

Vliv různých hydrokoloidů na viskoelastické vlastnosti mléčných dezertů

Bc. Tereza Machů

Diplomová práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza Machů**
Osobní číslo: **T19862**
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Vliv různých hydrokoloidů na viskoelastické vlastnosti mléčných dezertů**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Základní charakteristika mléčných dezertů.
2. Použité suroviny při výrobě mléčných dezertů.
3. Faktory působící na kvalitu mléčných dezertů

II. Praktická část

1. Vyrobté modelové vzorky mléčných dezertů.
2. Provedte vybrané analýzy.
3. Vyhodnotte získané výsledky a zformulujte závěry.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Arancibia, C., Castro, C., Jublot, L., Costell, E., Bayarri, S. (2015). Colour, rheology, flavour release and sensory perception of dairy desserts. Influence of thickener and fat content. *LWT – Food Science And Technology*, 62(1), 408-416
- [2] Arltoft, D., Madsen, F., Ipsen, R. (2008). Relating the microstructure of pectin and carrageenan in dairy desserts to rheological and sensory characteristics. *Food Hydrocolloids*, 22(4), 660-673
- [3] Saunders, A. B. (2016). Dairy Desserts. In Reference Module in Food Science. Elsevier
- [4] Lethuaut, L., Brossard, C., Rousseau, F., Bousseau, B., Genot, C. (2003). Sweetness textendashtexture interactions in model dairy desserts: effect of sucrose concentration and the carrageenan type. *International Dairy Journal*, 13(8), 631-641

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

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Vě Zlíně dne 8. února 2021

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: Bc. Tereza Machů

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce byla zaměřena na výrobu mléčných dezertů s přídavkem vybraných hydrokoloidů, kterými byly kappa-karagenan, furcellaran a alginát sodný v koncentracích 0,5-2,0 % (w/w). Modelové vzorky byly vyrobeny ze směsi plnotučného mléka, nositelů škrobu, sacharózy a stabilizační směsi. U vyrobených vzorků mléčných dezertů byla provedena chemická analýza (stanovení pH, obsah sušiny), test stability, reologická analýza, stanovení aktivity vody a bobtnavosti.

Na základě získaných výsledků bylo zjištěno, jak přídavek daného hydrokoloidu a v jakém množství ovlivňuje viskoelastické vlastnosti mléčných dezertů. Bylo zjištěno že přídavek hydrokoloidu nemá zásadní vliv na pH, obsah sušiny a aktivitu vody. Avšak se zvyšující se koncentrací hydrokoloidu rostla i stabilita jednotlivých vzorků. Reologickou analýzou bylo prokázáno že u vzorků převažoval elastický modul pružnosti nad ztrátovým modulem pružnosti ($G' > G''$), což vypovídá o elastickém chování. Obecně platí, že s rostoucí koncentrací daného hydrokoloidu hodnota komplexního modulu rostla a hodnota tangens úhlu fázového posunu klesala. Největší pevnosti dosahovaly vzorky za použití kappa-karagenanu, poté vzorky s použitím furcellaranu a nejméně pevné byly vzorky s použitím alginátu sodného.

Klíčová slova: mléčné dezerty; hydrokoloidy; nositele škrobu; reologie; kvalita

ABSTRACT

This diploma thesis was focused on the production of dairy desserts with the addition of hydrocolloids, which were kappa-carrageenan, furcellaran and sodium alginate in concentrations of 0.5-2.0 % (w / w). Model samples were made from a mixture of whole milk, starch carriers, sucrose and a stabilizing mixture. On the produced samples of dairy desserts was performed a basic chemical analysis (determination of pH, dry matter content), test of stability, rheological analysis, determination of water activity and swelling power.

Based on the obtained results, it was found out how the addition of a given hydrocolloid and in what amount affects the viscoelastic properties of dairy desserts. It was found that the addition of hydrocolloid has no significant effect on pH, dry matter content and water activity. However, with increasing concentration of hydrocolloid, the stability of individual samples also increased. Rheological analysis showed that the elastic modulus of elasticity prevailed over the loss modulus of elasticity ($G' > G''$) in the samples, which indicates the elastic behavior. In general, with increasing concentration of a given hydrocolloid, the value of the complex modulus increased and the value of the phase shift angle tangent decreased. Samples using kappa-carrageenan had the highest strength, followed by samples using furcellaran, and samples using sodium alginate were the least strong.

Keywords: dairy desserts; hydrocolloids; starch carriers; rheology; quality

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, Ing. Richardosovi Nikolaosovi Salekovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady, připomínky a trpělivost při psaní této práce. Také bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu po celou dobu mého studia.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 MLÉČNÉ DEZERTY	12
1.1 LEGISLATIVA.....	12
1.2 CHARAKTERISTIKA MLÉČNÝCH DEZERTŮ	12
1.3 SLOŽENÍ MLÉČNÝCH DEZERTŮ	13
1.3.1 Mléčné složky	14
1.3.2 Nemléčné složky	16
2 POTRAVINÁŘSKÉ HYDROKOLOIDY	19
2.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA	19
2.1.1 Polysacharidy	20
2.1.2 Bílkoviny.....	21
3 EXTRAKTY Z MOŘSKÝCH ŘAS	23
3.1 KARAGENANY	23
3.1.1 Chemická struktura a vlastnosti	23
3.1.2 Interakce karagenanů	24
3.1.3 Získávání karagenanů.....	25
3.1.4 Použití	26
3.2 FURCELLARAN	26
3.2.1 Chemické složení a vlastnosti	26
3.2.2 Získávání furcellaranu.....	27
3.2.3 Použití	27
3.3 ALGINÁTY	28
3.3.1 Chemické složení a vlastnosti	28
3.3.2 Získávání	29
3.3.3 Použití	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
4 CÍL PRÁCE	32
5 MATERIÁL A METODIKA	33
5.1 POPIS EXPERIMENTU.....	33
5.2 VÝROBA MODELOVÝCH VZORKŮ MLÉČNÝCH DEZERTŮ	33
5.3 BOBTNAVOST A KAPACITA ZADRŽOVÁNÍ VODY.....	34
5.4 STANOVENÍ PH.....	35
5.5 STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY	36
5.6 DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE	36
5.7 STANOVENÍ STABILITY	37

5.8	STANOVENÍ AKTIVITY VODY	38
6	VÝSLEDKY A DISKUZE.....	39
6.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ BOBTNAVOSTI A KAPACITY ZADRŽOVÁNÍ VODY.....	39
6.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ PH.....	40
6.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY	41
6.4	VÝSLEDKY DYNAMICKÉ OSCILAČNÍ REOMETRIE	41
6.4.1	Komplexní viskozita	42
6.4.2	Elastický modul pružnosti (G').....	46
6.4.3	Ztrátový modul pružnosti (G'').....	51
6.4.4	Komplexní modul pružnosti (G^*).....	56
6.4.5	Tangens úhlu fázového posunu ($\tan \delta$)	57
6.5	VÝSLEDKY STANOVENÍ STABILITY	57
6.6	VÝSLEDKY STANOVENÍ AKTIVITY VODY	59
	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	61
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	71

ÚVOD

Mléčné dezerty jsou v poslední době velmi oblíbené, řadí se mezi ně například pudinky, pěny, tvarohové dezerty, mléčná rýže apod. Hlavní složkou většiny těchto výrobků je zejména mléko, tvaroh, smetana, cukr a ochucující složky. Jedním z nejdůležitějších parametrů při hodnocení mléčných dezertů je konzistence. Tu lze ovlivnit zejména přidávkem hydrokoloidů, což jsou látky, které se využívají pro své stabilizační, emulgační, gelující a zahušťující schopnosti. Slouží tedy k modifikaci viskozity a struktury těchto produktů.

Teoretická část se skládá ze tří kapitol, kdy první pojednává o mléčných dezertech, jejich výrobě a surovinám pro výrobu. Druhá kapitola vystihuje charakteristiku hydrokoloidů a třetí kapitola popisuje hydrokoloidy použité v praktické části, konkrétně se jednalo o karagenan, furcellaran a alginát sodný.

Cílem této práce bylo prozkoumat vliv přídavku vybraných hydrokoloidů na viskoelastické vlastnosti mléčných dezertů. U vyrobených vzorků byla provedena základní chemická analýza (pH a obsah sušiny), test stability, reologická analýza, aktivita vody a bobtnavost.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MLÉČNÉ DEZERTY

1.1 Legislativa

Potraviny jsou pro člověka jednou z nejdůležitějších komodit, které potřebuje ke svému životu. Díky tomu se veškerými potravinami zabývá celá řada legislativních předpisů. Základem je zajistit zdravotní nezávadnost a hygienu všech potravinářských produktů. Pro výrobce potravin je tato potravinářská legislativa závazná a každý výrobce je tak povinen ji dodržovat. Mezi hlavní předpisy, které se zabývají potravinami patří zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích. Tento zákon udává povinnosti provozovatele potravinářských podniků a také stanovuje základní informace, které musí být uvedeny na obalech potravin. Tento zákon pak dále doplňuje vyhláška č. 417/2016 Sb., o některých způsobech označování potravin, který uvádí, jaké informace musí být povinně uvedeny na obalech a jakým způsobem. S čímž také souvisí nařízení evropského parlamentu a rady č. 1169/2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. [1,2,3]

Na mléko a ostatní mléčné výrobky se vztahuje vyhláška č. 274/2019 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. Mléčný výrobek je obecně definován jako potravina vyrobená zpracováním mléka. Součástí této vyhlášky je také příloha, ve které jsou mléčné výrobky rozděleny na jednotlivé druhy, skupiny a podskupiny. Základními druhy mléčných výrobků jsou zde například: mléko, smetana, kysaný či zakysaný mléčný výrobek, máslo, tvaroh nebo sýr. Mléčné dezerty v této vyhlášce nejsou přímo definovány, a tak bychom je mohli zařadit mezi druh ostatní mléčné výrobky. [4]

Hygiena mléčných výrobků závisí především na mikrobiologické kvalitě vstupní suroviny, tedy samotného mléka. Tyto mikrobiologická kritéria pro mléko i ostatní mléčné výrobky jsou stanoveny Nařízením komise (ES) č. 2073/2005, o mikrobiologických kritériích pro potraviny. Jsou zde stanoveny maximální povolené limity například pro *Enterobacteriaceae*, *Salmonella spp.*, Stafylokokové enterotoxiny, *Escherichia coli* a další. [5]

1.2 Charakteristika mléčných dezertů

V mlékárenském průmyslu jsou neustále vyvíjeny nové mléčné výrobky, které obsahují jako hlavní složku mléčný komponent. Řadí se sem různé druhy pudingu, pěny, tvarohové dezerty apod. V poslední době se objevují především smetanové a tvarohové krémy, které jsou oblíbené zejména u dětí. Mléčné dezerty jsou v poslední době stále populárnější. Mezi tyto výrobky patří například tvarohové dezerty, mléčná rýže, pěny a další. Hlavní složkou těchto

mléčných dezertů je mléko, tvaroh s velmi jemnou konzistencí, smetana, cukr a ochucující látky. Ochucující složkou bývá nejčastěji vanilín, kakao, karamel nebo různé ovocné přísady. Ve světě je jednou z nejžádanějších příchutí čokoláda, dalšími oblíbenými příchutěmi jsou jahody, vanilka či karamel. Mléčné dezerty mohou být také aromatizovány a přibarvovány, k čemu se využívají buď přírodní nebo syntetická barviva a aroma. Smetanové dezerty by měli mít příjemnou chuť po mléce a použitých ochucujících přísadách, hladkou, polotuhou konzistencí a měl by být lehce roztíratelný. Naopak by konzistence těchto dezertů neměla být hrudovitá a nehomogenní. Taktéž chuť by neměla být kyselá a kvasničná a z výrobku by se neměla uvolňovat syrovátka. Mezi tvarohové tepelně upravené dezerty, které jsou v Čechách velmi oblíbené patří například termix. K ochucení se používají komponenty jako je ovoce, zelenina a kakao. Do některých těchto výrobků jsou přidávány další látky, které mohou zlepšovat výživové hodnoty. Přidává se například rozpustná vláknina, inulín či probiotické kultury. [6, 7]

Krémy a pudinky jsou husté výrobky, které se obvykle skládají z mléčné sušiny a kukuřičného škrobu. Pěny jsou provzdušněné mléčné výrobky se stabilizovanou pěnovou strukturou a mají příznivé smyslové vlastnosti. Jejich výroba je sice ekonomicky výhodná, na druhou stranu se při jejich výrobě musí používat jak emulgátory, tak stabilizátory. Tradiční tvarohové dezerty se skládají z rozdrčených sušenek a náplně na bázi smetanového sýra. V současné době se však vyrábí i náplně těchto dezertů založené na jiných mléčných složkách. Mléčná rýže je oblíbeným produktem v mnoha zemích. Vyrábí se povařením rýže ve slazeném mléce, čímž dochází ke změkčení rýžových zrn. Nejčastější a nejoblíbenější příchutí mléčné rýže je vanilka. Obecně lze říct, že existuje mnoho regionálních druhů mléčných dezertů, které jsou typické pro danou oblast. [6]

1.3 Složení mléčných dezertů

Celosvětově existuje velká škála mléčných dezertů, jejichž složení a technologie výroby se značně liší. Neustále jsou vyvíjeny nové druhy a příchutě. Tyto dezerty obsahují velké množství mléčných ingrediencí. Jejich výroba je v podstatě založena na přeměně mléka na produkt s polotuhou texturou. Výroba většiny mléčných dezertů zahrnuje pět základních surovin:

- voda,
- tukuprostá mléčná sušina
- tuk (mléčný nebo rostlinný),

- modifikátory textury (zahušťovadla, gelující látky atd.),
- barviva a ochucovadla.

Formu a funkčnost finálního produktu určuje daný typ, koncentrace, případně směs zahušťovadel a želírujících látek. Mezi nejběžnější přídatné látky, které slouží k úpravě textury při výrobě mléčných dezertů patří škrob a karagenany. [6, 8]

1.3.1 Mléčné složky

Výroba začíná výběrem kvalitních surovin, které musí být hygienicky a zdravotně nezávadné, a to platí u všech použitých látek. Volba vhodných surovin však závisí i na technologii výroby daného produktu. [9]

1.3.1.1 Mléko

Základní definice mléka, kterou uvádí *Codex Alimentarius* zní: „Mléko“ je sekret mléčné žlázy zvířat produkujících mléko získaný dojením, do kterého nebylo nic přidáno ani z něho nebylo nic odebráno, určený pro konzumaci v tekutém stavu, nebo pro další zpracování. Obsahuje řadu látek, které jsou důležité pro vývoj mláďat. [10]

Mléko po nadojení zpravidla není sterilní, proto následují tepelné ošetření, která by měla zničit nežádoucí mikroorganismy. Jak již bylo zmíněno výše, je nutno dodržovat mikrobiologickou nezávadnost, což platí taky pro mléko, jakožto jednu z hlavních vstupních surovin. Mléko by mělo pocházet od zvířat, která jsou zdravá a nevykazují známky nákazy. Zařízení musí být umístěny a konstruovány tak, aby se omezila kontaminace mléka mikroorganismy, které by mohli vylučovat proteolytické enzymy schopné napadat mléčné bílkoviny. Proteolytické enzymy způsobují destrukci bílkovin, což by mohlo zapříčinit nežádoucí chuť a vůni výsledných produktů. Pokud zvířatům byly podány léčivé přípravky, musí u nich být dodržena ochranná lhůta stanovená pro dané látky. Nejčastěji se pro výrobu využívá odstředěné mléko, lze však využít i mléko se sníženým obsahem tuku, kondenzované, odtučněné sušené mléko či smetanu. [9, 11, 12]

1.3.1.2 Smetana

V příslušné vyhlášce č. 274/2019 Sb., je smetana definována jako tekutý mléčný výrobek, který je ošetřen odpovídajícím způsobem, s obsah tuku nejméně 10 % hmotnostních a je získaný fyzikální separací z mléka. Jedná se o část mléka bohatou na tuk, která je získávána odstředěním. Součástí technologie výroby smetany jsou kroky jako odvětrávání a

standardizace. Následuje tepelné ošetření při vyšších teplotách než mléko (90 – 100° C/2 – 10 s). Vyšší teplota je zvolena z důvodu větší mikrobiologické kontaminace než samotné mléko. Smetana se obvykle rozděluje dle obsahu tuku. Dle platné vyhlášky se v ČR rozděluje na smetanu (nejméně 10 % hmot. tuku), smetanu ke šlehání (30 % hmot. tuku) a smetanu vysokotučnou (35 % hmot. tuku). Lze použít i přídatek sušené smetany. *Codex Alimentarius* udává minimální obsah smetany ve vybraných produktech 42 % hmotnostních. [4, 9, 11]

1.3.1.3 Máslo

Máslo vzniká stloukáním smetany a jedná se o emulzi typu voda v oleji. Obvykle se skládá z 80 % hmot. tuku, 15-17 % hmot. vody a 0,5-1 % hmot. sacharidů a bílkovin. Smetana použitá k výrobě másla musí být pasterizovaná, aby byly zničeny bakterie a inaktivovány enzymy. Při výrobě másla je zakázáno do něj přidávat barviva, konzervanty, zahušťovadla, zvýrazňovače chuti a antioxidanty. Typická máslová chuť je dána karboxylovými sloučeninami vytvořenými oxidací nenasycených mastných kyselin mléčného tuku. Často se máslo označuje jako „čerstvé“ nebo „stolní“. Za „čerstvé“ se považuje jen máslo 20 dní od data výroby. Máslo skladované při chladírenských či mrazírenských teplotách maximálně po dobu jednoho roku je pak označováno jako máslo „stolní“. Nesmí být přidány rostlinné tuky, pak už se jedná o směsný tuk, nikoli máslo. [13, 14, 15]

1.3.1.4 Tvaroh

Jako tvaroh můžeme definovat nezrající sýr, který byl získán kyselým srážením, případně u kterého převládá kyselé srážení nad sladkým. Tvarohy můžeme rozdělit na dvě skupiny na základě technologie jejich výroby. První skupinu tvoří tvrdé tvarohy a tvarohy průmyslové, které jsou vyráběny pouze za účasti mlékárenských mikroorganismů. Kdy vzniklá kyseliny mléčná vysráží mléčné bílkoviny. Průmyslové tvarohy jsou pak využívány při výrobě dalších mléčných produktů. Tvrdé tvarohy by měly mít pevnou a homogenní konzistenci, bílou barvu a typickou nakyslou chuť a vůni. Druhou skupinu pak tvoří měkké tvarohy s různým obsahem tuku. Při výrobě těchto tvarohů je částečně využito i syřidlových enzymů. Tento typ by měl mít homogenní, hladkou konzistenci, bez uvolňování syrovátky a typickou jemně nakyslou chuť a vůni. Dále můžeme tvarohy rozdělit dle obsahu tuku v sušině na nízkotučné (<15 % hmot.), polotučné (15-25 % hmot.), tučné (>38 % hmot.) a odtučněný, měkký či tvrdý (max. 5 % hmot.). [4, 23]

1.3.1.5 Syrovátka

Jedná se o tekutinu, které vzniká jako vedlejší produkt při výrobě jiných mléčných výrobků jako je sýr a tvaroh. Chemické složení syrovátky závisí na složení mléka a použité technologii. Důležitými složkami jsou zejména syrovátkové bílkoviny, významné pro vysoký obsah sirných aminokyselin. Dalšími složkami syrovátky je laktóza, minerální látky, vitaminy B a C a tuk (0,1 – 0,5 % hmot.). Při výrobě mléčných výrobků, a tedy i mléčných dezertů se často využívá i syrovátkové proteiny. Ty jsou dobrými zahušťovadly, emulgátory a gelujícími látkami a můžou tak nahradit či doplnit jiné přídatné látky se stejnou funkcí. K zahuštění dochází při agregaci a denaturaci proteinů. Syrovátkové proteiny denaturují při teplotách > 70 °C. [6, 11]

1.3.1.6 Mléčné bílkoviny

Hlavními mléčnými proteiny jsou kaseiny a syrovátkové bílkoviny. Při výrobě mléčných výrobků hraje hlavní roli právě kasein. Ten zaujímá až 80 % veškerých bílkovin a vyskytuje se v několika modifikacích. Kaseiny se řadí mezi nerozpustné látky, ale neutralizací lze z kyselých kaseinů získat rozpustné nebo dispergovatelné kaseináty. Použití kaseinu při výrobě mléčných výrobků je založeno na jeho srážení, a to za působení syřidla (sladké srážení) nebo kyselin (kyselé srážení). Kaseináty se získávají izolací kaseinových bílkovin z mléka a obsahují až 90 % bílkovin. Neřadí se mezi aditiva, tudíž nepatří mezi „ěčka“. Využívají se jako emulgátory, pěnotvorná činidla a také pro zvýšení obsahu bílkovin v konečném produktu. [9, 16]

1.3.2 Nemléčné složky

1.3.2.1 Barviva

Barva je důležitým atributem při výběru potravin. V potravinářství se barviva využívají ke zvýšení atraktivnosti a přijatelnosti výrobku. Použití potravinářského barviva v daném produktu musí být uvedeno na obalu potravin, a to příslušným „E“ kódem. Potravinářská barviva můžeme klasifikovat na přírodní, umělé a přírodně identická. Přídavek barviva do potravin má několik důvodů:

- obnovení barvy ztracené během zpracování, skladování či přepravy,
- stabilizovat a posílit přírodní barviva,
- zvýšit atraktivitu produktu.

Přírodní potravinářská barviva pocházejí především z rostlinných zdrojů. Řadí se mezi ně například antokyany s typickou červenou až modrou barvou. Jejich zdrojem jsou jahody, borůvky, třešně, cibule, zelí a další. Dále se mezi zástupce přírodních potravinářských barviv řadí betanin, karotenoidy, lykopen, lutein, chlorofyl nebo kurmin. Do této kategorie bychom mohli zařadit i přírodně identická barviva, která jsou z chemického hlediska stejná jako ty přírodní ale jsou vyráběny synteticky. Přírodní barviva mají oproti syntetickým tu nevýhodu, že nejsou stabilní vůči pH, teplotě nebo světlu.

Jak už napovídá jejich název, syntetická barviva jsou výsledkem určitého chemického procesu. V současné době se získávají z přečištěných ropných produktů a takto vyrobené pigmenty musí obsahovat minimálně 85 % čistého barviva. Většina z nich je hydrofilní, jsou tedy rozpustná ve vodě. Řadí se sem například tartrazin nebo karmizin. [17, 18, 19]

1.3.2.2 Sladidla

Sladká chuť finálních produktů lze zajistit přidáním monosacharidů, disacharidů nebo umělých sladidel. Množství přidaného sladidla závisí na požadované sladkosti finálního produktu. Monosacharidy se však za působení tepla mohou účastnit Maillardových reakcí, což způsobuje hnědnutí, které není vždy žádoucí. Vyšší obsah cukrů za určitých podmínek zvyšuje pevnost, ale také lepivost. V současné době je snaha o používání přírodních sladidel, ovšem jejich počet je omezený. Často používanými sladidly při výrobě mléčných dezertů je sacharóza a steviol-glykosid. Ten je přibližně 200 až 300krát sladší než sacharóza. [6]

1.3.2.3 Aromata

V Nařízení Evropského parlamentu a rady (ES) č. 1334/2008 jsou aromata definována jako látky s aromatickými vlastnostmi, které nejsou určeny ke spotřebě jako takové, ale které jsou přidávány do potravin za účelem úpravy vůně a chuti. Jedná se o výtažky nebo koncentráty. Dělíme je na aromatické látky, přírodní aromatické látky a aromatické přípravky. Lze je získávat fyzikálními, chemickými enzymovými nebo mikrobiálními postupy. Jejich použití musí být uvedeno na obalu daného výrobku. Jako „přírodní“ mohou být označeny pouze aromata získaná ze surovin rostlinného nebo živočišného původu, a to odpovídajícími fyzikálními, enzymatickými či mikrobiologickými procesy. U některých aromat je stanoveno nejvyšší přípustné množství, u jiných se smí použít pouze nezbytně nutné množství dané látky, pro dosažení požadovaného výsledku. Povolená aromata nesmí představovat žádná zdravotní rizika, a také nesmí uvádět spotřebitele v omyl. Tyto látky jsou pod neustálým dohledem a musí podléhat toxikologickému hodnocení. [20, 21, 22]

1.3.2.4 Zahušť'ovadla, stabilizátory a želírující látky

Tyto látky jsou často označovány jako potravinářské hydrokoloidy. Jednou z nejdůležitějších surovin pro výrobu mléčných dezertů jsou právě složky upravující texturu. Primárním úkolem hydrokoloidů je zlepšit konzistenci, strukturu, stabilitu, viskozitu a také prodloužit skladovatelnost. Je to různorodá skupina látek s různými chemickými vlastnostmi a funkčními skupinami. Při výrobě mléčných dezertů se nejčastěji využívá karagenan (0,05 – 0,4 % hmot.) a škrob (1–4 % hmot.). Typ použitého karagenanu závisí na struktuře finálního výrobku. Vhodné stabilizátory by měli být snadno rozpustné, účinné i za nízkých teplot a neměly by ovlivňovat chuť produktu. Podrobně jsou tyto látky popsány v následující kapitole. [6, 9, 17]

2 POTRAVINÁŘSKÉ HYDROKOLOIDY

2.1 Základní charakteristika

Hydrokoloidy lze definovat jako potravinářské polymery rostlinného, živočišného, mikrobiálního či syntetického původu, které jsou pro své vlastnosti využívány v mnoha odvětvích. Jsou tvořeny stovkami až několika tisíci jednodušších molekul. Tyto vysokomolekulární látky jsou sacharidové či bílkovinné povahy. Mezi sacharidy se řadí škrob či agar, mezi hydrokoloidy proteinové povahy pak patří kasein, želatina, bílkovina vaječného bílku či sójový protein. Typickým hydrokoloidem je například celulóza, škrob, rostlinné gummy, želatina, kasein a další. Jsou hydrofilní, tudíž ve vodě dochází k jejich hydrataci. Voda je zachycována v rozvětvené polymerní struktuře a hydrokoloidy tak bobtnají a vytváří hustý roztok. V současné době jsou široce využívány v potravinářství pro své stabilizační, želírující, gelující a zahušťující schopnosti. Slouží tedy k modifikaci viskozity a struktury vybraných potravin. Využití těchto látek našlo široké zastoupení např.: při výrobě omáček, jogurtů, tavených sýrů, mléčných dezertů, džemů a mnoho další. Většina těchto hydrokolooidů je řazena mezi potravinářské přídatné látky. [24, 25, 26]

Existuje řada faktorů, které ovlivňují výběr vhodného hydrokoloиду pro výrobu konkrétních produktů. Volba vhodného hydrokoloidu je dána jeho funkčními vlastnostmi. Výběr závisí například na cílové viskozitě, reologii, struktuře, podmínkách zpracování, skladování a kompatibilitě s jinými přísadami. Lze je využívat samostatně nebo ve směsích, což může v některých případech zvyšovat jejich účinnost, a také snižovat náklady. [26, 27]

Tyto potravinářské polymery lze klasifikovat dle chemické struktury, dle původu a vlastností. Podle rozdílné chemické struktury je dělíme na polysacharidy a proteiny. Sacharidové hydrokoloidy pak mohou být lineární (např.: celulóza, algináty) či rozvětvené (např.: škrob). Dle původu je můžeme klasifikovat na přírodní a modifikované, jak můžeme vidět v tabulce níže. [25, 26]

Tabulka 1: Klasifikace potravinářských hydrokoloidů

Rostlinné hydrokoloidy	
rostliny	celulóza, škrob, pektin
semena	guarová, lokustová guma, tara guma
hlízy	konjaková guma
výpotky	arabská guma, ghatti guma, karaya guma
Hydrokoloidy z mořských řas	
červené řasy	agar, karagenan
hnědé řasy	alginát
Mikrobiální hydrokoloidy	
xantan, dextran, gellanová guma, celulóza	
Živočišné hydrokoloidy	
želatina, kasein, sójový protein, vaječný protein	

2.1.1 Polysacharidy

Polysacharidy lze definovat jako biologické polymery, které jsou tvořeny z více než deseti monosacharidových jednotek a ty jsou navzájem vázány glykosidovými vazbami. Jsou to tedy různě dlouhé, lineární nebo rozvětvené řetězce. Skládají se buď z totožných monomerů nebo z molekul více různých monosacharidů či jejich derivátů. Z tohoto hlediska je můžeme rozdělit na homopolysacharidy a heteropolysacharidy. Homopolysacharidy, neboli také homoglykany jsou např. složky škrobu, glykogen a celulóza, ty jsou složeny pouze z molekul D-glukosy. Heteropolysacharidy, neboli heteroglykany představují převážnou většinu polysacharidů. Při hydrolýze dochází k jejich rozkladu až na monosacharidy nebo jejich deriváty. [28, 29, 31]

Polysacharidy patří v přírodě mezi nejrozšířenější sloučeniny, které můžeme rozdělit podle původu na rostlinné a živočišné. Podle jejich funkcí je můžeme rozdělit na:

- stavební neboli strukturální (celulóza, chitin),
- zásobní neboli rezervní (glykogen, škrob).
- ochranné (slizy, gummy),
- mající jiné speciální funkce.

V přírodě se vyskytují nejen ve volné formě, ale i vázané např. na lipidy, peptidy a bílkoviny, a tyto struktury pak označujeme jako konjugované sacharidy. Nejvýznamnější pro výživu člověka jsou rostlinné polysacharidy, oproti tomu živočišné polysacharidy nemají pro člověka téměř žádný význam. Polysacharidy nachází uplatnění jako aditiva

v potravinářském průmyslu, a to ve formě přirozené nebo modifikované. Například z polysacharidů mořských řas se k potravinářským účelům využívají stavební polysacharidy (agar, karagenan). U polysacharidů mikroorganismů se využívají extracelulární polysacharidy (např. xanthanová guma). [29, 30, 31]

Všechny polysacharidy mají společné vlastnosti jako je vysoká polarita, schopnost vytvářet vodíkové vazby a komplexy s kationty. Liší se však rozpustností ve vodě a mnohdy dochází k tvorbě koloidních roztoků či gelů. Právě díky těmto vlastnostem jsou důležité pro jejich technické využití. [30]

2.1.2 Bílkoviny

Bílkoviny neboli také proteiny jsou biopolymery, které v jedné molekule obsahují sto a více aminokyselin vzájemně vázaných peptidovou vazbou. Na vytváření struktury se však nepodílejí pouze peptidové vazby, ale také disulfidové, esterové a amidové. Na molekule bílkoviny mohou být dále navázány i další látky jako např. lipidy, cukry, nukleové kyseliny a další. [29]

Proteiny lze rozdělovat na základě několika hledisek. Můžeme je rozdělit podle původu na živočišné (maso, mléko, vejce) a rostlinné (luštěniny, obiloviny). Podle tvaru je rozdělujeme na globulární neboli kulovité (např. hemoglobin, myoglobin) a fibrilární neboli vláknité (např. aktin, myosin, kolagen, keratin). Bílkoviny jsou jedním z hlavních stavebních materiálů buněk a tkání a jsou v tomto ohledu nenahraditelné. Taktéž jsou pro náš organismus prakticky jediným zdrojem dusíku a významných dusíkatých látek. Dle funkce, kterou vykonávají je můžeme dělit na:

- strukturní (stavební složky buněk, tkání..),
- katalytické (enzymy, hormony),
- transportní,
- pohybové (aktin, myosin..),
- obranné,
- senzorické,
- zásobní,
- výživové.

Dále bílkoviny dělíme podle stavu, ve kterém se v potravinách nacházejí na nativní, denaturované a upravené. Nativní proteiny si zachovaly veškeré biologické funkce, denaturované již tyto funkce postrádají. Upravené proteiny jsou obvykle využívány jako potravinářská aditiva pro zvláštní účely. [29,31,32]

Globulární proteiny jsou rozpustné v polárních rozpouštědlech, na rozdíl od fibrilárních proteinů, které jsou nerozpustné. Z fibrilárních proteinů jsou v méně polárních rozpouštědlech rozpustné pouze gliadiny. Rozpustnost globulárních proteinů se však značně liší a závisí na pH, iontové síle, vlastnostech rozpouštědla a teplotě. Roztoky globulárních proteinů tvoří koloidně disperzní soustavy. Molekula bílkoviny má povahu molekulové micely s polárním obalem, který je hydratován a nepolárním jádrem. Disperze proteinů jsou tedy hydrofilní koloidy. Denaturace je děj, při kterém dochází ke změně konfigurace bílkovin a jejich vlastností působením různých fyzikálních a chemických faktorů. Nativní konfigurace proteinů přechází na méně uspořádanou formu, čímž dochází ke ztrátě biologické aktivity a původní funkce proteinu. Hlavním cílem denaturačních činidel je rozvinutí peptidového řetězce. Nově vzniklé funkční skupiny mohou reagovat s vodou, a tím se zvyšuje schopnost vázat vodu. Denaturované bílkoviny mohou reagovat i s dalšími složkami potravin. Většinou se jedná o nevratné změny, ale v některých případech se může jednat i o změny reverzibilní, tedy vratné. Mezi fyzikální faktory, které vyvolávají denaturaci patří působení teploty, tlaku, ultrazvuku či elektromagnetického záření. Denuraci chemickými činidly vyvolává například přítomnost solí, kyselin, zásad nebo povrchově aktivních látek. [28, 29]

3 EXTRAKTY Z MOŘSKÝCH ŘAS

Mořské řasy jsou známé pro svůj vysoký obsah polysacharidů, bílkovin, vitamínů, minerálů a antimikrobiálních látek. Řasy se rozdělují dle pigmentace na zelené (*Chlorophyceae*), modrozelené (*Cyano-phyceae*), červené (*Rhodophyceae*) a hnědé řasy (*Phaeophyceae*). Jsou to zdroje potravinářských přídatných látek, mezi které řadíme algináty, karagenany a agary. Algináty se extrahují z hnědých mořských řas, kdežto karagenany s červených. V menší míře se v mořských řasách také nacházejí xylany a celulóza. Většinu těchto polysacharidů člověk nedokáže trávit, kvůli absenci degradačních enzymů v trávicím traktu. [33, 44]

3.1 Karagenany

Karagenan můžeme definovat jako sulfátový polysacharid, který je získáván z červených mořských řas čeledi *Rhodophyceae*. Je často využíván v potravinářství jako stabilizátor, emulgátor, zahušťovadlo a želírující látka. Uplatnění nachází při výrobě zmrzlin, mléčných nápojů, pudinků či sýrů, ale mimo jiné také v pečivu a cukrářských výrobcích. Karagenan má tři základní frakce a to kappa (κ), iota (ι) a lambda (λ), které se liší obsahem sulfátových skupin a 3,6-anhydro-D-galaktopyranosy. Komerční karagenany obsahují směs všech tří frakcí. [34, 35]

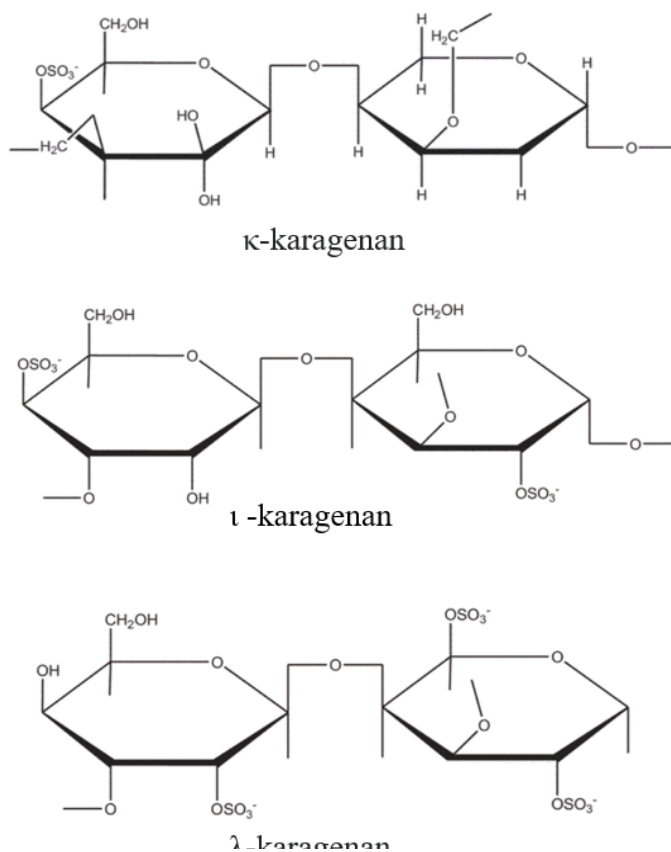
3.1.1 Chemická struktura a vlastnosti

Chemická struktura karagenanu se skládá z opakujících se cukerných jednotek d- galaktózy a anhydrogalaktózy spojených α -1,3- a β -1,4-glykosidovými vazbami. Jedná se o aniontový lineární sulfátovaný polymer s obsahem 15 – 40 % esteru sulfátu. Uvádí se, že všechny tři frakce karagenanu tedy kappa, iota i lambda obsahují 22 – 35 % sulfátových skupin. Obsah sulfátu v karagenanech však závisí na druhu mořských řas a jejich stavu. Přítomnost sulfátových skupiny a 3,6-anhydrogalaktózy úzce souvisí s fyzikálně-chemickými a reologickými vlastnostmi příslušného karagenanu. Jsou hydrofilní, a tedy i rozpustné. Většina karagenanů má vysokou molekulární hmotnost, ta však závisí na mnoha faktorech jako je druh mořských řas, jejich stáří, stavu nebo době sklizně. [17, 36, 43]

Karagenany mají schopnost tvorby gelu, a to i při pokojové teplotě, ale jsou špatně rozpustné v kyselinách. Tyto vysokomolekulární polysacharidy jsou aniontové, tudíž vytvářejí gely za přítomnosti kationtů jako je sodík, draslík či vápník. Interakce mezi karagenanem a proteiny závisí na pH, izoelektrickém bodu proteinu a vzájemném poměru karagenanu k proteinu. Díky těmto vzájemným interakcím dochází ke gelovatění produktů. Viskozita roztoku

karagenanu je závislá na koncentraci, teplotě a přítomnosti dalších rozpustných látek. Viskozita exponenciálně roste s koncentrací. Obecně můžeme definovat jednotlivé frakce následovně:

- κ -karagenan: tvoří silný, tuhý gel v přítomnosti draselných iontů,
- ι -karagenan: tvoří měkké, elastické gely v přítomnosti vápenatých iontů,
- λ -karagenan: je rozpustný v mléce a studené vodě, netvoří však gely. [36]



Obrázek 1: Chemická struktura κ -karagenanu, ι -karagenanu a λ -karagenanu [17]

3.1.2 Interakce karagenanů

Interakce mezi bílkovinami a karagenanem, konkrétněji mezi κ -karagenanem a κ -kaseinem jsou důležitým aspektem pro výslednou strukturu mléčných dezertů. Tyto vzájemné

interakce zodpovídají za tvorbu textury finálních produktů, proto je důležité jim věnovat pozornost. Základem je reakce α_1 a β -kaseinů za přítomnosti vápníku, a také interakce s κ -kaseinem kde není vyžadována přítomnost kationtů. Záporně nabitá část kaseinu může reagovat se záporným nábojem karagenanu. Tato interakce je však velmi závislá na koncentraci karagenanu. Platí, že při nízkých koncentracích karagenanu (<0,018 % obj.) mléčné bílkoviny inhibují gelovatění karagenanu. Naopak při vysokých hladinách karagenanu (>0,1 % obj.) bílkoviny téměř neovlivňují síť karagenového gelu. Mezi těmito koncentracemi jsou interakce synergické. K získání určité síly gelu v mléce je zapotřebí 5 - 10krát méně karagenanu, oproti vodě. [6]

3.1.3 Získávání karagenanů

Celý výrobní proces začíná výběrem vhodných surovin. Hlavní surovinou pro získávání karagenanu jsou mořské řasy druhu *Rhodophyceae*, zejména rodu *Euchema cottonii*, *E. spinosum*. Z řasy *Euchema cottonii* je získáván κ -karagenan a *E. spinosum* obsahuje ι -karagenan. Jedná se o husté, vláknité rostliny vysoké asi 50 cm vyskytují se především na útesech kolem Filipín a Indonésie. *Chondrus crispus* je další druh řas ze kterých může být získáván jak κ -karagenan tak λ -karagenan. Tyto řasy jsou tmavě červené keříky o výšce asi 10 cm, které se nachází na pobřeží severního Atlantiku. Řasy rodu *Gigantina* dorůstají až do výšky 5 m a vyskytují se na pobřeží Peru a Chile. Z těchto řas je získáván κ -karagenan a λ -karagenan. [24, 44]

Po sběru jsou mořské řasy promývány, aby se odstranily nečistoty jako písek a kameny. Následuje rychlé sušení, které zabraňuje mikrobiální degradaci čímž je zachována kvalita karagenanu. Mořské řasy jsou poté baleny a dopraveny do zpracovatelského podniku a před použitím uskladněny. Zpracovatelské podniky, které se nachází v blízkosti místa sběru řas, mohou používat mokré mořské řasy a nemusí tak docházet k finančně náročnému sušení a rehydrataci. Správný výběr surovin a porozumění vlivu výrobního procesu na vlastnosti karagenanu jsou důležité pro získávání karagenanu vysoké kvality. Řasy jsou před extrakcí umyty vhodným množstvím různých zásad, tak aby došlo k jejich nabobtnání a vyextrahování karagenanu. Jednotlivé extrakty se vyznačují různými zahušťujícími a želírujícími vlastnostmi. Finální produkt pak tvoří směs různých druhů, tak aby bylo docíleno požadovaných vlastností finálního produktu. [24]

3.1.4 Použití

Karagenany jsou látky hojně využívané v potravinářství. Důležitá je jejich schopnost reagovat s bílkovinami a vytvářet tak gel. Používají se pro jejich gelující, zahušťující a stabilizační schopnosti. Nejčastěji se využívá v konzervovaných potravinách, zmrzlinách, mražených krémech, mléčných dezertech či salátových dresincích. Také nacházejí využití jako sekundární stabilizátory v různých krémech, kde zabraňují oddělování syrovátky během zmrazování. Průmyslová aplikace karagenanů pak zahrnuje čištění piva, vína a medu. Uplatňují se i jako jedlé filmy na potahování potravin, čímž se zabraňuje přenosu vlhkosti, plynů či příchutí a napomáhá tak zvyšovat trvanlivost a kvalitu potravin. [24, 37, 44]

S ohledem na lidské zdraví se uvádí, že karagenany mají protinádorové a antivirové vlastnosti. Mimo jiné karageny z řas *Chondrus crispus* a *Mastocarpus stellatus* se v Irsku používají k výrobě léčivých čajů a léků proti kašli, nachlazení a bronchitidě. Karagenany nachází také uplatnění při léčbě střevních potíží. Tyto látky mohou sloužit i jako antikoagulant v krevních produktech a také je lze uplatnit při léčbě diabetu. Kromě toho nachází karagenany využití v experimentální medicíně, farmacii a kosmetickém průmyslu. [36, 38]

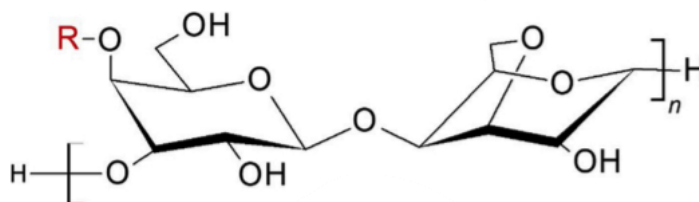
3.2 Furcellaran

Z červených řas lze získávat nejen karagenany, ale také furcellaran a agar. Všechny tyto polysacharidy mají stejný základ, tedy galaktózu. Liší se v poměru a umístění sulfátového esteru a podílu 3,6 - anhydrogalaktózy. Rozdílné složení a konformace značně ovlivňuje reologické vlastnosti, které jsou důležité především pro využití v potravinářství. Furcellaran se začal v potravinářství využívat díky své schopnosti vytvářet film. Stejně jako u karagenanu se jedná o aniontový sulfátový polysacharid, který je v Evropské unii zařazen mezi potravinářské přídatné látky. [39]

3.2.1 Chemické složení a vlastnosti

Furcellaran je polysacharid získaný z červených mořských řas *Furcellaria lumbricalis*. Přirozeně se vyskytují jako směs sodných, draselných, hořečnatých a vápenatých solí lineárního polymeru, který je složen z galaktózy, 3,6-anhydro-D-galaktopyranosy a sulfátu. Jeho struktura je velmi podobná κ -karagenanu, liší se úrovní substituce síranem. Zatímco u κ -karagenanu je hydroxylová skupina 100 % sulfátovaná, u furcellaranu je hydroxylová skupina sulfátovaná z 50 %. Furcellaran má vlastnosti připomínající jak agar, tak karagenan.

Jejich schopností je hydratovat i při nízkých teplotách. Sodná sůl furcellaranu je rozpustná i ve studené vodě, avšak pro rozpuštění draselné a vápenaté soli je nutný záhřev. V rostlinných olejích, 35 % ethanolu a koncentrovaných solných roztocích je nerozpustný. Pokud dojde ke snížení pH <4 jeho rozpustnost výrazně klesá. Zvýšená teplota zlepšuje disperzi furcellaranu, obzvláště pak jeho draselných a vápenatých solí. [40]



Obrázek 2: Chemická struktura furcellaranu [39]

3.2.2 Získávání furcellaranu

Postup extrakce furcellaranu z řas je podobný jako u získávání karagenanu. Stejně jako u karagenanů nejprve dochází k výběru vhodné suroviny, tedy řasy *Furcellaria lumbricalis* o vhodné kvalitě. Následuje sběr mořských řas a jejich promývání vhodnou alkálií za účelem odstranění pevných nečistot a extrakce polysacharidu. Výběr alkálií je velmi důležitý, protože ovlivňuje finální hydrataci, zahušťování a tvorbu gelu. Výtěžnost furcellaranu z řas je závislý na použitých surovinách a podmínkách sběru řas. Po extrakci se polysacharidy vysráží, následuje filtrace, promytí a sušení. Konečný produkt může být tvořen směsí různých extraktů, tak aby zachována konzistence a kvalita produktu. [39]

3.2.3 Použití

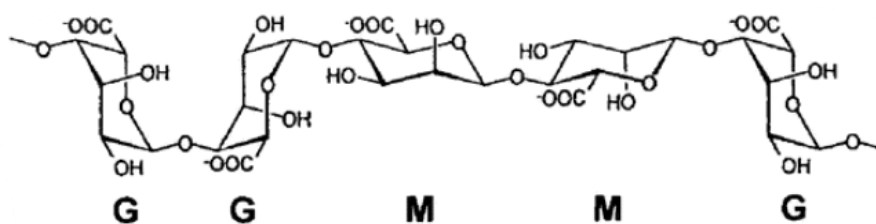
Furcellarany mají velice podobné využití jako karagenany. Využití nachází pro jeho dobré zahušťovací, želírující, gelující schopnosti a také jej lze aplikovat jako stabilizátor. Uplatnění nacházejí například při výrobě mléčných dezertů, u kterých je vyžadována pevná textura hotového výrobku. Může být také použit ke stabilizaci emulzí a ke zpomalení tvorby ledových krystalů. V současné době je využíván spíše v kombinaci s jinými karagenany, z důvodů snížení nákladů a zvýšení výtěžnosti. [24, 40]

3.3 Algináty

Algináty jsou stejně jako karagenany a furcellarany přírodní polysacharidy. Na rozdíl od nich jsou však algináty získávány z hnědých mořských řas a tvoří až 40 % hmotnostních mezibuněčné hmoty ve formě gelu. Mezi nejdůležitější zdroje alginátů se řadí *Macrocystis pyrifera*, *Laminera hyperborea*, *L. digitata*, *L. japonica*, *Ecklonia maxima* a *Lessonia nigrescens*. Dále lze také algináty získávat z bakterií *Pseudomonas* a *Azotobacter*, ty jsou však strukturně odlišné. Zatímco v hnědých řasách má alginát strukturní funkci a zajišťuje pružnost a pevnost, u bakterií není jejich funkce zcela objasněna. [24, 40]

3.3.1 Chemické složení a vlastnosti

Tento polysacharid se nachází v mezibuněčné hmotě ve formě gelu složeného z iontů sodíku, vápníku, hořčíku, stroncia a baria. Z chemického hlediska je tvořen dvěma bloky, a to manurátem a guluronátem. Algináty jsou složeny z nerozvětvených binárních kopolymerů obsahující jednotky kyseliny β -D-mannuronové (M blok) a kyseliny α -L-guluronové (G blok). Tyto jednotky jsou navzájem propojeny β -(1,4) glykosidovými vazbami. Složení a struktura se může lišit v závislosti na druhu řas a růstových podmínkách. Vysoký obsah kyseliny α -L-guluronové se vyskytuje u alginátů připravených ze starých řas *Laminaria hyperborea*. Bylo prokázáno že algináty nemají pravidelně se opakující jednotku. Rozpustnost ve vodném roztoku je odlišná v závislosti na pH, struktuře, molekulové hmotnosti a iontové síle. Jedním z hlavních parametrů, který ovlivňuje rozpustnost alginátu je obsah Ca^{2+} iontů. Algináty dobře absorbují vodu, ale většina z nich je ve vodě nerozpustná. Kyselina alginová je nerozpustná ve vodě, stejně jako dvojmocné soli mimo hořčík. Naopak jednomocné soli jsou rozpustné ve vodě. Rozpustnost klesá se zvyšující se molekulovou hmotností a koncentrací. Viskozita zůstává stejná při rozmezí pH 5 až 11. Při nízkém pH se viskozita zvyšuje, a to díky tvorbě kyseliny alginové. Pokud dojde k nahrazení sodíkových iontů v G-blocích multivalentními kationty vzniká gel. Alginátové gely mají schopnost tuhnout nezávisle na teplotě. Tyto gely lze tepelně zpracovávat i bez roztavení, ale také mohou podléhat degradačním procesům. Dlouhodobé tepelné zpracování při velmi nízkém či vysokém pH může vést k destabilizaci gelu. [17, 24, 40]



Obrázek 3: Chemická struktura alginátu [24]

3.3.2 Získávání

Prvním krokem při výrobě alginátů je iontová výměna s protony, a to extrakcí rozemletých řas s 0,1-0,2 M minerální kyselinou (např. chlorovodíková). Následuje neutralizace kyseliny alginové pomocí alkálie (např. uhličitan sodný, hydroxid sodný), čímž se kyselina alginová převede do roztoku, za vzniku alginátu sodného. Poté následují separační kroky jako je prosévání, flotace, centrifugace a filtrace, které slouží k odstranění částí řas. Rozpustný alginát sodný je přímo vysrážen alkoholem, chloridem vápenatým nebo minerální kyselinou. Konečným krokem je sušení a mletí. Kromě alginátu sodného lze vyrábět také alginát draselný či amonný. Jediným využívaným derivátem alginátů je propylenglykol alginát. Ten je získáván esterifikací alginátu s propylenoxidem. Ten díky své vysoké rozpustnosti i při nízkém pH nachází uplatnění při produkci piva a salátových dresincích. [24]

3.3.3 Použití

Algináty se řadí mezi potravinářské přídatné látky, které byly schváleny pro použití v celé EU a jsou jim přidělena tzv. E čísla. Kyselina alginová získala označení E400, alginátu sodnému, draselnému, amonnému a vápenatému byla přidělena čísla E401-404. Díky své schopnosti absorbovat vodu se hojně využívají v potravinářství jako zahušťovadla, emulgátory a želírující látky. Uplatnění nachází při výrobě zmrzlin, mléčných dezertů, pudinků, ovocných želé, cukrovinek, jogurtů, majonéz a různých pekařských výrobků. Alginát sodný má omezené použití v potravinách bohatých na vápník (např. mléko), protože v přítomnosti vápníku je nerozpustný. Z tohoto důvodu je přidáváno ještě sekvenční činidlo, kterým může být například kyselina citronová nebo její soli. V kombinaci s citrátem a fosforečnanem sodným se využívá jako tavicí sůl. Algináty však nenachází uplatnění jen v potravinářství, ale také ve farmacii, biotechnologiích, zubním lékařství a textilním průmyslu. V současné době je většina průmyslově využívané algináty extrahovány z mořských řas, nikoliv z bakterií. Bakteriální alginát je však možné vyrábět s přesně definovaným složením

a vlastnostmi. Bakterie *Azotobacter vinelandii* se využívá k výrobě bioplastů, konkrétně polyhydroxyalkanoátů. [17, 24, 41, 42]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zejména porovnat vliv přídavku vybraných hydrokoloidů o různých koncentracích na mléčné dezerty. Konkrétně se jednalo o vzorky, při jejichž výrobě byl použit kappa-karagenan, furcellaran a alginát sodný vždy v koncentracích 0,5; 1,0; 1,5 a 2,0 % (w/w). Aby bylo možné dosáhnout hlavního cíle, bylo potřeba splnit dílčí cíle, mezi které se řadí:

- výroba modelových vzorků mléčných dezertů s použitím kappa-karagenanu, furcellaranu a alginátu sodného,
- provedení základní chemické analýzy, reologické analýzy a dalších zkoušek u vyrobených vzorků mléčných dezertů,
- vyhodnocení výsledků analýz.

5 MATERIÁL A METODIKA

5.1 Popis experimentu

V praktické části diplomové práce byly vyráběny modelové vzorky mléčných dezertů za použití základních surovin a vybraných hydrokoloidů o různých koncentracích. Konkrétně se jednalo o kappa-karagenan, alginát sodný a furcellaran vždy o koncentracích 0,5 - 2,0 % (w/w). Vyrobené vzorky byly uskladněny při chladírenských teplotách 6 ± 2 °C a následně u nich byla provedena chemická analýza, kdy bylo stanoveno pH, obsah sušiny, ale také aktivita vody a stabilita. U použitých nositelů škrobu byla stanovena bobtnavost neboli tzv. „swelling power“. Vzorky byly také podrobeny reologické analýze.

5.2 Výroba modelových vzorků mléčných dezertů

Základním krokem ke zhotovení této diplomové práce byla výroba modelových vzorků mléčných dezertů. Pro výrobu vzorků byly použity následující suroviny:

- plnotučné UHT mléko, výrobce Madeta, Česká republika;
- nositel škrobu (rýžová mouka, výrobce mlýn Perner, ČR; tapioková a banánová plentejová mouka, výrobce Wolfberry, Thajsko);
- sacharóza, výrobce Tereos TTD, Dobruška ČR;
- stabilizační směs:
 - dextróza, výrobce Natura, Česká republika;
 - sušená syrovátka, výrobce Mogador s.r.o., Česká republika;
 - hydrokoloid (furcellaran, výrobce Estagar, Estonsko; kappa-karagenan a alginát sodný, výrobce Sigma Aldrich, Česká republika);
 - NaCl, výrobce PENTA s.r.o., Česká republika.

Konkrétní množství dávkovaných surovin, které byly použity pro výrobu jednotlivých koncentrací a kontrolních vzorků jsou uvedeny v tabulce číslo 2.

Tabulka 2: Množství použitých surovin v % (w/w)

Ingredience	Množství dávkovaných surovin v % (w/w)				
	kontrola	0,5	1,0	1,5	2,0
Mléko	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00
Nositel škrobu	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30
Sacharóza	3,90	3,89	3,88	3,87	3,86
Stabilizační směs*	1,70	1,71	1,71	1,73	1,73
* <i>dextróza</i>	55,88	55,88	55,88	55,88	55,88
* <i>sušená syrovátka</i>	38,24	38,24	38,24	38,24	38,24
* <i>NaCl</i>	5,88	5,88	5,88	5,88	5,88
* <i>hydrokoloid</i>	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00

K výrobě vzorků byl použit přístroj Vorkwerk Thermomix TM 31-1 (Wuppertal, Německo), s nepřímým ohřevem. Nejprve bylo do kotle nadávkováno mléko a zahřáto na teplotu 50 °C s výdrží po dobu 5 minut. Následně byly dávkovány ostatní suroviny dle surovinové skladby a tento systém byl ohříván na teplotu 70 °C po dobu 20 minut. Poté byla teplota zvýšena na 90 °C s výdrží jedné minuty. Vzniklá směs byla ještě horká dávkována do předem připravených polypropylenových kelímků, které byly následně uzavřeny víčkem a po vychladnutí uskladněny při chladírenských teplotách 6 ± 2 °C.

5.3 Bobtnavost a kapacita zadržování vody

Tato analýza byla provedena na jedné ze základních surovin, a to na nositeli škrobu tedy tapiokové, rýžové a banánové plantejové mouce. Touto analýzou se stanoví síla bobtnavosti škrobu neboli tzv. „swelling power“. Škrob ve výrobcích značně ovlivňuje jejich texturu. Při výrobě mléčných dezertů byly využity nositele škrobu jako je tapioková, rýžová a banánová plantejová mouka. K bobtnání dochází při zahřívání škrobu ve vodě, kdy dochází k poškození krystalické struktury v důsledku porušení vodíkových vazeb. Molekuly vody jsou tak navázány vodíkovými vazbami na exponovanou hydroxylovou skupinu amyulózy a amylopektinu. Rozsah těchto interakcí je ovlivněn obsahem amyulózy, strukturou amylopektinu, stupněm granulace mouky a dalšími faktory. Obecně by mělo platit, že čím nižší je obsah amyulózy ve vzorku, tím vyšší je jeho bobtnavost, a naopak nižší rozpustnost.[53]

Námi vyrobené vzorky mléčných dezertů byly podrobeny dvěma zkouškám. Pro každý vzorek použité mouky se vždy použily dvě média, a to destilovaná voda a mléko. V principu se jednalo o stejný pokus, který se lišil množstvím přidaného média (destilovaná voda či

mléko) a dobou pobytu ve vodní lázni. První zkouška spočívala v navážení 0,5 g vzorku do prázdné předem zvážené zkumavky se šroubovacím uzávěrem a přidalo se 15 ml destilované vody či mléka, čímž se vytvořila suspenze. Takto připravený vzorek byl vložen do vodní lázně předehřáté na 90 °C po dobu 30 minut. Následně byly vzorky centrifugovány na 6000 ot./min po dobu 20 minut a poté zváženy.

Při druhé zkoušce ke zjištění kapacity zadržování vody (WRC) bylo opět do prázdné zkumavky naváženo 0,5 g vzorku, ovšem zde bylo přidáno pouze 10 ml destilované vody či mléka. Připravené vzorky se vložily do předem předehřáté vodní lázně na 15 minut a poté se nechaly centrifugovat na 6000 ot./min po dobu 20 minut. V tomto případě došlo po centrifugaci ještě ke slití přebytečné vody ze zkumavky, tak abychom získali pouze vzniklý gel. Výsledná bobtnající síla se pro obě zkoušky vypočítá dle vztahu:

$$\text{bobtnavost/WRC} = \frac{s_1 + s_2 + V}{s_3} [g/g]$$

Kde:

s_1 ... hmotnost prázdné zkumavky [g]

s_2 ... navážka vzorku [g]

s_3 ... hmotnost zkumavky se vzorkem po centrifugaci [g]

V... objem přidané destilované vody/mléka (15 nebo 10 ml) [ml]

5.4 Stanovení pH

Hodnota pH vystihuje míru kyselosti nebo zásaditosti dané potraviny a pro její vyjádření je využívána stupnice od 0-14. Hodnota pH 7 je považována za neutrální a je tedy mezníkem mezi kyselými a zásaditými potravinami. Hodnoty nad 7 vykazují alkalické potraviny, naopak hodnotami pH nižší než 7 se vyznačují kyselé potraviny. Většina potravin je složena z více komponentů, které mohou více či méně ovlivňovat pH výsledného produktu. Hodnota pH je důležitá zejména z mikrobiologického hlediska, tedy pro dodržování zdravotní nezávadnosti potravin. Mikroorganismy jsou schopny se rozmnožovat pouze za určitých podmínek. Většina druhů je náchylná ke kyselému pH, a mohou se množit a růst v rozmezí pH 4,5 až 8. Důležitá je hodnota pH pod 4,5 při níž je inhibován růst *Clostridium botulinum*, který produkuje nebezpečný botulotoxin. Obecně lze říct, že kyselé potraviny jsou přirozeně lépe chráněny vůči mikrobiální degradaci. [45,46]

Hodnota pH u námi vyrobených modelových vzorků mléčných dezertů byla provedena pomocí pH metru (skleněná elektroda, Eutech) se skleněnou sondou určeného pro měření potravin. Každý vzorek byl měřen šestkrát, vpichem do náhodného místa.

5.5 Stanovení obsahu sušiny

Obsah sušiny ve vzorcích byl proveden podle metody ČSN ISO 5534, kdy pro každou koncentraci byly provedeny dvě stanovení. Navážka mléčného dezertu byla provedena do předem připravené a zvážené hliníkové váženky a na analytických vahách s přesností na 4 desetinná místa byly odváženy přibližně 3 g vzorku. Váženka obsahuje křemenný písek, se kterým byl vzorek řádně promíchán a poté vložen do sušárny přehřáté na teplotu 102 ± 2 °C a sušen do konstantního úbytku hmotnosti. Po vysušení byly vzorky vyjmuty ze sušárny a vloženy do exsikátoru, kde došlo k jejich ochlazení. Následně byla zvážena výsledná hmotnost opět na analytických vahách. Konečný obsah sušiny lze vypočítat dle vzorce:

$$\text{obsah sušiny} = \frac{k_2 - k_0}{k_1} * 100 [\%]$$

Kde:

k_0 ...hmotnost prázdné váženky s křemenným pískem [g]

k_1 ...navážka vzorku [g]

k_2 ...hmotnost váženky se vzorkem po vysušení [g]

5.6 Dynamická oscilační reometrie

Reologická analýza se zabývá studiem viskoelastických vlastností. Tato analýza je založena na deformaci a toku vzorků potravin. Jedná se o vztah napětí působící na potraviny a následné deformaci v závislosti na čase. Viskoelastické vlastnosti vzorků mléčných dezertů jsou charakterizovány díky elastickému (G') a ztrátovému modulu (G'') pružnosti. Elastický modul pružnosti definuje míru pružnosti materiálu a ztrátový modul definuje míru viskózního chování a schopnost materiálu rozptýlit energii. Jednotkou obou modulů pružnosti je Pascal (Pa). Poměrem mezi těmito dvěma moduly lze získat tzv. tangens fázového posunu ($\tan \delta$). Odolnost materiálů vůči oscilačnímu smyku je označována jako komplexní modul (G^*) a vyjadřuje vztah mezi ztrátovým a elastickým modulem pružnosti. Komplexní modul lze vypočítat dle následujícího vzorce:

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2} \text{ [Pa]}$$

Kde:

G^* ... komplexní modul pružnosti [Pa]

G' ... elastický modul pružnosti [Pa]

G'' ... ztrátový modul pružnosti [Pa] [51,52]

Byla provedena reologická analýza vyrobených vzorků mléčných dezertů pomocí dynamického oscilačního smykového reometru RheoStress 1 HAAKE (Brémy, Německo). Každý vzorek byl měřen dvakrát, přičemž pro každé měření byl použit nový vzorek. Vzorky byly měřeny v rozsahu frekvencí 0,1-10 Hz při teplotě $20,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$ a byla použita geometrie deska-deska. Nejprve je vzorek nanesen na spodní pevnou desku přístroje, poté byl přístroj spuštěn a horní deska byla spuštěna na vzorek. Působením tlaku na vzorek došlo k částečnému vytlačení vzorku. Tento přebytek byl před samotným měřením odstraněn, aby nedošlo ke zkreslení výsledků a následně bylo spuštěno měření.

5.7 Stanovení stability

Stabilita potravin je důležitým aspektem souvisejícím s bezpečností potravin. Mléko a mléčné výrobky, včetně mléčných dezertů a tvarohů, patří mezi produkty s krátkou trvanlivostí, tedy tři týdny a méně. [49]

U vzorků mléčných dezertů byla měřena stabilita celkem třikrát u každého ze vzorků. Pro stanovení stability bylo nejprve naváženo přibližně 5 g vzorku na analytických vahách do předem připravené centrifugační zkumavky s kónickým dnem a šroubovacím uzávěrem. Takto připravené vzorky byly vloženy do centrifugy (6000 ot./min) na 20 minut. Po uplynutí dané doby byl vylitý případný přebytek vody, který byl odstředěn ze vzorku a následně byla zvážena výsledná hmotnost. Výsledná stabilita vzorku se vypočítá dle následujícího vztahu:

$$\text{stabilita} = \frac{m_2 - m_0}{m_1} * 100 \text{ [%]}$$

Kde:

m_0 ...hmotnost prázdné centrifugační zkumavky s víčkem [g]

m_1 ...navážka vzorku [g]

m_2 ...hmotnost zkumavky se vzorkem po centrifugaci [g]

5.8 Stanovení aktivity vody

Aktivita vody se označuje zkratkou a_w („available water“). Jedná se o množství volné vody, která je dostupná pro mikroorganismy a nabývá hodnot od 0 do 1. Tato hodnota není stejná jako obsah vody v potravinách. Lze ji definovat jako rozdíl mezi tlakem vodní páry nad čistou vodou a tlakem nad danou potravinou. Bylo prokázáno, že aktivita vody značně ovlivňuje stabilitu potravin. Všechny mikroorganismy potřebují k množení a růstu určité množství vody. Limitující hodnota pro většinu patogenů je při hodnotách aktivity pod 0,9. Potraviny s $a_w \leq 0,25$ lze považovat za stabilní, a tedy i bezpečné, takových potravin je však málo. Dle aktivity vody můžeme potraviny rozdělit do tří skupin, a to na:

- velmi vlhké (a_w 1-0,90),
- středně vlhké (a_w 0,90-0,60),
- suché ($a_w < 0,60$). [47,48]

U modelových vzorků mléčných dezertů byla stanovena aktivita vody celkem třikrát u každého vzorku a koncentrace pomocí přístroje AquaLab 4ETE (Mater food). Ten je opatřen ventilátorem, teplotním čidlem, infračerveným teploměrem a čidlem rosného bodu. Vzorek se nejprve rovnoměrně rozprostře v misce a následně je vložen do přístroje, kde dochází k vyrovnání vlhkosti. Po uplynutí přibližně deseti minut je měření u konce a z displeje můžeme odečíst finální aktivitu vody daného vzorku.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Výsledky stanovení bobtnavosti a kapacity zadržování vody

Bobtnavost a kapacita zadržování vody jsou v podstatě tytéž analýzy, které se provádí na jedné ze základních vstupních surovin, a to nositeli škrobu, což je v tomto případě tapioková, rýžová a banánová plantejová mouka. Stanovení bylo provedeno vždy třikrát u každého vzorku a z výsledných hodnot byly vypočítány průměry, které byly zaneseny do tabulky níže.

Tabulka 3: Průměrné hodnoty bobtnavosti a kapacity zadržování vody (WRC) ve vodě a v mléce u použitých nositelů škrobu

vzorek	Bobtnavost ve vodě [g/g]	Bobtnavost v mléce [g/g]
T	14,861	14,554
R	14,354	13,956
B	14,846	13,809
vzorek	WRC ve vodě [g/g]	WRC v mléce [g/g]
T	14,981	14,344
R	15,021	14,736
B	14,917	14,570

Jak je patrné z tabulky číslo 2 bobtnavost vybraných nositelů škrobu ve vodě se značně nelišila. Nejvyšší bobtnavost byla zaznamenána u banánové plantejové mouky, naopak nejnižší bobtnavost vykazoval vzorek rýžové mouky. Rozdíly v bobtnavosti mezi různými nositeli škrobu jsou způsobeny jejich rozdílnou schopností vázat vodu, což je ovlivněno rozdílnou mírou dostupnosti míst vázajících vodu v škrobových polymerních řetězcích. [60] Bobtnavost vybraných vzorků mouk v mléce se oproti bobtnavosti ve vodě vždy snížila. Jak udává literatura, mohlo dojít k obalení granulí škrobu mléčnými bílkovinami, což mělo za následek snížení bobtnavosti nositelů škrobu v mléce. Nejvyšší bobtnavost v mléce vykazovala tapioková mouka, naopak nejnižší pak mouka banánová. Obecně platí že bobtnavost je ovlivněna obsahem amylózy v daném vzorku. Čím je tedy nižší obsah amylózy, tím je bobtnavost vyšší a naopak. [53, 60]

Při zjišťování kapacity zadržované vody („water retention capacity“, WRC) byly zjištěné výsledky podobné jako u bobtnavosti. Mezi jednotlivými vzorky nebyly zjištěny významné

rozdíly. Literatura uvádí, že kapacita zadržování vody všech škrobů v mléce se snižuje, a to díky adsorpci mléčných bílkovin na škrobové řetězce prostřednictvím hydrofobních interakcí, které mohou omezit difuzi vody do škrobových řetězců. [60] Toto se potvrdilo i v našem případě, kdy kapacita zadržované vody v mléce byla nižší než ve vodě.

6.2 Výsledky stanovení pH

Byla naměřena hodnota pH u vyrobených modelových vzorků mléčných dezertů. Každý vzorek byl vždy proměřen šestkrát a výsledná hodnota je průměr z těchto měření.

Tabulka 4: Průměrné hodnoty pH stanovené u vzorků mléčných dezertů

	Koncentrace použitého hydrokoloidu [% w/w]			
	0,5	1,0	1,5	2,0
TK	6,05	6,13	6,19	6,14
TF	6,04	6,00	6,04	6,05
TA	5,98	6,02	5,97	6,15
RK	6,11	5,93	5,92	6,21
RF	6,08	6,21	6,17	6,29
RA	5,85	5,89	6,12	6,00
BK	6,17	6,16	6,13	6,10
BF	6,12	6,06	6,12	6,11
BA	6,18	6,17	6,23	6,22

V tabulce číslo 3, která uvádí výsledky měření pH je patrné, že hodnoty pH u všech vzorků se pohybovaly v rozmezí pH od 5,85 do 6,29. Dle změřených výsledků můžeme říct, že pH vyrobených vzorků není závislé pouze na použitém hydrokoloidu a jeho koncentraci ale také na použité mouce při výrobě. Kolísání hodnoty pH u jednotlivých vzorků mléčných dezertů však bylo pouze nepatrné. Nejnížší hodnoty pH byly naměřeny u vzorků vyrobené z rýžové mouky za použití alginátu sodného. Naopak nejvyšší hodnoty pH byly naměřeny u vzorků vyrobených za použití rýžové mouky a furcellaranu. Obecně bychom mohli říct, že přídavek různých hydrokoloidů výrazně neovlivňuje pH.

Podle literatury pH značně ovlivňuje stabilitu, a pokud dojde ke snížení pH pod 4,3 dojde ke ztrátě viskozity a pevnost gelů se snižuje. Toto tvrzení se u vzorků mléčných dezertů nepotvrdilo a pH všech vzorků se pohybovalo nad hodnotou 4,3. [56]

Dle výsledků měření bychom mohli vzorky zařadit mezi nekyselé potraviny, u kterých je větší pravděpodobnost rozvoje nežádoucích mikrobů. Celkově platí, že námi vybrané

hydrokoloidy, zejména pak karagenany, jsou nejvíc využívány u produktů s téměř neutrálním pH, což by v našem případě odpovídalo. [54]

6.3 Výsledky stanovení obsahu sušiny

Obsah sušiny byl stejně jako u předchozích analýz měřen u každého vzorku třikrát a ze zjištěných výsledků byl stanoven průměr, který byl zanes do tabulky.

Tabulka 5: Průměrný obsah sušiny v % hmotnostních stanovený ve vzorcích mléčných dezertů

	Koncentrace použitého hydrokoloidu [% w/w]			
	0,5	1,0	1,5	2,0
TK	25,67	25,67	25,22	25,41
TF	25,70	25,33	25,43	25,13
TA	25,61	25,43	25,81	25,81
RK	25,49	24,76	25,35	25,63
RF	24,35	25,59	25,55	24,72
RA	24,76	25,46	24,95	25,98
BK	26,24	26,24	25,53	25,35
BF	25,94	26,32	26,37	26,59
BA	25,58	25,79	25,69	26,27

Jak je patrné z tabulky číslo 4, vyrobené modelové vzorky mléčných dezertů vykazovaly obsah sušiny v rozmezí od 24,35 do 26,59 % (w/w). Nejvyšší obsah sušiny byl zjištěn u vzorku mléčného dezertu u kterého byla použita banánová plentejová mouka a furcellaran. Naopak nejnižší obsah sušiny byl zjištěn ve vzorku vyrobeného za použití rýžové mouky a furcellaranu jako hydrokoloidu. Lze předpokládat, že obsah sušiny by se během skladování mohl zvýšit, a to v důsledku odpařování vody.

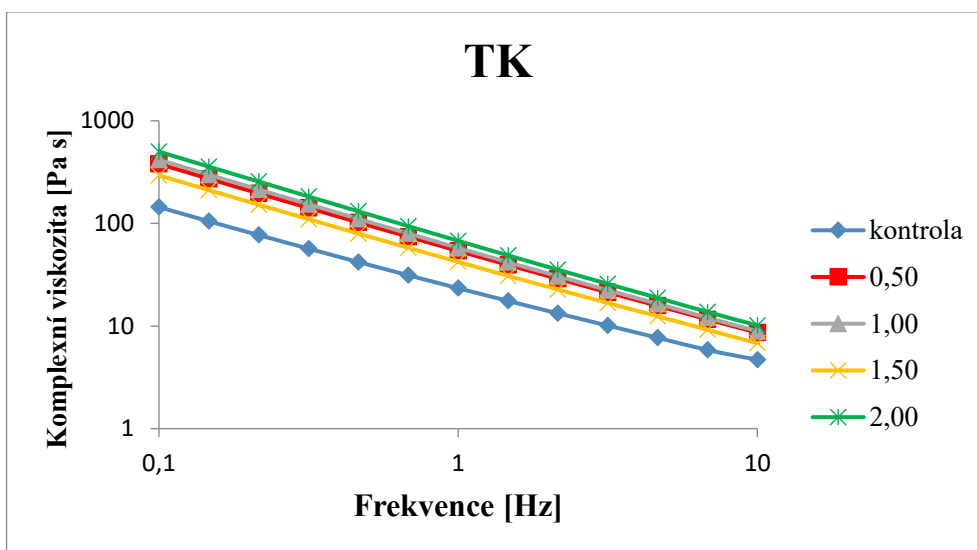
6.4 Výsledky dynamické oscilační reometrie

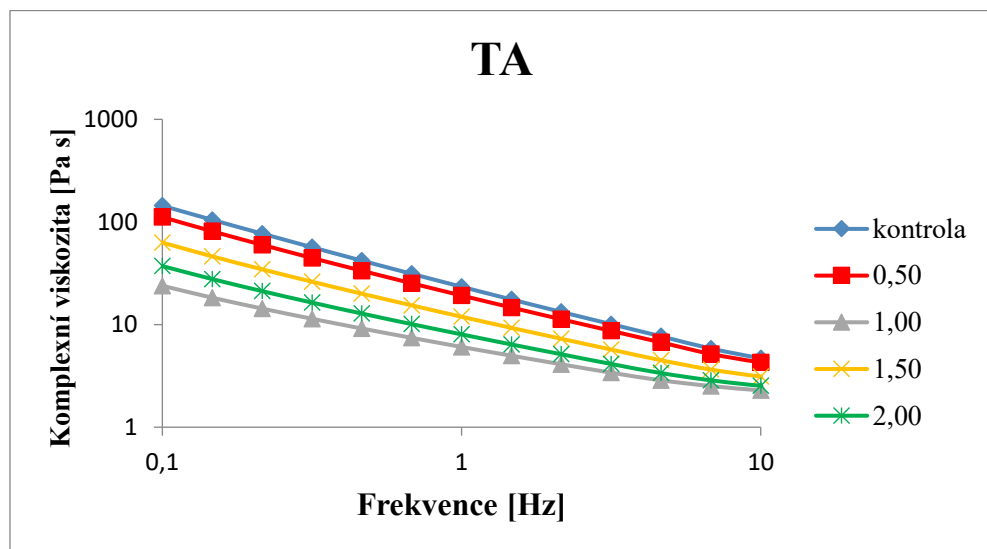
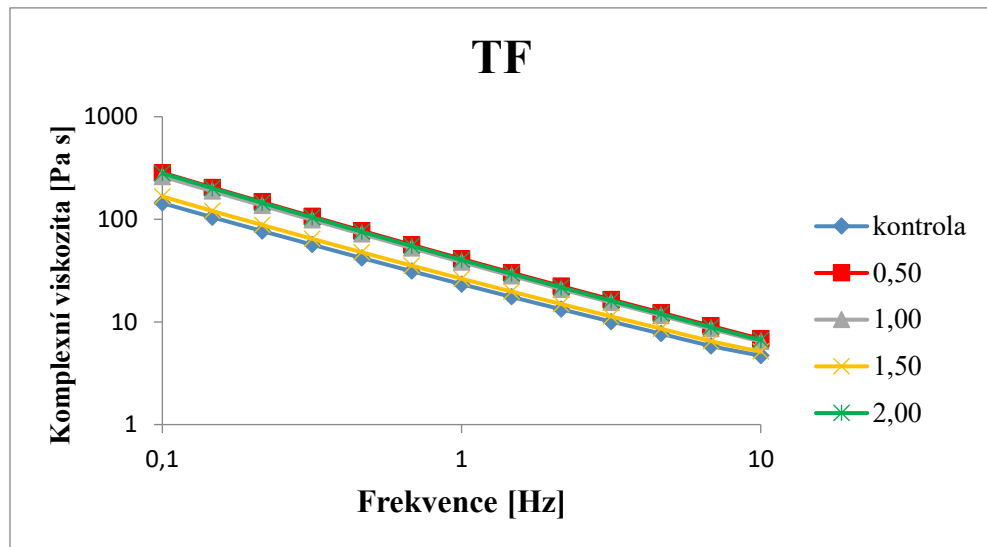
Vzorky mléčných dezertů byly podrobeny dynamické oscilační reometrii, která byla provedena na přístroji RheoStress 1. Díky této metodě byly sledován vliv přídavku hydrokoloidů na konzistenci vzorků. Reologické vlastnosti byly stanoveny u každého vzorku celkem dvakrát. Z výsledků byly vypočítány průměry, ze kterých byly vyhotoveny grafy pro elastický modul pružnosti (G'), ztrátový modul pružnosti (G'') a komplexní viskozitu η .

6.4.1 Komplexní viskozita

Viskozita je jedním z hlavních parametrů reologického měření. Pro všechny vzorky mléčných dezertů byly vyhotoveny grafy pro komplexní viskozitu, a byly srovnány přídatky různých hydrokoloidů v jednotlivých nosičích škrobu.

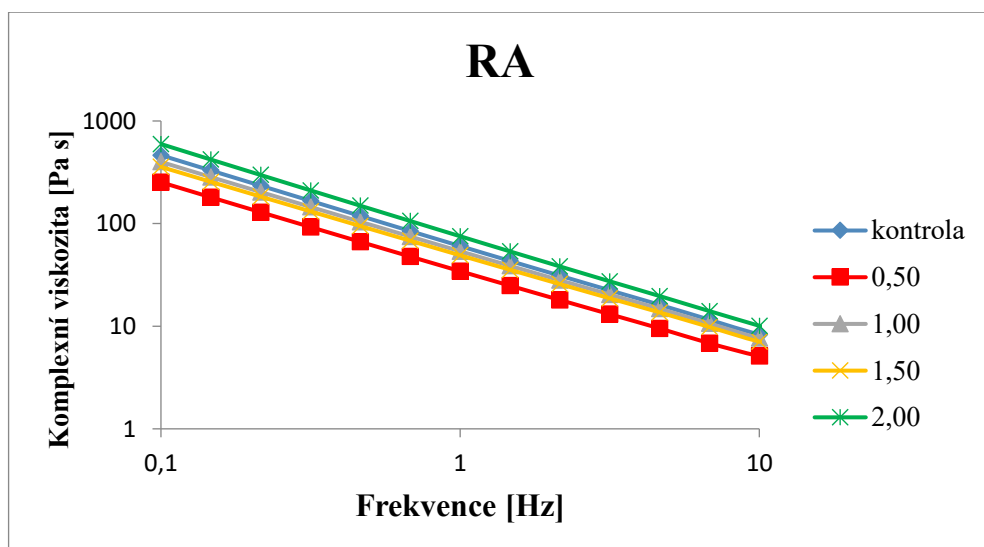
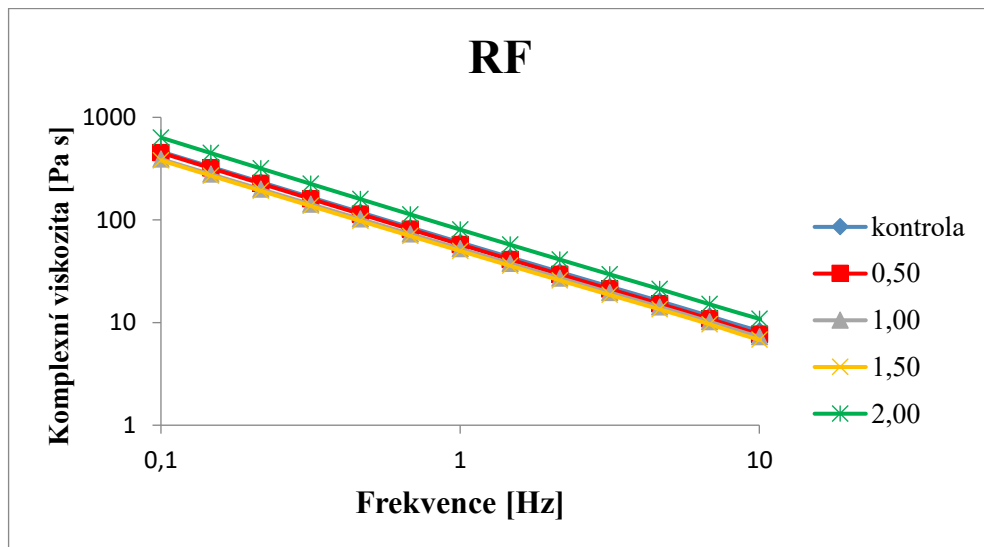
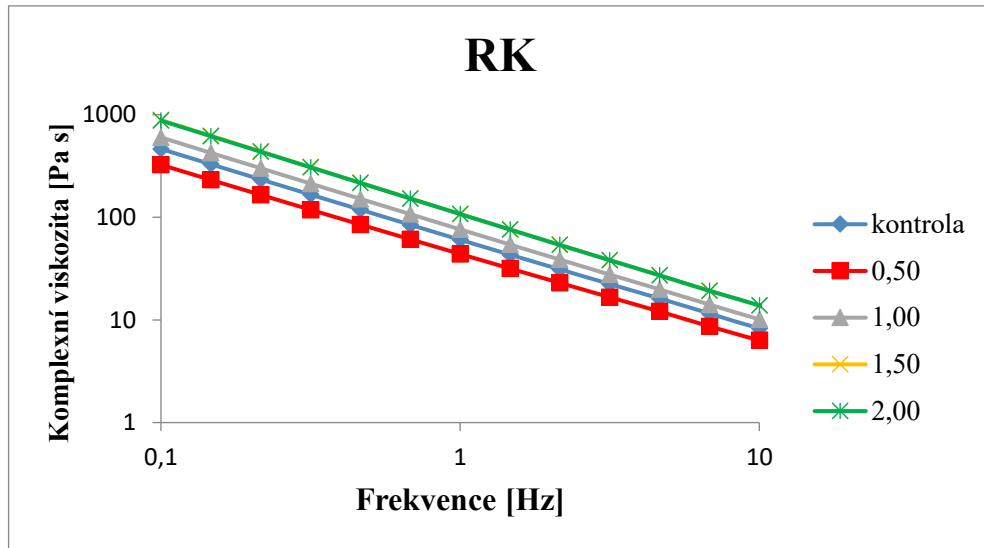
Je patrné že s rostoucí frekvencí viskozita vyrobených mléčných dezertů viditelně klesá. Jak bylo možné předpokládat, nejvyšší viskozitu vykazovaly vzorky za použití kappa-karagenanu a také furcellaranu. Literatura uvádí, že s přidavkem hydrokoloidu viskozita vzorku stoupá. [24] Nejnižší viskozitu vykazovaly vzorky s přidavkem alginátu sodného, kde měl kontrolní vzorek vyšší viskozitu než vzorky s přidavkem alginátu sodného. To mohlo být ovlivněno elektrostatickými interakcemi s ostatními nabitými polymery, jako jsou bílkoviny. Tyto interakce mohou být využity ke stabilizaci a zvýšení pevnosti modelových vzorků. Avšak záhřevem při zpracování vzorků s použitím alginátu sodného dochází k poklesu viskozity. [24, 29]





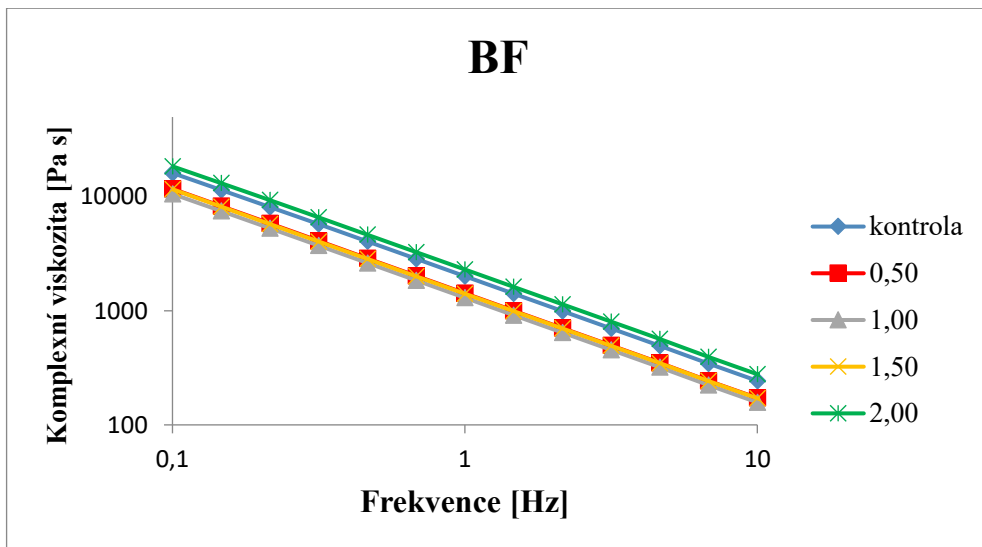
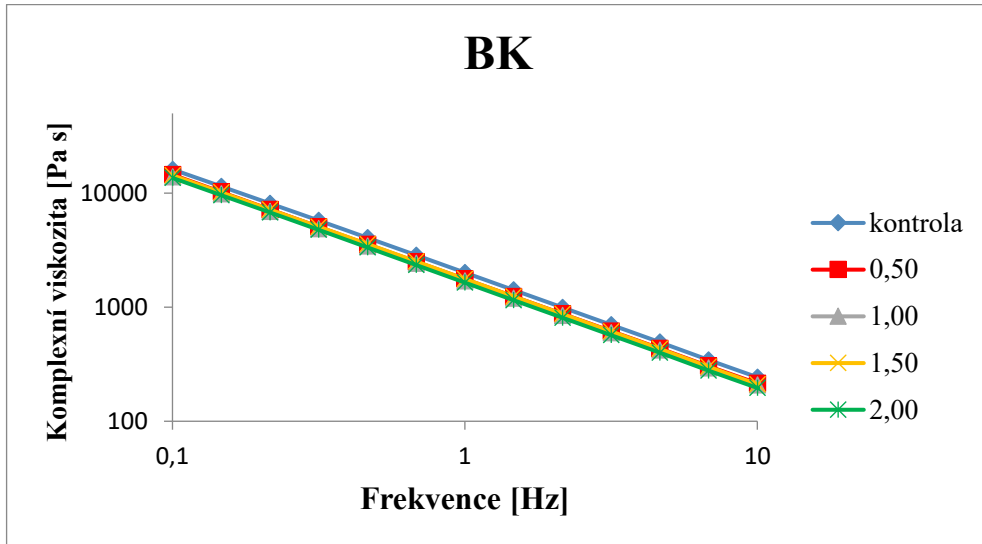
Obrázek 4: Závislost dynamické viskozity (Pa s) pro vzorky s tapiokovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem kappa-karagenanu (TK), furcellaranu (TF) a alginátu sodného (TA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)

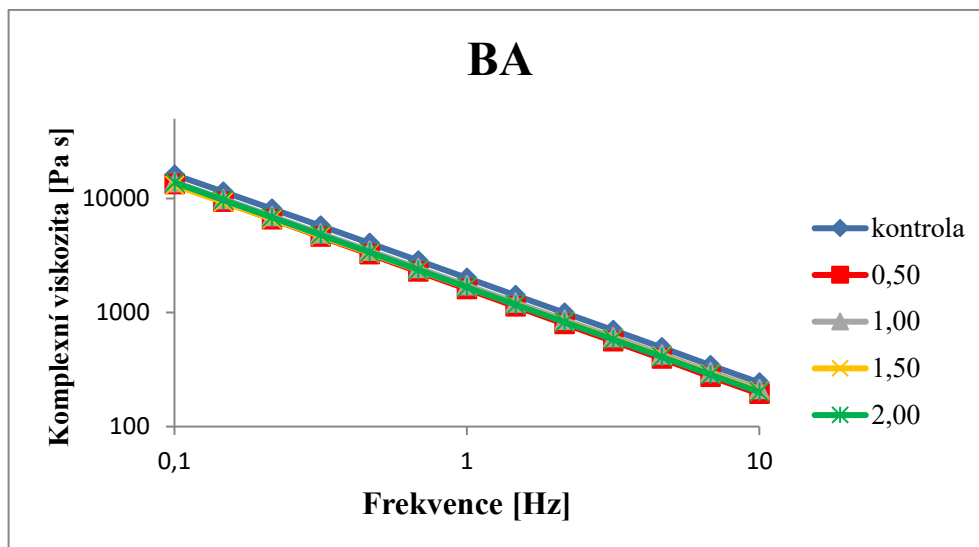
Vzorky mléčných dezertů u nichž byla použita rýžová mouka jako nositel škrobu vykazovaly pouze nepatrné rozdíly ve viskozitě, a to u všech použitých hydrokoloidů. Pouze u koncentrace 2,00 % (w/w) byly shledány nepatrně vyšší rozdíly ve viskozitě od kontrolního vzorku jak u karagenanu, furcellaranu tak i alginátu sodného. Obecně byla nejvyšší viskozita zjištěna u vzorku s použitím kappa-karagenanu.



Obrázek 5: Závislost dynamické viskozity (Pa s) pro vzorky s rýžovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem kappa-karagenanu (RK), furcellaranu (RF) a alginátu sodného (RA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)

Z obrázku číslo 6 je patrné že v tomto prostředí nemá přídavek hydrokoloidů téměř žádný vliv na viskozitu. Pouze v případě použití furcellaranu za použití koncentrace 2,00 hmot. % byl zaznamenán mírný nárůst viskozity oproti kontrolnímu vzorku. V ostatních případech byla viskozita vzorků takřka stejná.



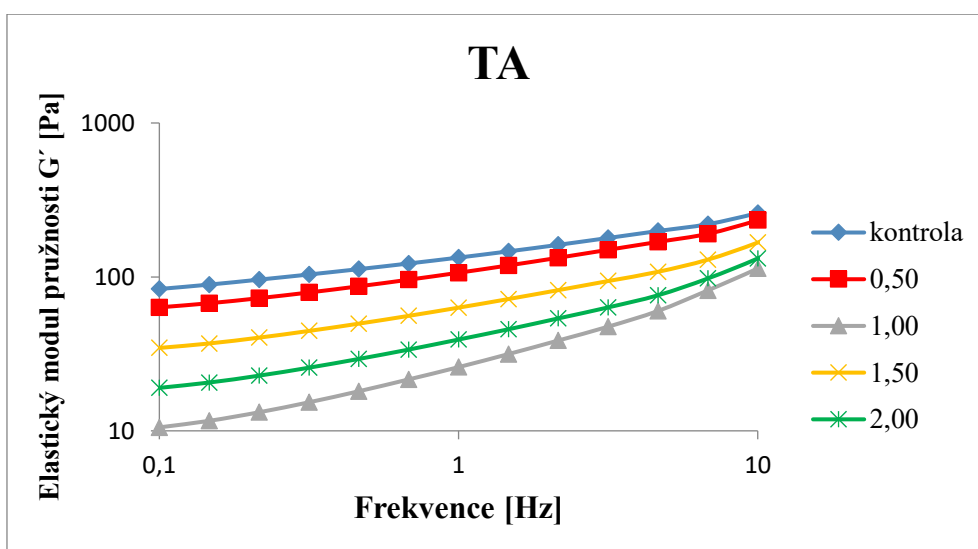
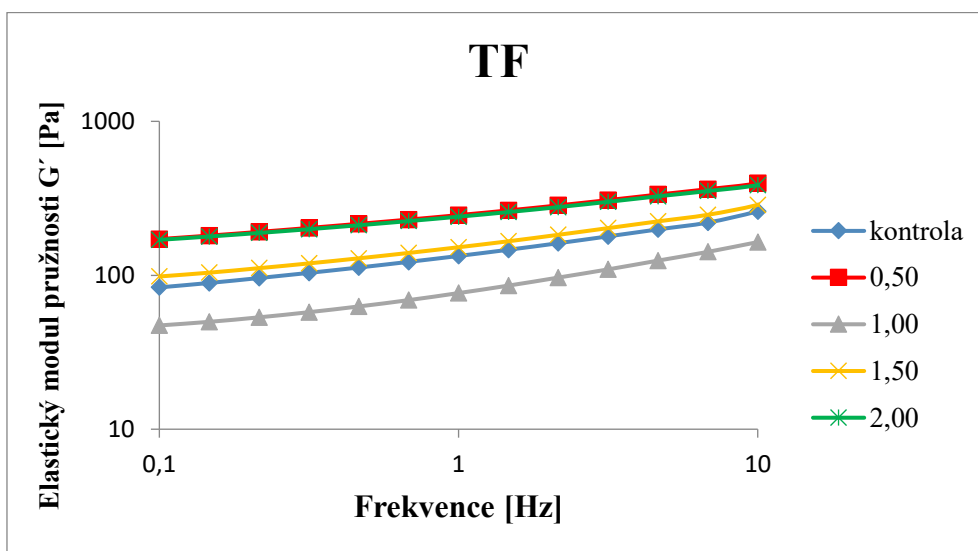
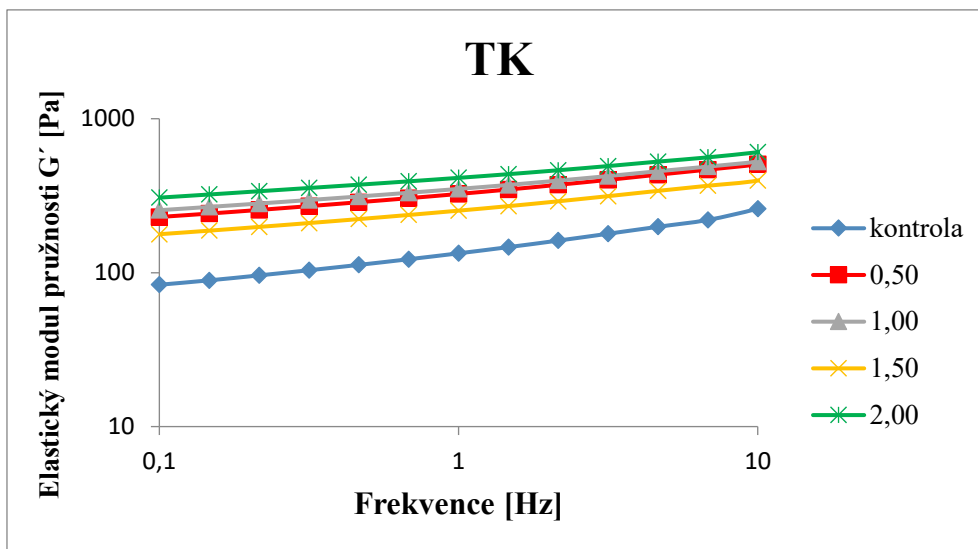


Obrázek 6: Závislost dynamické viskozity (Pa s) pro vzorky s banánovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem kappa-karagenanu (BK), furcellaranu (BF) a alginátu sodného (BA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)

6.4.2 Elastický modul pružnosti (G')

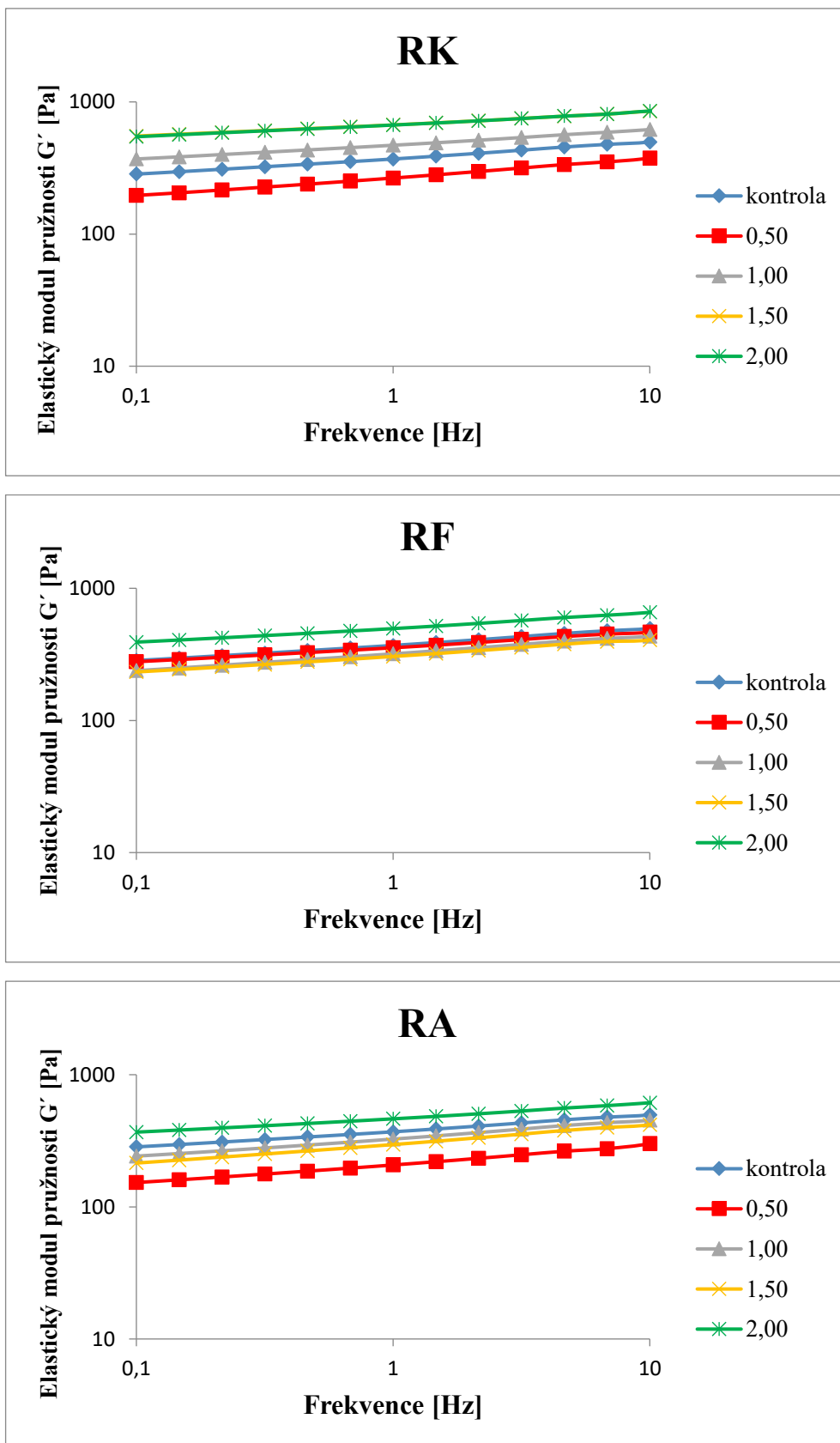
Na obrázku číslo 6, 7 a 8 jsou znázorněny grafy pro elastický modul pružnosti v závislosti na frekvenci pro všechny vzorky mléčných dezertů při různých koncentracích kappa-karagenanu, furcellaranu a alginátu sodného, a ty byly navzájem porovnány. Elastický modul pružnosti (G') ukazuje schopnost materiálu vratně ukládat energii, takovéto materiály vykazují elastické chování, tedy určují pevnost. [57]

Z obrázku číslo 6 je patrné, že nejnižší hodnoty elastického modulu pružnosti vykazovaly vzorky s přidavkem alginátu sodného. V tomto případě měl kontrolní vzorek nejvyšší pevnost, oproti všem ostatním vzorkům s použitím alginátu sodného. Toto chování je spojeno s tvorbou gelu alginátu sodného. Jak bylo možné předpokládat, nevyšší pevnost vykazovaly vzorky s použitím kappa-karagenanu a s malými rozdíly pak vzorky s použitím furcellaranu. Hodnoty elastického modulu pružnosti těchto vzorků jsou taktéž spojeny s principem tvorby gelu těchto hydrokoloidů. Kappa-karagenanu a furcellaran mají téměř totožný princip tvorby gelu, využívají se zejména ke gelování produktů s téměř neutrálním pH, protože molekulární přitažlivost mezi kladně nabitými NH_3^+ skupinami na proteinech a OSO_3^- skupinami na karagenanu jsou mnohem silnější než u alginátu sodného. [62] To by vysvětlovalo nižší hodnoty elastického modulu pružnosti při použití alginátu sodného.



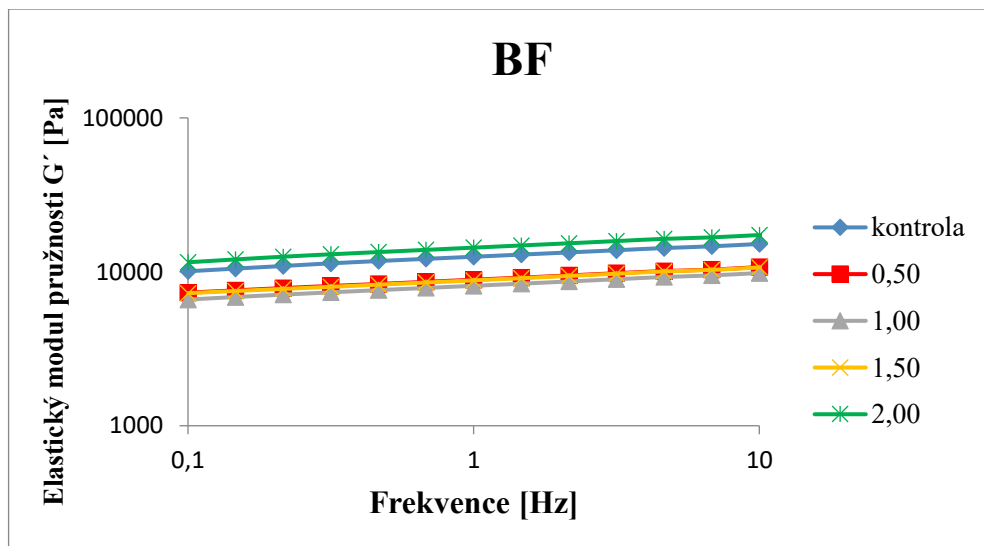
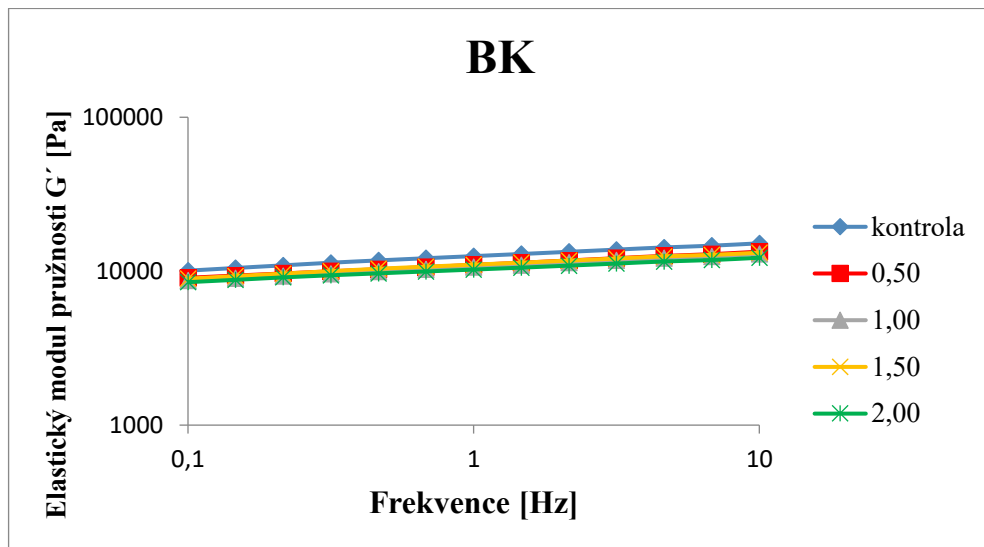
Obrázek 7: Závislost elastického modulu pružnosti (Pa) pro vzorky s tapiokovou moukou jako nositelem škrobu a přísadkou kappa-karagenanu (TK), furcellaranu (TF) a alginátu sodného (TA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)

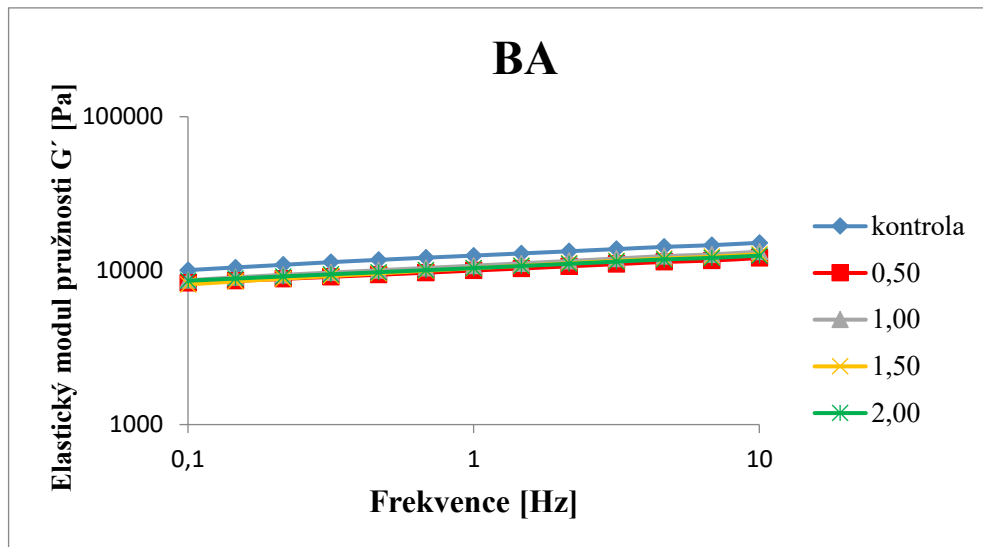
Při porovnání hodnot elastického modulu pružnosti modelových vzorků mléčných dezertů, které byly vyrobeny za použití rýžové mouky jako nositele škrobu a přidaných hydrokoloidů byly shledány pouze nepatrné rozdíly. U většiny použitých koncentrací všech hydrokoloidů byla konzistence spíše tekutější. Pouze koncentrace 2,00 % (w/w) vykazovaly pevnější charakter, a to jak u kappa-karagenanu, furcellaranu, tak i alginátu sodného. V případě kappa-karagenanu pak stejné pevnosti dosáhl také vzorek s přídavkem 1,5 % (w/w). To by mohlo být vysvětleno skutečností, že se zvyšující se koncentrací daného hydrokoloidu probíhají intenzivnější interakce mezi řetězci kappa-karagenanu, což má za následek tvorbu pevnější struktury. Schopnost tvorby gelu a jeho pevnost ovlivňuje přítomnost kationtů neutralizujících záporně nabitě sulfátové skupiny. Například draselné ionty ovlivňují zejména κ -karagenan.[59, 63]



Obrázek 8: Závislost elastického modulu pružnosti (Pa) pro vzorky s rýžovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem kappa-karagenanu (RK), furcellaranu (RF) a alginátu sodného (RA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)

U vzorků mléčných dezertů vyrobených s použitím banánové plentejové mouky a daných hydrokoloidů se elastický modul pružnosti významně nelišil. Většina vzorků však vykazovala nižší hodnoty elastického modulu pružnosti než kontrolní vzorek bez přídavku hydrokoloidů. Pouze při použití furcellaranu v koncentraci 2,00 % (w/w). byl shledán nepatrný nárůst pevnosti oproti kontrolnímu vzorku. Na rozdíl od předchozích vzorků však byla pevnost těchto dezertů velmi vysoká.



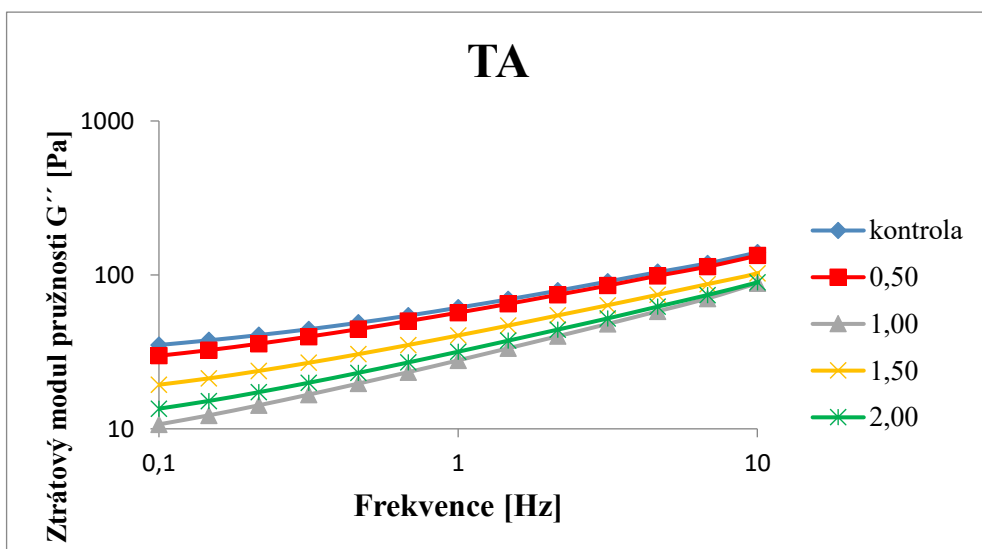
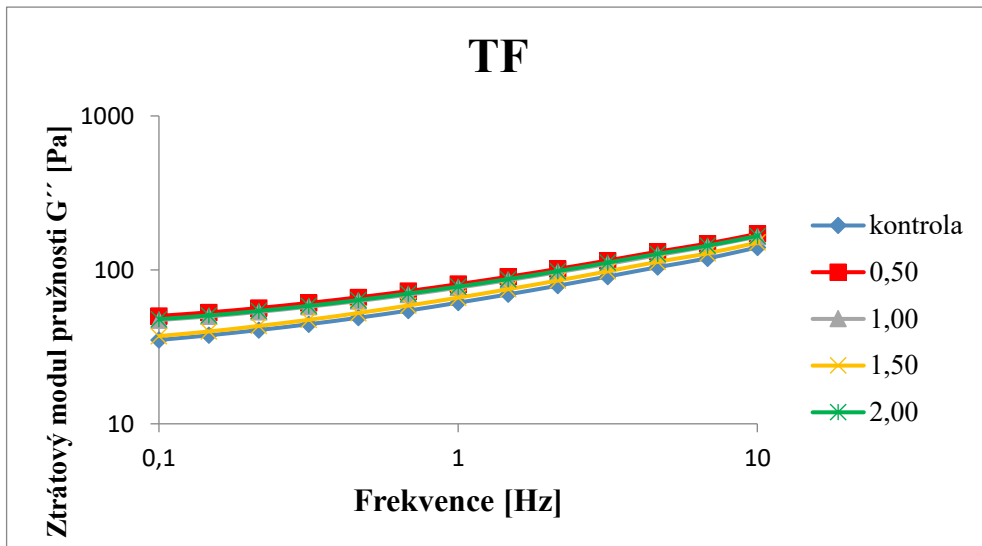
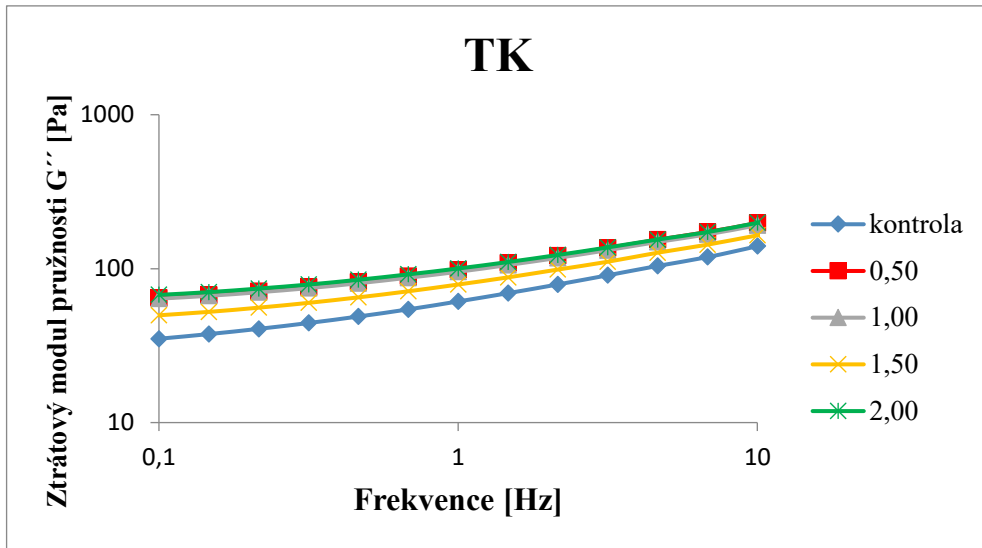


Obrázek 9: Závislost elastického modulu pružnosti (Pa) pro vzorky s banánovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem kappa-karagenanu (BK), furcellaranu (BF) a alginátu sodného (BA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)

6.4.3 Ztrátový modul pružnosti (G'')

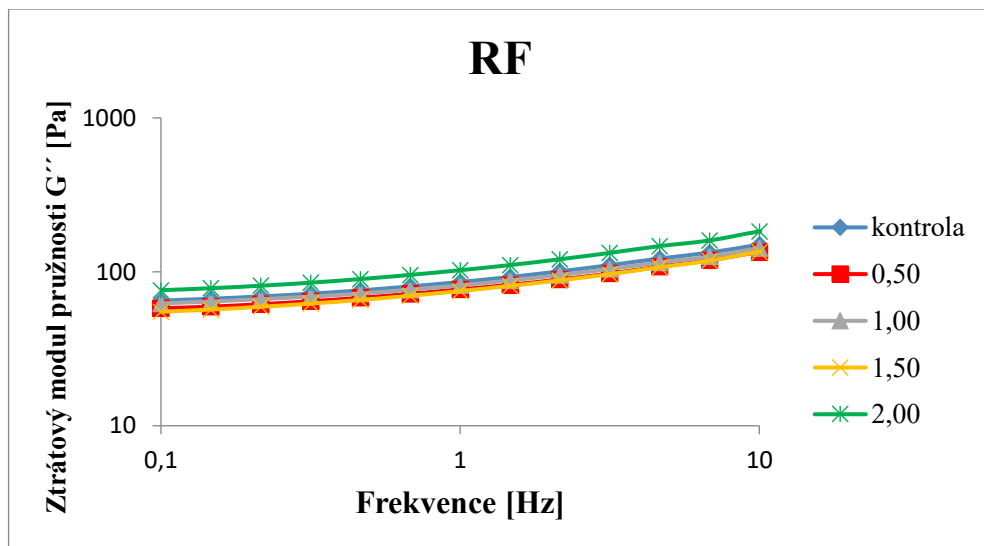
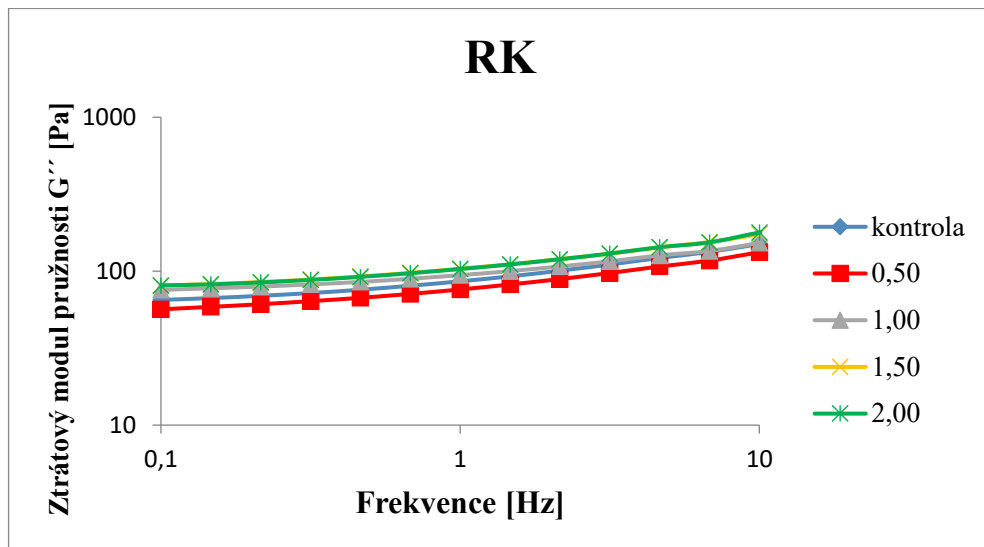
Následující obrázky znázorňují závislost ztrátového modulu pružnosti (G'') na frekvenci ve všech škrobnatých prostředích s použitím karagenanu, furcellaranu a alginátu sodného v různých koncentracích. Ztrátový modul pružnosti udává nevratnou přeměnu tepla, tyto materiály tedy vykazují viskózní chování neboli tekutost. [57]

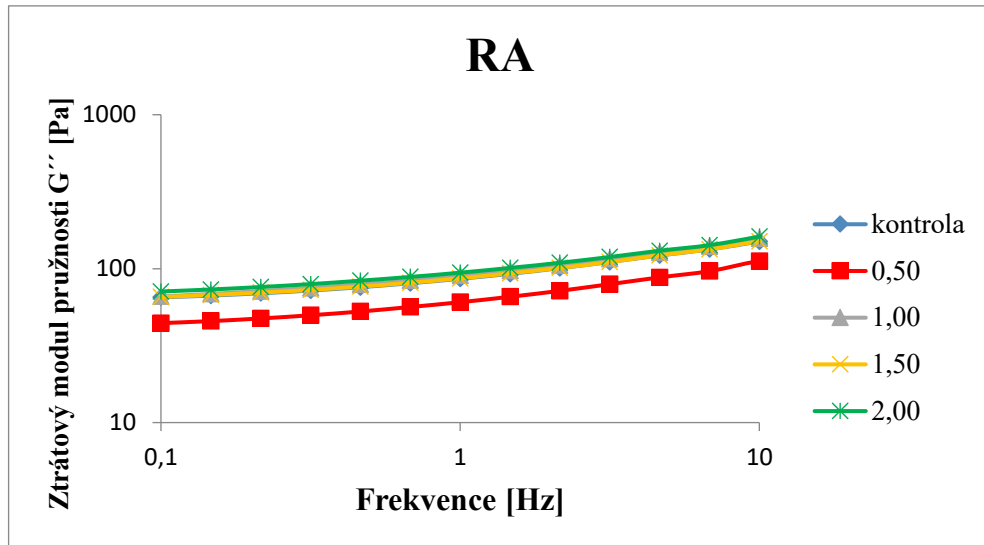
Závislost ztrátového modulu pružnosti na frekvenci v prostředí tapiokové mouky jako nositele škrobu a vybraných hydrokoloidů byla zanesena do obrázku číslo 9. Při použití kappa-karagenanu a furcellaranu bylo zaznamenáno vyšších hodnot oproti kontrolnímu vzorku, a to u všech použitých koncentrací. Pouze u vzorků s použitím alginátu sodného byly pozorovány nižší hodnoty ztrátového modulu pružnosti oproti kontrolnímu vzorku. Jak bylo uvedeno v kapitole 3.3.1. alginátové řetězce se skládají s M a G bloků, a ty hrají taky důležitou roli při tvorbě gelu. M bloky alginátového řetězce mají plochou strukturu a jejich schopnost vázat vápenaté ionty je tak omezená. V tomto případě probíhá tvorba gelu pomalu a ten je pak měkký a pružný. Pokud se v řetězci střídají M a G bloky vzniká měkký, ale méně pružný gel. [64]



Obrázek 10: Závislost ztrátového modulu pružnosti (Pa) pro vzorky s tapiokovou moukou jako nositelem škrobu a přísadkem kappa-karagenanu (TK), furcellaranu (TF) a alginátu sodného (TA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)

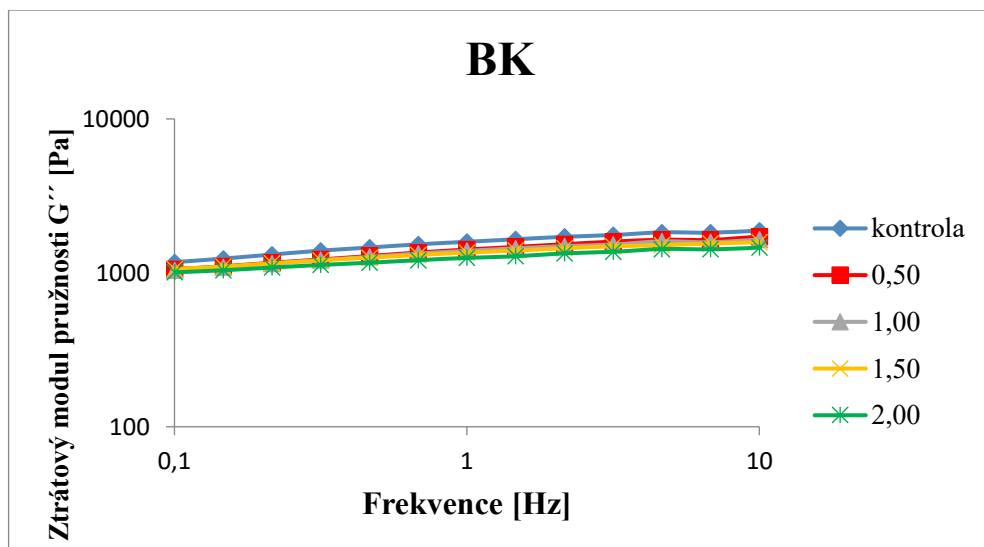
U modelových vzorků mléčných dezertů, které byly vyrobeny za použití rýžové mouky jako nositele škrobu a vybraných hydrokoloidů nebyly shledány signifikantní rozdíly v hodnotách ztrátového modulu pružnosti. Dle obrázku číslo 10 je patrné, že viskózní charakter vzorku nepatrně ovlivnil pouze přidavek 2,00 % (w/w) hydrokoloidu. U ostatních koncentrací byly pozorovány nižší hodnoty oproti kontrolnímu vzorku bez přídavku hydrokoloidu.

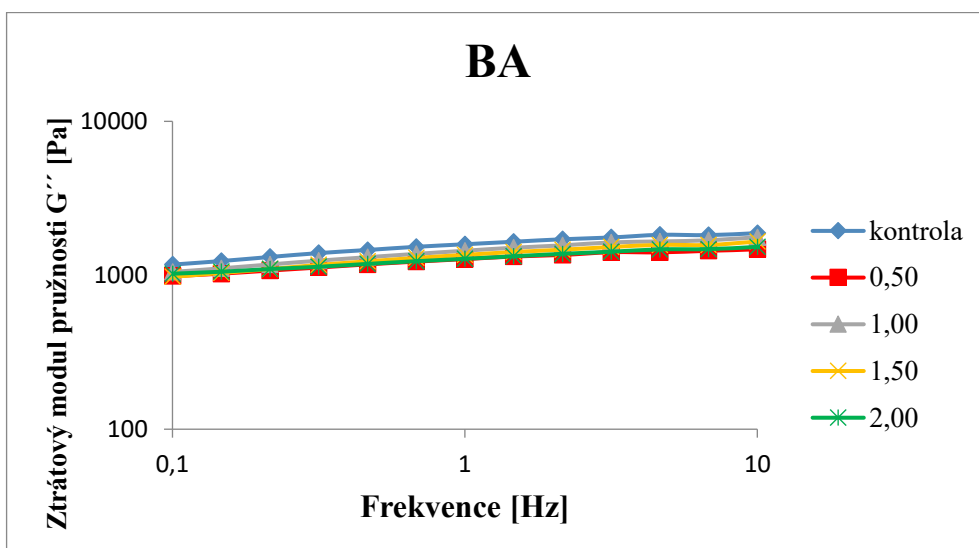
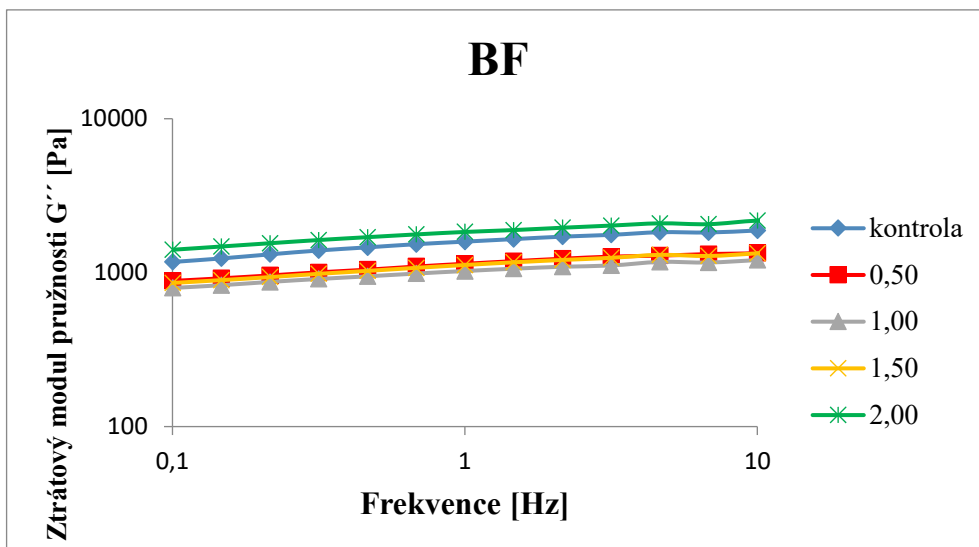




Obrázek 11: Závislost ztrátového modulu pružnosti (Pa) pro vzorky s rýžovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem kappa-karagenanu (RK), furcellaranu (RF) a alginátu sodného (RA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)

Ačkoli mezi modelovými vzorky mléčných dezertů vyrobených z banánové plantejové mouky jako nositelem škrobu a vybraných hydrokoloidů nebyly významné rozdíly, tyto vzorky vykazovaly mnohem vyšší hodnoty než předchozí vzorky.





Obrázek 12: Závislost ztrátového modulu pružnosti (Pa) pro vzorky s banánovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem kappa-karagenanu (BK), furcellaranu (BF) a alginátu sodného (BA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)

Elastický modul pružnosti a ztrátový modul pružnosti jsou důležitými prostředky k vyjádření intenzity elastického a viskózního chování mléčných dezertů. Většina vzorků mléčných dezertů vykazovala elastické chování ($G' > G''$), takže vyrobené vzorky byly spíše pevnějšího charakteru. Jak uvádí Černíková a kol. (2008) existuje minimální koncentrace pro vytvoření efektivní karagenové sítě. Ovšem hodnota koncentračního limitu závisí na mnoha faktorech jako je pH, iontové prostředí, přítomnost bílkovin a další. [61,63]

6.4.4 Komplexní modul pružnosti (G^*)

Tabulka 6: Výsledné hodnoty komplexního modulu pružnosti pro frekvenci 1 Hz stanovené u vzorků mléčných dezertů

Karagenan					
vzorek	kontrola	0,5	1,0	1,5	2,0
TK	146,89	339,09	362,74	364,79	425,00
RK	379,64	276,00	479,39	676,79	677,40
BK	12629,95	11077,75	10708,43	11107,29	11321,88
Furcellaran					
vzorek	kontrola	0,5	1,0	1,5	2,0
TF	146,89	252,83	240,81	165,82	258,53
RF	379,64	363,13	329,51	314,10	506,04
BF	12629,95	8959,64	8178,02	8871,98	14473,96
Alginát sodný					
vzorek	kontrola	0,5	1,0	1,5	2,0
TA	146,89	120,65	38,05	74,95	50,40
RA	379,64	216,06	337,92	308,51	473,01
BA	12629,95	10097,81	10874,30	10593,25	10467,54

Jak vyplývá z tabulky číslo 5, s rostoucím přídatkem kappa-karagenanu, furcellaranu a alginátu sodného se zvyšuje komplexní modul pružnosti, což má za následek zvýšení pevnosti modelových vzorků. Charakter vzorků mléčných dezertů se tedy měnil s použitými hydrokoloidy a jejich koncentrací. Ze získaných hodnot můžeme konstatovat, že nejvyšší hodnoty komplexního modulu a pevnost měly modelové vzorky s přídatkem kappa-karagenanu ve srovnání s ostatními vzorky, zejména pak v koncentraci 1,50 % w/w a 2,0 % w/w. Vzorky s použitím furcellaranu taktéž vykazovaly přijatelnou konzistenci. Dokonce vzorky vyrobené s použitím furcellaranu a banánové plentejové mouky jako nositele škrobu vykazovaly vyšších hodnot komplexního modulu než při využití karagenanu. Což by znamenalo že tyto vzorky vykazovaly pevnější konzistenci. Jak bylo možné předpokládat nejnižších hodnot bylo dosaženo při použití alginátu sodného, tyto vzorky měly tedy nejnižší pevnost.

Obecně platí, že efektivita použité koncentrace karagenanu závisí na vlastnostech použité mléčné matrice, zejména na technologii zpracování a použitých přísadách. [59]

6.4.5 Tangens úhlu fázového posunu ($\tan \delta$)

Tabulka 7: Výsledné hodnoty tangens úhlu fázového posunu pro frekvenci 1 Hz stanovené u vzorků mléčných dezertů

Kappa-Karagenan					
vzorek	kontrola	0,5	1,0	1,5	2,0
TK	0,459	0,302	0,273	0,312	0,243
RK	0,232	0,287	0,201	0,155	0,155
BK	0,127	0,129	0,131	0,123	0,122
Furcellaran					
vzorek	kontrola	0,5	1,0	1,5	2,0
TF	0,459	0,328	0,336	0,334	0,324
RF	0,232	0,217	0,256	0,246	0,207
BF	0,127	0,128	0,126	0,127	0,128
Alginát sodný					
vzorek	kontrola	0,5	1,0	1,5	2,0
TA	0,459	0,534	1,074	0,640	0,809
RA	0,232	0,292	0,277	0,292	0,203
BA	0,127	0,127	0,134	0,500	0,123

Tangens úhlu fázového posunu znázorňuje poměr mezi ztrátovým modulem pružnosti a elastickým modulem pružnosti. Tato hodnota určuje, zda vyrobené vzorky vykazují spíše viskózní či elastické vlastnosti. Mezní je pro tyto výrobky hodnota $\tan \delta < 1$, kdy vzorky s takovými hodnotami vykazují elastické vlastnosti, pevnost. Pokud vzorky nabývají hodnot $\delta > 1$, vzorky mléčných dezertů vykazují viskózní vlastnosti, tekutost. [51, 58] Z námi získaných hodnot byly zjištěny klesající hodnoty úhlu fázového posunu, což znamená že se zvyšující se pevností vzorků se zvyšoval podíl elastické složky nad viskózní. Všechny modelové vzorky s výjimkou jednoho tedy vykazovaly elastické chování (pevnost). Pouze u vzorku vyrobeného z tapiokové mouky jako nositele škrobu a hydrokoloidu alginátu sodného v koncentraci 1,0 % w/w byly shledány hodnoty $\delta > 1$, což vypovídá o viskózním chování (tekutosti).

6.5 Výsledky stanovení stability

Vyrobene vzorky mléčných dezertů byly podrobeny také zkoušce na stabilitu, která se stejně jako u předchozích analýz provedla třikrát u každého vzorku a koncentrace.

Tabulka 8: Průměrné hodnoty stability v % stanovené u vzorků mléčných dezertů

	Koncentrace použitého hydrokoloidu [% w/w]			
	0,5	1,0	1,5	2,0
TK	99,85	99,90	99,92	99,93
TF	99,92	99,91	99,96	99,97
TA	99,92	99,97	99,98	99,99
RK	99,87	99,90	99,91	99,93
RF	99,98	99,90	99,85	99,86
RA	99,34	99,38	99,61	99,76
BK	91,62	92,48	97,00	97,30
BF	90,26	93,36	96,25	98,87
BA	94,13	94,58	96,76	97,61

Z tabulky číslo 4 je patrné, že výsledky stability vzorků se pohybovaly od 90,26 do 99,99 %. Stabilita potravin úzce souvisí s aktivitou vody. Z výsledků je patrné, že všechny vzorky vykazují poměrně vysokou stabilitu. Nejvyšší stabilizační schopnosti vykazoval vzorek vyrobený za použití alginátu sodného s použitím tapiokové mouky jako nositele škrobu. Dle výsledků můžeme konstatovat, že vzorky vyrobené z banánové plentejové mouky vykazovaly nejnižší stabilitu, bez ohledu na použitý hydrokoloid. Jednalo se vždy o hodnoty nižší než 99 % na rozdíl od ostatních vzorků, kdy byla stabilita vzorků vždy vyšší než 99 %. Je ale patrné, že s rostoucí koncentrací hydrokoloidu se stabilita vzorku zvyšovala. Funkcí hydrokoloidů není pouze tvorba gelu, zahušťování či želírování ale také schopnost stabilizace. [24]

6.6 Výsledky stanovení aktivity vody

Aktivita vody byla měřena celkem u každého vzorku a koncentrace dvakrát, a z výsledků byla vypočítána průměrná hodnota, která byla vždy zanesena do tabulky.

Tabulka 9: Průměrné hodnoty aktivity vody stanovené u vzorků mléčných dezertů

	Koncentrace použitého hydrokoloidu [% w/w]			
	0,5	1,0	1,5	2,0
TK	0,9830	0,9848	0,9862	0,9858
TF	0,9859	0,9863	0,9887	0,9932
TA	0,9851	0,9844	0,9844	0,9872
RK	0,9854	0,9846	0,9862	0,9840
RF	0,9840	0,9846	0,9846	0,9854
RA	0,9918	0,9926	0,9927	0,9923
BK	0,9899	0,9900	0,9902	0,9907
BF	0,9906	0,9901	0,9904	0,9911
BA	0,9905	0,9914	0,9916	0,9910

Námi naměřené hodnoty aktivity vody ve vzorcích mléčných dezertů se pohybovaly v rozmezí od 0,9830 do 0,9932. Obě tyto hodnoty byly zjištěny u vzorků vyrobených za použití tapiokové mouky. Všeobecně vzorky vykazovaly různou aktivitu vody, i když jen nepatrně, a to i navzdory použití odlišných hydrokoloidů a koncentrací. Při srovnání všech koncentrací a použitých mouk je patrné, že nejvyšší hodnoty vodní aktivity obecně vykazovaly vzorky, u kterých byl použit alginát sodný. Simatos (2011) uvádí že čím vyšší má použitý hydrokoloid zahušťovací schopnost, tím nižší by měla být aktivita vody.

Tento parametr úzce souvisí s údržností a skladovatelností potravin. Hodnoty aktivity vody se pohybují od 0-1 a platí, že čím je hodnota vyšší, tím je daná potravina náchylnější k mikrobiální degradaci. Dalo by se předpokládat, že dlouhodobé skladování by mělo významný vliv na aktivitu vody v důsledku odpařování vody. Literatura udává, že použití hydrokoloidů zahušťuje vodnou fázi a snižuje ztrátu vlhkosti, která je obvykle zapříčiněna velkým množstvím vody v těchto výrobcích. [55]

ZÁVĚR

Diplomová práce byla v první fázi zaměřena na výrobu modelových vzorků mléčných dezertů, které byly vyrobeny za přídavků vybraných hydrokoloidů, konkrétně kappa-karagenanu, furcellaranu a alginátu sodného v koncentracích 0,5; 1,0; 1,5 a 2,0 % (w/w). U vyrobených modelových vzorků byla provedena základní chemická (pH a obsah sušiny) a reologická analýza, test stability, bobtnavosti a stanovení vodní aktivity.

Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že bobtnavost a kapacita zadržování vody u použitých nositelů škrobu byla vždy nižší v mléce oproti destilované vodě. Naopak lze říct obsah sušiny, pH a aktivita vody nebyly významně ovlivněny přídavkem různých koncentrací a typů hydrokoloidů. Dalo by se tedy říct že přídavek kappa-karagenanu, furcellaranu ani alginátu sodného nemá vliv na tyto parametry. Stabilita vzorků mléčných dezertů se pohybovala v rozmezí od 90,26 do 99,99 %. Bylo prokázáno se zvyšující se koncentrací hydrokoloidu rostla i stabilita jednotlivých vzorků.

Reologickou analýzou bylo prokázáno že u vzorků převažoval elastický modul pružnosti nad ztrátovým modulem pružnosti ($G' > G''$), což vypovídá o elastickém chování, takže vyrobené modelové vzorky mléčných dezertů byly spíše pevnějšího charakteru. Obecně lze ze získaných hodnot konstatovat, že typ hydrokoloidu a jeho koncentrace ovlivňuje viskoelastické vlastnosti mléčných dezertů. U většiny vzorků se potvrdilo že s rostoucí koncentrací daného hydrokoloidu hodnota komplexního modulu rostla a hodnota tangens úhlu fázového posunu klesala. Největší pevnosti tedy dosahovaly vzorky za použití kappa-karagenanu. Při výrobě mléčných dezertů by měl být brát zřetel na požadovanou výslednou texturu. V případě že je požadován mléčný dezert s pevnější strukturou je vhodnější použít přídavek karagenanu či furcellaranu ve vyšších koncentracích, naopak v zemích, kde je preferována spíše tekutější struktura mléčných dezertů by bylo doporučeno použít alginát sodný.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů.
- [2] Vyhláška č. 417/2016 Sb., o některých způsobech označování potravin.
- [3] Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1169/2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům.
- [4] Vyhláška č. 274/2019, kterou se mění vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje.
- [5] Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny.
- [6] SAUNDERS, A. B. Dairy Desserts. *Reference Module in Food Science* [online]. Cambridge: Elsevier, 2020, s. 8 [cit. 2021-03-20]. ISBN 9780081005965. Dostupné z: <https://www.sciencedirect-com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/B9780128187661001586?via%3Dihub>
- [7] KOPÁČEK, Jiří. *Mléko a mléčné výrobky: Jak poznáme kvalitu?* Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 2014. ISBN 978-80-87719-18-3.
- [8] BURATTO, Tessa. Mastering Mascarpone: What it takes to make a perfect batch of Mascarpone Cheese [online]. 12-2010, 1-42 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://digitalcommons.calpoly.edu/dscisp/40>
- [9] CHANDAN, Ramesh C., Kilara, ARUN SHAH a P. NAGENDRA. Puddings and Dairy-Based Desserts. *Dairy Processing and Quality Assurance* [online]. 2nd ed. John Wiley, 2018, s. 399-410 [cit. 2021-03-30]. ISBN 978-1-5231-1861-8. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011NBYFG/dairy-processing-quality/market-value>
- [10] NAVRÁTILOVÁ, Pavlína. *Hygiena produkce mléka*. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012. ISBN 978-80-7305-625-4.
- [11] KAMENÍK, Josef, Bohumíra JANŠTOVÁ a Alena SALÁKOVÁ. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-722-0.

- [12] YAM, Kit L. *Wiley Encyclopedia of Packaging Technology* [online]. 3rd ed. New York: John Wiley, 2009 [cit. 2021-03-31]. ISBN 978-1-62198-216-6. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpWEPTE002/wiley-encyclopedia-packaging/wiley-encyclopedia-packaging>
- [13] SPANIER, A.M., Shahidi, F. PARLIMENT, T.H., C. MUSSINAN a C.T. TRATRAS CONTIS, E. *Food Flavors and Chemistry - Advances of the New Millennium* [online]. Royal Society of Chemistry, 2001 [cit. 2021-03-31]. ISBN 978-1-62870-126-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFFCANM03/food-flavors-chemistry/food-flavors-chemistry>
- [14] FERNANDES, Rhea. *Microbiology Handbook - Dairy Products* [online]. 3rd Edition. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2009 [cit. 2021-03-31]. ISBN 978-1-62198-172-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMHDPE001/microbiology-handbook-3/microbiology-handbook-3>
- [15] *Co je a není máslo* [online]. Praha: FÉR potravina, 2017 [cit. 2021-3-31]. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/clanky/co-je-a-neni-maslo>
- [16] Kasein. *Bezpečnost potravin* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin [cit. 2021-3-31]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92329.aspx>
- [17] MSAGATI, Titus A. M. Synthetic/Artificial Food Colourants page. *Chemistry of Food Additives and Preservatives* [online]. New York: John Wiley, 2013, s. 132-145 [cit. 2021-03-31]. ISBN 978-1-5231-1111-4. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011C1FJ3/chemistry-food-additives/cochineal-extract-carmine>
- [18] Barviva. *Certified E-Friendly Food* [online]. Jaroměř: CEFF [cit. 2021-3-31]. Dostupné z: https://www.ceff.info/cz/additives/categories?category_id=3&do=categoryDetail
- [19] Kompletní informace o ěčkách v potravinách. *FÉR potravina* [online]. Praha, 2020 [cit. 2021-3-31]. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/ecka>
- [20] Aromata. *SZÚ* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav [cit. 2021-3-31]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/bezpecnost-potravin/aromata>

- [21] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1334/2008 o aromatech a některých složkách potravin s aromatickými vlastnostmi pro použití v potravinách nebo na jejich povrchu a o změně nařízení Rady (EHS) č. 1601/91, nařízení (ES) č. 2232/96 a č. 110/2008 a směrnice 2000/13/ES
- [22] Aromata. *Bezpečnost potravin* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76605.aspx>
- [23] OBERMAIER, Oldřich a Vladimír ČEJNA. *Sýry a tvarohy: Jak poznáme kvalitu?*. 1. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 2013. ISBN 978-80-87719-06-0.
- [24] PHILLIPS, G.O. a P.A. WILLIAMS. *Handbook of Hydrocolloids (2nd Edition)* [online]. 2nd ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009 [cit. 2021-03-18]. ISBN 978-1-84569-414-2. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHHE00002/handbook-hydrocolloids/handbook-hydrocolloids>
- [25] KODET, J., ŠOTOLOVÁ, I., ŠTĚRBA, S. Plnicí, zahušťovací, gelotvorné a stabilizační látky pro potraviny (potravinářské hydrokoloidy). SPI, Praha 1993, 1. vyd., ISBN 80-85120-32-1.
- [26] Vlastnosti hydrokoloidů, typy, použití a příklady. *Thpanorama* [online]. [cit. 2021-3-31]. Dostupné z: <https://cs.thpanorama.com/articles/qumica/hidrocoloides-propiedades-tipos-usos-y-ejemplos.html>
- [27] BEMILLER a N. JAMES. *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists* [online]. 3rd. ed. Cambridge: Elsevier, 2019 [cit. 2021-03-18]. ISBN 978-0-1281-3438-2. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCCFSE003/carbohydrate-chemistry/carbohydrate-chemistry>
- [28] SOFROVÁ, D. *Biochemie: základní kurz*. 3. vyd. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-936-7.
- [29] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-86659-00-3.
- [30] ČERNÝ, Miloslav, Tomáš TRNKA a Miloš BUDĚŠÍNSKÝ. *Sacharidy*. 1. Praha: Česká společnost chemická, 2010. ISBN 978-80-86238-81-4.
- [31] VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie*. 2. opr. vyd. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0600-1.

- [32] ČEGAN, A., KORECKÁ, L. Obecná a potravinářská biochemie pro bakalářské studium. Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická. 2010.
- [33] MABEAU, Serge a Joel FLEURENCE. Seaweed in food products: biochemical and nutritional aspects. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 4th ed. Cambridge: Elsevier, 1993, s. 103-107 [cit. 2021-03-31]. ISBN 0924-2244. Dostupné z: <https://www-sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/092422449390091N>
- [34] HAN, Jung H. Carrageenan. *Innovations in Food Packaging* [online]. 1. Cambridge: Elsevier, 2005, s. 345-351 [cit. 2021-03-31]. ISBN 978-0-08-045517-4. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt009AK6B1/innovations-in-food-packaging/carrageenan>
- [35] E407 - Karagenan. *FÉR potravina* [online]. Praha: FÉR potravina [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/seznam-ecek/E407>
- [36] VISAKH, P. M., O. BAYRAKTAR a Menon GOPALAKRISHNAN. Applications of Carrageenans. *Bio Monomers for Green Polymeric Composite Materials* [online]. 1. New York: John Wiley, 2019, s. 130-132 [cit. 2021-03-31]. ISBN 978-1-5231-3282-9. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt012ELNE1/bio-monomers-green-polymeric/applications-carrageenans>
- [37] Karagenany. *Bezpečnost potravin* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin, 2018 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76558.aspx>
- [38] SHAHIDI, Feriedoon a Md. Jiaur RAHMAN. Bioactives in seaweeds, algae, and fungi and their role in health promotion. *Journal of Food Bioactives* [online]. 2018, 2 [cit. 2021-03-30]. DOI: 10.31665/JFB.2018.2141. ISSN 2637-8779. Dostupné z: <http://www.isnff-jfb.com/index.php/JFB/article/view/25>
- [39] MARANGONI, Luís. Furcellaran: An innovative biopolymer in the production of films and coatings. *Carbohydrate Polymers* [online]. 1. Cambridge: Elsevier, 2021, s. 17 [cit. 2021-04-02]. ISBN 0144-8617. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0144861720313941>

- [40] SMITH, Jim a Lily HONG-SHUM. *Food Additives Data Book* [online]. 2nd ed. New York: John Wiley, 2011 [cit. 2021-04-02]. ISBN 978-1-5231-0980-7. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFADBE012/food-additives-data-book/food-additives-data-book>
- [41] E401 - Alginát sodný. *FÉR potravina* [online]. Praha: fér potravina [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/seznam-ecek/E401>
- [42] BROWNLEE, I.A., Ch.J. SEAL, M. WILCOX, P.W. DETTMAR a J.P. PEARSON. Applications of Alginates in Food. REHM, Bernd. Alginates: biology and applications. New York: Springer, 2009. ISBN 9783540926795.
- [43] DE RUITER, Gerhard A. a Rudolph BRIAN. Carrageenan biotechnology. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 1. Cambridge: Elsevier, 1997, s. 389-395 [cit. 2021-04-03]. ISBN 0924-2244. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224497010911>
- [44] LAGARÓN, José-María. Structure and properties of carrageenan. *Multifunctional and Nanoreinforced Polymers for Food Packaging* [online]. Woodhead Publishing, 2011, s. 595-599 [cit. 2021-04-03]. ISBN 978-0-85-709278-6. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0096D8K8/multifunctional-nanoreinforced/carrageenan-structure-properties>
- [45] PH. *Bezpečnost potravin* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76782.aspx>
- [46] MCMILLAN, Gregory K. a Robert A. CAMERON. *Advanced pH Measurement and Control* [online]. 3rd ed. ISA, 2005 [cit. 2021-04-14]. ISBN 978-1-61583-542-3. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpAHMCE001/advanced-ph-measurement/advanced-ph-measurement>
- [47] Aktivita vody. *Bezpečnost potravin* [online]. Praha: Informační centrum bezpečnosti potravin [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76457.aspx>

- [48] SIMATOS, S., G. ROUDAUT a D. CHAMPION. Water in Dairy Products | Analysis and Measurement of Water Activity. *Encyclopedia of Dairy Sciences* [online]. 2nd ed. Academic Press, 2011, s. 715-726 [cit. 2021-04-15]. ISBN 9780123744074. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/B9780123744074004933>
- [49] KILCAST, David a Persis SUBRAMANIAM. Chemical composition and principal reactions of milk. *Stability and Shelf-Life of Food* [online]. Woodhead Publishing, 2000, s. 197-219 [cit. 2021-04-16]. ISBN 978-1-85-573658-0. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpSSLF0002/stability-shelf-life/stability-shelf-life>
- [50] BERK, Zeki. Freeze drying (lyophilization) and freeze concentration. *Food Process Engineering and Technology* [online]. 3rd ed. Cambridge: Elsevier, 2018, s. 567-581 [cit. 2021-04-17]. ISBN 978-0-12-812018-7. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011Q1JV2/food-process-engineering/sublimation-of-water>
- [51] ČERNÍKOVÁ, Michaela, Vendula PACHLOVÁ, Ondřej HOLAS, Kateřina MOUDRÁ, Kateřina SLINTÁKOVÁ a František BUŇKA. The Effect of Dairy Fat Source on Viscoelastic Properties of Full-Fat Processed Cheese Spreads. *European Journal of Lipid Science and Technology* [online]. 2018, 120(1) [cit. 2021-04-17]. DOI: 10.1002/ejlt.201700319. ISSN 14387697. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ejlt.201700319>
- [52] AHMED, J., P. PTASZEK a S. BASU. Solution Rheology page. *Advances in Food Rheology and its Applications* [online]. Cambridge: Elsevier, 2017, s. 7-45 [cit. 2021-04-19]. ISBN 978-0-08-100432-6. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt01146JP1/advances-in-food-rheology/rheology-captured-by>
- [53] ELIASSON, Ann-Charlotte. Swelling power and solubility. *Starch in Food - Structure, Function and Applications* [online]. Cambridge: Elsevier, 2004, s. 269-271 [cit. 2021-04-19]. ISBN 978-1-85573-909-3. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt01106HR1/starch-in-food-structure/gelatinization-structure>

- [54] LINTON, Richard. Food Safety Hazards in Foodservice and Food Retail Establishments. Department of Food Science [online]. 1996, 5, 11 [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia>
- [55] PHADUNGATH, Chanokphat. Cream cheese products: A review. *Journal of Science and Technology* [online]. 2005, 27(1), 191-199 [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: <http://www.sciepub.com/reference/104028>
- [56] VOLDŘICH, Michal. Potravinářské aditivní látky: Zahušťovadla a stabilizátory. *Potraviný info* [online]. Praha, 2004 [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: https://www.potravinainfo.cz/33/potravinarske-aditivni-latky-zahustovadla-a-stabilizatory-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EtI668NLi3LvF0c7_f2a3CVZwRYsMFH_3w/
- [57] PAVLÍNEK, V., STĚNIČKA, M., MRLÍK, M. Reologie potravin a kosmetických prostředků.
- [58] SOŁOWIEJ, B., CHEUNG, I. W.Y., LI-CHAN, E. C.Y. Texture, rheology and meltability of processed cheese analogues prepared using rennet or acid casein with or without added whey proteins. *International Dairy Journal* [online]. 2014, 37(2), 87-94 [cit. 2021-04-17]. DOI: 10.1016/j.idairyj.2014.03.003. ISSN 09586946. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694614000612>
- [59] MÍŠKOVÁ, Zuzana, Richardos Nikolaos SALEK a et.al. *LWT: The effect of κ - and ι -carrageenan concentrations on the viscoelastic and sensory properties of cream desserts during storage* [online]. 2021 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0023-6438.
- [60] MOIN, Abeera, Tahira Mohsin ALI a Abid HASNAIN. *International Journal of Biological Macromolecules: Characterization and utilization of hydroxypropylated rice starches for improving textural and storage properties of rice puddings* [online]. 1. 2017 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0141-8130. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813017313946>
- [61] SALEK, Richardos Nikolaos, Eva LORENCOVÁ, Zuzana MÍŠKOVÁ a et. al. *International Dairy Journal: The impact of Chios mastic gum on textural, rheological and melting properties of spread-type processed cheese during storage* [online]. 2020 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0958-6946. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694620301254>

- [62] ARLTOFT, D., F. MADSEN a R. IPSEN. *Food Hydrocolloids: Relating the microstructure of pectin and carrageenan in dairy desserts to rheological and sensory characteristics* [online]. 4. 2008 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0268-005X. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X07000288>
- [63] ČERNÍKOVÁ, Michaela, František BUŇKA a et al. *Food Hydrocolloids: Effect of carrageenan type on viscoelastic properties of processed cheese* [online]. 6. 2008 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0268-005X. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X07001452>
- [64] DRAGET, K. I. Alginates. In *Handbook of hydrocolloids (2nd Edition)*. Eds. Phillips, G. O.; Williams, P. A. Woodhead Publishing. 2009, 807 – 828 p. ISBN 978–1–84569–4142.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

atd A tak dále

tzv tak zvaně

apod. a podobně

min minuta

ot. otáčky

č. číslo

°C stupeň Celsia

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Chemická struktura <i>k</i> -karagenanu, <i>i</i> -karagenanu a λ -karagenanu [17]	24
Obrázek 2: Chemická struktura furcellaranu [39]	27
Obrázek 3: Chemická struktura alginátu [24]	29
Obrázek 4: Závislost dynamické viskozity (<i>Pa s</i>) pro vzorky s tapiokovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem <i>kappa</i> -karagenanu (TK), furcellaranu (TF) a alginátu sodného (TA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)	43
Obrázek 5: Závislost dynamické viskozity (<i>Pa s</i>) pro vzorky s rýžovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem <i>kappa</i> -karagenanu (RK), furcellaranu (RF) a alginátu sodného (RA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)	44
Obrázek 6: Závislost dynamické viskozity (<i>Pa s</i>) pro vzorky s banánovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem <i>kappa</i> -karagenanu (BK), furcellaranu (BF) a alginátu sodného (BA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)	46
Obrázek 7: Závislost elastického modulu pružnosti (<i>Pa</i>) pro vzorky s tapiokovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem <i>kappa</i> -karagenanu (TK), furcellaranu (TF) a alginátu sodného (TA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)	47
Obrázek 8: Závislost elastického modulu pružnosti (<i>Pa</i>) pro vzorky s rýžovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem <i>kappa</i> -karagenanu (RK), furcellaranu (RF) a alginátu sodného (RA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)	49
Obrázek 9: Závislost elastického modulu pružnosti (<i>Pa</i>) pro vzorky s banánovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem <i>kappa</i> -karagenanu (BK), furcellaranu (BF) a alginátu sodného (BA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)	51
Obrázek 10: Závislost ztrátového modulu pružnosti (<i>Pa</i>) pro vzorky s tapiokovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem <i>kappa</i> -karagenanu (TK), furcellaranu (TF) a alginátu sodného (TA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)	52
Obrázek 11: Závislost ztrátového modulu pružnosti (<i>Pa</i>) pro vzorky s rýžovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem <i>kappa</i> -karagenanu (RK), furcellaranu (RF) a alginátu sodného (RA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)	54
Obrázek 12: Závislost ztrátového modulu pružnosti (<i>Pa</i>) pro vzorky s banánovou moukou jako nositelem škrobu a přidavkem <i>kappa</i> -karagenanu (BK), furcellaranu (BF) a alginátu sodného (BA) o různých koncentracích (0,5-2,0 hm.%) na frekvenci (Hz)	55

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Klasifikace potravinářských hydrokoloidů.....	20
Tabulka 2: Množství použitých surovin v % (w/w)	34
Tabulka 3: Průměrné hodnoty bobtnavosti a kapacity zadržování vody (WRC) ve vodě a v mléce u použitých nositelů škrobu.....	39
Tabulka 4: Průměrné hodnoty pH stanovené u vzorků mléčných dezertů	40
Tabulka 5: Průměrný obsah sušiny v % hmotnostních stanovený ve vzorcích mléčných dezertů.....	41
Tabulka 6: Výsledné hodnoty komplexního modulu pružnosti pro frekvenci 1 Hz stanovené u vzorků mléčných dezertů	56
Tabulka 7: Výsledné hodnoty tangens úhlu fázového posunu pro frekvenci 1 Hz stanovené u vzorků mléčných dezertů	57
Tabulka 8: Průměrné hodnoty stability v % stanovené u vzorků mléčných dezertů	58
Tabulka 9: Průměrné hodnoty aktivity vody stanovené u vzorků mléčných dezertů	59

