnosti (G*) pak byl vypočítán podle vzorce (Erni a kol., 2003):

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2}$$

Obrázek 10: Reometr Thermo ScientificTM HAAKETM TheoStressTM 1 Rheometr (Zdroj: AnonymK, 2023).

5.5 Analýza textury

Textura je jedním z důležitých parametrů pro hodnocení kvality a senzorické hodnoty krémových sýrů. Textura výrobku je souhrnem několika parametrů, jedná se o sílu, elasticitu, lepivost, kohezivnost a gumovitost. Instrumentální měření textury je využíváno k posouzení senzorických vlastností pomocí mechanického zařízení, tedy bez ovlivnění lidským faktorem. Měření na texturometru simuluje žvýkání a celkový pocit v ústech a výsledky z instrumentálního měření textury dosahují velmi podobných výsledků, jako při senzorické analýze (Zheng a kol., 2023).

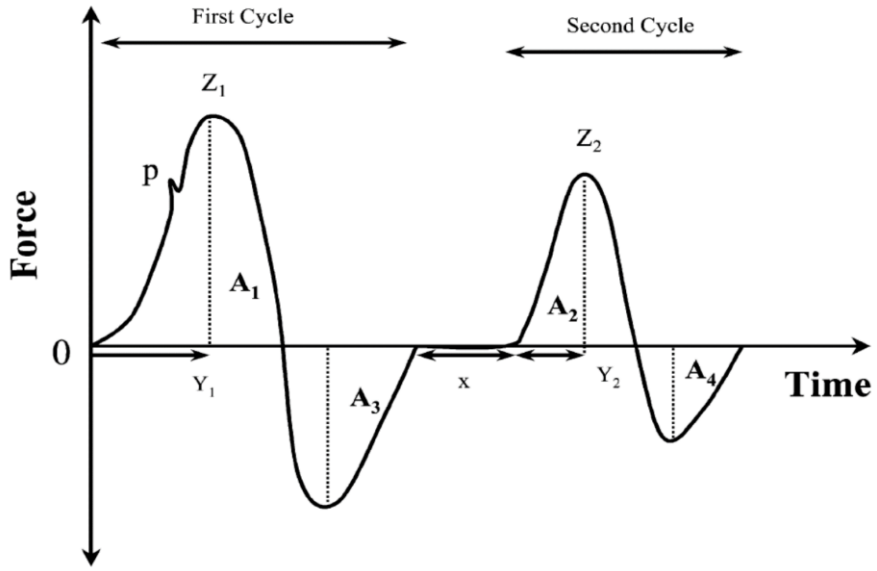
Obrázek 11: Texturometr TA-XTplus (Zdroj: AnonymL, 2023).

Analýza textury vzorků krémových sýrů byla provedena na texturometru TA-XTplus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Velká Británie) (obrázek 11). Jednotlivé vzorky krémových sýrů byly na texturometru změřeny vždy celkem třikrát a výsledky pak byly zprůměrovány. Měření probíhalo v plastové vaničce, ve které byl vzorek uchováván a pomocí válcové sondy z nerezové oceli, která se do vzorku ponořila do hloubky 2 mm při rychlosti 2 $mm.s^{-1}$ a spouštěcí síle 5 g. Tímto měřením byla zjištěna deformace, která přímo

souvisí s tvrdostí produktu. Čím vyšší hodnoty deformace jsou, tím vyšší budou i hodnoty tvrdosti. Z každého měření byl získán graf a z profilových křivek tohoto grafu se pak pomocí softwaru Texture Exponent Lite vypočítají i hodnoty koheze a lepivosti. Dále se při texturové profilové analýze měřila hodnota roztíratelnosti (neboli spreadability), která je definována jako síla potřebná k překonání třecích sil při roztírání sýra (Sołowiej a kol., 2020).

Obrázek 12 zobrazuje křivku, která je výsledkem měření na texturometru. Z tohoto grafu lze vypočítat jednotlivé parametry:

- Tvrdost je definována jako maximální síla, která je nutná pro deformaci vzorku během stlačení (Z_1 a Z_2).
- Elasticita neboli pružnost je rychlost, kterou se měřený vzorek po deformaci vrátí do původního stavu.
- Lepivost je síla potřebná k odtržení a oddělení vzorku od sondy, která stlačuje vzorek. Na obrázku 12 znázorněna jako A_3 (plocha záporné síly během první komprese) a A_4 (plocha záporné síly během druhé komprese).
- Kohezivnost nebo také soudržnost je veličina, která udává pevnost vnitřních vazeb ve vzorku. Vypočítá se jako poměr plochy A_2/A_1, kdy A_1 je plocha kladné síly během první komprese a A_2 je plocha kladné síly během druhé komprese.
- Gumovitost je množství energie nutné pro rozpad polotuhého výrobku, který je nutný před spolknutím potraviny. Je také definována jako součin tvrdosti a soudržnosti (Thomareis a kol., 2022).
- Křehkost je na obrázku 12 znázorněna jako první vrchol křivek (p).



Obrázek 12: Výsledek měření texturní profilové analýzy (Zdroj: Raheem a kol., 2021).

Dále je na obrázku znázorněn čas první komprese (Y_1), čas druhé komprese (Y_2) a čas mezi prvním a druhým stlačením (x).

5.6 Hodnocení stability emulze

Pro hodnocení stability byly jednotlivé vzorky naváženy do plastových zkumavek s víčkem. Každý vzorek byl analyzován dvakrát a výsledek byl spočítán průměrem z měření. Před samotným navažováním vzorku byly jednotlivé označené zkumavky zváženy a následně do nich bylo na analytických vahách naváženo 5 ±1 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa. Takto připravené vzorky byly vloženy do odstředivky Z601128 Hettich® EBA 21 centrifuge (Andreas Hettich GmbH & Co. KG) (obrázek 13). Odstředění probíhalo po dobu 10 minut při 6000 ot./min.

Obrázek 13: Odstředivka Centrifuga EBA 21 Hettich (Zdroj: AnonymM, 2023).

Následně po odstředění byla ze zkumavek odlita kapalná část vzorku a sediment ve zkumavce se zvážil na analytických vahách. Výsledná hodnota stability pak byla vypočítána v hmotnostních procentech podle vzorce:

$$Stabilita = \left[\frac{m_3 - m_1}{m_2}\right] \cdot 100 \quad [\%]$$

kde:

m_1 = hmotnost zkumavky před navážením vzorku [g]

m_2 = hmotnost navážky vzorku [g]

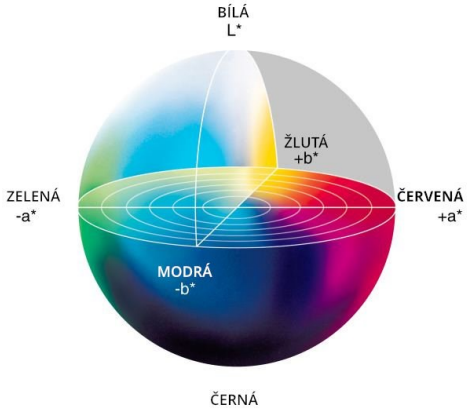
m_3 = hmotnost zkumavky a sedimentu po odstředění [g]

5.7 Instrumentální měření barvy

Pro měření barvy v potravinářských výrobcích se používají kolorimetrické nebo spektrofotometrické metody. Měření na spektrofotometrech je více přesné než měření na kolorimetrech, protože spektrofotometrické metody využívají měření propustnosti světla v celé škále vlnových délek viditelného světla, tedy v rozmezí 400-700 nm. Pro analýzu modelových vzorků této diplomové práce byla tedy zvolena spektrofotometrická metoda (Thomareis a kol., 2022).

Obrázek 14: Spektrofotometr UltraScan PRO, HunterLab (Zdroj: AnonymN, 2023).

Instrumentální měření barvy modelových vzorků krémových sýrů bylo provedeno pomocí spektrofotometru HunterLab UltraScan® VIS Pro Color Measurement Spectrophotometer (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA) (obrázek 14). Každý vzorek byl změřen třikrát a výsledné hodnoty jsou získány průměrem těchto výsledků. Přístroj se před měřením kalibroval na denní světlo D65 a černý (L* = 0) a bílý (L* = 100) standard. Měření bylo prováděno pomocí trojrozměrného prostoru CIE L*a*b* (obrázek 15).



Obrázek 15: Barevný prostor CIE LAB (Zdroj: AnonymO, 2023).

5.8 Senzorická analýza

Senzorická analýza byla provedena v senzorické laboratoři, která umožňuje smyslové hodnocení podle standardu normy ČSN EN ISO 8589 (560036). Jedná se tedy o světelné podmínky, které by se měli co nejvíce blížit rozptýlenému dennímu světlu a teplota laboratoře by měla být 20 ±2 °C. Celkem bylo vybráno dvanáct hodnotitelů. Hodnotily se tyto parametry: vzhled a barva, konzistence, tuhost, roztíratelnost, chuť a vůně a přítomnost pachutí. Škála hodnocení byla od 1 do 7, přičemž hodnocení 1 bylo jako vyhovující a hodnocení 7 jako nevyhovující.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Výsledky základní chemické analýzy

6.1.1 Výsledky měření pH

Stanovení hodnoty pH u jednotlivých vzorků bylo vždy provedeno celkem šestkrát a výsledné hodnoty byly zprůměrovány. Tyto hodnoty zobrazuje tabulka 5.

Tabulka 5: Naměřené hodnoty pH vzorků.

Vzorek	Ø pH	SD
CC	4,13	0,10
KC 0,5 %	4,06	0,08
KC 0,75 %	4,18	0,04
KC 1,0 %	4,24	0,02
IC 0,5 %	4,18	0,08
IC 0,75 %	4,26	0,02
IC 1,0 %	4,29	0,01
F 0,5 %	4,23	0,07
F 0,75 %	4,21	0,08
F 1,0 %	4,21	0,08
AS 0,5 %	4,19	0,02
AS 0,75 %	4,23	0,01
AS 1,0 %	4,16	0,12

Výsledné hodnoty se u všech vzorků pohybovaly v rozmezí 4,06 – 4,29. Přičemž nejnižší hodnoty pH dosahovaly vzorky s použitím κ-karagenanu o koncentraci 0,50 % (w/w). U tohoto hydrokoloidu byly také největší rozdíly mezi jednotlivými koncentracemi a hodnotami pH. Při nejnižší koncentraci 0,50 % w/w κ-karagenanu ve vzorku bylo pH 4,06 a naopak při nejvyšší koncentraci (1,00 % (w/w)) bylo stanoveno pH 4,24.

Hodnoty pH byly u všech vzorků velmi podobné a rozdíly jsou minimální a nejsou nijak zásadní. V porovnání s literaturou jsou tyto hodnoty pH pro roztíratelné tvarohové sýry akceptovatelné (Schulz-Collins, 2004).

6.1.2 Výsledky obsahu sušiny

Cílem této diplomové práce bylo vyrobit modelové vzorky s požadovanou sušinou 30 % (w/w). U všech analyzovaných vzorků se tato hodnota pohybovala mezi 28,27 % až 29,79 % (w/w) obsahu sušiny. Díky tomu, že rozpětí obsahu sušiny není nijak výrazné, lze předpokládat, že texturní a reologické vlastnosti nebudou výrazně odlišné (Weiserová a kol., 2011). Jednotlivé vzorky s různými hydrokoloidy se od sebe v množství sušiny nijak zásadně nelišily. Nejvyšších hodnot sušiny dosahovaly vzorky s použitím alginátu sodného o koncentraci 0,50 % (w/w). Naopak nejnižší hodnota sušiny byla zjištěna u modelového vzorku s použitím κ-karagenanu o koncentraci 1,00 % (w/w).

6.1.3 Výsledky stanovení aktivity vody

Každý vzorek byl na stanovení aktivity vody změřen celkem dvakrát a výsledné hodnoty uvedeny v tabulce 6 byly zprůměrovány. Hodnoty aktivity vody se v potravinách pohybují od 0 do 1. Čím vyšší tato hodnota je, tím jsou lepší podmínky pro růst a přežití mikroorganismů a ovlivňují také bezpečnost potraviny (Fontana, 2000). Hodnoty se u modelových vzorků pohybovaly v rozmezí 0,991-0,998. Tento výsledek je srovnatelný se studií podle Møller a kol. (2012), kde se hodnoty aktivity vody podle pohybují v rozmezí 0,986-0,997. Pokud jsou při výrobě RTS dodrženy parametry pasterace a termizace a následně jsou sýry uskladněny vhodným způsobem, jedná se o bezpečnou potravinu (Møller a kol., 2012).

Tabulka 6: Výsledky stanovení aktivity vody.

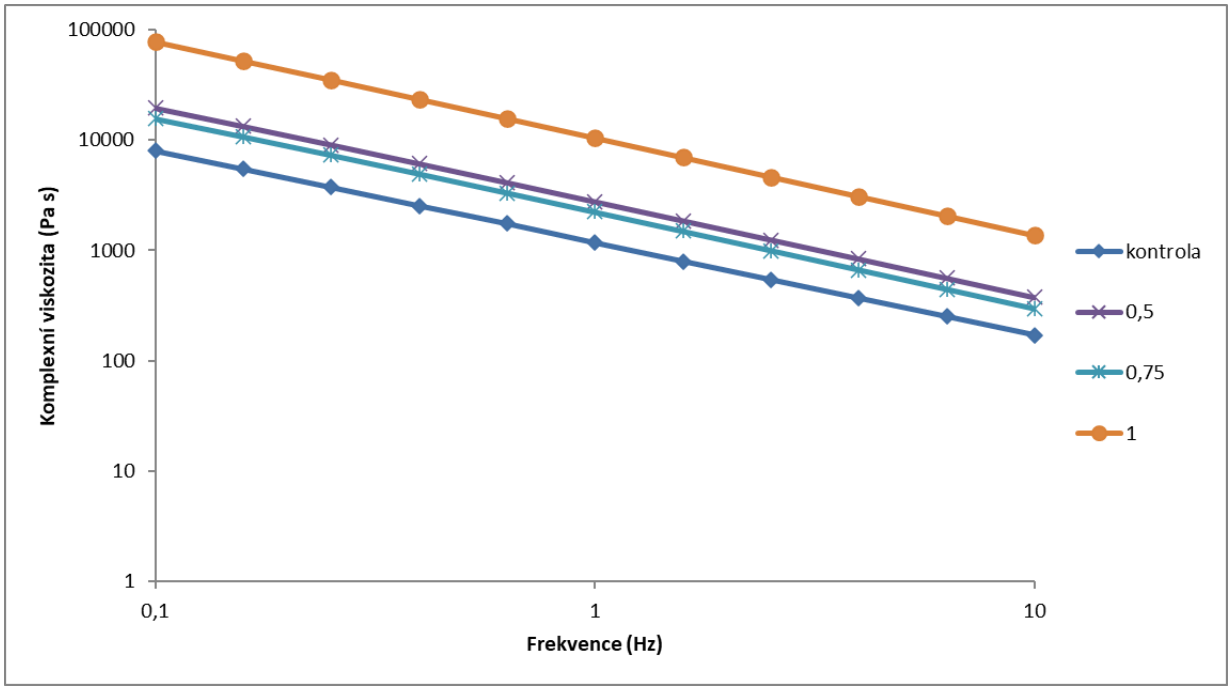
Vzorek	Aktivita vody	SD
CC	0,998	0,001
KC 0,5 %	0,995	0,001
KC 0,75 %	0,996	0,001
KC 1 %	0,994	0,001
IC 0,5 %	0,994	0,001
IC 0,75 %	0,992	0,001
IC 1 %	0,994	0,001
F 0,5 %	0,993	0,001
F 0,75 %	0,991	0,002
F 1 %	0,992	0,001
AS 0,5 %	0,993	0,001
AS 0,75 %	0,994	0,001
AS 1 %	0,994	0,001

6.2 Výsledky dynamické oscilační reometrie

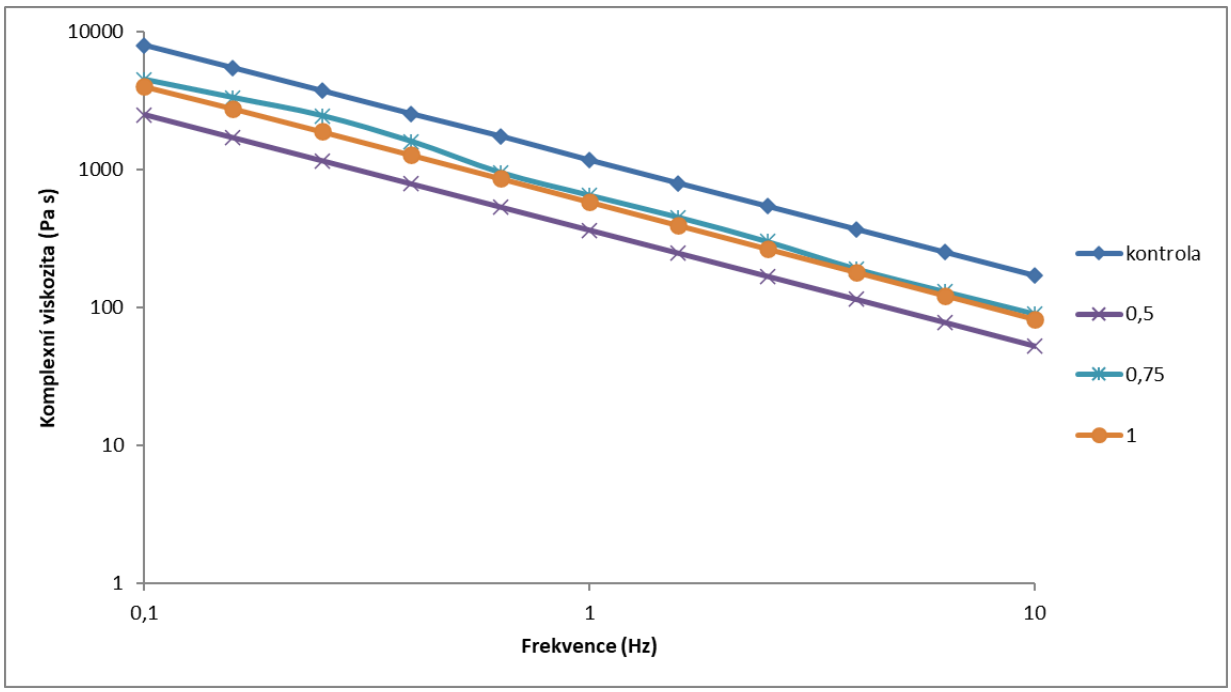
Měření viskoelastických vlastností bylo provedeno na přístroji Thermo Scientific™ HAAKETM RheoStress™ 1 Rheometr a to vždy dvakrát pro každý vzorek. Reometrie je měření, které se provádí pro zhodnocení viskoelastických vlastností vzorků. Z měření byly získány výsledky pro hodnoty komplexní viskozity, elastického modulu pružnosti a také ztrátového modulu pružnosti. Tyto výsledky pak byly vyhodnoceny graficky, a to vždy pro jednotlivé hydrokoloidy s koncentracemi 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w). V každém grafu pak dané výsledky byly porovnány s modelovým kontrolním vzorkem, tedy bez použití hydrokoloidu.

Modelové vzorky byly analyzovány pomocí dynamické oscilační reometrie 7. den skladování. Měření proběhlo v oblasti lineární viskoelasticity a amplituda smykového napětí při měření byla 20 Pa. Rozsah frekvence byl od 0,1 Hz do 10,0 Hz. Obrázky 16–19 znázorňují závislost komplexní viskozity na frekvenci v rozsahu 0,1-10,0 Hz. Na obrázcích 20–23 je znázorněna závislost elastického modulu pružnosti (G‘) na frekvenci v rozsahu 0,1 až 10,0 Hz a závislost ztrátového modulu pružnosti (G‘‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,0 Hz je zobrazena na obrázcích 24-27.

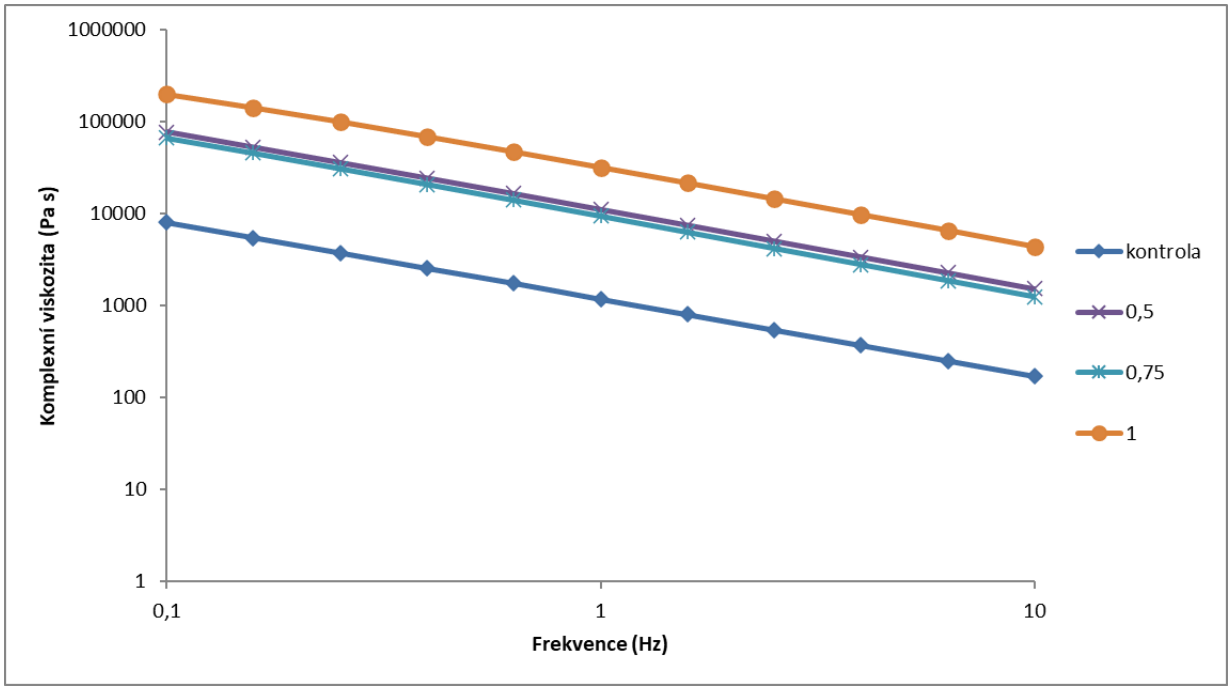
Hodnoty komplexní viskozity s rostoucí frekvencí klesaly bez ohledu na typ použitého hydrokoloidu. U vzorků s přídavkem furcellaranu vykazoval nejvyšší komplexní viskozitu vzorek s koncentrací hydrokoloidu 1,00 % w/w. Velmi podobné výsledky jako u použití furcellaranu byly naměřeny i u vzorků s κ-karagenanem, ale vzorky s furcellaranem byly o něco méně viskózní. Nejvyšší komplexní viskozitu vykazoval vzorek s koncentrací 1,00 % (w/w). U vzorku s ι-karagenanem byl podobný trend jako u předchozích typů hydrokoloidů, pouze při koncentraci 1,00 % (w/w) se hodnota komplexní viskozity snížila. Ve všech vzorcích s přídavkem alginátu sodného pak byla komplexní viskozita nižší než u kontrolního vzorku, a to bez ohledu na koncentraci hydrokoloidu. To může být způsobeno tím, že algináty jsou poměrně hodně citlivé na ionty vápníku, takže komplexní viskozita dosahovala nižších hodnot než u ostatních vzorků RTS (Wüstenberg, 2015). Lze tedy konstatovat, že hydrokoloidy mají vliv na komplexní viskozitu RTS, ale záleží na jejich koncentraci.



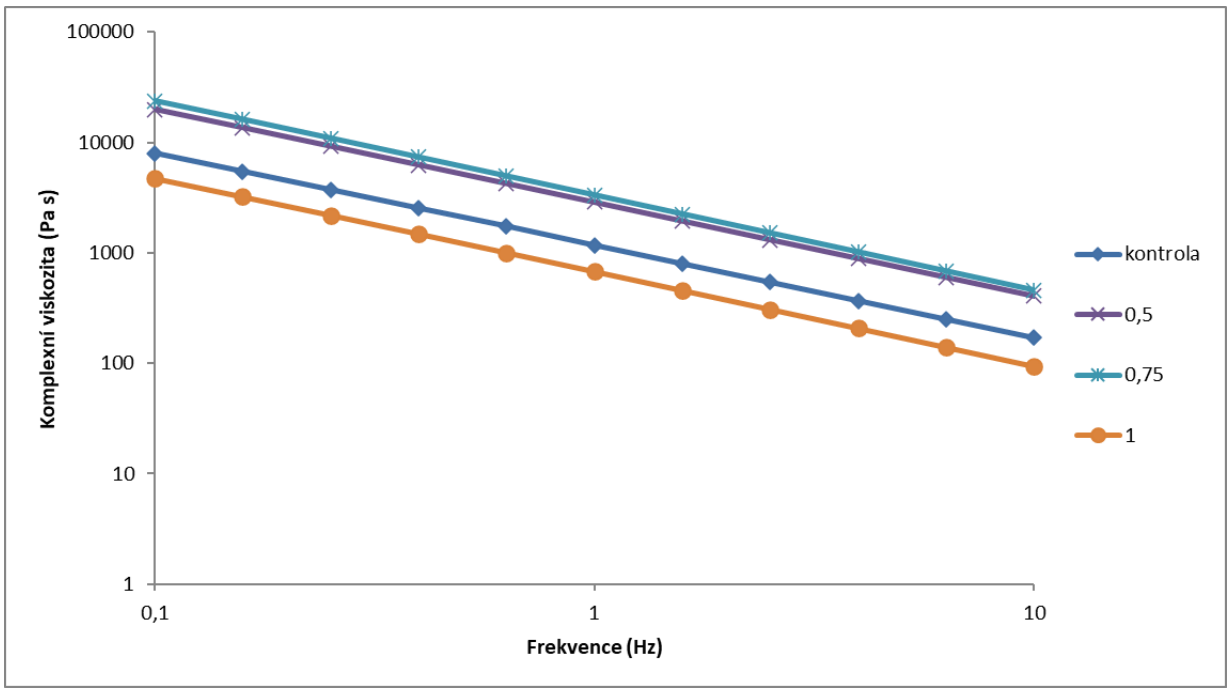
Obrázek 16: Závislost komplexní viskozity (Pa·s^{-1}) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem furcellaran v koncentracích 0,5 %, 0,75 % a 1 % (w/w).



Obrázek 17: Závislost komplexní viskozity (Pa·s^{-1}) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem alginátu sodného v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).

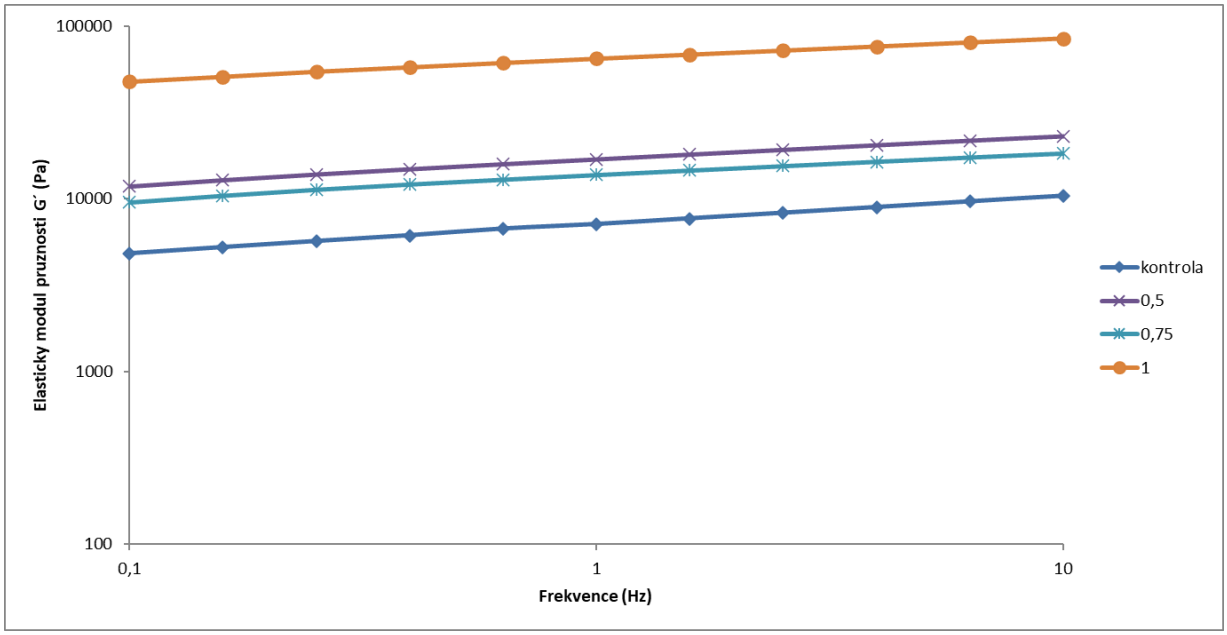


Obrázek 18: Závislost komplexní viskozity (Pa·s^{-1}) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem κ-karagenanu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).

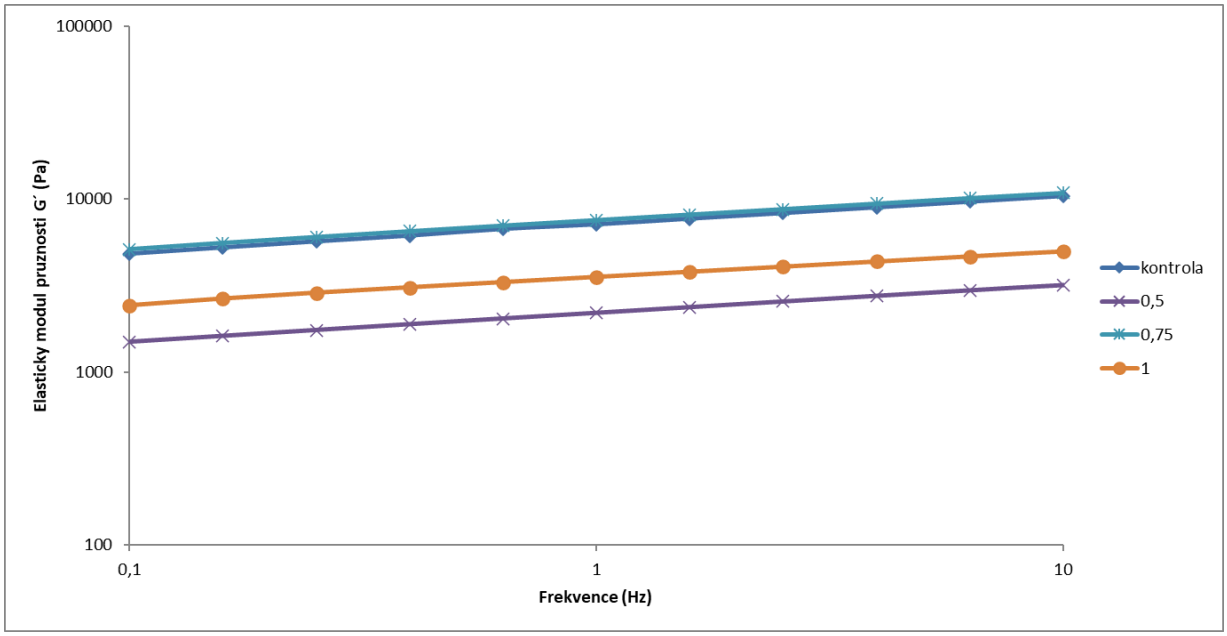


Obrázek 19: Závislost komplexní viskozity (Pa·s^{-1}) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem ι-karagenan v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).

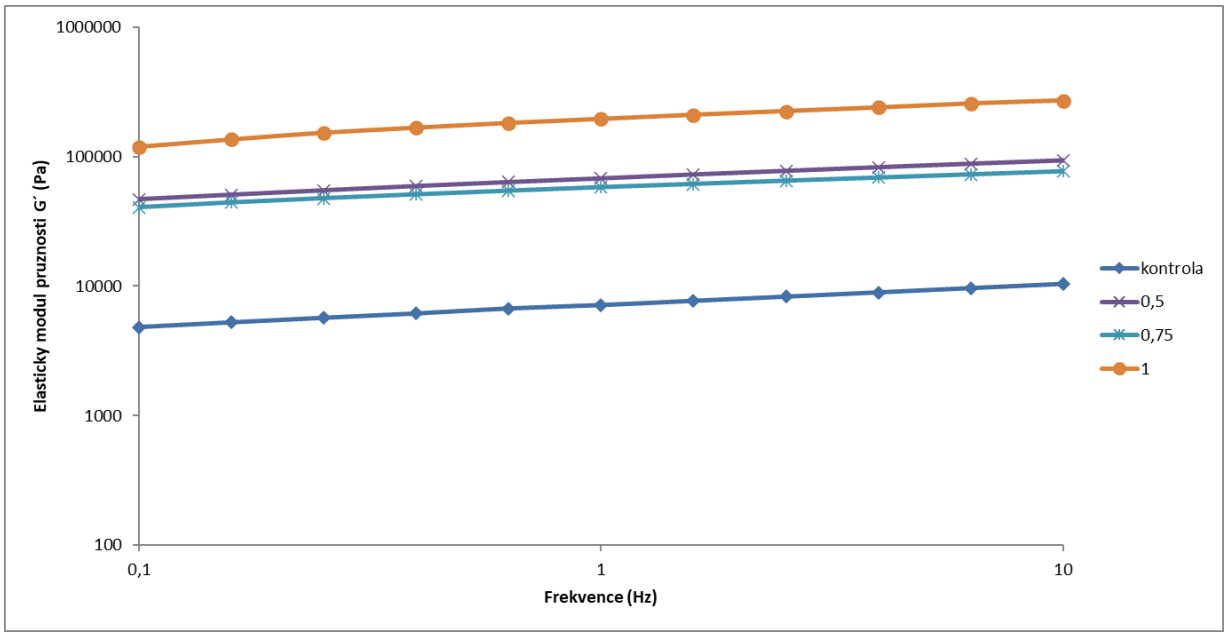
Elastický modul pružnosti (G‘) byl rostoucí se stoupající frekvencí. Čím vyšší množství hydrokoloidu bylo přidáno do vzorku, tím vyšší byl vliv na elastický modul pružnosti. Výsledky závislost elastického modulu pružnosti na frekvenci jsou zobrazeny na obrázku 20-23. Nejvyšší hodnoty elastického modulu pružnosti byly zjištěny u vzorku s κ-karagenanem. Modelové vzorky s přídavkem alginátu sodného naopak vykazovaly nejnižší hodnoty elastického modulu pružnosti.



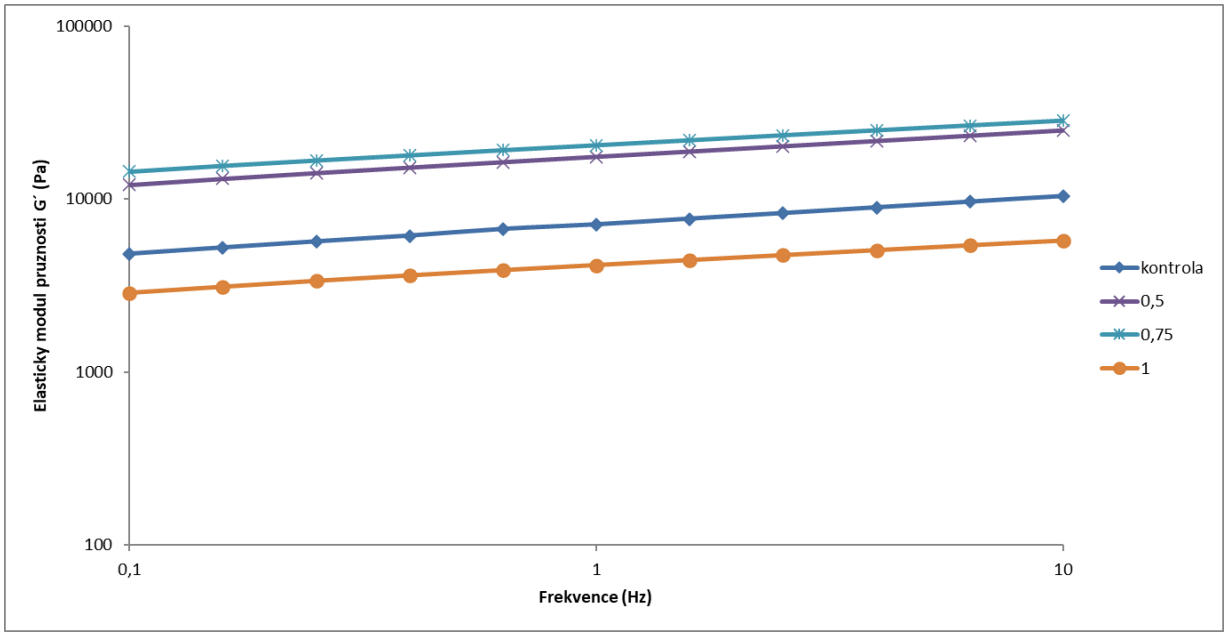
Obrázek 20: Závislost elastického modulu pružnosti (G‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem furcellaranu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).



Obrázek 21: Závislost elastického modulu pružnosti (G‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem alginátu sodného v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).



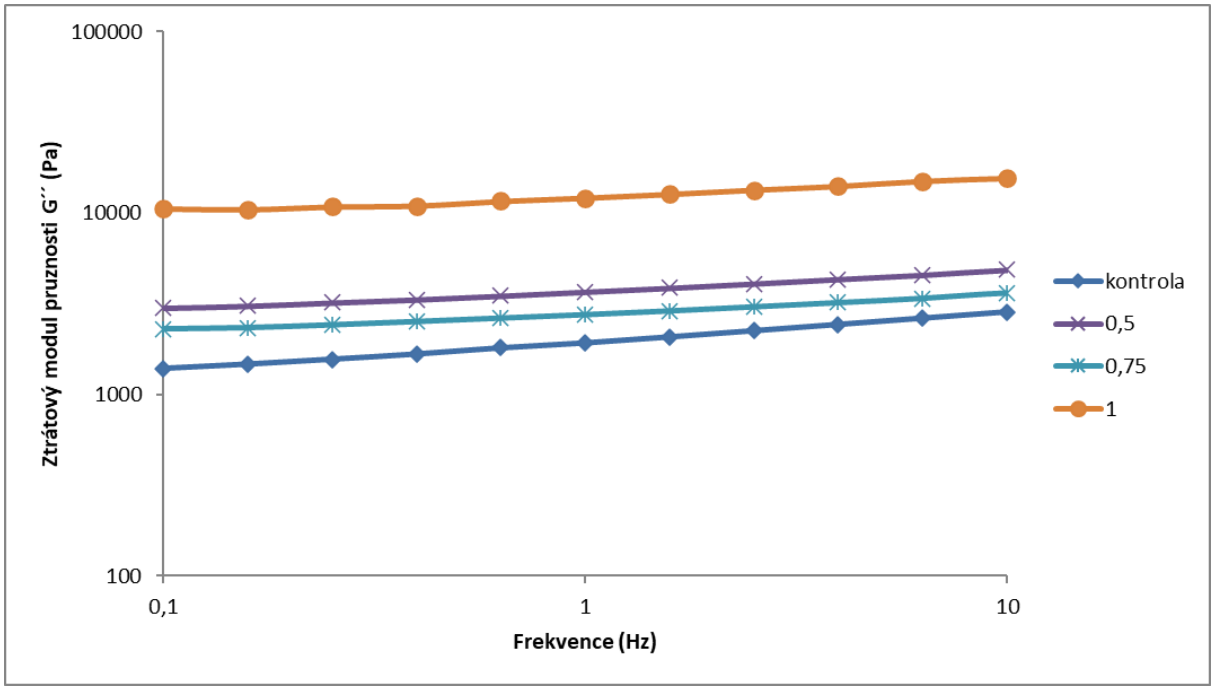
Obrázek 22: Závislost elastického modulu pružnosti (G‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem κ-karagenanu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).



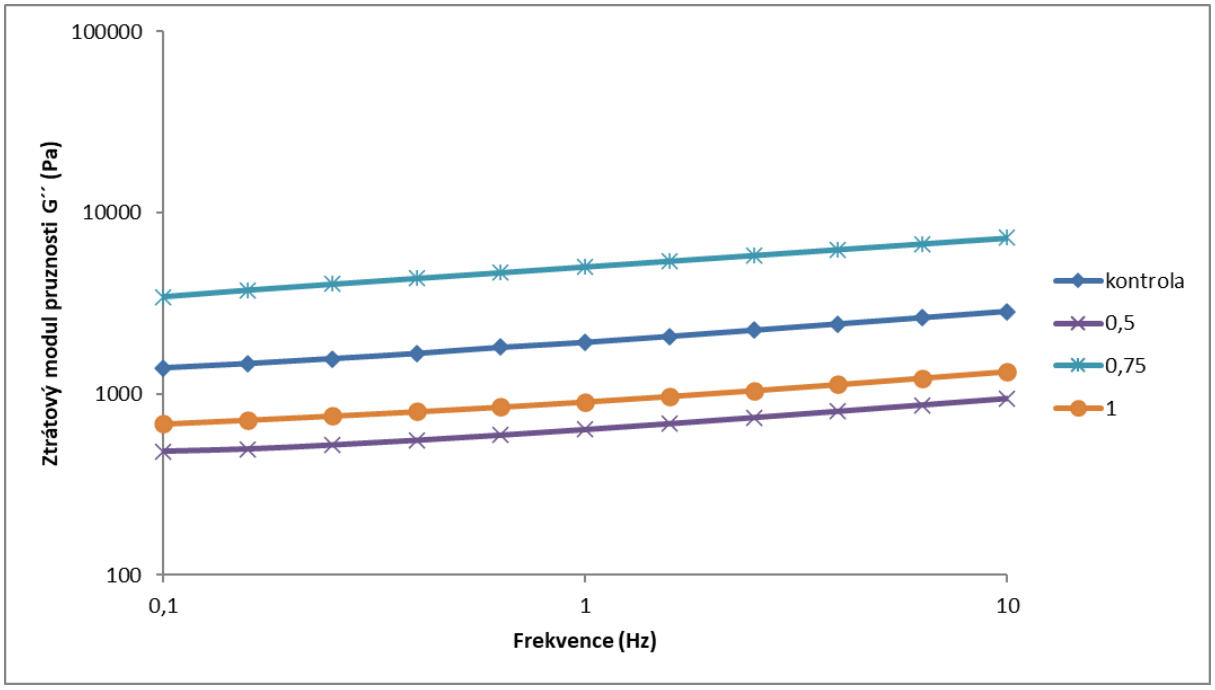
Obrázek 23: Závislost elastického modulu pružnosti (G‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem ι-karagenanu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).

Ztrátový modul pružnosti (G‘‘) je další parametr, který byl sledován při reologické analýze. S rostoucí frekvencí se jeho hodnota zvyšovala. Jednotlivé závislosti ztrátového modulu pružnosti na frekvenci jsou znázorněny na obrázku 24-27. Nejvyšších hodnot opět dosahovaly vzorky s přídavkem κ-karagenanu. Je to způsobeno tím, že karagenany jsou schopny tvořit gely (trojrozměrné sítě) a to díky tomu, že vytváří komplexy s kaseiny. Reakci karagenanů s kaseinovými micelami způsobují elektrostatické vzájemné vazby záporně nabitých sulfátových skupin karagenanu s kladně nabitou částí kappa-kaseinu. Díky tomu se zadržují na povrchu a následně se vytvoří ochranná vrstva. Tyto vzájemné vazby jsou ovlivněny teplotou (Černíková a kol., 2008).

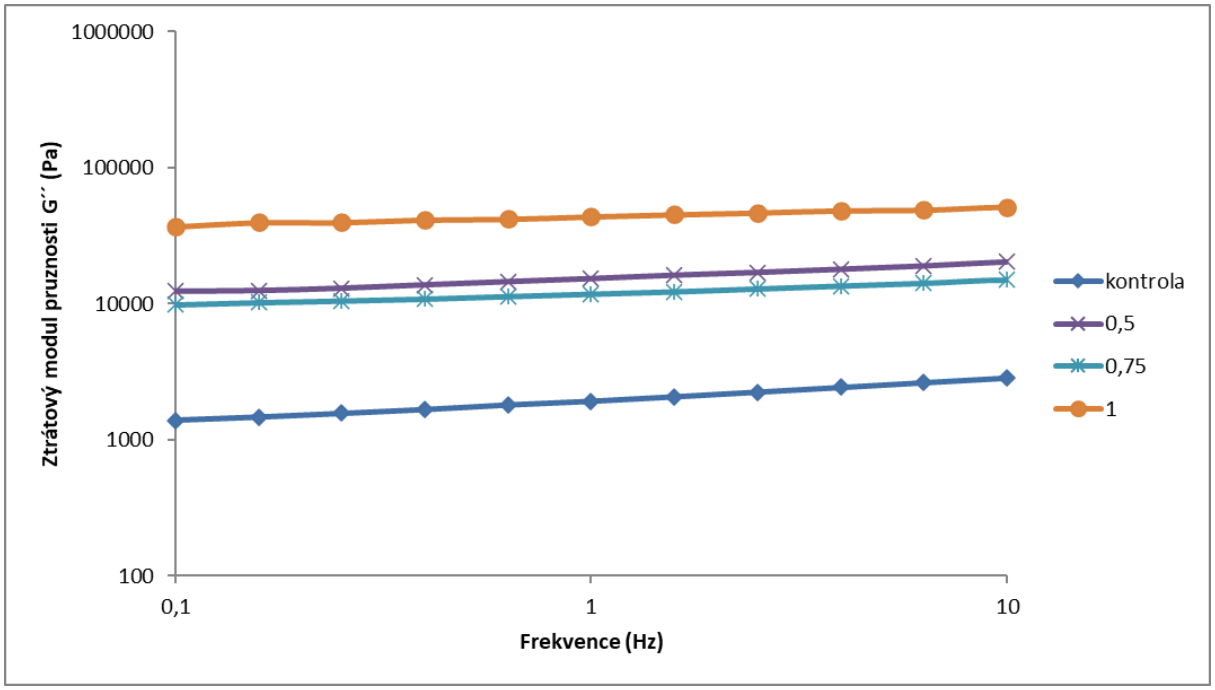
Všechny vzorky zároveň vykazovaly nižší nebo stejné hodnoty G‘‘ než hodnoty G‘, takže u všech vzorků s přídavkem hydrokoloidů je v každém měřeném rozsahu frekvence vzorek více elastický než viskózní. Strukturu modelových vzorků můžeme tedy označit jako ideálně pružné chování. To zároveň dokazuje i to, že čím byla vyšší koncentrace hydrokoloidu, tím byla i více elastická struktura. Tento jev je způsoben v důsledku větších interakcí a hustší struktury (Kratochvílová a kol., 2022).



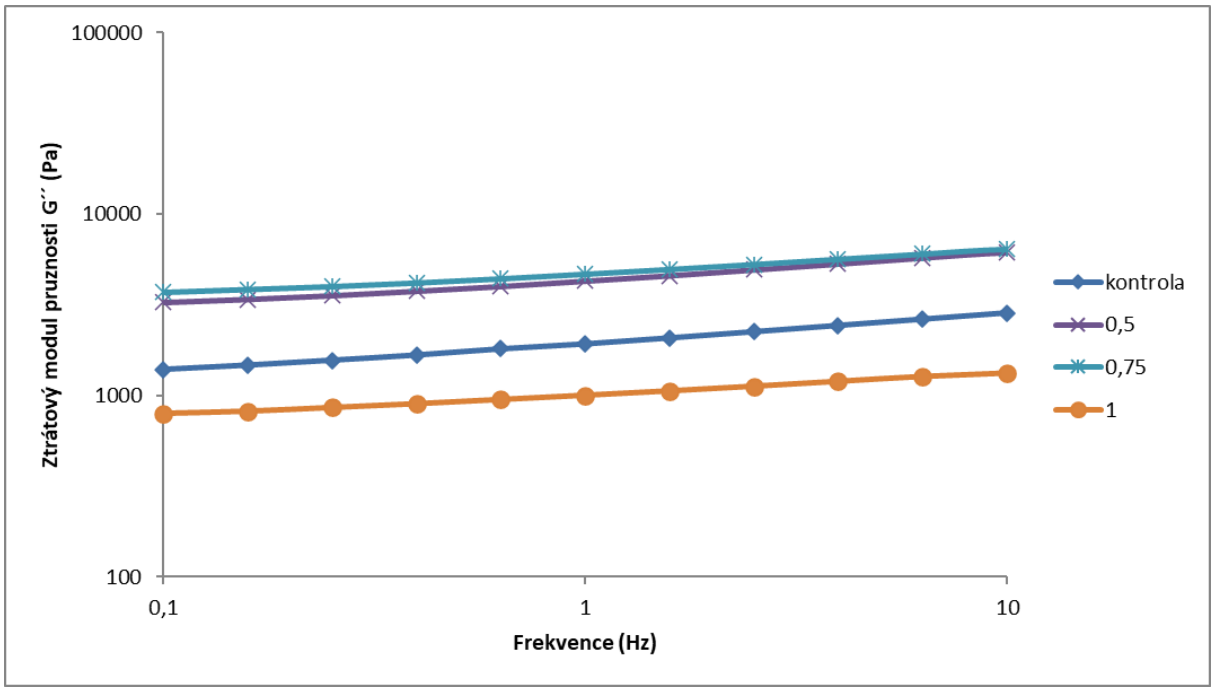
Obrázek 24: Závislost ztrátového modulu pružnosti (G‘‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem furcellaranu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).



Obrázek 25: Závislost ztrátového modulu pružnosti (G‘‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem alginátu sodného v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).



Obrázek 26: Závislost ztrátového modulu pružnosti (G‘‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem κ-karagenanu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).



Obrázek 27: Závislost ztrátového modulu pružnosti (G‘‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem ι-karagenan v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).

Dalším ze zkoumaných parametrů z měření oscilační reometrie byl tangens úhlu fázového posunu (tan δ). Tento parametr udává fázový úhel mezi napětím a deformací. Podle hodnot tangens úhlu fázového posunu je možné definovat, zda je vzorek elastičtější než viskózní (chová se jako pevná látka a tan δ (G″/G') <1) nebo jestli je viskozita vyšší než elasticita (chová se jako kapalina a tan δ (G″/G')> 1). Výsledky jsou uvedeny při frekvenci 1,0 Hz v tabulce 7. Je z nich patrné, že všechny modelové vzorky mají hodnoty tan δ <1, takže se chovají více jako pevné látky než jako kapaliny. Dále je v tabulce 7 uvedena hodnota G*, která ukazuje, že při zvyšující se koncentraci hydrokoloidu se tato hodnota zvyšuje. Z toho vyplývá, že čím vyšší koncentrace hydrokoloidu, tím vyšší tuhost výrobku (Macků a kol., 2009; Pluta-Kubica a kol., 2021).

Podle Míškové a kol. (2021) je přídavek ι-karagenanu vhodnější pro krémové sýry u kterých je požadována hladká a viskóznější konzistence oproti κ-karagenanu, který je vhodnější v případě, pokud je u krémových sýrů kladen důraz na pevnější a pružnější konzistenci. Toto hodnocení potvrzují i výsledky z analýzy modelových vzorků této diplomové práce.

Hydrokoloid alginát sodný je poměrně hodně citlivý na ionty vápníku. Z tohoto důvodu je možné, že v sýrech by mohl mít menší účinky oproti ostatním hydrokoloidů. Algináty jsou schopny tvořit tepelně stabilní gely, což by mohlo mít výhodu u krémových sýrů, do kterých se hydrokoloidy přidávají po termizaci (Wüstenberg, 2015).

Při použití furcellaranu lze podle Wüstenberg (2015) očekávat velmi podobné vlastnosti výsledného produktu jako při použití κ-karagenanu. V této diplomové práci bylo také dosaženo podobných výsledků při použití furcellaranu a κ-karagenanu.

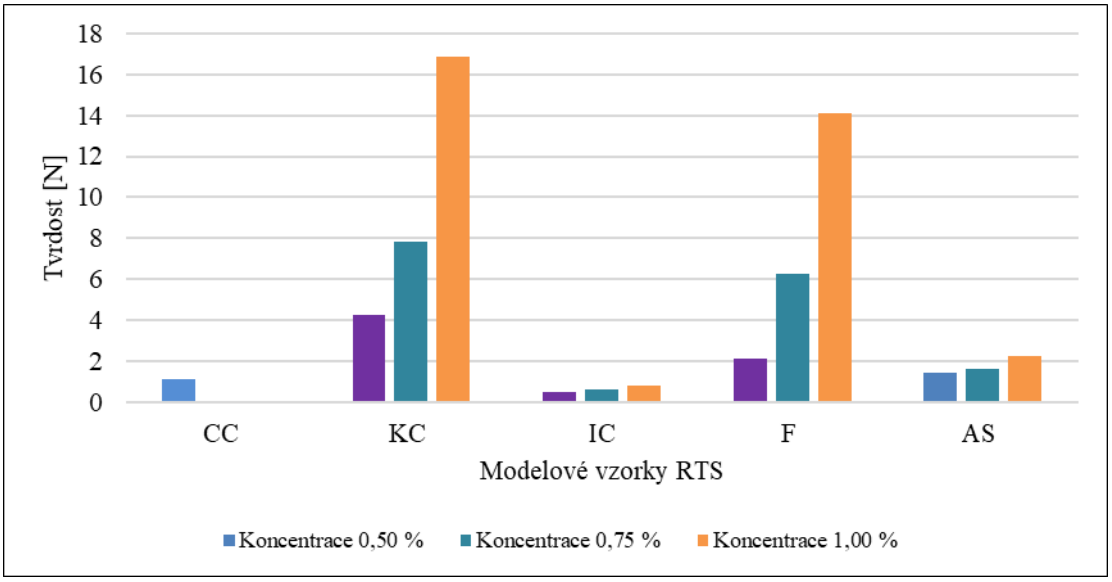
Tabulka 7: Hodnoty komplexního modulu pružnosti (G*) a tangens úhlu fázového posunu (tan δ) při frekvenci 1,0 Hz.

Vzorek	G*	tan δ
CC	7371	0,27
KC 0,5 %	69493	0,23
KC 0,75 %	58969	0,20
KC 1 %	199481	0,22
IC 0,5 %	18078	0,24
IC 0,75 %	20963	0,23
IC 1 %	4265	0,24
F 0,5 %	17331	0,22
F 0,75 %	13998	0,20
F 1 %	65851	0,19
AS 0,5 %	2288	0,29
AS 0,75 %	9075	0,67
AS 1 %	3657	0,26

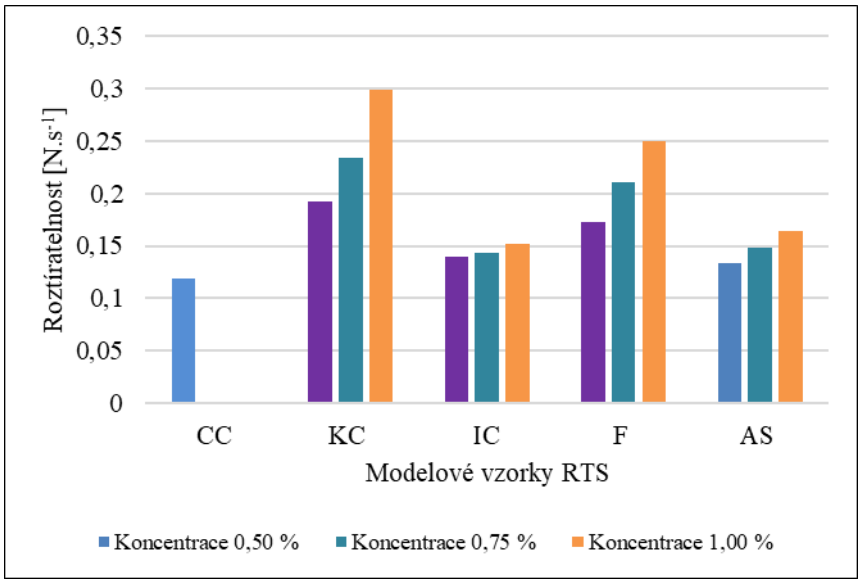
6.3 Výsledky texturní profilové analýzy

Z texturní profilové analýzy byly získány výsledky pro tvrdost, lepivost, elasticitu, kohezivnost a gumovistost. Výsledky z měření tvrdosti pro jednotlivé vzorky jsou uvedeny v grafu na obrázku 28. U všech vzorků s přídavkem hydrokoloidu došlo při zvýšení koncentrace i ke zvýšení tvrdosti. Nejvyšší nárůst hodnoty byl naměřen u vzorků s přídavkem κ-karagenanu a furcellaranu. U ostatních vzorků byl nárůst pozvolný. K tomuto jevu může docházet z toho důvodu, že při vyšší koncentraci hydrokoloidu mezi sebou interagují molekuly hydrokoloidu (Marchesseau a kol., 1997). Z konečných výsledků lze konstatovat, že hydrokoloidy mají vliv na tvrdost výrobku.

Graf na obrázku 29 znázorňuje výsledky z měření roztíratelnosti modelových vzorků roztíratelných tvarohových sýrů. Stejně jako u parametru tvrdosti se i se zvyšující koncentrací zvyšují hodnoty roztíratelnosti. Podobné hodnoty roztíratelnosti byly u vzorků s přídavkem κ-karagenanu a furcellaranu, stejně jako u tvrdosti. U všech vzorků však byly tyto hodnoty velmi podobné. Po porovnání s kontrolním vzorkem, lze konstatovat, že hydrokoloidy mají vliv také na roztíratelnost RTS.



Obrázek 28: Výsledky měření tvrdosti modelových vzorků.



Obrázek 29: Výsledky měření roztíratelnosti modelových vzorků.

Tabulka 8 znázorňuje výsledky z měření dalších parametrů textury. Relativní lepivost byla u všech vzorků velmi podobná. Nejvyšší hodnoty lepivosti byly zaznamenány u vzorků s přídavkem alginátu sodného. Výsledky elasticity se od sebe taky statisticky nelišily. Elasticita je rychlost, kterou se měřený vzorek po deformaci vrátí do původního stavu. Největší elasticita byla analyzována u vzorku s κ-karagenanem. Naopak nejnižší elasticita byla naměřena u výrobků s ι-karagenanem.

Dalším sledovaným parametrem byla kohezivnost, která udává pevnost vnitřních vazeb ve vzorku. Kohezivnost byla nejvyšší u vzorku s κ-karagenanem o koncentraci 1,00 % w/w. U toho hydrokoloidu a u ι-karagenanu bylo zjištěno, že s jeho rostoucí koncentrací roste i kohezivnost. Naopak u vzorků s alginátem sodným a furcellaranem byl zaznamenán klesající trend při rostoucí koncentraci hydrokoloidu. Tento jev je ovlivněn vzájemným působením molekul karagenanu a proteinové matrice díky tomu se zvýší hodnota tvrdosti a zároveň také kohezivnosti (Nickerson a kol., 2004).

Tabulka 8 dále také ukazuje výsledky gumovitosti. Gumovistost přímo souvisí s hodnotami tvrdosti a kohezivnosti, jedná se totiž o hodnotu, která je výsledkem součinu těchto dvou parametrů. Výsledky ukazují, že hydrokoloidy mají vliv na zvýšení gumovitosti vzorků. Hodnoty gumovitosti se zvyšovaly s rostoucí koncentrací bez ohledu na typ použitého hydrokoloidu. Nejvíce gumovitý vzorek je vzorek s přídavkem κ-karagenanu o koncentraci 1,00 % w/w, naopak nejnižších hodnot dosahovaly vzorky ι-karagenanu.

Tabulka 8: Výsledky jednotlivých parametrů při měření textury.

Vzorek	Relativní lepivost [-]	Elasticita [-]	Kohezivnost [-]	Gumovitost [N]
CC	0,23	0,31	0,83	0,92
KC 0,5 %	0,11	0,36	3,06	13,03
KC 0,75 %	0,21	0,52	3,09	14,87
KC 1 %	0,11	0,46	9,52	160,85
IC 0,5 %	0,06	0,10	0,17	0,08
IC 0,75 %	0,10	0,13	0,29	0,17
IC 1 %	0,14	0,19	0,49	0,40
F 0,5 %	0,16	0,34	1,32	2,80
F 0,75 %	0,08	0,21	3,01	12,75
F 1 %	0,16	0,34	1,32	2,80
AS 0,5 %	0,25	0,38	1,01	1,47
AS 0,75 %	0,20	0,39	1,53	3,43
AS 1 %	0,28	0,46	1,20	1,96

Z naměřených hodnot jednotlivých parametrů textury je patrné, že hydrokoloidy mají vliv na texturu krémových sýrů. Ovlivňují především tvrdost, gumovitost, elasticitu a lepivost. Ke stejným závěrům došel i Gulzar a kol. (2015) ve své studii, kde uvádí, že hydrokoloidy měly vliv na tvrdost a sílu modelových vzorků.

6.4 Vyhodnocení stability

Hodnocení stability se provádělo u všech modelových vzorků 7. den skladování. Výsledky z analýzy jsou uvedeny v tabulce 9. Stejně jako u předchozích měření byl i test stability na každý vzorek proveden dvakrát a výsledné hodnoty byly zprůměrovány.

Tabulka 9: Výsledky stanovení stability.

Vzorek	Stabilita [%]	SD
CC	72,93	0,51
KC 0,5 %	83,07	0,93
KC 0,75 %	92,81	1,80
KC 1,0 %	97,50	0,48
IC 0,5 %	63,55	1,11
IC 0,75 %	70,18	1,16
IC 1,0 %	68,88	2,36
F 0,5 %	75,56	0,89
F 0,75 %	83,53	1,73
F 1,0 %	86,42	1,30
AS 0,5 %	76,70	1,48
AS 0,75 %	80,98	1,34
AS 1,0 %	75,50	2,08

Z tabulky 9 s výsledky z měření vyplývá, že nejstabilnější modelový vzorek byl ten s použitým hydrokoloidem κ-karagenanem. U těchto vzorků byla stabilita skoro stoprocentní. Nejméně stabilní byl pak vzorek s přídavkem ι-karagenanu o koncentraci 0,50 %. Z uvedených výsledků tedy vyplývá, že největší vliv na stabilitu u modelových vzorků měl κ-karagenan a ostatní použité hydrokoloidy již neměly tak výrazný vliv na stabilitu. Schopnost hydrokoloidů gelovatět je ovlivněna přítomností K^+ a Ca^{2+} iontů. V RTS je množství těchto iontů velmi podobné a κ-karagenan je ovlivněn množstvím K^+ iontů a ι-karagenan je zase ovlivněn množstvím Ca^{2+} iontů (Míšková a kol., 2021).

6.5 Výsledky instrumentálního měření barvy

Instrumentální měření barvy bylo provedeno pomocí přístroje UlraScan PRO od firmy HunterLab. Měření probíhalo pomocí trojrozměrného prostoru CIE L*a*b*. L* označuje jas (světlost), jeho hodnoty se pohybují v rozmezí od 0 do 100 (černá až bílá), přičemž čím nižší číslo, tím tmavší barva. Barvy od zelené po červenou jsou vyjádřeny hodnotou a* (-a*=zelená; +a*= červená). Hodnota b* popisuje barvy od modré po žlutou (-b*=modrá; +b*=žlutá). Tabulka 10 znázorňuje výsledky z měření barvy.

Tabulka 10: Výsledky instrumentálního měření barvy.

Vzorek	L*		a*		b*	
	Ø	SD	Ø	SD	Ø	SD
CC	92,27	0,35	-0,60	0,05	14,39	0,19
KC 0,5 %	92,63	0,22	-0,61	0,05	13,94	0,11
KC 0,75 %	92,67	0,05	-0,45	0,05	13,73	0,22
KC 1%	92,24	0,27	-0,53	0,04	13,90	0,29
IC 0,5 %	90,49	1,35	-0,52	0,04	15,16	0,30
IC 0,75 %	91,80	0,08	-0,47	0,03	14,06	0,13
IC 1%	91,71	0,05	-0,35	0,01	13,88	0,09
F 0,5 %	91,96	0,05	-0,35	0,04	14,21	0,03
F 0,75 %	91,70	0,04	-0,21	0,01	14,06	0,03
F 1%	91,25	0,04	-0,15	0,02	14,00	0,02
AS 0,5 %	92,17	0,04	-0,63	0,03	14,82	0,06
AS 0,75 %	92,27	0,03	-0,59	0,01	14,45	0,04
AS 1%	91,97	0,01	-0,63	0,00	14,79	0,10

Hodnota L* byla u všech vzorků velmi podobná. Rozpětí této hodnoty bylo od 90,49 do 92,67. Nejvyšší hodnota L* byla u vzorku s κ-karagenanem o koncentraci 0,75 % (w/w). Nejnižší hodnota (nejméně jasná barva) byla u vzorku s přídavkem ι-karagenanu o koncentraci 0,50 % (w/w), tento vzorek byl také při senzorické analýze nejhůře hodnocen na vzhled a barvu. Hodnota b* měla pouze kladné hodnoty, takže lze konstatovat, že výrobky měly nažloutlou barvu. Nejméně žlutého pigmentu bylo zaznamenáno u vzorku s κ-karagenanem, tyto vzorky měli i nejvyšší jasnost. Hodnoty a* byly u všech vzorků v záporných číslech, takže všechny zkoumané vzorky měly jemně zelený odstín. V porovnání s kontrolním vzorkem můžeme říct, že hydrokoloidy mají vliv na výslednou barvu produktu a ovlivňují většinu zkoumaných parametrů.

Pro spotřebitele je barva velmi důležitým parametrem při hodnocení jednotlivých výrobků. Pokud je barva významně odlišná, než jak je spotřebitel zvyklý, může to negativně ovlivnit jeho vnímání produktu, a to i přesto, že by byl výrobek jinak senzoricky přijatelný (Fox a kol., 2004).

6.6 Vyhodnocení senzorické analýzy

Senzorická analýza byla provedena v senzorické laboratoři, která je vybavena speciálními kójemi se světlem, které je co nejvíce podobné dennímu rozptýlenému světlu, splňuje požadavky normy ISO 8589 (AnonymQ, 2008). Modelové vzorky byly hodnoceny celkem

dvanácti respondenty (4 muži a 8 žen ve věku 24-52 let), kteří byli proškoleni podle normy ISO 8586 (AnonymP, 2015) a výsledky z tohoto hodnocení jsou zobrazeny v tabulce 11.

Tabulka 11: Vyhodnocení senzorické analýzy.

Vzorek	Vzhled a barva	Konzistence	Tuhost	Roztíratelnost	Chuť a vůně	Pachutě
CC	1	2	6	5	6	3
KC 0,5%	1	3	4	3	4	2
KC 0,75%	1	4	3	3	3	1
KC 1%	1	6	2	2	4	2
IC 0,5%	6	6	6	6	6	2
IC 0,75%	6	7	6	6	6	2
IC 1%	1	4	5	4	5	4
F 0,5%	1	3	4	4	3	1
F 0,75%	1	4	3	3	4	2
F 1%	1	4	3	3	2	1
AS 0,5%	1	3	4	5	4	2
AS 0,75%	1	3	4	4	4	2
AS 1%	1	3	4	4	4	3

Každý respondent v náhodném pořadí obdržel jednotlivé vzorky označeny čtyřmístným kódem na bílých tácech, u kterých zhodnotil vzhled a barvu, konzistenci, tuhost, roztíratelnost, chuť a vůni a přítomnost pachutí. Mezi jednotlivými vzorky měli hodnotitelé možnost neutralizace chuti pomocí vody a krekrů. Hodnocení respondenti zapisovali do formulářů a stupnice pro hodnocení u jednotlivých parametrů byla následující:

- Vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně a roztíratelnost

  → 7bodová stupnice, kde 1 = vynikající, 4 = dobrá, 7 = nepřijatelná

- Tvrdost

  → 7bodová stupnice, kde 1 = měkká, 4 = střední, 7 = velmi tvrdá

- Chuť

  → 7bodová stupnice, kde 1 = zanedbatelná, 4 = střední, 7 = výrazná

Vzhled a barva byly u většiny vzorků hodnoceny nejlepší známkou, tedy známkou 1. Pouze vzorky s přídavkem ι-karagenanu v koncentraci 0,50 % a 0,75 % (w/w) byly hodnoceny na opačné škále stupnice, tedy známkou 6. Rozdíl vzhledu a barvy u vzorku IK 0,50 % w/w (hodnocení 6) a IK 1,00 % w/w (hodnocení 1) lze vidět na obrázku 30.

Obrázek 30: Porovnání vzhledu a barvy u vzorků IK 0,50 % (w/w) (vlevo) a IK 1,00 % (w/w) (vpravo).

Dále byla hodnocena konzistence, která byla nejlepší u kontrolního vzorku bez hydrokoloidu. Ze vzorků s přídavkem hydrokoloidu byla konzistence nejlepší u všech koncentrací alginátu sodného a poté i u koncentrace 0,50 % (w/w) hydrokoloidů furcellaranu a κ-karagenanu. Naopak nejhorší konzistence byla u výrobku IK 0,75 % (w/w).

Tuhost a roztíratelnost měly podobné hodnocení. Pokud byl hodnocený vzorek tuhý, zároveň měl stejně nebo hůře hodnocenou roztíratelnost. Tyto dva parametry byly nejlépe hodnoceny u vzorku KC 1,00 % (w/w).

Pachutě se nejméně vyskytovaly u vzorků KC 0,75 % (w/w), F 0,50 % (w/w) a F 1,00 % (w/w). Vzorky s použitím furcellaranu pak měly i nejlepší hodnocení celkové chuti a vůně.

Celkově byl po senzorické stránce nejlépe hodnoceny modelové vzorky s přídavkem furcellaranu, následovaly vzorky s přídavkem κ-karagenanu, alginátu sodného a kontrolní vzorek. Naopak nejhůře hodnocený byl vzorek s přídavkem ι-karagenanu o koncentracích 0,50 % (w/w) a 0,75 % (w/w). Z těchto výsledků je možné konstatovat, že je furcellaran velmi vhodný pro použití při výrobě krémových sýrů.

V senzorickém hodnocení byla průměrně chuť hodnocena na škále od 1 do 7 známkou 4, přičemž hodnocení 1 bylo pro výrobky s nejlepší chutí. Lze tedy říct, že hodnoty pH mohly mít vliv na konečné hodnocení chuti výrobku.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv hydrokoloidů na viskoelastické vlastnosti roztíratelných tvarohových sýrů. V teoretické části byla popsána základní charakteristika krémových roztíratelných sýrů, technologický postup při jejich výrobě a faktory, které mohou mít vliv na jejich kvalitu.

V praktické části bylo popsána metodika výroby a analýza modelových vzorků RTS. Byly použity čtyři hydrokoloidy, a to konkrétně κ-karagenan, ι-karagenan, furcellaran a alginát sodný v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % w/w. Cílem bylo vyrobit modelové vzorky s obsahem sušiny 30 % (w/w), čehož podle výsledků stanovení sušiny bylo dosaženo. Výsledné pH, které bylo stanoveno 7. den po výrobě se pohybovalo v rozmezí 4,06-4,29. Toto rozmezí je pro RTS akceptovatelné, ale v porovnání s literaturou je to o něco nižší hodnota, než je u krémových sýrů běžná. Při základní chemické analýze, do které je zahrnuta i analýza aktivity vody bylo zjištěno, že použité hydrokoloidy nemají na tento parametr vliv. Výsledky aktivity vody 7. den od výroby byly u všech modelových vzorků velmi podobné.

Při texturní profilové analýze bylo zjištěno, že největší vliv na texturu má hydrokoloid κ-karagenan. Modelový vzorek s tímto hydrokoloidem v koncentraci 1,00 % (w/w) měl nejvyšší efekt na tuhost výrobku. Naopak vzorek s alginátem sodným měl tuhost ze všech analyzovaných vzorků nejmenší.

Z výsledků dynamické oscilační reometrie vyplývá, že κ-karagenan má nejvyšší vliv na reologické vlastnosti výrobků. Naopak alginát sodný neměl v porovnání s ostatními hydrokoloidy vliv na reologické vlastnosti. Furcellaran měl stejně jako u textury srovnatelné výsledky s κ-karagenanem.

Obecně lze tedy říct, že využití hydrokoloidů v technologii výroby krémových sýrů má vliv na viskoelastické vlastnosti výrobků. Z použitých hydrokoloidů v této diplomové práci si nejvíce byly svými vlastnostmi podobné furcellaran a κ-karagenan. Vzorky s furcellaranem měly nejlepší hodnocení při senzorické analýze. Největší vliv na viskoelastické vlastnosti měl však κ-karagenan. Dále lze také říct, že záleží na koncentraci jednotlivých hydrokoloidů a není pravidlem, že čím vyšší koncentrace, tím větší vliv má hydrokoloid na konečné vlastnosti krémových sýrů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ADAM, Ana C., Marta RUBIO-TEXEIRA a Julio POLAINA. Lactose: The Milk Sugar from a Biotechnological Perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2005, 44(7-8), 553-557 [cit. 2023-03-15]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408690490931411

AKBARI, Ali et al., 2022. Antiviral Polymers: A Review. *Polymers* [online]. 14 (9)(1634), 24 [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: doi:2073-4360/14/9/1634

ANONYM(A), 2023. Kasein. *Bezpečnost potravin* [online]. [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: https://bezpecnostpotravin.cz/termin/kasein/

ANONYM(B), Historie sýru Philadelphia, *Philadelphia*. [online]. [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: https://www.philly.cz/philadelphia/historie-syru-philadelphia/

ANONYM(C), 2015. Datum minimální trvanlivosti a datum použitelnosti. *Státní zemědělská a potravinářská inspekce* [online]. [cit. 2023-03-18]. Dostupné z: https://www.szpi.gov.cz/clanek/datum-minimalni-trvanlivosti-a-datum-pouzitelnosti.aspx

ANONYM(D), 2016. International dairy federation, Escherichia coli as indicator in cheese processing. *International Dairy Federation* [online]. [cit. 2023-03-18]. Dostupné z: https://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/2016/12/Escherichia-coli-as-indicators-in-cheese-processing.pdf

ANONYM(E), VYHLÁŠKA č. 397/2016 Sb. *O požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje*. Dostupné z: https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/Koubova%201/PPPPP.%C5%BDLUT%C3%81.pdf

ANONYM(F), ČSN EN ISO 5534. *Sýry a tavené sýry – Stanovení obsahu celkové sušiny (Referenční metoda).* Český normalizační institut. Praha, 2005

ANONYM(G), Tvaroh jemný, *Choceňská mlékárna* [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://www.chocenskamlekarna.cz/produkty/jemny-tvaroh/

ANONYM(H), Crème fraîche, *Bohemilk* [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://nasemleko.cz/produkt/creme-fraiche/

ANONYM(CH), Termomix TM6, Vorwerk [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://www.vorwerk.cz/thermomix

ANONYM(I), HI99161 Portable Food and Dairy pH Meter, *Hanna Instruments*. [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://m.hannamalaysia.com/index.php?ws=showproducts&products_id=1668993

ANONYM(J), AquaLab 4TE, *Direct Industry*. [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://www.directindustry.com/prod/meter-group/product-64142-421439.html

ANONYM(K), Thermo ScientificTM HAAKETM TheoStressTM 1 Rheometr, *Rheology Solutions* [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://www.rheologysolutions.com/portfolio/thermo-scientific-haake-rheostress-1/

ANONYM(L), Texturometr TA-XTplus, *CPHI* [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://www.cphi-online.com/ta-xt-plus-texture-analyser-prod1238336.html

ANONYM(M), Hettich® EBA 21 centrifuge, *MERCK* [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://www.sigmaaldrich.com/CZ/en/product/sigma/z601128

ANONYM(N), UltraScan PRO, *HunterLab* [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://www.hunterlab.com/en/products/benchtop-spectrophotometers/ultra-scan-vis/

ANONYM(O), Barevný prostor LAB, *Kopina* [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://kopina.cz/terminologie/36958/lab/

ANONYM(P), ČSN EN ISO 8586 (560037) *Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti vybraných posuzovatelů a odborných senzorických posuzovatelů.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.

ANONYM(Q), ČSN ISO 8589 (560036), *Senzorická analýza – Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008.

BABIČKA, Luboš. *Přídatné látky v potravinách: publikace České technologické platformy pro potraviny*. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2012. ISBN 978-80-905096-3-4

BRANEN, Larry et al., 2005. *Food additives*. 2. New York: Marcel Dekker. ISBN 0-203-90400-1.

CAROCHO, Márcio, Patricia MORALES a Isabel C.F.R. FERREIRA. Natural food additives: Quo vadis?. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2015, 45(2), 284-295 [cit. 2023-03-18]. ISSN 09242244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2015.06.007

COUTOULY, Aliénor, Alain RIAUBLANC, Monique AXELOS a Isabelle GAUCHER. Effect of heat treatment, final pH of acidification, and homogenization pressure on the texture properties of cream cheese. *Dairy Science & Technology* [online]. 2014, 94(2), 125-144 [cit. 2023-03-25]. ISSN 1958-5586. Dostupné z: doi:10.1007/s13594-013-0148-z

CUPÁKOVÁ, Šárka, Renáta KARPÍŠKOVÁ a Lenka NECIDOVÁ. *Mikrobiologie potravin - praktická cvičení II.: metody stanovení mikroorganismů v potravinách*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2010. ISBN 978-80-7305-126-6

ČERNÍKOVÁ, Michaela, František BUŇKA, Vladimír PAVLÍNEK, Pavel BŘEZINA, Jan HRABĚ a Pavel VALÁŠEK. Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese. *Food Hydrocolloids* [online]. 2008, 22(6), 1054-1061 [cit. 2023-02-25]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2007.05.020

ERNI, Philipp, Peter FISCHER a Erich WINDHAB, 2003. Rheology of surfactant assemblies at the air/liquid and liquid/liquid interface. *3rd International Symposium on Food Rheology and Structure* [online]. 411-415 [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/242536959_Rheology_of_surfactant_assemblies_at_the_airliquid_and_liquidliquid_interface

FARKYE, Nana Y. Cheese technology. *International Journal of Dairy Technology* [online]. 2004, 57(2-3), 91-98 [cit. 2023-02-19]. ISSN 1364-727X. Dostupné z: doi:10.1111/j.1471-0307.2004.00146.x

FERNANDES, Rhea, ed., 2008. *Microbiology Handbook: Dairy Products*. 3. Cambridge: RSC Publishing. ISBN 978-1-905224-62-3.

FONTANA, Anthony J., 2000. Understanding the importance of water activity in food. *Cereal Foods World* [online]. 4, 7-10 [cit. 2023-04-08]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/286871018_Understanding_the_importance_of_water_activity_in_food

FOX, Patrick F, 2004. *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. 3. Amsterdam: Elsevier. ISBN 0-1226-3653-8

GULZAR, Nabila et al., 2015. Nutritional and Functional Properties of Fruited Cream Cheese Spread as Influenced by Hydrocolloids. *Journal of Food and Nutrition Research* [online]. 3(3), 191-195 [cit. 2023-04-09]. Dostupné z: http://pubs.sciepub.com/jfnr/3/3/10/

HALDER, Kumaresh, Jatindra K. SAHU, Satya N. NAIK a Anil KUMAR. Production of cream with size differentiated milk fat globules—modified centrifugal separation approach. *Journal of Food Processing and Preservation* [online]. 2022, 46(12) [cit. 2023-03-15]. ISSN 0145-8892. Dostupné z: doi:10.1111/jfpp.17275

HECK, Jeroen M. L., Anke SCHENNINK, Hein J.F. VAN VALENBERG, Henk BOVENHUIS, Marleen H.P.W. VISKER, Johan A.M. VAN ARENDONK a Antonius C.M. VAN HOOIJDONK. Effects of milk protein variants on the protein composition of bovine milk. *Journal of Dairy Science* [online]. 2009, 92(3), 1192-1202 [cit. 2023-03-11]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2008-1208

HOLUBOVÁ, Renata. *Základy reologie a reometrie kapalin*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2014. ISBN 978-80-244-4178-8

HUI, Yiu H., ed. *Handbook of Food Products Manufacturing* [online]. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2007 [cit. 2023-03-12]. ISBN 9780470113554. Dostupné z: doi:10.1002/0470113553

HUTKINS, Robert W., ed. *Microbiology and Technology of Fermented Foods* [online]. Ames, Iowa, USA: Blackwell Publishing, 2006 [cit. 2023-03-17]. ISBN 9780470277515. Dostupné z: doi:10.1002/9780470277515

JANŠTOVÁ, Bohumíra et al., 2012. *Technologie mléka a mléčných výrobků*. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-635-3.

JENSEN, Robert G., Ann M. FERRIS a Carol J. LAMMI-KEEFE. The Composition of Milk Fat. *Journal of Dairy Science* [online]. 1991, 74(9), 3228-3243 [cit. 2023-03-12]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78509-3

JENSEN, Robert G. The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science* [online]. 2002, 85(2), 295-350 [cit. 2023-04-25]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74079-4

KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-051-4

KALHOTKA, Libor a Marta TESAŘOVÁ. *Potravinářská mikrobiologie pro Zahradnickou fakultu*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-015-7

KAILASAPATHY, Kasipathy. Chemical Composition, Physical, and Functional Properties of Milk and Milk Ingredients. In: CHANDAN, Ramesh C., Arun KILARA a Nagendra P. SHAH, ed. *Dairy Processing and Quality Assurance* [online]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2015, 2015-10-30, s. 77-105 [cit. 2023-03-11]. ISBN 9781118810279. Dostupné z: doi:10.1002/9781118810279.ch04

KOPÁČEK, Jiří. *Mléko a mléčné výrobky: jak poznáme kvalitu?*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 2014. ISBN 978-80-87719-18-3

KRATOCHVÍLOVÁ, Alena, Richardos Nikolaos SALEK, Martin VAŠINA, Eva LORENCOVÁ, Vendula KŮROVÁ, Zuzana LAZÁRKOVÁ, Jolana DOSTÁLOVÁ a Jana ŠENKÝŘOVÁ. The Impact of Different Hydrocolloids on the Viscoelastic Properties and Microstructure of Processed Cheese Manufactured without Emulsifying Salts in Relation to Storage Time. *Foods* [online]. 2022, 11(22) [cit. 2023-04-26]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods11223605

KŮROVÁ, Vendula, Richardos Nikolaos SALEK, Michaela ČERNÍKOVÁ, Eva LORENCOVÁ, Ludmila ZALEŠÁKOVÁ a František BUŇKA. Furcellaran as a substitute for emulsifying salts in processed cheese spread and the resultant storage changes. *International Journal of Dairy Technology* [online]. 2022, 75(3), 679-689 [cit. 2023-04-10]. ISSN 1364-727X. Dostupné z: doi:10.1111/1471-0307.12871

MACKŮ, Ivana, František BUŇKA, Barbora VOLDÁNOVÁ a Vladimír PAVLÍNEK. Effect of addition of selected solid cosolutes on viscoelastic properties of model processed cheese containing pectin. *Food Hydrocolloids* [online]. 2009, 23(8), 2078-2084 [cit. 2023-04-20]. ISSN 0268005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2009.03.020

MAMPHO, Charity, Sadanand FOSSO-KANKEU a James, 2016. Synthesis and Characterization of Superabsorbent Hydrogels Based on Natural Polymers: Kappa Carrageenan. *International Conference on Advances in Science, Engineering, Technology and Natural Resources* [online]. [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/311517148_Synthesis_and_Characterization_of_Superabsorbent_Hydrogels_Based_on_Natural_Polymers_Kappa_Carrageenan

MARANGONI JÚNIOR, Luís, Roniérik Pioli VIEIRA, Ewelina JAMRÓZ a Carlos Alberto Rodrigues ANJOS. Furcellaran: An innovative biopolymer in the production of films and coatings. *Carbohydrate Polymers* [online]. 2021, 252 [cit. 2023-02-24]. ISSN 01448617. Dostupné z: doi:10.1016/j.carbpol.2020.117221

MARCHESSEAU, Sylvie, Emmanuelle GASTALDI, Alain LAGAUDE a Jean Louis CUQ. Influence of pH on Protein Interactions and Microstructure of Process Cheese. *Journal of Dairy Science* [online]. 1997, 80(8), 1483-1489 [cit. 2023-04-26]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76076-4

MARX, Jeffrey A. "The Days Had Come of Curds and Cream". *Food, Culture & Society* [online]. 2015, 15(2), 177-195 [cit. 2023-03-12]. ISSN 1552-8014. Dostupné z: doi:10.2752/175174412X13233545145426

MØLLER, Sandie M., Tina B. HANSEN, Ulf ANDERSEN, Søren K. LILLEVANG, Anitha RASMUSSEN a Hanne C. BERTRAM. Water Properties in Cream Cheeses with Variations in pH, Fat, and Salt Content and Correlation to Microbial Survival. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2012, 60(7), 1635-1644 [cit. 2023-04-18]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf204371v

MÍŠKOVÁ, Zuzana, Richardos Nikolaos SALEK, Barbora KŘENKOVÁ, Vendula KŮROVÁ, Irena NĚMEČKOVÁ, Vendula PACHLOVÁ a František BUŇKA. The effect of κ- and ι-carrageenan concentrations on the viscoelastic and sensory properties of cream desserts during storage. *LWT* [online]. 2021, 145 [cit. 2023-04-10]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2021.111539

NAGYOVÁ, Gariela et al., 2014. Srovnání účinnosti vybraných hydrokoloidů na zvyšování pevnosti tavených sýrů. *Mlékařské listy* [online]. (147), 27-31 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2014/147_xxvii-xxxi.pdf

NAVRÁTILOVÁ, Pavlína et al., 2012. *Hygiena a produkce mléka*. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-625-4.

NICKERSON, Michael T., Allan T. PAULSON a Ross F. HALLETT. Dilute solution properties of κ-carrageenan polysaccharides: effect of potassium and calcium ions on chain conformation. *Carbohydrate Polymers* [online]. 2004, 58(1), 25-33 [cit. 2023-04-21]. ISSN 01448617. Dostupné z: doi:10.1016/j.carbpol.2004.06.017

OBERMAIER, Oldřich, Vladimír ČEJNA a Jiří KOPÁČEK. *Sýry a tvarohy*. 2. přepracované vydání. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú., [2016]. Jak poznáme kvalitu?. ISBN 978-80-87719-43-5

PAPADEMAS, Photis a Thomas BINTSIS, ed. *Global Cheesemaking Technology* [online]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2017 [cit. 2023-02-20]. ISBN 9781119046165. Dostupné z: doi:10.1002/9781119046165

PERVEEN, Kahkashan. Effect of temperature on shelf life, chemical and microbial properties of cream cheese. *AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY* [online]. 2011, 10(74) [cit. 2023-04-27]. ISSN 16845315. Dostupné z: doi:10.5897/AJB11.1695

PETTERSEN, Marit K., Thomas EIE a Astrid NILSSON. Oxidative stability of cream cheese stored in thermoformed trays as affected by packaging material, drawing depth and light. *International Dairy Journal* [online]. 2005, 15(4), 355-362 [cit. 2023-03-17]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/j.idairyj.2004.08.006

PHADUNGATH, Chanokphat, 2005. Cream cheese products: A review. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* [online]. 27(1), 191-199 [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: https://www.thaiscience.info/Journals/Article/SONG/10462522.pdf

PHILLIPS, Glyn a Peter WILLIAMS, 2009. *Handbook of Hydrocolloids*. 2. Cambridge: Woodhead publishing limited. ISBN 978-184569-587-3.

PLUTA-KUBICA, Agnieszka, Michaela ČERNÍKOVÁ, Georgia DIMITRELI, Jana NEBESÁŘOVÁ, Stylianos EXARHOPOULOS, Apostolos S. THOMAREIS, Richardos N. SALEK a František BUŇKA. Influence of the melt holding time on fat droplet size and the viscoelastic properties of model spreadable processed cheeses with different compositions. *International Dairy Journal* [online]. 2021, 113 [cit. 2023-04-08]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/j.idairyj.2020.104880

RAHEEM, Dele, Conrado CARRASCOSA, Fernando RAMOS, Ariana SARAIVA a António RAPOSO. Texture-Modified Food for Dysphagic Patients: A Comprehensive Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2021, 18(10) [cit. 2023-04-25]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph18105125

RAUS AHMAD, Raha, Wan Mohd Fazli WAN NAWAWI a Ricca Rahman NASARUDDIN. Alginate and alginate composites for biomedical applications. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences* [online]. 2021, 16(3), 280-306 [cit. 2023-03-10]. ISSN 18180876. Dostupné z: doi:10.1016/j.ajps.2020.10.001

RUBÁŠOVÁ, Petra. *Domácí sýry*. 2. rozšířené vydání. Brno: CPress, 2018. ISBN 978-80-264-2002-6

SEETARAMAIAH, Kota et al., 2011. Preservatives in Food Products. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives* [online]. 2(2), 583-599 [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Anton-Smith-Arul-Gnana-Dhas/publication/272495111_Preservatives_in_Food_Products_-_Review/links/55a7584d08ae51639c577567/Preservatives-in-Food-Products-Review.pdf

SCHULZ-COLLINS, Daniela a Bernhard SENGE. Acid- and acid/rennet-curd cheeses part A: Quark, cream cheese and related varieties. In: *Major Cheese Groups* [online]. Elsevier, 2004, 2004, s. 301-328 [cit. 2023-04-01]. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. ISBN 9780122636530. Dostupné z: doi:10.1016/S1874-558X(04)80049-6

SLATTERY, Lydia, John O'CALLAGHAN, Gerald F. FITZGERALD, Tom BERESFORD a Paul R. ROSS. Invited review: Lactobacillus helveticus—A thermophilic dairy starter related to gut bacteria. *Journal of Dairy Science* [online]. 2010, 93(10), 4435-4454 [cit. 2023-03-17]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2010-3327

SOŁOWIEJ, Bartosz G., Maciej NASTAJ, Jagoda O. SZAFRAŃSKA, Siemowit MUSZYŃSKI, Waldemar GUSTAW, Marta TOMCZYŃSKA-MLEKO a Stanisław MLEKO. Effect of emulsifying salts replacement with polymerised whey protein isolate on textural, rheological and melting properties of acid casein model processed cheeses. *International Dairy Journal* [online]. 2020, 105 [cit. 2023-03-31]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/j.idairyj.2020.104694

ŠUSTOVÁ, Květoslava. *Mlékárenské technologie: (návody do cvičení)*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-248-9

ŠNIRC, Július, Jozef GOLIAN, Karol HERIAN, František BUŇKA, Leona BUŇKOVÁ a Margita ČANIGOVÁ. *Mlieko a mliečne výrobky*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2015. ISBN 978-80-552-1311-8

TAMIME, Adnan Y., ed. *Processed Cheese and Analogues* [online]. Wiley, 2011 [cit. 2023-03-22]. ISBN 9781405186421. Dostupné z: doi:10.1002/9781444341850

THAKUR, Sourbh, Bhawna SHARMA, Ankit VERMA, Jyoti CHAUDHARY, Sigitas TAMULEVICIUS a Vijay Kumar THAKUR. Recent progress in sodium alginate based sustainable hydrogels for environmental applications. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2018, 198, 143-159 [cit. 2023-04-10]. ISSN 09596526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2018.06.259

THOMAREIS, Apostolos S. a Georgia DIMITRELI. Techniques used for processed cheese characterization. In: *Processed Cheese Science and Technology* [online]. Elsevier, 2022, 2022, s. 295-349 [cit. 2023-03-31]. ISBN 9780128214459. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-821445-9.00007-8

TUVIKENE, Rando, Kalle TRUUS, Marju ROBAL, et al. The extraction, structure, and gelling properties of hybrid galactan from the red alga Furcellaria lumbricalis (Baltic Sea, Estonia). *Journal of Applied Phycology* [online]. 2010, 22(1), 51-63 [cit. 2023-02-24]. ISSN 0921-8971. Dostupné z: doi:10.1007/s10811-009-9425-x

VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-15-2

VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-16-9

WALSTRA, Pieter, Jan T. M. WOUTERS a Tom J. GEURTS, 2005. *Dairy Science and Technology*. 2. New York: CRC Press. ISBN 9780824727635.

WATTS, Simran, 2016. A mini review on technique of milk pasteurization. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* [online]. 5(5), 99-101 [cit. 2023-04-28]. Dostupné z: https://www.phytojournal.com/archives/2016/vol5issue5/PartB/5-4-36-907.pdf

WEISEROVÁ, Eva, Lucie DOUDOVÁ, Lucie GALIOVÁ, Libor ŽÁK, Jaroslav MICHÁLEK, Rahula JANIŠ a František BUŇKA. The effect of combinations of sodium phosphates in binary mixtures on selected texture parameters of processed cheese spreads. *International Dairy Journal* [online]. 2011, 21(12), 979-986 [cit. 2023-04-18]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/j.idairyj.2011.06.006

WOLFSCHOON POMBO, Alan F. Cream cheese: Historical, manufacturing, and physico-chemical aspects. *International Dairy Journal* [online]. 2021, 117 [cit. 2023-02-10]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/j.idairyj.2020.104948

WÜSTENBERG, Tanja, 2015. General Overview of Food Hydrocolloids. *Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food Industry: Fundamentals and Applications* [online]. 1(1), 68 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: https://medien.ubitweb.de/pdfzentrale/978/352/733/Leseprobe_l_9783527337583.pdf

ZHANG, Yumeng, Bo SONG, Xiaodan WANG, et al. Rheological properties and microstructure of rennet-induced casein micelle/κ-carrageenan composite gels. *LWT* [online]. 2023, 178 [cit. 2023-02-25]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2023.114562

ZHENG, Yuanrong, Zhenmin LIU a Beihong MO. Texture Profile Analysis of Sliced Cheese in relation to Chemical Composition and Storage Temperature. *Journal of Chemistry* [online]. 2016, 2016, 1-10 [cit. 2023-03-31]. ISSN 2090-9063. Dostupné z: doi:10.1155/2016/8690380

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CC kontrolní vzorek

KC κ-karagenan

IC ι-karagenan

F Furcellaran

AS Alginát sodný

a_w aktivita vody

RTS roztíratelné tvarohové sýry

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Chemická struktura κ-karagenanu (Zdroj: Mampho a kol., 2016).....21

Obrázek 2: Chemická struktura ι-karagenanu (Zdroj: Akbari a kol., 2022).....21

Obrázek 3: Chemická struktura Furcellaranu (Zdroj: Marangoni Jr. a kol., 2021). 22

Obrázek 4: Chemická struktura alginátu (Zdroj: Raus a kol., 2020).....23

Obrázek 5: Choceňský tvaroh (Zdroj: AnonymG, 2023). 34

Obrázek 6: Crème fraîche (Zdroj: AnonymH, 2023). 35

Obrázek 7: Termomix TM6 (Zdroj: AnonymCh, 2023).....36

Obrázek 8: pH metr (Zdroj: AnonymI, 2023).....38

Obrázek 9: Přístroj na měření aktivity vody (Zdroj: AnonymJ, 2023).....39

Obrázek 10: Reometr Thermo ScientificTM HAAKETM TheoStressTM 1 Rheometr (Zdroj: AnonymK, 2023). 40

Obrázek 11: Texturometr TA-XTplus (Zdroj: AnonymL, 2023). 41

Obrázek 12: Výsledek měření texturní profilové analýzy (Zdroj: Raheem a kol., 2021). ..43

Obrázek 13: Odstředivka Centrifuga EBA 21 Hettich (Zdroj: AnonymM, 2023). 44

Obrázek 14: Spektrofotometr UltraScan PRO, HunterLab (Zdroj: AnonymN, 2023).....45

Obrázek 15: Barevný prostor CIE LAB (Zdroj: AnonymO, 2023).....45

Obrázek 16: Závislost komplexní viskozity ($Pa \cdot s^{-1}$) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem furcellaran v koncentracích 0,5 %, 0,75 % a 1 % (w/w).....49

Obrázek 17: Závislost komplexní viskozity ($Pa \cdot s^{-1}$) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem alginátu sodného v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).....49

Obrázek 18: Závislost komplexní viskozity ($Pa \cdot s^{-1}$) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem κ-karagenanu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w). 50

Obrázek 19: Závislost komplexní viskozity ($Pa \cdot s^{-1}$) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem ι-karagenan v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w). 50

Obrázek 20: Závislost elastického modulu pružnosti (G‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem furcellaranu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).....51

Obrázek 21: Závislost elastického modulu pružnosti (G‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem alginátu sodného v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).....52

Obrázek 22: Závislost elastického modulu pružnosti (G‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem κ-karagenanu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).....52

Obrázek 23: Závislost elastického modulu pružnosti (G‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem ι-karagenanu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w).....53

Obrázek 24: Závislost ztrátového modulu pružnosti (G‘‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem furcellaranu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w). 54

Obrázek 25: Závislost ztrátového modulu pružnosti (G‘‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem alginátu sodného v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w). 54

Obrázek 26: Závislost ztrátového modulu pružnosti (G‘‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem κ-karagenanu v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w). 55

Obrázek 27: Závislost ztrátového modulu pružnosti (G‘‘) na frekvenci v rozsahu 0,1-10,00 Hz pro krémové sýry s přídavkem ι-karagenan v koncentracích 0,50 %, 0,75 % a 1,00 % (w/w). 55

Obrázek 28: Výsledky měření tvrdosti modelových vzorků. 58

Obrázek 29: Výsledky měření roztíratelnosti modelových vzorků. 58

Obrázek 30: Porovnání vzhledu a barvy u vzorků IK 0,50 % (w/w) (vlevo) a IK 1,00 % (w/w) (vpravo). 63

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Koncentrace složek v mléce vybraných druhů savců (Zdroj: Šnirc a kol., 2015). 14

Tabulka 2: Složení a hmotnostní procentuální zastoupení frakcí mléčného tuku (Zdroj: Jensen, 2002). 15

Tabulka 3: Vlastnosti vybraných hydrokoloidů (Zdroj: Babička, 2012). 20

Tabulka 4: Surovinová skladba modelových vzorků [%] (w/w). 35

Tabulka 5: Naměřené hodnoty pH vzorků. 46

Tabulka 6: Výsledky stanovení aktivity vody. 47

Tabulka 7: Hodnoty komplexního modulu pružnosti (G*) a tangens úhlu fázového posunu (tan δ) při frekvenci 1,0 Hz. 57

Tabulka 8: Výsledky jednotlivých parametrů při měření textury. 59

Tabulka 9: Výsledky stanovení stability. 60

Tabulka 10: Výsledky instrumentálního měření barvy. 61

Tabulka 11: Vyhodnocení senzorické analýzy. 62