

Faktory ovlivňující jakost tvarohových krémů

Bc. Marie Moudrá, DiS.

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marie Moudrá, DiS.**
Osobní číslo: **T16185**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Faktory ovlivňující jakost tvarohových krémů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část:

1. Charakterizujte tvarohové krémy jako výrobovou skupinu.
2. Popište technologie tvarohových krémů.
3. Charakterizujte homogenizaci jako jedno ze základních mlékárenských ošetření.

II. Praktická část:

1. Vytvořte tvarohové krémy s využitím různých hydrokoloidů.
2. Na vybrané tvarohové krémy aplikujte homogenizaci meziprojektu.
3. Vyrobené tvarohové krémy analyzujte.
4. Výsledky vyhodnoťte a formulujte závěry.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] BYLUND, G. Dairy Processing Handbook. Lund (Sweden): Tetra Pak Processing Systems, 1995. 436 p.

[2] FUQUAY, J.W., FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. Encyclopedia of Dairy Sciences. 2nd ed. Academic Press, 2011. 4170 p. ISBN 9780123744074.

[3] KADLEC, P. a kol. Přehled tradičních potravinářských výrob. 1.vyd. Ostrava-Prívov: KEY Publishing, 2012. s. 567. ISBN 978-80-7418-145-0.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Zuzana Mišková, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

2. února 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

25. dubna 2018

Ve Zlíně dne 2. února 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena nejen na výrobu tvarohových krémů s vybranými komerčními směsmi hydrokoloidů, ale i na homogenizaci takto vyrobených tvarohových krémů. Teoretická část práce popisuje technologii výroby tvarohových krémů a jejich charakteristiku, dále proces homogenizace a termizace. Taktéž jsou zmíněny hydrokoloidy a jejich využití v potravinářském průmyslu. V praktické části byla sledována změna pH, obsahu sušiny a obsahu tuku vyrobených tvarohových krémů v průběhu 30 dnů skladování při teplotě 6 ± 2 °C. V rámci sensorické analýzy byla u vyrobených tvarohových krémů hodnocena barva, chuť, konzistence a homogenita. Konzistence vyrobených tvarohových krémů byla navíc studována metodou dynamické oscilační reometrie.

V práci bylo zjištěno, že nehomogenizované tvarohové krémy vyrobené z odtučněného tvarohu v průběhu skladování měkly a nehomogenizované tvarohové krémy vyrobené z tučného tvarohu tuhly. U homogenizovaných tvarohových krémů bylo během skladování zaznamenáno zvýšení obsahu sušiny, tyto tvarohové krémy byly tužší konzistence v porovnání s tvarohovými krémy nehomogenizovanými vyrobenými zejména z odtučněného tvarohu.

Nejlépe hodnocený krém vyrobený z odtučněného tvarohu byl nehomogenizovaný krém s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,7 % (GSB 555 1,7 N) a homogenizovaný tvarohový krém s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,7 % (GSB 555 1,7 H).

Nejlépe hodnocený krém vyrobený z tučného tvarohu byl nehomogenizovaný tvarohový krém s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,6 % (GSB 555 1,6 N) a homogenizovaný tvarohový krém s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,7 % (GSB 555 1,7 H).

Klíčová slova: tvarohový krém, homogenizace, termizace, potravinářsky přídatné látky, hydrokoloidy, polysacharidy mořských řas, karagenan

ABSTRACT

The diploma thesis is focused not only on the production of quark creams with selected commercial mixtures of hydrocolloids, but also to application of homogenization on quark creams. The theoretical part describes the technology of quark creams and their characteristics, the process of homogenization and thermization. Also are mentioned the hydrocolloids and their use in the food industry. In the practical part was monitored the changes of pH, dry matter and fat content of quark creams during the 30 days of storage at 6 ± 2 ° C. Within the sensory analysis were evaluated color, taste, consistency and homogeneity in the quark creams. The consistency of the quark creams was studied by dynamic oscillatory rheometry.

It was found that non-homogenized quark creams made from skimmed curd soften during the storage and non-homogenized quark creams made from fat curd harden. Homogenized quark creams increase dry matter content during the storage, these quark were more stiff compared to non-homogenized quark creams made especially from skimmed curd.

The best evaluated quark cream made from skimmed curd was a non-homogenized cream with using a commercial mixture of hydrocolloids 1,7% GSB 555 (GSB 555 1,7 N) and a homogenized quark cream with using a commercial mixture of hydrocolloids 1,7% GSB 555 (GSB 555 1,7 H).

The best evaluated quark cream made from fat curd was non-homogenized quark cream with using a commercial mixture of hydrocolloids 1,6% GSB 555 (GSB 555 1,6 N) and homogenized quark cream with using a commercial mixture of hydrocolloids GSB 555 1,7% (GSB 555 1,7 H).

Keywords: quark cream, homogenization, thermization, food additives, hydrocolloids, seaweed polysaccharides, carrageenan

Ráda bych poděkovala vedoucí Ing. Zuzaně Míškové, Ph.D. za odborné vedení, rady a čas, který mi věnovala při sestavení této diplomové práce. Také bych ráda poděkovala Ing. et Ing. Ludmile Zálešákové za ochotu a pomoc při práci v laboratoři, doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. a MVDr. Michaele Černíkové, Ph.D. za cenné rady při zpracování praktické části. Děkuji také své rodině, která mě podporovala během celého studia.

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

Ve Zlíně

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 TECHNOLOGIE VÝROBY TVAROHOVÝCH KRÉMŮ	13
1.1 CHARAKTERISTIKA TVAROHOVÝCH KRÉMŮ	13
1.2 TECHNOLOGIE VÝROBY TVAROHOVÝCH KRÉMŮ	13
2 TERMIZACE	15
2.1.1 Způsoby termizace	15
2.1.1.1 Přímý ohřev	15
2.1.1.2 Nepřímý ohřev	15
2.1.1.3 Termizace na zařízení Stephan	16
2.1.1.4 Výhody a nevýhody termizátorů pro přímý a nepřímý ohřev	16
2.1.2 Vliv tuku na termizaci	17
3 HOMOGENIZACE	18
3.1.1 Historie vzniku homogenizace	19
3.1.2 Úplná homogenizace	20
3.1.3 Částečná homogenizace	20
3.2 HOMOGENIZÁTOR	20
3.2.1 Homogenizační hlavice	21
4 POTRAVINÁŘSKY PŘÍDATNÉ LÁTKY	24
4.1 VLASTNOSTI POTRAVINÁŘSKY PŘÍDATNÝCH LÁTEK	25
4.2 HYDROKOLOIDY	26
4.2.1 Rostlinné polysacharidy	27
4.2.1.1 Škrob	27
4.2.1.2 Modifikované škroby	28
4.2.1.3 Celulóza	29
4.2.1.4 Pektin	29
4.2.2 Gumy	30
4.2.3 Polysacharidy mořských řas	31
4.2.3.1 Algináty	31
4.2.3.2 Agar	31
4.2.3.3 Karagenan	32
4.2.3.4 Furcellaran	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
5 CÍL PRÁCE	34
6 METODIKA	35
6.1 POPIS EXPERIMENTU	35
6.2 ZÁKLADNÍ CHEMICKÁ ANALÝZA	36
6.2.1 Měření pH	36
6.2.2 Stanovení sušiny	36
6.2.3 Stanovení tuku v sušině	36
6.3 SENZORICKÁ ANALÝZA	37
6.4 DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE	37
7 VÝSLEDKY A DISKUZE	39

7.1	VÝSLEDKY ZÁKLADNÍ CHEMICKÉ ANALÝZY	39
7.1.1	Výsledky měření pH	39
7.1.2	Výsledky stanovení sušiny	41
7.1.3	Stanovení tučnosti	45
7.1.4	Výsledky senzorické analýzy	46
7.2	VÝSLEDKY DYNAMICKÉ OSCILAČNÍ REOMETRIE	49
	ZÁVĚR	69
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	75
	SEZNAM OBRÁZKŮ	76
	SEZNAM TABULEK	78
	SEZNAM PŘÍLOH	79

ÚVOD

Tvarohové krémy (termixy) jsou vhodnou potravinou nejen pro děti, ale i dospělé, vzhledem k vyššímu obsahu bílkovin. Jedná se o chutné výrobky, které jsou pro organismus zdrojem cenných složek mléka, zejména vápníku a fosforu. Tvarohový krém získal svoji oblibu také díky své konzistenci. Základ těchto výrobků tvoří tvaroh, smetana, voda, cukr v kombinaci s různými přísadami. Nejčastěji jsou vyráběny sladké tvarohové dezerty s ovocnou, kakaovou nebo vanilkovou příchutí. Výroba tvarohových krémů se neobejde bez použití hydrokoloidů, které napomáhají vzniku jemné konzistence a dokonalé vazby vody. Hydrokoloidy napomáhají vytvoření homogenní hladké struktury a zjemnění chuťového vjemu. Obecně tyto látky tvoří doplňující složku mléčných výrobků a jejich použití musí splňovat zdravotnické a legislativní normy.

Homogenizace hotových tvarohových výrobků je aplikována po termizaci a následně je výrobek balen do spotřebitelského balení. Homogenizace spočívá zejména ve zvýšení stability hotového výrobku. Homogenizovaný výrobek má plnější chuť a v ústech navozuje pocit jemnosti a vyšší tučnosti. Z hlediska použitého tlaku rozlišujeme homogenizaci vysokotlakou a nízkotlakou.

V práci byl sledován vliv komerčních směsí hydrokoloidů GRINSTED SB 550 (GSB 550) a GRINSTED SB 555 (GSB 555) na výslednou konzistenci výrobků, byla určena nejvhodnější koncentrace zmíněných hydrokoloidů pro výrobu tvarohových krémů. Navíc byly vzorky homogenizovány a posléze byly hodnoceny jejich organoleptické vlastnosti a srovnány se vzorky před homogenizací.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGIE VÝROBY TVAROHOVÝCH KRÉMŮ

Tvarohové krémy se vyrábí z tvarohu, který by měl mít velmi jemnou konzistenci. Dalšími ingrediencemi mohou být smetana, voda, cukr, sůl a ochucující přísada, nejčastěji vanilín, kakaový prášek nebo ovocná dřeň [20, 29,39]. K aromatizaci a přibarvování se používají jak přírodní, tak i umělá aromata a barviva. V případě tvarohových krémů (termixů) se používají stabilizátory, které zabraňují hrubému vysrážení bílkovin a uvolnění syrovátky během dalšího tepelného ošetření. Teplota pro uchování mléčných výrobků je 4 – 8 °C [20].

1.1 Charakteristika tvarohových krémů

Dle Vyhlášky č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, lze termizované tvarohové krémy řadit do druhu tvaroh, skupiny měkký a odtučněný, nízkotučný nebo jemný, polotučný, tučný a podskupiny termizovaný [1].

Tvarohové krémy se konzumují čerstvé, mají příjemně mléčně nakyslou smetanovou chuť, která je charakteristická i dle zvoleného ochucení. Konzistence je jemná, hladká, krémovitá, lehce našlehaná, polotuhá a jemně roztíratelná s ojedinělými kapkami kondenzační vody na povrchu. Chuť a vůně typická tvarohová, čistá, jemná, lahodná bez cizích pachů [18, 20, 39]. Za závadu se považuje kyselá či kvasničná chuť, krupičkovitá, nestejnorodá konzistence, nedokonalý zášleh nebo uvolňující se syrovátka [20]. Barva a vzhled neochucených tvarohových krémů je bílá, v případě použití přísad se barva odvíjí od zvolené přísady [18, 39].

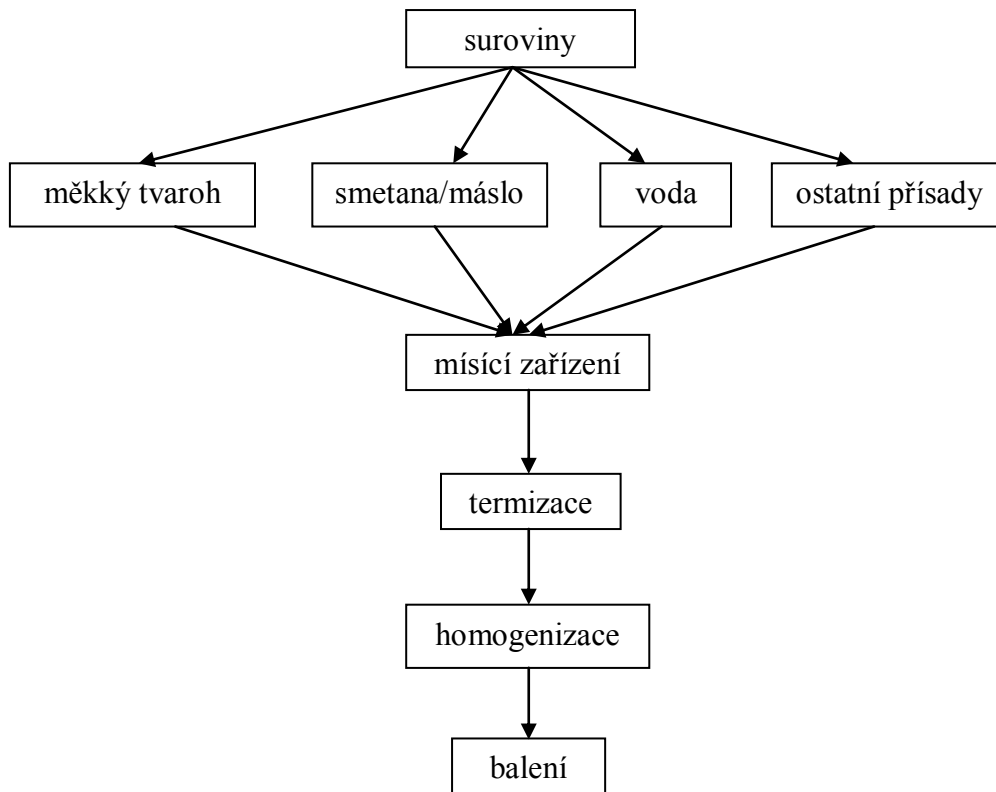
1.2 Technologie výroby tvarohových krémů

Základní surovinovou skladu pro výrobu tvarohových krémů (termixů) tvoří tvaroh, máslo nebo smetana, ochucující složky, hydrokoloidy. V případě zvýšeného obsahu tuku dosahujeme jemnější konzistence výsledného výrobku. Výroba spočívá v nadávkování surovin, promísení před termizací, poté následuje samotná termizace a dále je možná homogenizace. Homogenizovaná směs se plní do spotřebitelského balení za stálého míchání.

K výrobě tvarohových krémů (termixů) se pro termizaci používají převážně termizátory typu Stephan pro nepřímý ohřev. Termizovaná směs z termizátorů pro přímý i nepřímý ohřev, v případě, že se již nehomogenizuje, se čerpá buď přímo, nebo přes sběrnou nádobu

do baličky, kde se zabalí do plastových vaniček a ty se uzavírají hliníkovými víčky. Zabalené termixy se ukládají na palety a odvázejí do chladírny [28, 39].

Homogenizaci a termizaci se podrobněji věnují následující kapitoly.



Obrázek 1.: Schéma výroby tvarohových krémů

2 TERMIZACE

Mezi tepelné ošetření tvarohových krémů patří termizace. Jedná se o šetrný záhřev na teplotu 60 – 70 °C, s výdrží 1 až 2 minuty, kterým se sníží počet bakterií, kvasinek a plísní, jež jsou nejčastější příčinou kažení tvarohových výrobků [35, 39]. Ve vyhlášce č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, se termizací rozumí tepelné ošetření mléčných výrobků po ukončení kysacího procesu a před balením k potlačení nebo zastavení aktivity přítomné mléčné mikroflóry až do teploty 80 °C [1]. Při termizaci se dosáhne dostatečného snížení počtu mikroorganismů a tím i prodloužení trvanlivosti výrobků, problémem však zůstává udržení jemné konzistence těchto výrobků. K dosažení jemné konzistence se používají stabilizátory (ochranné koloidy). V některých případech se však ani při použití stabilizátorů nedosáhne požadované jemné konzistence. Předpokladem úspěchu je dobrá znalost souhrnu všech činitelů ovlivňujících jakost finálního výrobku [35, 39].

Termizátory pro přímý a nepřímý ohřev se u nás používají zejména k prodloužení trvanlivosti tvarohových krémů (termixů). V menší míře se používají i pro termizaci čerstvých sýrů typu Lučina, Duko a pro pomazánkové máslo [39].

2.1.1 Způsoby termizace

2.1.1.1 Přímý ohřev

Tento způsob ohřevu je jednodušší, celý proces (dávkování surovin, promíchávání před termizací, tepelná výdrž po termizaci a homogenizace po výdrži) probíhá v jedné nádobě. Termizátory pro přímý ohřev jsou vybaveny rychloběžnými noži, které mají zjemňující, tzv. homogenizační účinek. Termizovaný výrobek se zahřívá párou přiváděnou do výrobku. Negativem využití této technologie, vzhledem k použití vstřiku přímé páry, je zvýšení obsahu vody ve výrobku a tím snížení jeho sušiny, s čímž je nutno v receptuře počítat [36, 39].

2.1.1.2 Nepřímý ohřev

Termizátor s nepřímým ohřevem patří mezi válcové výměníky tepla se stíraným povrchem pro ošetření kašovitých hmot. Suroviny je nutno připravit a promíchat v odděleném zařízení. Pro zajištění styku ošetřovaného materiálu s teplosměnnou plochou slouží vnitřní rotor se stíracími lištami. V pláštích pracovních válců proudí horká voda protiproudě ke směru

toku termizovaného produktu. Termizovaný produkt je z vnitřních válců stírán rotujícími noži. Při opakovaném nanášení produktu na stěny válce a jeho následným stíráním se produkt termizuje, ale současně i homogenizuje [39].

2.1.1.3 Termizace na zařízení Stephan

Termizátor se plní shora, suroviny se do termizátoru vyklápějí z připravených pomocných vozíků mechanickým zvedačem. Po hermetickém uzavření je spuštěno čerpadlo vývěvy, které vytváří v bubnu během termizace podtlak 0,05 až 0,09 MPa. Po dosažení požadovaného podtlaku se přívod vývěvy vypne a ponechá se tepelná výdrž 0,5 až 2 minuty při neustálém míchání a stálým podtlakem. Po tepelné výdrži se zruší v termizátoru podtlak a horký obsah se vypustí do zásobní nádrže, odkud se čerpá k dalšímu zpracování [5, 39].

Na Obrázku č. 2 je vidět zařízení Stephan, které bylo používáno v této diplomové práci.



Obrázek 2.: Termizátor Stephan [52]

2.1.1.4 Výhody a nevýhody termizátorů pro přímý a nepřímý ohřev

V termizátoru pro nepřímý ohřev probíhá pouze tepelný ohřev a ostatní úkony – dávkování surovin, promíchávání před termizací, tepelná výdrž po termizaci a homogenizace po výdrži, se musí provádět v dalších zařízeních, což lze považovat za nevýhodu [6, 39].

Termizační linky pro přímý ohřev jsou jednodušší. Celý termizační proces probíhá v jedné nádobě. Výhodou termizátorů pro přímý ohřev je i jejich vybavení rychloběžnými noži, které mají vysoký zjemňující homogenizační účinek. Vzniku jemnější konzistence u výrobků po přímé termizaci napomáhá přímý vstřík horké páry do bubnu termizátoru. Větší výdrž při přímé termizaci se dosahuje většího termizačního účinku. Na zvýšení termizačního účinku v termizátoru pro přímý ohřev má vliv též zpracování suroviny za vakua. Vakuové zpracování taktéž chrání vysokotučné výrobky před oxidací. Přímý vstřík páry do výrobku může být považován i za nevýhodu, jelikož zvyšuje obsah vody ve výrobku, a tím snižuje sušinu, s čímž musí být v receptuře počítáno. Použitá pára při přímé termizaci musí být potravinářky čistá, nesmí obsahovat zbytky změkčovadel ani jiná zdravotně závadná rezidua [36, 46].

2.1.2 Vliv tuku na termizaci

Značný vliv na průběh termizace má tučnost výrobku. Čím je obsah tuku vyšší, tím jemnější konzistence se při termizaci dosáhne. Beztukou tvarohovou surovinu nelze termizovat vůbec, a to ani při maximální dávce stabilizátorů. Při ohřevu se bílkoviny vysrážejí a odděluje se syrovátka [28, 39].

3 HOMOGENIZACE

Vysokotlaká homogenizace je mechanický proces, který slouží ke zmenšení tukových kuliček na jednotnou velikost (zpravidla pod 1 μm) a jejich rozptýlení v emulzi. Tím je zabráněno zejména vyvstávání smetany u mléčných výrobků. K homogenizaci se používají homogenizátory, zpravidla pístové s výkonem od 250 do více jak 30 000 l/h. Mléko se protlačuje při vysokém tlaku cca 25 MPa a teplotě min. 35°C (zpravidla však 55 – 80 °C) úzkou štěrbinou homogenizační hlavy. Při dvoustupňové homogenizaci mléko prochází dvěma homogenizačními hlavami za sebou [30, 41, 42].

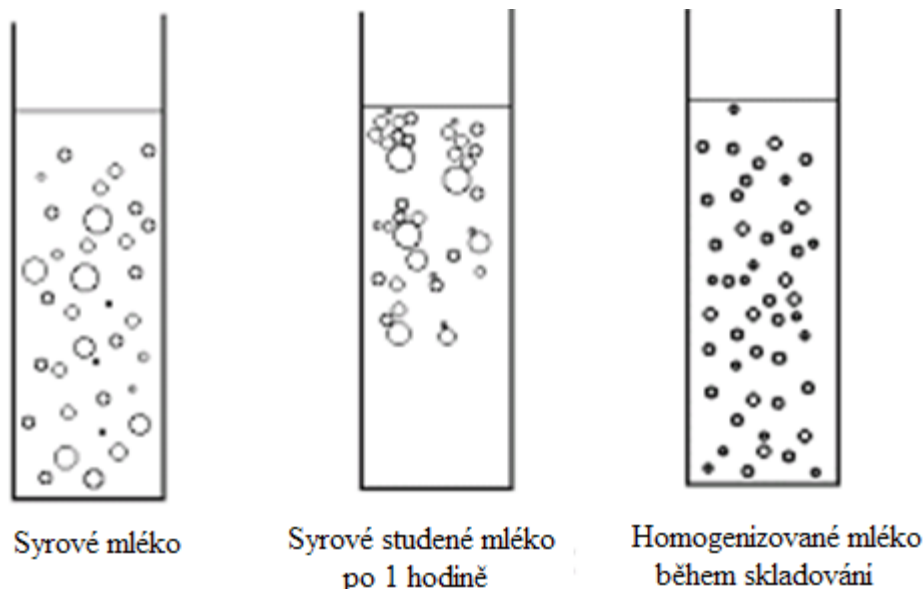
Význam homogenizace spočívá zejména ve zvýšení stability mléka z hlediska vyvstávání tuku, zabránění ulpívání tuku na obalech, při nižším obsahu tuku má mléko plnější chuť. U kysaných mléčných výrobků se dosahuje jemnější konzistence, zmenšení rozměru kaseinových micel, zkrácení doby sýření, ale sýřenina je měkčí a zadržuje více syrovátky. Homogenizovaný výrobek má plnější chuť, je bělejší a navozuje dojem vyšší tučnosti [20, 42, 43]. Obecně se proces homogenizace řadí před tepelnou úpravu v tepelném výměníku. Ve většině případů se homogenizace umístí za první regenerační sekci [34]. V případě homogenizace hotových tvarohových výrobků se homogenizace aplikuje po termizaci a ihned po homogenizaci je tvarohový krém balen spotřebitelského balení [28, 39].

Využití této technologie je ovlivněno znalostí a provozními parametry. Neméně důležité je pochopení procesu fragmentace pro efektivní aplikaci homogenizačních procesů, stejně tak jako správná volba typu homogenizace [11, 30].

Z hlediska použitého tlaku rozlišujeme:

1. Vysokotlakou homogenizaci $p = 100 - 350$ bar
2. Nízkotlakou homogenizaci $p = 5 - 30$ bar [38].

Na Obrázku č. 3 je schématicky znázorněno rozptýlení tukových globulí u syrového mléka, syrového mléka 1 hodinu po ochlazení a mléka homogenizovaného během jeho skladování.



Obrázek 3.: Rozptýlení tukových globulí v čerstvém mléce a homogenizovaném mléce, převzato a upraveno dle <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book/export/html/1908> [51]

3.1.1 Historie vzniku homogenizace

První verze technologie homogenizace, než byla později vyvinuta dnešní HPH, byla vynalezena francouzem Augustem Gaulinem na počátku 20. století pro zvýšení stability mléka snížením rychlosti oddělování smetany v důsledku zmenšení tukových globulí. Mléko tvoří největší část ze skupiny potravin, pro které je vhodná aplikace vysokého tlaku k jejich pozitivní úpravě. Gaulin dokázal využitím vysokých tlaků zvýšenou stabilitu mléka, ale o přesném mechanismu mohl jen spekulovat. Jeho původní vysvětlení spočívá v tom, že kapky emulze jsou mechanicky roztříštěny mezi stěnami štěrbin. Toto původní tvrzení bylo ale vyvráceno, když se zjistilo, že výška štěrbin je podstatně větší než počáteční velikost tukové globule. Průměrná velikost tukové globule je 3 – 5 μm a výška štěrbin v homogenizátoru je cca 100 – 150 μm . Poté následovalo ještě několik teorií o možném mechanismu, například o možném roztříštění kapky již ve vstupní komoře. Jakmile se mléko dostane ze vstupní komory do výstupní komory, tlak se uvolní a tento rychlý přechod by způsobil rychlou expanzi a následnou explozi malých tukových globulí. Tato teo-

rie byla vyvrácena tím, že stlačitelnost kapalin je velmi nízká. I při působení velmi vysokých tlaků je změna objemu kapalných látek pouze asi 5 % [10, 14, 33].

3.1.2 Úplná homogenizace

Úplná homogenizace je nejčastěji využívanou formou homogenizace. Čerstvé mléko se nejprve odstředí a standardizuje na požadovaný obsah tuku. Až na standardizované mléko je aplikována homogenizace. Nevýhodou tohoto způsobu homogenizace je zejména vysoká energetická náročnost velkého množství mléka [38].

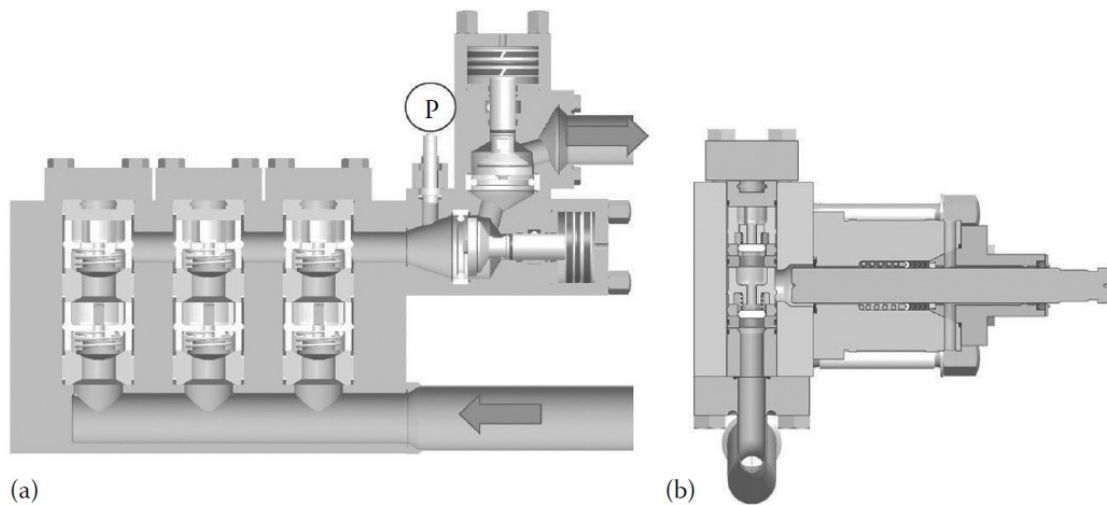
3.1.3 Částečná homogenizace

Vzhledem k faktu, že je homogenizace energeticky velmi náročná, provádí se z důvodu redukce nákladů homogenizace částečná, což znamená, že odstředěné mléko se nehomogenizuje, homogenizována je pouze smetana, která se k odstředěnému mléku přidává následně během standardizace [33, 38].

3.2 Homogenizátor

Homogenizátor je poměrně hlučný stroj, a proto je často umístěn ve zvukotěsné místnosti. Homogenizátor je vysokotlaké čerpadlo s homogenizačním zařízením. Celý systém sestává ze silného elektromotoru, klínového řemene, klikové hřídele, pístu, převodovky, systému hydrauliky, blokátoru čerpadla a homogenizačního zařízení. Homogenizátor je určen pro homogenizaci sypkých surovin, pro homogenizaci kapalin v případě mléka, anebo homogenizaci hotových mléčných výrobků [33, 47].

Vysokotlaké čerpadlo homogenizátoru má obvykle 3 – 5 pístů, pohybujících se ve válcích ve vysokotlakém bloku. Písty jsou vyrobeny z vysoce odolného materiálu a jsou utěsněny dvojitým pístovým těsněním [33].



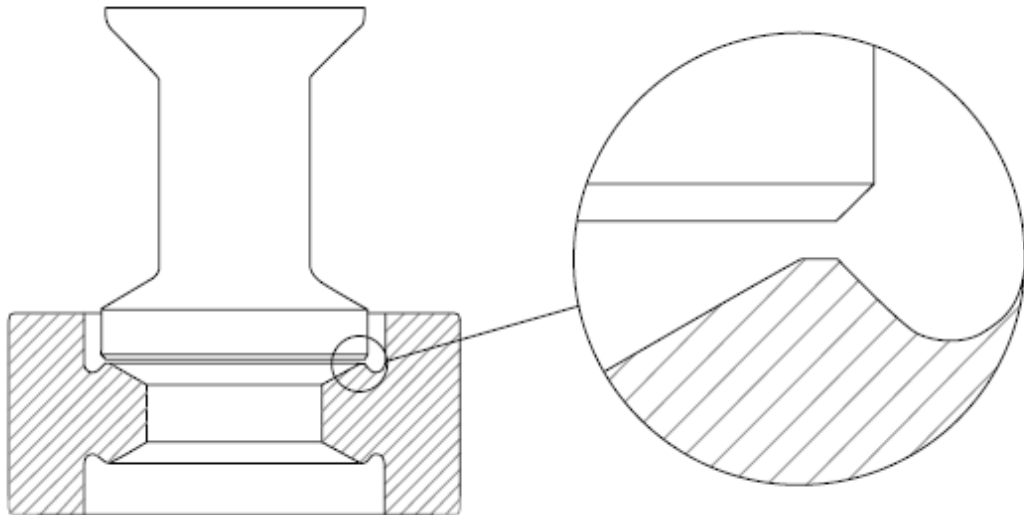
Obrázek 4.: *Vysokotlaké čerpadlo homogenizátoru* [33]

Na Obrázku č. 4 a) jsou vidět písty z předního pohledu a na Obrázku č. 4 b) je pohled na písty z boku.

3.2.1 Homogenizační hlavice

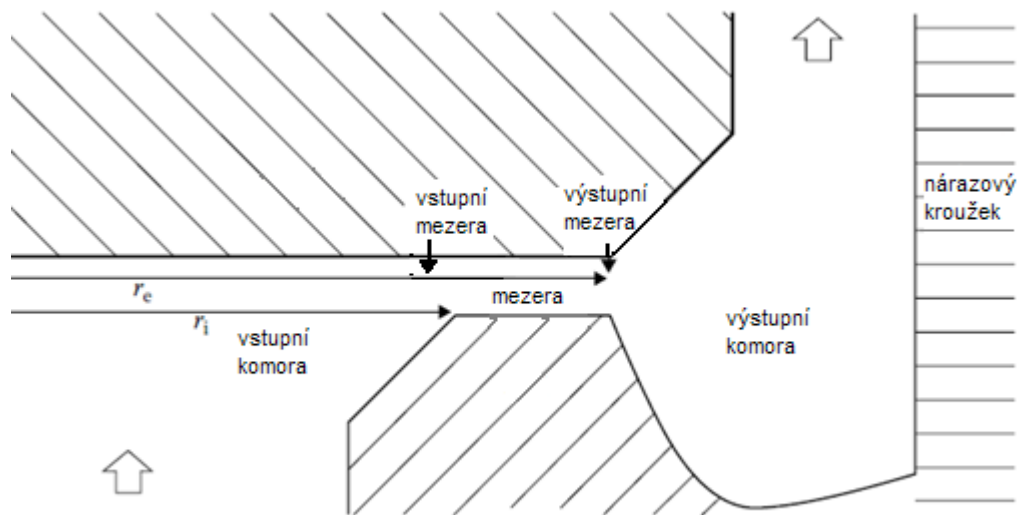
Základním funkčním prvkem je homogenizační hlavice, což je upravená ventilová vysokotlaká komora. Homogenizované mléko, smetana nebo mléčný výrobek se vhání výkonnými pumpami do hlavice homogenizátoru pod tlakem 15 – 30 MPa. Vlivem vysokého tlaku se pootevře ventil homogenizační hlavy a vytvořenou úzkou štěrbinou velkou průtokovou rychlostí proudí směs již homogenizovaná. Rychlá změna proudění a náhlý pokles tlaku způsobují rozbití tukových kuliček. Pro zvýšení homogenizačního účinku se užívá dvoustupňových homogenizačních hlav. Účinek homogenizace je největší při 60 – 67 °C, a z tohoto důvodu se homogenizace může zařadit až za druhou regeneraci. Při protlačování mléka (popř. smetany) úzkou štěrbinou homogenizační hlavy je rychlost proudu až 250 m/s. Vlivem velkých smykových sil se tukové kuličky protahují do tvaru vláken, jež se vzápětí proměňují na řetízky a shluky náhlým poklesem rychlosti (cca 20 m/s) a účinkem vířivého pohybu se rozpadnou a rozptýlí v mléčném plazmatu [41].

Schematické znázornění homogenizační hlavice lze vidět na Obrázku č. 5.



Obrázek 5.: *Homogenizační hlavice* [33]

Detail homogenizační hlavice lze vidět na Obrázku č. 6. Tekutina vstupuje do systému ze dna přes napájecí potrubí, pokračuje úzkou štěrbinou nazývanou vstupní komora. Po průtoku touto štěrbinou se tekutina dostává do většího prostoru homogenizátoru, který se označuje za komoru výstupní. Třecí síly kapaliny se zvyšují s klesající výškou mezery ve štěrbině (řádově cca 100 μm) a tím je zajištěno zvýšení tlaku. Tlaky při homogenizaci jsou obvykle v rozmezí 4 - 50 MPa pro aplikaci na potraviny, jako je například zpracování mléka, ale mohou být použity i tlaky vyšší než 100 MPa pro rozbití buněk nebo narušení makromolekul. Homogenizační tlak je přiváděn čerpadlem s posuvným pístem [33, 49].



Obrázek 6.: *Detail homogenizační hlavice*, převzato a upraveno dle Rayner a Dejmeck [33]

4 POTRAVINÁŘSKY PŘÍDATNÉ LÁTKY

Potravinářsky přídatné látky jsou také nazývány jako potravinářská aditiva a jsou definovány podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008, o potravinářských přídatných látkách jako látky, které se běžně nekonzumují přímo jako potraviny, ale jsou záměrně přidávány do potravin pro technologické účely zejména z důvodu konzervace potravin. Za přídatné látky se nepovažují ty, které nejsou obvykle určeny ke spotřebě jako potraviny a ani nejsou používány jako charakteristická složka potraviny [2, 27].

Potravinářsky přídatné látky by měly být schváleny a používány, pouze pokud splňují kritéria stanovená ve zmíněném nařízení. Jejich použití nesmí představovat riziko ohrožení zdraví konzumenta a musí být omezeno jen na případy, kdy je to z hlediska technologie nezbytné. Vzhledem k faktu, že jsou tyto látky záměrně přidávány do potravin z technologického důvodu ať už při výrobě, zpracování, přípravě, úpravě, balení, dopravě nebo skladování, se stávají přímou či nepřímou složkou vyráběné potraviny. Potravinářsky přídatné látky nesmí spotřebitele uvádět v omyl a musí mu přinášet užitek [2].

Podle legislativy se veškeré potravinářsky přídatné látky dělí do několika funkčních tříd:

- barviva,
- náhradní sladidla
- konzervanty,
- antioxidanty,
- nosiče,
- kyseliny,
- regulátory kyselosti,
- protispěkové látky,
- odpěňovače,
- plnidla,
- emulgátory,
- tavící soli,
- zpevňující látky,
- látky zvýrazňující chuť a vůni,
- pěnотvorné látky,
- želírující látky,
- lešticí látky,

- zvlhčující látky,
- modifikované škroby,
- balící plyny,
- propelenty,
- kypřící látky,
- sekvestranty,
- stabilizátory,
- zahušťovadla
- látky zlepšující mouku [2, 27].

Tyto látky lze používat dle pravidel EU při výrobě potravin v případě technologické potřeby, a to v množstvích, která nepředstavují riziko pro spotřebitele a není tím zakryto použití závadných surovin nebo nehygienických postupů při výrobě potravin. Na obalu musí být jejich přítomnost uvedena za účelem informování spotřebitele a to názvem kategorie, do které přídatná látka podle funkce spadá, názvem látky nebo jejich 3 – 4 místným kódem a písmenem E [23].

Obecně látky typu aditiv tvoří doplňující složku mléčných výrobků a jejich použití má splňovat zdravotnické a legislativní normy. Aditivní látky, které slouží k zabezpečení vhodných organoleptických vlastností, kvality a trvanlivosti mléčných výrobků a dezertů, je možno rozdělit na dvě skupiny – emulgátory a stabilizátory. Některé přídatné látky se mohou projevat jako emulgátory i stabilizátory současně [39].

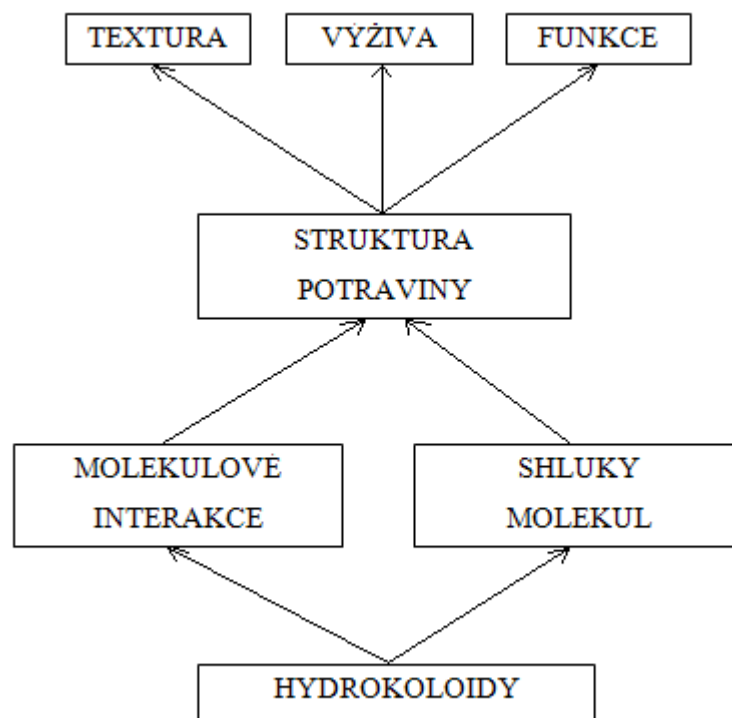
4.1 Vlastnosti potravinářsky přídatných látek

Přídatné látky se používají zejména díky řadě jejich výhodných vlastností. Jsou prevencí intoxikací bakteriemi a plísněmi, zabraňují vzniku produktů z nežádoucích oxidací a autooxidací, jejich přidavek umožňuje zvýšení nutriční hodnoty, ovlivňují konzistenci, lze díky nim vytvářet nízkenergetické potraviny se sníženým obsahem cukrů a tuků a jiné [27].

Na druhou stranu mají přídatné látky i negativní vlastnosti, např. působení oxidu siřičitého může u některých citlivých osob vyvolat alergie. Dále mohou mít některé látky typu aditiv i kancerogenní účinky, např. sacharin, cyklamáty, dusitan, barviva aj. [27]. Vzhledem k tomu, že jsou schvalovací procesy pro přídatné potravinářské látky přísné, zdravotní riziko spojené s jejich užíváním je minimální [17].

4.2 Hydrokoloidy

Hydrokoloidy patří mezi známé, rozšířeně využívané přídatné látky v potravinářském průmyslu. Z hlediska zařazení do funkčních tříd se jedná o emulgátory a stabilizátory. Mezi jejich hlavní funkce patří stabilizační, emulgační, zahušťovací, želírující vlastnosti, které mají významný vliv na texturní vlastnosti potravin [19, 32]. Hydrokoloidy výrazně ovlivňují strukturu a funkční vlastnosti potravin, do kterých jsou přidávány, zejména interakcemi s ostatními složkami přítomnými v potravině. Tyto interakce mají velký dopad na výslednou texturu, nutriční a funkční aspekty výrobku, což znázorňuje Obrázek č. 7 [12].



Obrázek 7.: Schéma působení hydrokoloidů, převzato a upraveno dle Gao Z. a kol. [12]

Hydrokoloidy jsou důležitým prostředkem k dosažení jemné konzistence a dokonalé vazby vody při výrobě termizovaných výrobků. Zahříváme-li suroviny dle receptury tvarohových krémů na teplotu 65 – 70 °C bez stabilizátorů, dochází ke srážení bílkovinných složek do velkých konglomerátů, což se projevuje krupičkovitou konzistencí termixů a uvolňováním tekuté fáze a vody. Aby se zabránilo vzniku této nežádoucí konzistence a dosáhlo se dokonalé vazby vody v termixu, je nutné přidávat do směsi stabilizační aditiva [3, 8, 25].

Stabilizující, emulgační a zahušťovací aditiva jsou nezbytným předpokladem pro získání vhodných vlastností výrobku, jako je úprava a udržení konzistence, zabránění oddělování syrovátky, napěňování a udržení struktury, pěny, emulgace a zajištění emulzní stability výrobků s přidavkem tukových složek. Zvyšují vazbu vody a tuku, napomáhají vytvoření homogenní hladké struktury, zjemnění chuťového vjemu [25].

Hydrokoloidy můžeme definovat jako biopolymery převážně rostlinného, živočišného a mikrobiálního původu. Jedná se o látky dodávající potravinám zejména funkční vlastnosti. Jsou přidávány k mlékárenským výrobkům s hlavním cílem stabilizovat strukturu finálního výrobku, resp. zajistit vhodnou konzistenci i texturu a současně i celkový sensorický profil termizovaných výrobků [3, 45].

Při výrobě tvarohových krémů (termixů) byly využívány komerční směsi hydrokoloidů GRINSTED SB 550 (hydroxypropylester zesíťovaného fosforečnanu škrobu; pektin) a GRINSTED SB 555 (acetylovaný zesíťovaný adipan škrobu; pektin), což jsou hydrokoloidy na bázi polysacharidů, proto budou další kapitoly věnovány právě těmto typům hydrokoloidů.

4.2.1 Rostlinné polysacharidy

4.2.1.1 Škrob

Jedná se o hlavní zásobní látku rostlin, je tvořen molekulami glukózy. Nejvíce škrobu je uloženo v tzv. amyloplastech, což jsou speciální buňky kořenů, hlíz a semen. Škrob je složen ze směsi dvou polysacharidů, a to z amylozy a amylopektinu. V případě amylozy se jedná o polymer maltózy, má lineární strukturu. Amylopektin se skládá z několika glukózových jednotek a má větvenou strukturu [27, 48].

Amylóza je ve vodě rozpustná, tvoří čirý, méně viskózní roztok, který zahřevem nemazovává. Z roztoků je časem vylučována následkem retrogradace. Amylóza v roztoku jódu poskytuje v jodidu modré zabarvení. Amylopektin je ve vodě nerozpustný, v případě zahřátí v teplé vodě dochází ke ztrátě původní dvojité šroubovice amylopektinu a granule tím zvětšují svůj objem, tzn. bobtnají. V přítomnosti jodu se barví do fialova. Poměr těchto dvou složek ve škrobu se odvíjí od rostlinného původu, ve většině případů převládá amylopektin nad amylozou [9, 15, 31, 32].

Důležitou vlastností jsou hydratační vlastnosti, jež představují soubor jevů, které charakterizují chování škrobové modifikace ve vodném prostředí. Roli zde hraje rozpustnost, kte-

rou ovlivňuje řada vlivů, např. teplota, koncentrace, přítomnosti cizích látek (zejména ionty vápníku). Rozpustnost škrobů klesá s rostoucí koncentrací iontů vápníku a stoupá se stupněm hydrolyzy škrobu. Škrob je sypký prášek, bez nečistot, zápachu a chuti, je silně hygroskopický a ve vodě nerozpustný [31].

Hydrofilní vlastnost škrobu může být interakcí s vodou přeměněna na hydrofilně-lipofilní, což je zvláště užitečné pro stabilizaci mezi materiály olej ve vodě. K dosažení této přeměny musí již hydrofilní škrob vykazovat následující charakteristiky: hydrofóbnost, lipofilnost a přítomnost uhlíkového řetězce. Během reakce jsou přitahovány oktenylsukcináty, které stabilizují rozhraní emulze olej ve vodě. Glukózová část škrobu váže vodu, zatímco lipofilní oktenylová část váže olej. Právě tímto způsobem se zabraňuje oddělování olejové a vodné fáze [32].

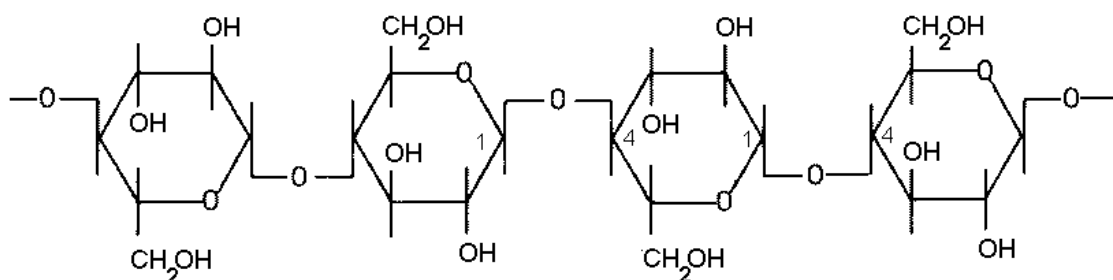
Výroba škrobu je poměrně jednoduchá, a proto se se škrobem, jakožto využívaným hydrokolloidem při výrobě potravin, setkáváme poměrně často. Využití škrobů a modifikovaných škrobů v mlékárenském průmyslu je zejména při výrobě mléčných výrobků, které složením a obsahem vápenatých iontů podporují stabilitu škrobu a tím celkově zlepšují výsledný dojem výrobku. Modifikované škroby často tvoří základ pudinkových prášků, dalším trendem v používání škrobů je použití v chlazených a mražených mléčných výrobcích [27, 32].

4.2.1.2 Modifikované škroby

V podstatě jde o přirozené škroby, které se různým způsobem upravují (tzv. modifikují) s cílem omezit nežádoucí vlastnosti (např. nerozpustnost ve studené vodě, vysoká viskozita škrobových mazů, vznik retrogradovaných gelů apod.) a vytvořit tak řadu vhodných funkčních vlastností. Modifikované škroby se získávají zejména kyselou hydrolyzou [27]. Při modifikaci škrobu se mění jeho struktura působením na vodíkové vazby s cílem zlepšení a rozšíření jejich aplikace. Mezi nejdůležitější chemickou modifikací škrobu patří zesíťování, jenž zahrnuje náhradu vodíkových vazeb v řetězci škrobu silnějšími a stálejšími kovalentními vazbami. Právě díky tomu je předcházeno chemickému rozpadu, mechanickému opotřebení nebo namáhání. Další důležitou chemickou modifikací škrobu je stabilizace, která je často spojena právě se zesíťováním. Primárním cílem stabilizace je zabránit retrogradaci a tím prodloužit dobu trvanlivosti díky toleranci k teplotním výkyvům. Konverze neboli přeměna je kolektivním termínem pro rozsah řetězcových štěpných reakcí škrobu. Mezi tyto štěpné reakce patří kyselá hydrolyza, oxidace, dextrinizace a enzymatická hydrolyza [32].

4.2.1.3 Celulóza

Celulóza je nejrozšířenější stavební polysacharid rostlin, tvoří lineární řetězec spojený monomery glukózy a je strukturální složkou buněčných stěn v zelených rostlinách. Ve vodě je nerozpustná. Celulózu lze rozdělit na modifikovanou a přírodní s hlavním rozdílem v rozsahu krystalizace a uzpůsobení vodíkových vazeb. V případě, že jsou vodíkové vazby narušeny a krystalizace není přítomna, celulóza se stává rozpustnou ve vodě [21].



Obrázek 8.: *Struktura celulózy* [53]

Celulóza je ve vodě nerozpustná, nerozpustná je i ve většině rozpouštědlech a zředěných kyselinách. Rozpustnou se stává až v koncentrovaných kyselinách, kdy dochází k hydrolyze na kratší rozpustné fragmenty. Přírodní vláknina se do potravin přidává jako zahušťovadlo. V potravinářství má ovšem větší uplatnění modifikovaná celulóza. Ta se používá jako nízkoenergetické plnidlo, stabilizátor pěn a omáček, zahušťovadlo tvarohových a sýrových pomazánek [27].

4.2.1.4 Pektin

Hlavní řetězec je tvořen kyselinou galakturonovou a boční řetězce tvoří rhamnóza, pentózo- a hexózo- jednotky. Pektiny řadíme mezi polysacharidy. Nachází se ve stěnách rostlinných buněk, v ovoci a zelenině. Jejich přítomnost a změny během zrání značně ovlivňují především texturu ovoce a zeleniny [44, 49].

Pektiny jsou rozpustné v horké vodě, jež jsou po následném ochlazení schopny tvořit gel. Jejich rozpustnost klesá s rostoucí molekulovou hmotností a stupněm esterifikace. Za důležitou vlastnost je považována jejich schopnost zahušťování a tvorba zmíněného gelu. Pektin je hojně využíván při výrobě jogurtů a mléčných dezertů [13].

Pektin je velmi citlivý na změny pH a na množství přítomných kationtů. Tvorba gelu může být považována za stav mezi rozpuštěním a vysrážením polymeru, z toho důvodu je rovněž

významná i povaha rozpouštědla. Gel se může vytvářet buď z vysoce metylovaných esterů pektinů anebo z nízké metylovaných esterů pektinů. Výrobci obvykle vyrábí širokou škálu různých druhů pektinů pro možnost různých aplikací. Vysoko metylované estery pektinů se dělí na tzv. rychlou řadu, jenž se využívá pro výrobu mléčných výrobků, výrobu džemů, nápojů a pomalou řadu pektinů pro výrobu želé, pekařských produktů a cukrovinek. Nízko metylované estery pektinů se dělí s tzv. nízkou, střední a vysokou reaktivitou vápníku a jsou využívány pro výrobu produktů s nízkým obsahem cukru [32].

Aplikace pektinu je vždy závislá na přesných podmínkách výrobku, pH, iontových silách a složení, poměr sladidel a jejich složení, a v přítomnosti ovoce je nutné znát množství a povahu pektinu přítomného v ovoci [32].

4.2.2 Gumy

Vznikají přeměnou látek v buněčných stěnách rostlinných buněk. Jedná se o amorfni látky, opticky aktivní, ve vodě tvoří koloidní lepidivé roztoky. Jsou tvořeny řetězci cukrů, nejčastěji arabinózou, galaktózou a rhamnózou, zakončenými nejčastěji kyselinou glukuronovou ve formě soli vápníku, draslíku nebo hořčíku [26].

Rostlinné gumy jsou lepidivé šťávy, vytékající samovolně z pletiv rostlin při napadané mikroorganizmy nebo při poranění, které na vzduchu tuhnu v gumovité hmoty. Rostlinné gumy jsou hydrofilní, tvoří viskózní roztoky, popřípadě mohou vznikat i gely [27].

Arabská guma

Arabská guma je získávána z trnitého stromu nebo keře, který je rozšířen ve střední Africe a Arábii. V podstatě se jedná o ztvrdlou klovatinu, která je nejhojněji obsažena v pletivu sekundární zóny, odkud se dále rozšiřují. Ke zvýšení produkce se keře obvykle nařezávají. Guma je tvořena zejména z vápenatých, v menší míře hořečnatých a draselných solí kyseliny arabinové, tzv. arabinu rozpustného ve vodě. Arabská guma je využívána v cukrovinkách, jelikož brání krystalizaci a vlhnutí polev a ve zmrzlině brání vzniku velkých krystalků ledu [26, 27, 48].

Tragakant

Získává se z trnitých, nízkých keříků, které se vyznačují slizovitou dřevinou, tvořenou mohutnými slizovými buňkami. Tragakant se dováží zejména z oblastí západní Asie. Guma vytéká samovolně, ovšem pro usnadnění se kůra podélně nařezává. Z nářezu na vzduchu teku-

tina tvrdne a po 2 dnech se sbírá. Základní složkou je polysacharid basorin, kyselě reagující, ve vodě nerozpustný, silně bobtnající za tvorby gelu. Druhou důležitou složku tvoří tragakanthin, ve vodě rozpustný na neutrální koloidní roztok. Používá se jako emulgátor obvykle v kombinaci s arabskou gumou do zmrzlin a do náplní do pečiva [26].

Guar

Získává se z domácí byliny, pěstované v Indii a Pákistánu jako pícnina. Hlavním polysacharidem je galaktomanan, jenž se hydrolyzuje na galaktózu a manózu. Guarová guma je dobře rozpustná ve vodě a tvoří silně viskózní roztoky. V potravinářství se často používá v kombinaci se škroby, pektiny a celulózu [27, 44].

4.2.3 Polysacharidy mořských řas

4.2.3.1 Algináty

Pro kyselinu alginovou a její soli se používá souhrnný název algináty. Jedná se o skupinu přirozeně se vyskytujících polysacharidů, které jsou získávány extrakcí z hnědých mořských řas čeledi *Phaeophyceas*, rostoucí na pobřeží Atlantiku. Existuje několik druhů hnědých řas, z nichž nejpoužívanějšími jsou *Laminaria hyperbola*, *Macrocystis pyrifera* a *Ascophyllum nodosum*. Využívají se zejména jako stabilizátory disperzí ve výrobcích nebo jako zahušťovadla. Jejich aplikace spočívá buď se suchými složkami na začátku výrobního procesu, anebo v plně hydratované formě během výrobního procesu [26]. Díky jejich gelytvorným vlastnostem jsou využívány při výrobě ovocných a dezertních želé a pudinků [27].

4.2.3.2 Agar

Agar neboli kanten je přírodní polysacharid, který se získává z červených mořských řas třídy *Rhodophyceae*, prakticky ze všech světových moří (za největšího producenta se považuje Japonsko). V podstatě se jedná o usušený sliz, vyrobený extrakcí řas horkou vodou [37, 48].

Agar je rozpustný v horké vodě, při ochlazení vzniká gel. Využití agaru je široké, lze se s ním setkat jako s pomocnou látkou při výrobě tablet, součást masťových základů, v potravinářství při výrobě džemů, želé a při výrobě mléčných výrobků [27, 37].

4.2.3.3 *Karagenan*

Jde o polysacharid získaný z červených mořských řas třídy *Rhodophyceae* z tzv. „Irského mechu“, vyskytující se na pobřeží Atlantického oceánu, Evropy a Severní Ameriky. V řasách se karagenan nachází ve formě draselných, sodných nebo hořečnatých solí. Má široké uplatnění v sýrech jako stabilizátor, ve smažených jídlech má schopnost redukovat množství vstřebatelného oleje, má schopnost zvětšovat svůj objem a tím vyvolat pocit nasycení, dále se používá při výrobě zmrzlin, mléčných nápojů, pudinků atd. [37]. Mezi jejich důležité vlastnosti patří schopnost tvořit komplexy s mléčnými bílkovinami, proto se používají jako zahušťovadla, gelotvorné látky, emulgátory a stabilizátory při výrobě zmrzlin, mléčných dezertů a mléčných nápojů [27].

4.2.3.4 *Furcellaran*

Tento typ hydrokoloidu je známý také pod pojmem „dánský agar“. Je získáván z červených mořských řas třídy *Rhodophyceae*, vyskytujících se v pobřežních oblastech Dánska. Furcellaran je nejvíce podobný svým složením a použitím jako výše zmíněný agar. Jeho získávání je ovšem levnější. Je rozpustný ve vodě, vytváří jemné a pružné gely. Jeho využití je hlavně při výrobě mléčných pudinků a dezertů [19].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo vyrobit tvarohové krémy s využitím komerčních směsí hydrokoloidů GRINSTED SB 550 (GSB 550) a GRINSTED SB 555 (GSB 555) a vybrat koncentrace daných hydrokoloidů vzhledem k tučnosti tvarohu tak, aby byla získána co nejlepší konzistence a organoleptické vlastnosti tvarohových krémů. Vyrobené tvarohové krémy byly posléze homogenizovány a srovnány se vzorky nehomogenizovanými. Navíc, byl zhodnocen vliv homogenizace na konzistenci a organoleptické vlastnosti výrobku. Tvarohové krémy byly sledovány po dobu 30 dní.

6 METODIKA

Na začátku experimentu byly vyrobeny tvarohové krémy s použitím komerčních směsí hydrokoloidů GRINSTED SB 550 (GSB 550) a GRINSTED SB 555 (GSB 555) o různých koncentracích. Následně bylo u vyrobených vzorků po 7 a 30 dnech skladování při teplotě 6 ± 2 °C hodnoceno pH, tuk, sušina, senzoričká analýza a viskoelastické vlastnosti.

6.1 Popis experimentu

Základní surovinovou skladbu pro výrobu tvarohových krémů tvořil měkký tvaroh, smetana, voda, cukr a hydrokoloidy. Studované tvarohové krémy byly vyrobeny z tvarohu tučného i odtučněného, viz. Tabulka 1. Suroviny byly naváženy a následně byly postupně přidávány do mísícího zařízení Stephan typ UMC 5. Po hermetickém uzavření zařízení, bylo za pomoci vývěvy vytvořeno vakuum na hodnotu 0,08 MPa. Po dosažení této hodnoty se vývěva uzavřela a směs se zahřívala na teplotu cca 80 °C při 3 000 ot/min., při celkové době 5,50 min. Ještě horká směs byla ihned nalévána do 12 plastových vaniček, které byly uzavírány hliníkovými víčky a náležitě popsány. Po zchlazení byly vzorky skladovány v ledničce s teplotou 6 ± 2 °C. Při homogenizaci vzorků byla vzniklá horká směs homogenizována při tlaku 100 bar v homogenizátoru typu Panda Plus 2000 a následně balena do 6 plastových vaniček s uzavřením pomocí hliníkových víček. Po zchlazení byly vzorky také skladovány v ledničce s teplotou 6 ± 2 °C. Tedy celkem bylo vyrobeno 14 tvarohových krémů, z toho 7 bylo homogenizováno.

Tabulka 1.: Vybrané koncentrace komerčních směsí hydrokoloidů GSB 550 a GSB 555

	Tvaroh tučný		Tvaroh odtučněný	
	GSB 550	GSB 555	GSB 550	GSB 555
koncentrace směsi hydrokoloidů (%)	1,5	1,6	2,0	1,6
		1,7		1,7
				1,8

6.2 Základní chemická analýza

6.2.1 Měření pH

Měření pH probíhalo 7. a 30. den skladování tvarohových krémů. V každé vaničce bylo pH měřeno celkem 3x pomocí vpichového pH metru typu pH Spear, Eutech Instruments, Oakton, Malaysia se skleněnou vpichovou elektrodou. Výsledky byly zprůměrovány.

6.2.2 Stanovení sušiny

Stanovení sušiny probíhalo opět 7. a 30. den skladování tvarohových krémů. Sušina byla stanovena z každé vaničky celkem 3x, navážkou cca 3 g tvarohového krému na analytických váhách do připravené hliníkové váženky s vysušeným křemenným pískem, jenž byl řádně promíchán se vzorkem pomocí skleněné tyčinky. Takto připravený vzorek byl vložen do předehřáté sušárny na teplotu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ a byl sušen přibližně cca 4 hodiny. Po uplynutí této doby byly váženky vychlazeny v exsikátoru a poté zváženy. Výpočet obsahu sušiny byl proveden dle vzorce:

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

kde:

m_0 ... hmotnost předsušené váženky s křemenným pískem [g]

m_1 ... hmotnost váženky se vzorkem před sušením [g]

m_2 ... hmotnost váženky se vzorkem po vysušení [g]

6.2.3 Stanovení tuku v sušině

Tuk byl stanoven Van Gulikovou metodou, pomocí speciálních Gulikových tukoměřů s trojí stupnicí: do 20 %, do 35 % a do 45 %.

Výpočet tuku v sušině byl proveden dle následujícího vzorce:

$$t_{VS} = \frac{t \cdot 100}{s} [\%]$$

kde:

s ... vyjadřuje sušinu v %

t ... vyjadřuje tučnost v %

6.3 Senzorická analýza

Senzorická analýza byla prováděna 5 experty po 7 i 30 dnech skladování. Senzorické hodnocení bylo provedeno zvolenou pětibodovou hédonickou ordinální stupnicí (viz. Příloha PI: *Protokol senzorického hodnocení*). Z hodnotících parametrů byly vybrány následující vlastnosti: barva (1 – smetanově bílá, 3 – lehce našedlá, 5 – nevyhovující), chuť (1 – vynikající, 3 – dobrá, 5 – nevyhovující), homogenita (1 – vzorek naprosto homogenní, 3 – vzorek mírně nehomogenní, 5 – nevyhovující) a konzistence (1 – vynikající, jemná krémová, 3 – dobrá, jemná krupička, 5 – nevyhovující).

6.4 Dynamická oscilační reometrie

Dynamická oscilační reometrie byla použita pro analýzu všech vzorků, a to 7. a 30. den skladování při teplotě $6 \pm 2^\circ\text{C}$. Tato metoda spočívá v řízené deformaci vzorku, díky které lze zkoumat chování toku látek. Měření probíhalo na rotačním viskozimetru Thermo ScientificTM HAAKE RheoStress1 při teplotě $20,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Vzorky byly měřeny v rozsahu frekvencí 0,05 – 10,00 Hz. Vzorek byl nanesen na spodní pracovní desku, byla spuštěna horní deska na šterbinu 1 mm. Vlivem tlaku byl přebytečný vzorek vytlačen do stran, jež byl odstraněn a okraje byly natřeny vrstvičkou silikonového oleje, který zabránil vysychání vzorku.

Dynamická oscilační reometrie slouží zejména ke zjišťování elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti, v závislosti na zvoleném rozsahu frekvencí. Z těchto hodnot lze vypočítat komplexní modul pružnosti (G^*) dle vzorce:

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

kde:

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

G' ... elastický modul pružnosti [Pa]

G'' ... ztrátový modul pružnosti [Pa]

Komplexní modul pružnosti vyjadřuje celkový odpor vzorku proti deformaci. Čím je vyšší tato hodnota, tím je daný vzorek tužší.

Viskoelasticita je dána mimo jiné i velikostí úhlu fázového posunu. Hodnota fázového posunu se hodnotí následovně:

- ideálně elastický materiál má úhel $\tan \delta = 0^\circ$
- ideálně viskózní materiál má úhel $\tan \delta = 90^\circ$

Jestliže hodnota $\tan \delta = 1$ znamená to, že materiál je stejnou měrou pevnou i kapalnou látkou. V případě, že hodnota $\tan \delta > 1$ materiál se chová více jako kapalina a při hodnotě $\tan \delta < 1$ se materiál chová více jako pevná látka [50]. Z výše uvedeného lze tvrdit, že hodnota $\tan \delta$ charakterizuje chování daného vzorku.

Fázový posun se vypočítá dle následujícího vzorce:

$$\tan \delta = \frac{G''}{G'} \quad [^\circ]$$

kde:

G' ... elastický modul pružnosti [Pa]

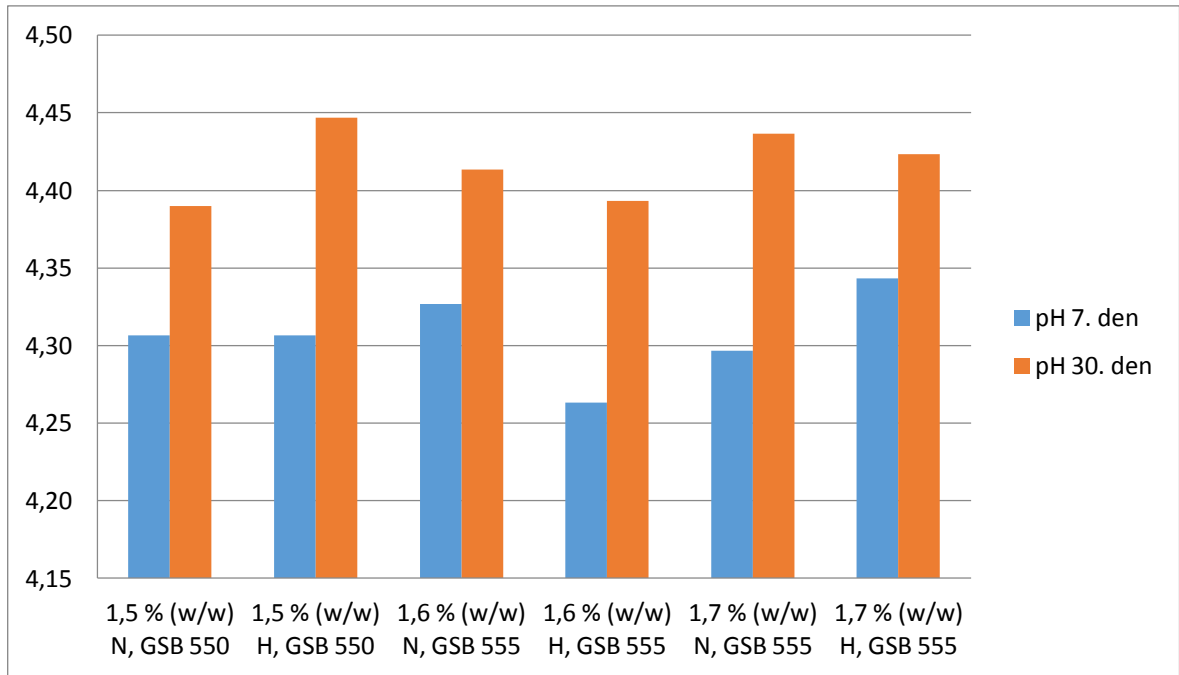
G'' ... ztrátový modul pružnosti [Pa]

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

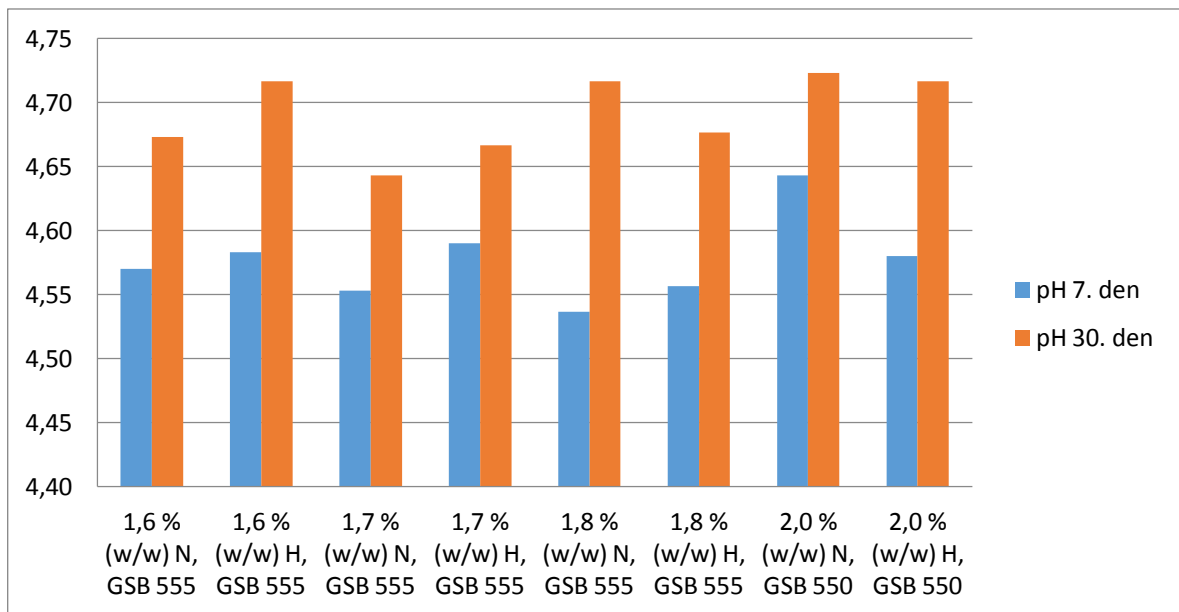
7.1 Výsledky základní chemické analýzy

7.1.1 Výsledky měření pH

Průměrné hodnoty pH se u tvarohových krémů vyrobených z tučného tvarohu pohybovaly v rozmezí 4,31 – 4,42. U tvarohových krémů vyrobených z odtučněného tvarohu byly naměřeny průměrné hodnoty pH v rozmezí 4,58 – 4,72. U výrobků z tučného tvarohu bylo tedy pozorováno nižší pH než u výrobků z tvarohu odtučněného. Vliv skladování na hodnotu pH tvarohových krémů lze vidět na Obrázku 9. a 10. Z obou vyhotovených grafů je patrné, že pH tvarohových krémů vyrobených jak z tučného, tak odtučněného tvarohu se během skladování zvyšovalo. Z hlediska udržitelnosti tvarohových krémů je lepší nižší pH, které bylo naměřeno u výrobků z tvarohu tučného. Každý mikroorganismus se rozmnožuje pouze v určitém rozmezí pH. Mikroorganismy se nejvíce pomnožují při pH 4,5 – 8,0. Pro Bakterie se nejlépe vyvíjejí v prostředí s rozmezím hodnot pH 5,0 – 7,0. Pro rozvoj kvasinek a plísní je rozsah hodnot pH daleko širší a to 3,0 – 11,0. Z hlediska bezpečnosti a zpracování potravin se za kritickou hodnotu považuje pH 4,5. Pod danou hodnotou pH je inhibován růst *Clostridium botulinum*, což je nebezpečná bakterie produkující botulotoxin [54]. Hodnotu pH může ovlivňovat také lipolýza triacylglycerolů na volné mastné kyseliny, které díky svým chemickým vlastnostem mohou vést ke snižování pH. Dále mohou mít vliv na snížení pH Maillardovy reakce, při kterých molekula proteinu ztrácí svůj pozitivní náboj [22].



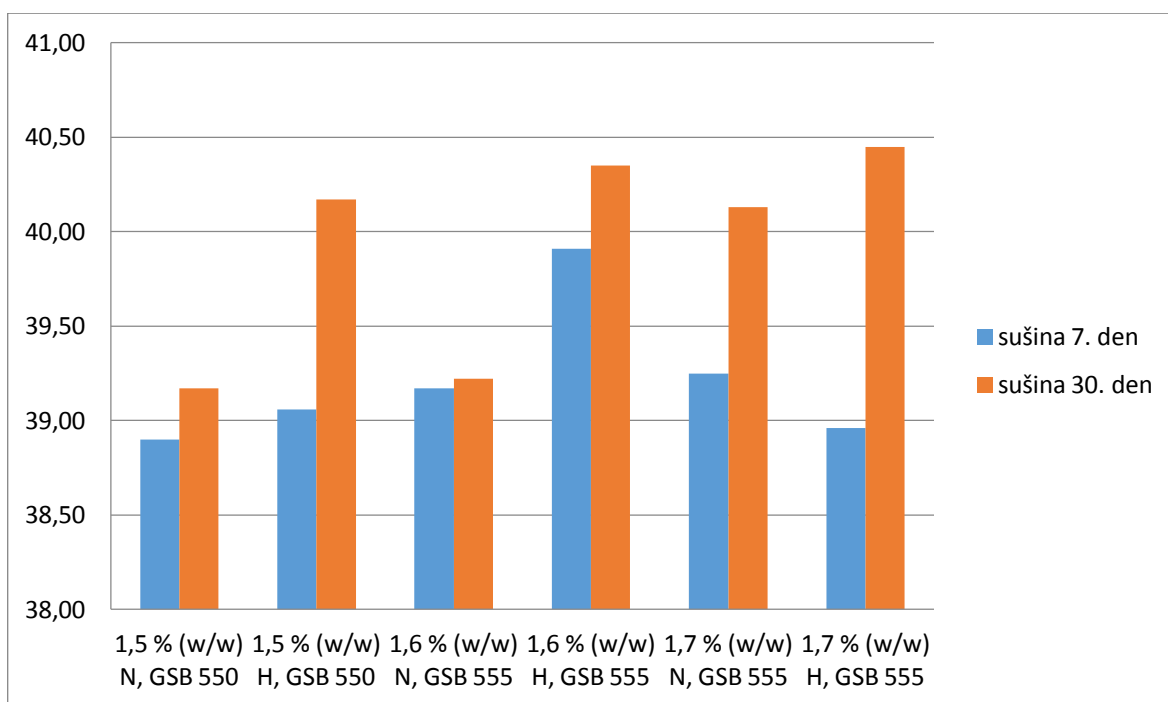
Obrázek 9.: Vliv skladování na pH tvarohových krémů z **tučného** tvarohu



Obrázek 10.: Vliv skladování na pH tvarohových krémů z **odtučněného** tvarohu

7.1.2 Výsledky stanovení sušiny

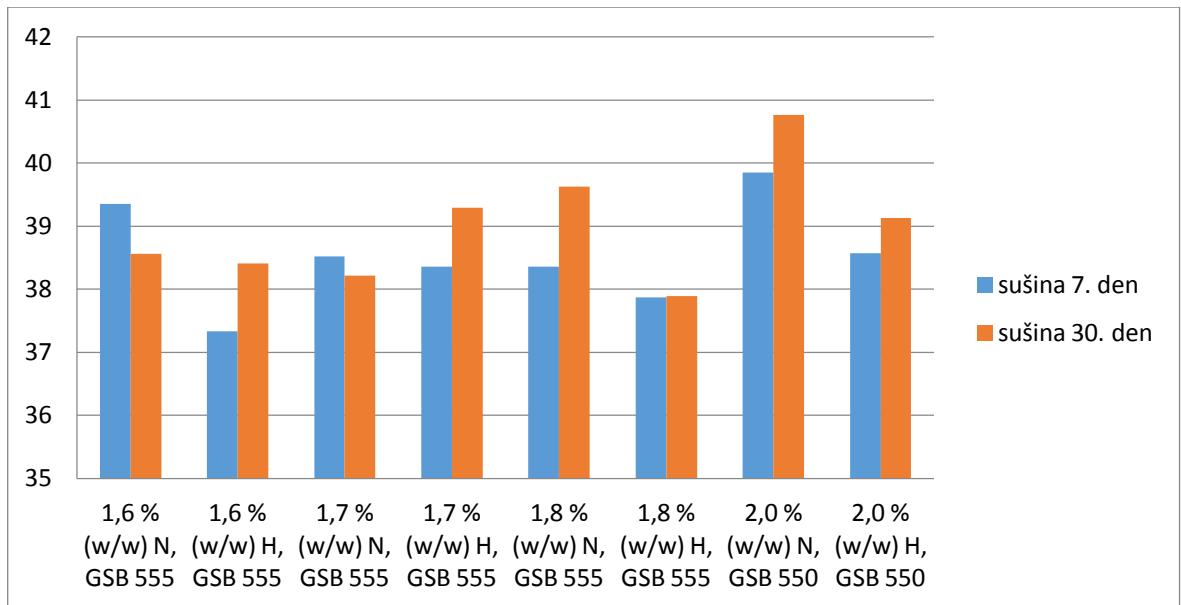
Průměrný obsah sušiny v každém vzorku byl vypočten dle vzorce pro výpočet sušiny. Obsah sušiny v tvarohových krémech se pohyboval v rozmezí 37,84 – 40,76 %. Na Obrázku 11. a 12. lze vidět, že obsah sušiny tvarohových krémů se během skladování lehce zvýšil, a to jak u výrobků z tučného tvarohu, tak u výrobků z tvarohu odtučněného, viz. Tabulka 2. a 3. U většiny homogenizovaných výrobků byly zaznamenány větší rozdíly v obsahu sušiny po 30 dnech skladování na rozdíl od výrobků nehomogenizovaných. To by mohlo svědčit o větším oddělování vody z vytvořeného gelu. U homogenizovaných tvarohových krémů vyrobených z tučného tvarohu byl pozorován největší podíl uvolněné vody po 30 dnech skladování. Pouze u dvou vzorků z odtučněného tvarohu, a to při použití komerční směsi GSB 555 1,8 H a GSB 550 2,0 H, byl u homogenizovaných výrobků zaznamenán menší rozdíl v obsahu sušiny po 30 dnech skladování než u výrobků nehomogenizovaných. Celkově se však jednalo o nevýznamné rozdíly v obsahu sušiny.



Obrázek 11.: Vliv skladování na % sušiny v tvarohových krémech z **tučného** tvarohu

Tabulka 2.: Porovnání \bar{O} obsahu sušiny tvarohových krémů vyrobených z tučného tvarohu 7. a 30. den skladování

Tvaroh tučný – porovnání 7. a 30 den			
	\bar{O} obsah sušiny 7. den [%]	\bar{O} obsah sušiny 30. den [%]	Rozdíl \bar{O} obsah sušiny během skladování [%]
GSB 550			
1,5 N	38,90 ± 0,36	39,17 ± 0,52	0,27
1,5 H	39,06 ± 0,30	40,17 ± 0,20	1,11
GSB 555			
1,6 N	39,17 ± 0,15	39,22 ± 0,36	0,05
1,6 H	39,91 ± 0,21	40,35 ± 0,04	0,44
1,7 N	39,25 ± 0,54	40,13 ± 0,27	0,88
1,7 H	38,96 ± 0,36	40,45 ± 0,32	1,49



Obrázek 12.: Vliv skladování na % sušiny v tvarohových krémech z *odtučněného* tvarohu

Tabulka 3.: Porovnání \bar{O} obsahu sušiny tvarohových krémů vyrobených z odtučněného tvarohu 7. a 30. den skladování

Tvaroh odtučněný – porovnání 7. a 30 den			
	\bar{O} obsah sušiny 7. den [%]	\bar{O} obsah sušiny 30. den [%]	Rozdíl \bar{O} obsah sušiny během skladování [%]
GSB 550			
2,0 N	39,85 ± 0,20	40,76 ± 0,44	0,91
2,0 H	38,57 ± 0,11	39,13 ± 0,04	0,56
GSB 555			
1,6 N	39,36 ± 0,63	38,57 ± 0,12	-0,80
1,6 H	37,34 ± 0,02	38,41 ± 0,08	1,08
1,7 N	38,52 ± 0,04	38,21 ± 0,49	-0,31
1,7 H	38,36 ± 0,04	39,29 ± 0,04	0,93
1,8 N	38,36 ± 0,08	39,62 ± 0,12	1,27
1,8 H	37,87 ± 0,01	37,89 ± 0,02	0,02

7.1.3 Stanovení tučnosti

Tučnost byla stanovována 7. den skladování. Množství tuku v sušině bylo vypočítáno dle daného vzorce pro výpočet tuku v sušině a pohybuje se v rozmezí 29,44 – 35,19 %, což odpovídalo požadované hodnotě.

Tabulka 4.: Stanovení % tučnosti tvarohových krémů vyrobených z **tučného** tvarohu

Tvaroh tučný – 7. den		
	Ø tučnost	tvS [%]
GSB 550		
1,5 N	12,00 ± 0,00	30,45
1,5 H	12,50 ± 0,50	32,00
GSB 555		
1,6 N	12,00 ± 0,00	30,64
1,6 H	11,75 ± 0,25	29,44
1,7 N	12,25 ± 0,25	31,21
1,7 H	11,75 ± 0,25	30,16

Tabulka 5.: Stanovení % tučnosti tvarohových krémů vyrobených z **odtučněného** tvarohu

Tvaroh odtučněný – 7. den		
	Ø tučnost	tvS [%]
GSB 550		
2,0 N	13,00 ± 0,00	32,62
2,0 H	12,25 ± 0,25	31,76
GSB 555		
1,6 N	12,00 ± 1,00	30,49
1,6 H	11,50 ± 0,00	30,80
1,7 N	11,50 ± 0,00	29,85
1,7 H	13,50 ± 0,00	35,19
1,8 N	11,50 ± 0,00	29,98
1,8 H	11,75 ± 0,25	31,03

7.1.4 Výsledky senzoričké analýzy

Všechny tvarohové krémy byly hodnoceny 7. a 30. den skladování. Hodnotitelé byli poučeni o průběhu a způsobu hodnocení. Tvarohové krémy se hodnotily dle senzoričkých dotazníků, které obsahovaly stručnou charakteristiku hodnocených parametrů. Protokol hodnocení je uveden v příloze P I: *Protokol senzoričkého hodnocení*. Tvarohové krémy podrobené homogenizaci měly bělejší barvu, velmi jemnou konzistenci a lahodnou, smetanovou chuť. Na rozdíl od tvarohových krémů nehomogenizovaných, které měly smetanovou barvu, byly ve velké míře písčité až nepříjemné konzistence pro hodnotitele. Chuť nehomogenizovaných tvarohových krémů byla dobrá s drobnými odchylkami, lehce tvarohově nakyslá. Výsledky senzoričké analýzy tedy potvrdily, že homogenizovaný výrobek je bělejší, má plnější chuť a navozuje dojem vyšší tučnosti [20, 42]. Jedinou nevýhodou homogenizovaných tvarohových krémů při senzoričké analýze bylo uvolňování vody z gelu po 30 dnech skladování, proto byly homogenizované tvarohové krémy tužší, avšak stále si zachovávaly jemnou konzistenci a bělejší barvu. Nehomogenizované tvarohové krémy po 30 dnech byly téměř homogenní, vodu začaly lehce uvolňovat až po narušení struktury lžičkou.

Z hlediska tučnosti použité suroviny byly tvarohové krémy vyrobené z tučného tvarohu celkově jemnější konzistence, na rozdíl od tvarohových krémů vyrobených z tvarohu od-tučněného.

Tabulka 6.: Senzorická analýza tvarohových krémů 7. den skladování

	Barva	Chuť	Homogenita	Konzistence
Tvaroh tučný				
GSB 550				
1,5 N	1	1	2	4
1,5 H	1	1	3	1
GSB 555				
1,6 N	1	1	2	1
1,6 H	1	2	3	1
1,7 N	1	2	1	2
1,7 H	1	1	1	1
Tvaroh odtučněný				
GSB 550				
2,0 N	1	4	2	3
2,0 H	1	2	2	1
GSB 555				
1,6 N	1	2	2	3
1,6 H	1	3	3	1
1,7 N	1	2	1	1
1,7 H	1	1	1	1
1,8 N	1	1	2	2
1,8 H	1	1	2	3

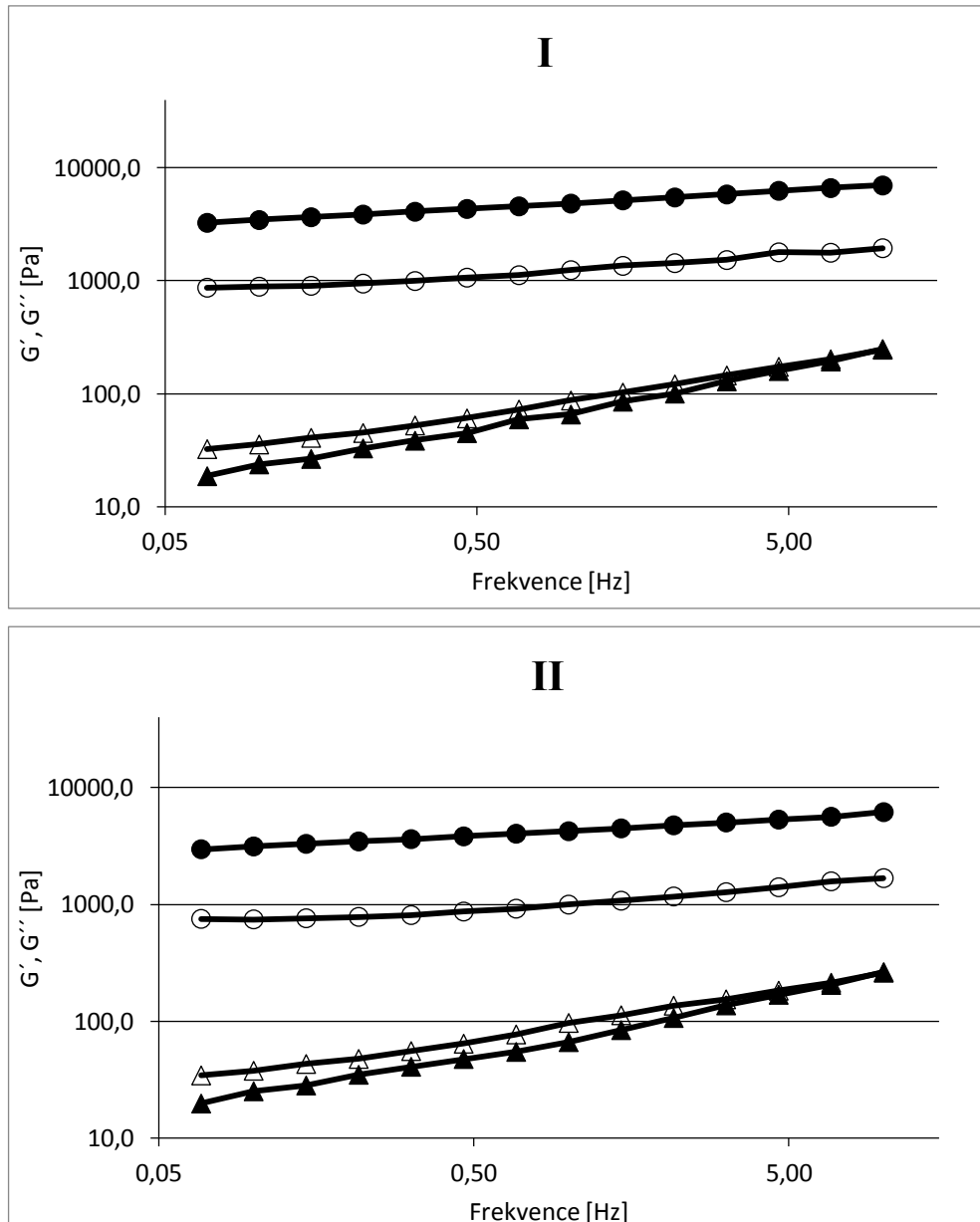
Tabulka 7.: Senzorická analýza tvarohových krémů **30. den** skladování

	Barva	Chuť	Homogenita	Konzistence
Tvaroh tučný				
GSB 550				
1,5 N	1	2	2	4
1,5 H	1	1	4	1
GSB 555				
1,6 N	1	1	2	2
1,6 H	1	2	4	2
1,7 N	1	2	2	3
1,7 H	1	1	2	1
Tvaroh odtučněný				
GSB 550				
2,0 N	1	4	3	3
2,0 H	1	2	2	1
GSB 555				
1,6 N	1	2	2	4
1,6 H	1	3	4	2
1,7 N	1	2	1	2
1,7 H	1	1	2	1
1,8 N	1	1	3	3
1,8 H	1	1	2	3

7.2 Výsledky dynamické oscilační reometrie

Pomocí metody dynamické oscilační reometrie byl pozorován vývoj viskoelastických vlastností v průběhu 30-ti denního skladování. V dané metodě byla sledována závislost elastického modulu pružnosti (G') a ztrátového modulu pružnosti (G'') na frekvenci (f). Rozsah sledovaných frekvencí se pohyboval v rozmezí 0,05 – 10,00 Hz. Z vyhotovených grafů je patrné, že posuny křivek 7. a 30. den skladování jsou minimální, tedy během 30 dnů jsou změny v konzistenci tvarohových krémů nepatrné.

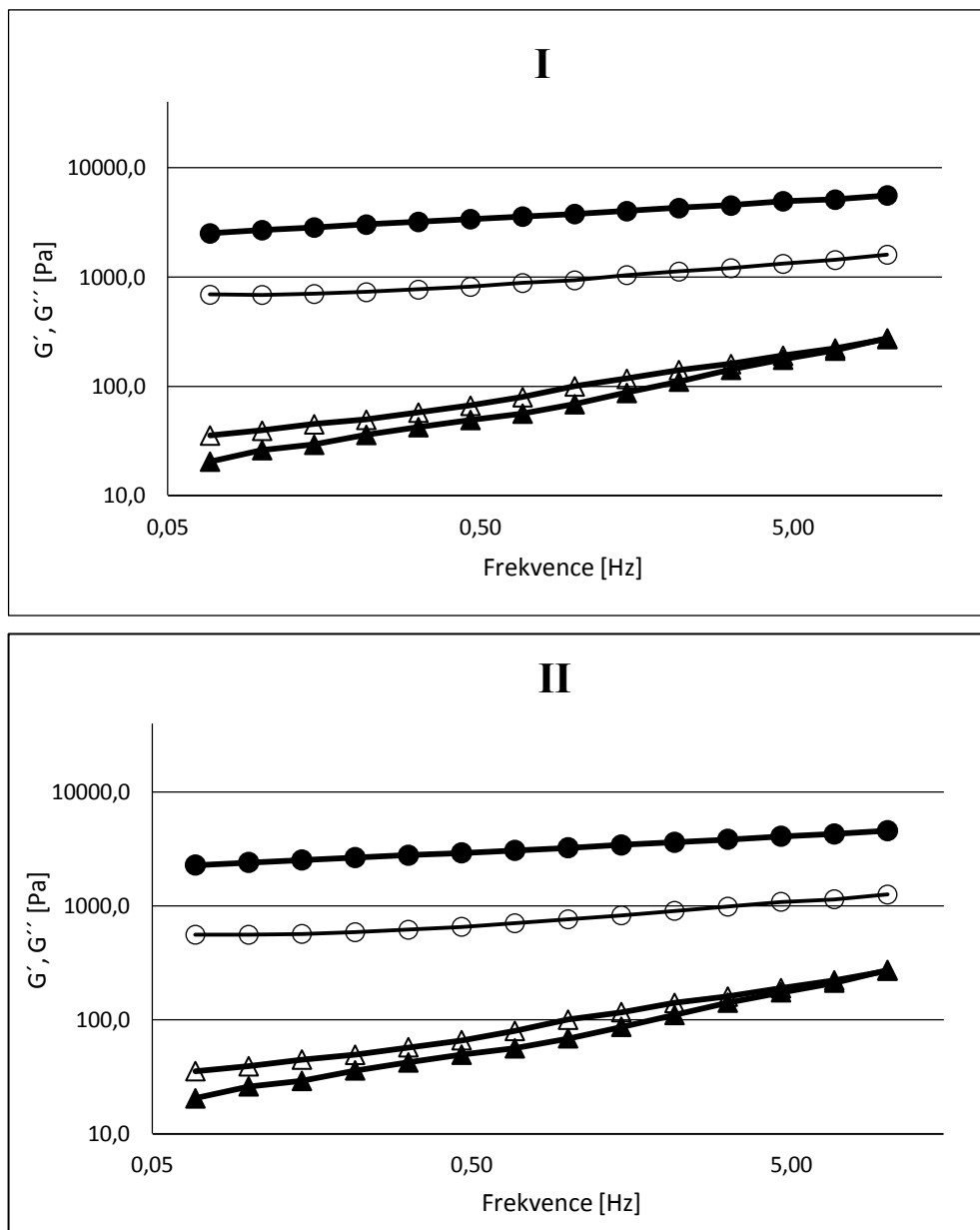
Z dosažených výsledků měření dynamické oscilační reometrie vyplývá, že nehomogenizované tvarohové krémy vyrobené z odtučněného tvarohu v průběhu 30 dní skladování měkly. Nehomogenizované tvarohové krémy vyrobené z tučného tvarohu během skladování tuhly. Homogenizované tvarohové krémy vyrobené z odtučněného i tučného tvarohu během 30 dní skladování tuhly.



Obrázek 13.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; *plné symboly*) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; *prázdné symboly*) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny **homogenizaci (trojúhelníky)**, a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (*kolečka*), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,6 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB 555**

Na Obrázku 13. lze vidět, že ztrátový i elastický modul pro nehomogenizovaný tvarohový krém z odtučněného tvarohu s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,6 % (w/w) klesal, tudíž tento výrobek během skladování měknl. Ze vzorce pro fá-

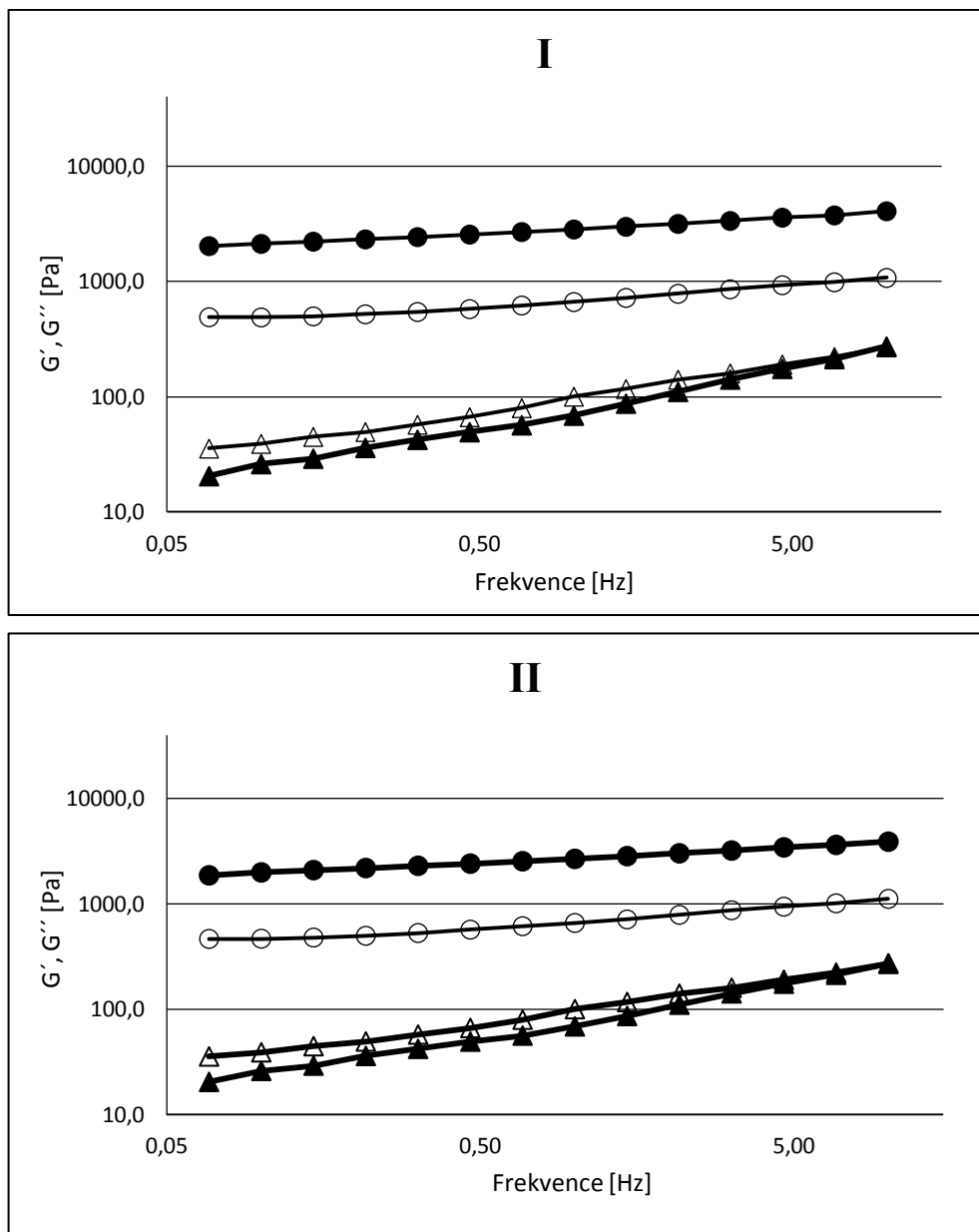
zový posun vyplývá, že pokud se elastický modul nachází nad ztrátovým modulem, tak jak tomu bylo u nehomogenizovaného výrobku, znamená to, že se jedná o slabý gel. Tomu odpovídá i hodnota $\tan \delta$ 0,26. Také vzdálenost mezi G' a G'' vypovídá o pevnosti gelu, neboť čím více jsou křivky od sebe vzdáleny, tím je gel pevnější. Tedy nehomogenizovaný tvarohový krém s koncentrací 1,6 % komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 byl po 30 dnech skladování nepatrně měkčí. U homogenizovaného tvarohového krému vyrobeného s koncentrací 1,6 % (w/w) GSB 555 byl ztrátový modul pružnosti nad modulem elastickým, čemuž odpovídá i $\tan \delta$ 1,33. To znamená, že tento výrobek byl blíže k viskózní disperzi. Dále lze pozorovat, že během skladování homogenizovaný tvarohový krém s 1,6 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 nepatrně tuhnul.



Obrázek 14.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; **plné symboly**) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; **prázdné symboly**) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny **homogenizaci (trojúhelníky)** a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka) po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,7 % (w/w) hydrokoloidů **GRINSTED SB 555**

Na Obrázku 14. lze vidět, že ztrátový i elastický modul pro nehomogenizovaný tvarohový krém z odtučněného tvarohu s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,7 % (w/w) klesal a vzhledem k tomu tento výrobek během skladování měkchl. Ze vzorce pro fázový posun vyplývá, že pokud se elastický modul nachází nad ztrátovým mo-

dulem, tak jak tomu bylo u nehomogenizovaného výrobku, znamená to, že se jedná o slabý gel. Tomu odpovídá i hodnota $\tan \delta$ 0,25. Také vzdálenost mezi G' a G'' vypovídá o pevnosti gelu, neboť čím více jsou křivky od sebe vzdáleny, tím je gel pevnější. Tedy nehomogenizovaný tvarohový krém s koncentrací 1,7 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 byl po 30 dnech skladování jen nepatrně měkčí. U homogenizovaného tvarohového krému vyrobeného s koncentrací 1,7 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 byl ztrátový modul pružnosti nad modulem elastickým, čemuž odpovídá i $\tan \delta$ 1,45. To znamená, že tento výrobek byl spíše blíže k viskózní disperzi. Dále lze pozorovat, že během skladování homogenizovaný tvarohový krém s 1,7 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 jen nepatrně tuhnul.

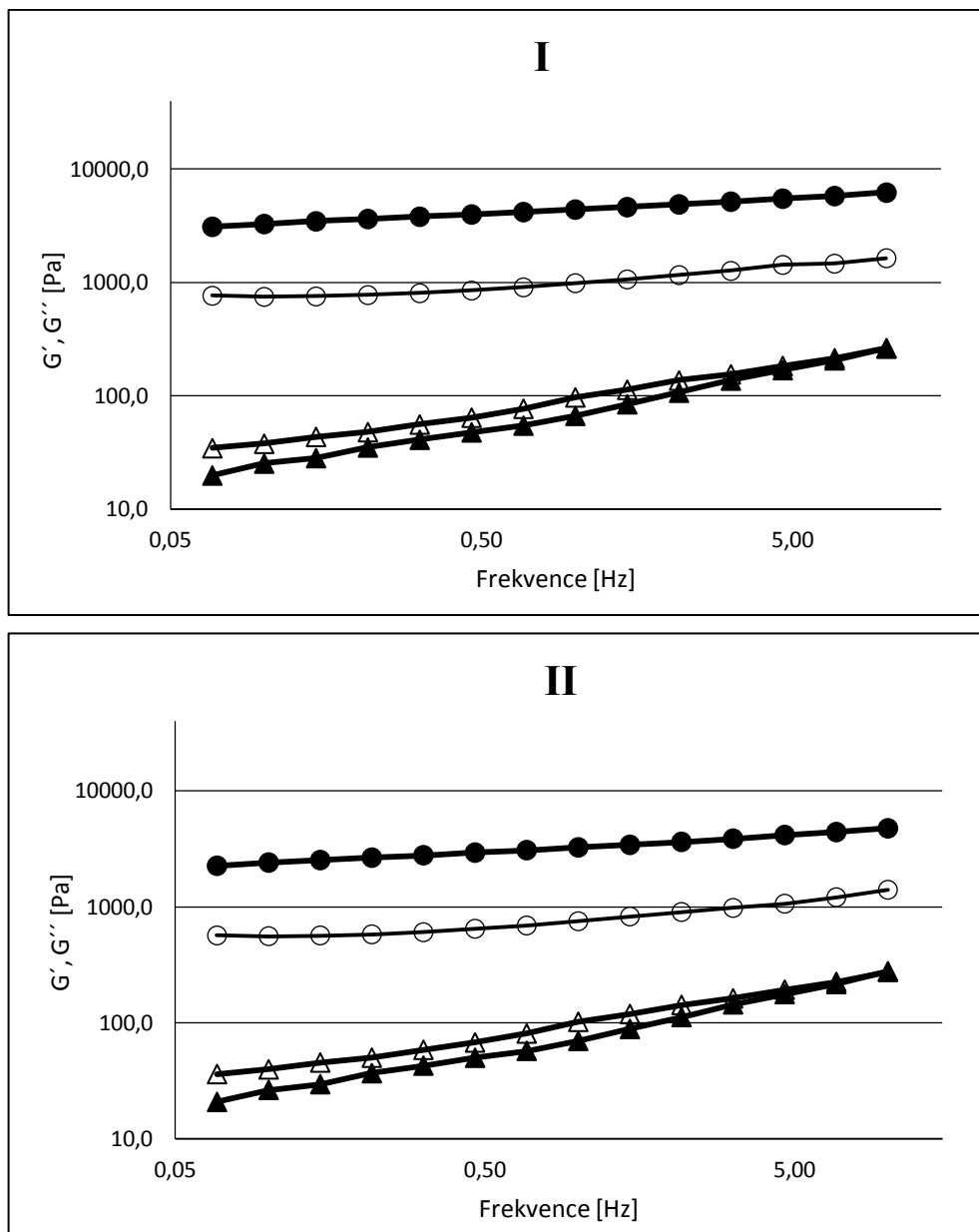


Obrázek 15.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; **plné symboly**) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; **prázdné symboly**) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny **homogenizaci (trojúhelníky)** a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,8 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB**

555

Na Obrázku 15. lze vidět, že ztrátový i elastický modul pro nehomogenizovaný tvarohový krém z odtučněného tvarohu s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,8 % (w/w) klesal a vzhledem k tomu tento výrobek během skladování měknl. Ze

vzorce pro fázový posun vyplývá, že pokud elastický modul se nachází nad ztrátovým modulem, tak jak tomu bylo u nehomogenizovaného výrobku, znamená to, že se jedná o slabý gel. Tomu odpovídá i hodnota $\tan \delta$ 0,23. Také vzdálenost mezi G' a G'' vypovídá o pevnosti gelu, neboť čím více jsou křivky od sebe vzdáleny, tím je gel pevnější. Tedy nehomogenizovaný tvarohový krém s koncentrací 1,8 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 byl po 30 dnech skladování nepatrně měkčí. U homogenizovaného tvarohového krému vyrobeného s koncentrací 1,8 % (w/w) GSB 555 byl ztrátový modul pružnosti nad modulem elastickým, čemuž odpovídá i $\tan \delta$ 1,46. To znamená, že tento výrobek byl blíže k viskózní disperzi. Dále lze pozorovat, že během skladování homogenizovaný tvarohový krém s 1,8 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 nepatrně tuhnul.

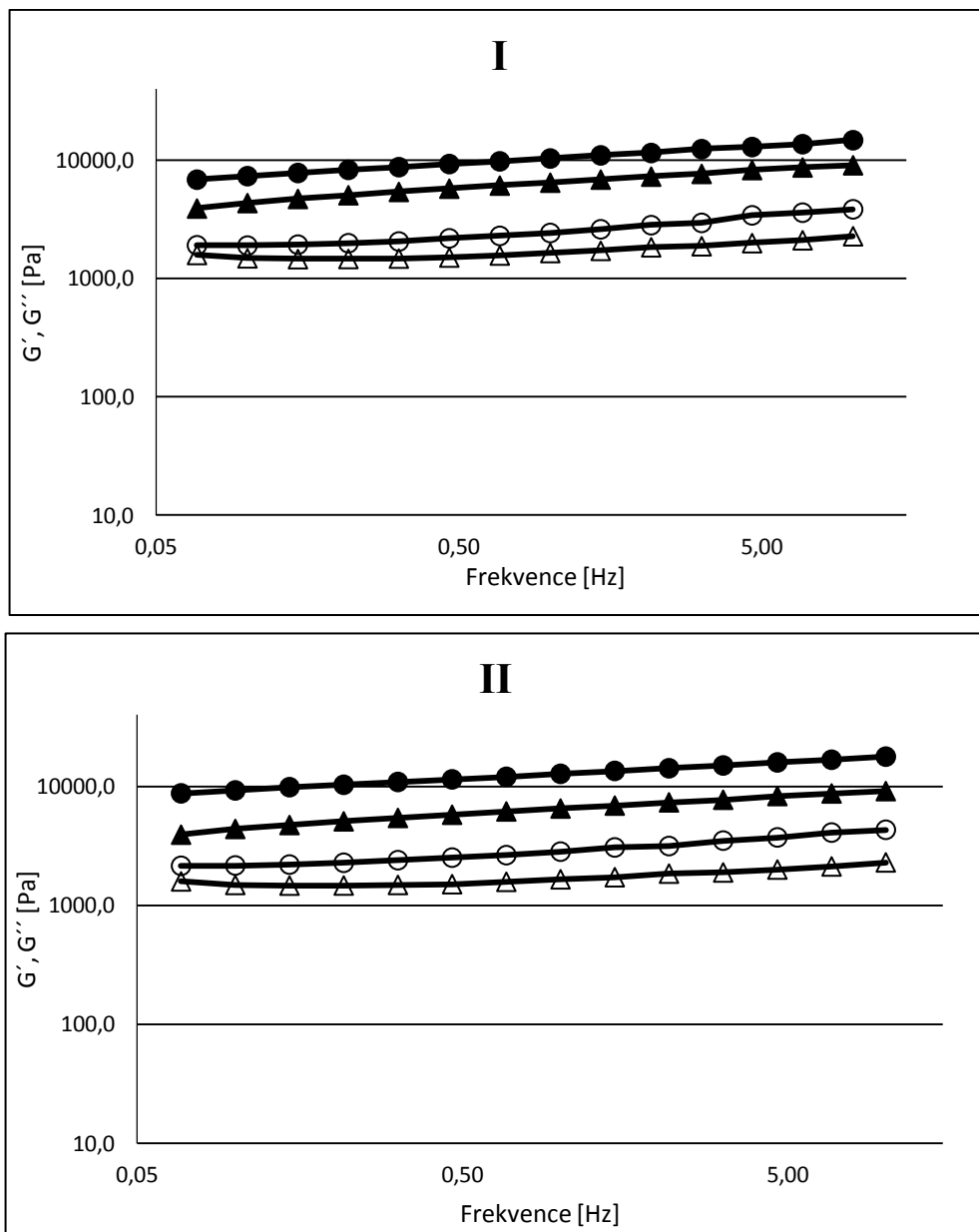


Obrázek 16.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; **plné symboly**) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; **prázdné symboly**) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny **homogenizaci (trojúhelníky)** a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 2,0 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB**

550

Na Obrázku 16. lze vidět, že ztrátový i elastický modul pro nehomogenizovaný tvarohový krém z odtučněného tvarohu s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 550 o koncentraci 2,0 % (w/w) klesal a vzhledem k tomu tento výrobek během skladování také měknul,

jako všechny výše zmíněné tvarohového krémy vyrobené z odtučněného tvarohu. Ze vzorce pro fázový posun vyplývá, že pokud elastický modul se nachází nad ztrátovým modulem, tak jak tomu bylo u nehomogenizovaného výrobku, znamená to, že se jedná o slabý gel. Tomu odpovídá i hodnota $\tan \delta$ 0,22. Také vzdálenost mezi G' a G'' vypovídá o pevnosti gelu, neboť čím více jsou křivky od sebe vzdáleny, tím je gel pevnější. Tedy nehomogenizovaný tvarohový krém s koncentrací 2,0 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 byl po 30 dnech skladování nepatrně měkčí. U homogenizovaného tvarohového krému vyrobeného s koncentrací 2,0 % (w/w) GSB 550 byl ztrátový modul pružnosti nad modulem elastickým, čemuž odpovídá i $\tan \delta$ 1,45. To znamená, že tento výrobek byl blíže k viskózní disperzi. Dále lze pozorovat, že během skladování homogenizovaný tvarohový krém s 2,0 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 550 nepatrně tuhnul.

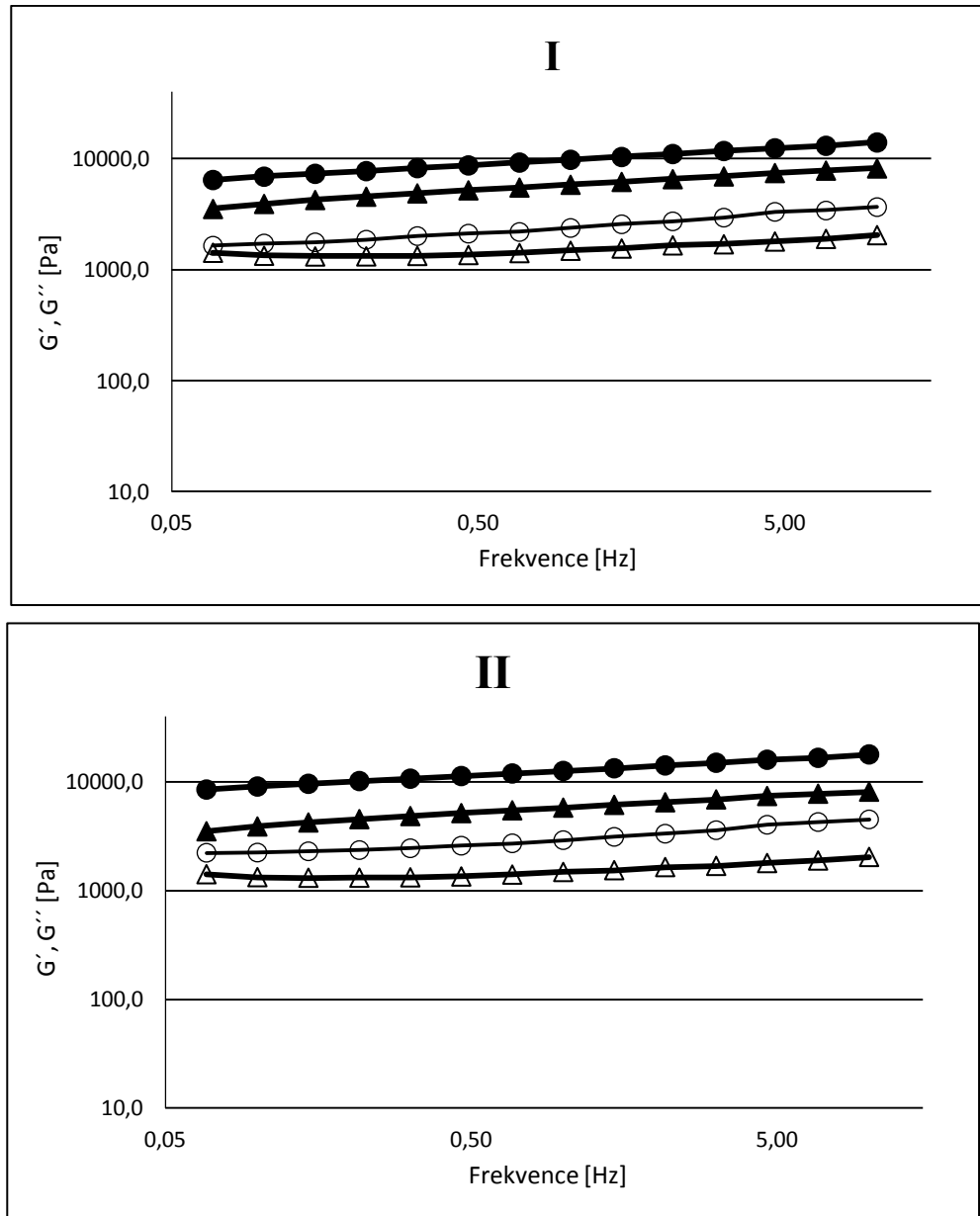


Obrázek 17.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; **plné symboly**) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; **prázdné symboly**) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny **homogenizaci (trojúhelníky)** a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,5 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB**

550

Na Obrázku 17. lze vidět, že ztrátový i elastický modul pro nehomogenizovaný tvarohový krém z tučného tvarohu s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 550 o koncentraci 1,5 % (w/w) nepatrně stoupal, což znamená, že tento výrobek během skladování tuhnul. Ze

vzorce pro fázový posun vyplývá, že pokud elastický modul se nachází nad ztrátovým modulem, tak jak tomu bylo u nehomogenizovaného výrobku, znamená to, že se jedná o slabý gel. Tomu odpovídá i hodnota $\tan \delta$ 0,25. Také vzdálenost mezi G' a G'' vypovídá o pevnosti gelu, neboť čím více jsou křivky od sebe vzdáleny, tím je gel pevnější. Tedy nehomogenizovaný tvarohový krém vyrobený z tučného tvarohu a s koncentrací 1,5 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 po 30 dnech skladování tuhnul více než všechny nehomogenizované tvarohové krémy z odtučněného tvarohu. U homogenizovaného tvarohového krému vyrobeného s koncentrací 1,5 % (w/w) GSB 550 byl elastický modul pružnosti nad modulem ztrátovým, čemuž odpovídá i $\tan \delta$ 0,23. To znamená, že tento výrobek byl slabým gelem. Křivky pro homogenizovaný tvarohový krém z tučného tvarohu a s 1,5 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 550 jsou více vzdálené než u homogenizovaných tvarohových krémů z odtučněného tvarohu, tudíž vzorek GSB 550 1,5 byl tužší.

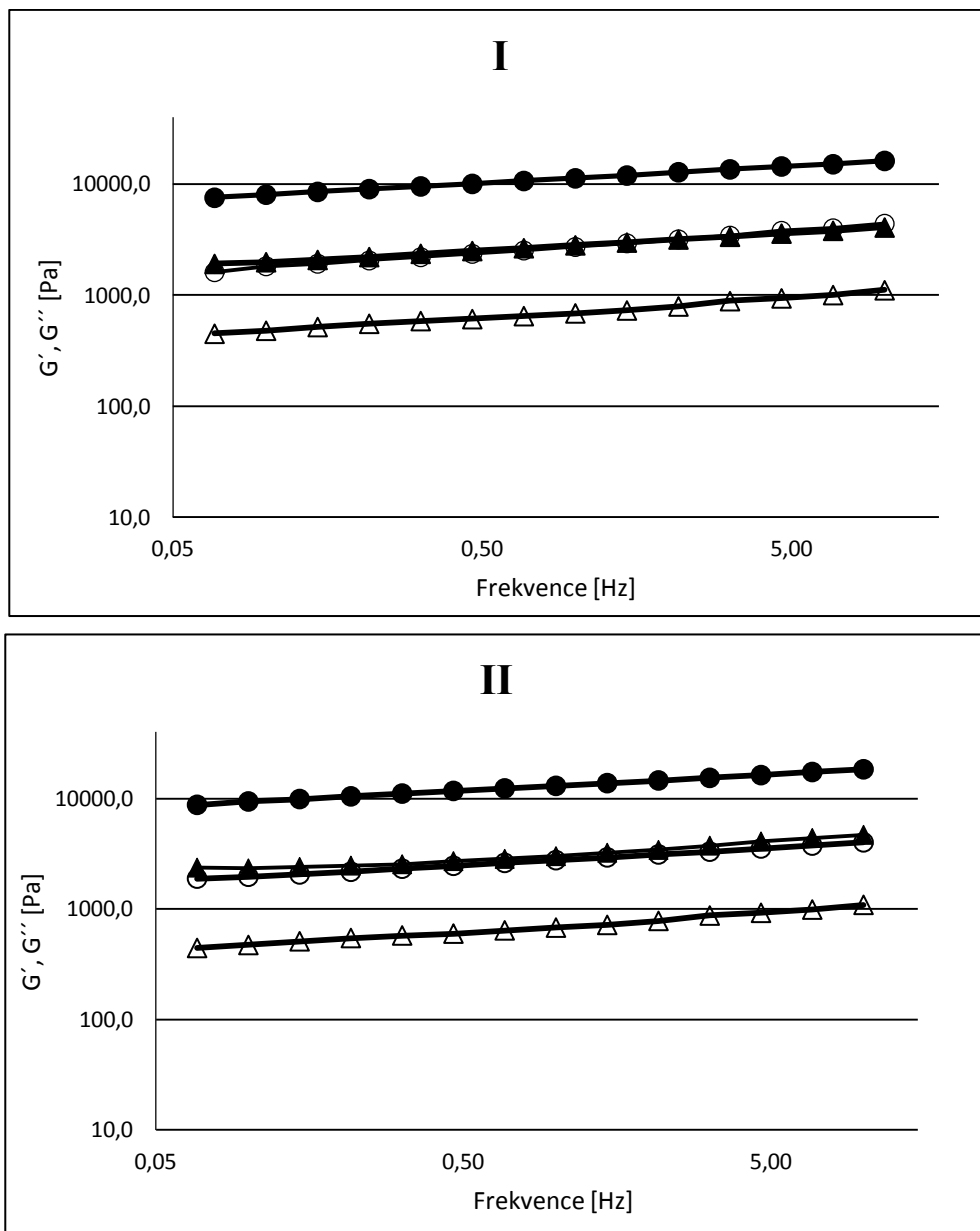


Obrázek 18.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; *plné symboly*) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; *prázdné symboly*) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny *homogenizaci (trojúhelníky)* a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (*kolečka*), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,6 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB**

555

Na Obrázku 18. lze vidět, že ztrátový i elastický modul pro nehomogenizovaný tvarohový krém z tučného tvarohu s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,6 % (w/w) stoupal, což znamená, že tento výrobek během skladování tuhnul. Ze vzorce

pro fázový posun vyplývá, že pokud elastický modul se nachází nad ztrátovým modulem, tak jak tomu bylo u nehomogenizovaného výrobku, znamená to, že se jedná o slabý gel. Tomu odpovídá i hodnota $\tan \delta$ 0,24. Také vzdálenost mezi G' a G'' vypovídá o pevnosti gelu, neboť čím více jsou křivky od sebe vzdáleny, tím je gel pevnější. Tedy nehomogenizovaný tvarohový krém s koncentrací 1,6 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 po 30 dnech skladování tuhnul. U homogenizovaného tvarohového krému vyrobeného s koncentrací 1,6 % (w/w) GSB 555 byl elastický modul pružnosti nad modulem ztrátovým, čemuž odpovídá i $\tan \delta$ 0,24. To znamená, že tento výrobek byl slabým gelem. Dále lze pozorovat, že ztrátový i elastický modul pro homogenizovaný tvarohový krém s 1,6 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 stoupal, tedy daný výrobek v průběhu 30 dní skladování tuhnul.



Obrázek 19.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; *plné symboly*) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; *prázdné symboly*) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny *homogenizaci (trojúhelníky)* a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (*kolečka*), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,7 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB**

555

Na Obrázku 19. lze vidět, že ztrátový i elastický modul pro nehomogenizovaný tvarohový krém z tučného tvarohu s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,7 % (w/w) stoupal, což znamená, že tento výrobek během skladování tuhnul. Ze vzorce

pro fázový posun vyplývá, že pokud elastický modul se nachází nad ztrátovým modulem, tak jak tomu bylo u nehomogenizovaného výrobku, znamená to, že se jedná o slabý gel. Tomu odpovídá i hodnota $\tan \delta$ 0,24. Také vzdálenost mezi G' a G'' vypovídá o pevnosti gelu, neboť čím více jsou křivky od sebe vzdáleny, tím je gel pevnější. Tedy nehomogenizovaný tvarohový krém s koncentrací 1,6 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 po 30 dnech skladování tuhnul. U homogenizovaného tvarohového krému vyrobeného s koncentrací 1,7 % (w/w) GSB 555 byl elastický modul pružnosti nad modulem ztrátovým, čemuž odpovídá i $\tan \delta$ 0,24. To znamená, že tento výrobek byl slabým gelem. Dále lze pozorovat, že během skladování homogenizovaný tvarohový krém s 1,7 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 tuhnul.

Tabulka 8.: Hodnoty komplexního modulu pružnosti (G^*) a fázový posun (δ) tvarohových krémů vyrobených z **odtučněného** tvarohu a se směrodatnými odchylkami

Odtučněný tvaroh		
7. den		
	G^* [Pa]	δ [°]
GSB 550		
2,0 H	117,6 ± 6,0	1,45 ± 0,06
2,0 N	4513,2 ± 206,6	0,22 ± 0,01
GSB 555		
1,6 H	109,2 ± 4,9	1,33 ± 0,08
1,6 N	4989,4 ± 236,3	0,26 ± 0,02
1,7 H	121,3 ± 5,1	1,45 ± 0,08
1,7 N	3880,9 ± 179,4	0,25 ± 0,01
1,8 H	121,7 ± 5,8	1,46 ± 0,08
1,8 N	2910,9 ± 150,2	0,23 ± 0,01
30. den		
	G^* [Pa]	δ [°]
GSB 550		
2,0 H	123,6 ± 4,9	1,46 ± 0,07
2,0 N	3331,0 ± 174,5	0,23 ± 0,01
GSB 555		
1,6 H	117,5 ± 5,3	1,46 ± 0,07
1,6 N	4355,1 ± 209,9	0,24 ± 0,01
1,7 H	121,9 ± 6,9	1,46 ± 0,05
1,7 N	3338,0 ± 166,6	0,24 ± 0,01
1,8 H	121,8 ± 5,6	1,46 ± 0,08
1,8 N	2755,3 ± 147,7	0,25 ± 0,01

V Tabulkách 8. a 9. jsou uvedené hodnoty komplexního modulu pružnosti (G^*) a fázového posunu (δ). V Tabulce č. 8 jsou uvedena data pro tvarohové krémy vyráběné z odtučněného tvarohu a pro hodnotu δ vyplývá, že homogenizované tvarohové krémy z odtučněného tvarohu se chovají spíše jako kapaliny (tvořily viskózní disperze) a nehomogenizované vzorky se chovají spíše jako pevné látky (tvořily slabý gel).

Tabulka 9.: Hodnoty komplexního modulu pružnosti (G^*) a fázový posun (δ) tvarohových krémů vyrobených z **tučného** tvarohu se směrodatnými odchylkami

Tučný tvaroh		
7. den		
	G^* [Pa]	δ [°]
GSB 550		
1,5 H	6681,5 ± 296,9	0,25 ± 0,01
1,5 N	10650,4 ± 606,2	0,23 ± 0,01
GGSB 555		
1,6 H	6027,0 ± 253,0	0,25 ± 0,01
1,6 N	10086,9 ± 428,6	0,24 ± 0,01
1,7 H	2895,1 ± 152,0	0,24 ± 0,01
1,7 N	11596,0 ± 689,2	0,24 ± 0,01
30. den		
	G^* [Pa]	δ [°]
GSB 550		
1,5 H	6709,1 ± 348,4	0,25 ± 0,01
1,5 N	13037,9 ± 624,5	0,22 ± 0,01
GSB 555		
1,6 H	5962,2 ± 267,1	0,26 ± 0,02
1,6 N	12880,8 ± 554,2	0,23 ± 0,01
1,7 H	2848,2 ± 137,5	0,25 ± 0,01
1,7 N	13355,9 ± 736,5	0,23 ± 0,01

V Tabulce 9. jsou uvedena data pro tvarohového krémy, které byly vyrobeny z tučného tvarohu. Z dat pro δ je zřejmé, že nezáleží na tom, zda tvarohové krémy z tučného tvarohu byly či nebyly homogenizovány, všechny hodnoty jsou < 1 , což znamená, že dané vzorky se chovaly spíše jako pevné látky (tvořily slabý gel).

V této práci byla sledována změna pH vyrobených tvarohových krémů v průběhu 30 dní skladování v závislosti na tučnosti suroviny a použitých koncentracích komerčních směsí hydrokoloidů. Z dosažených výsledků bylo zjištěno, že jak u výrobků z odtučněného tvarohu, tak u výrobků z tvarohu tučného se hodnota pH během skladování zvyšovala. Hodnota pH má vliv zejména na konzistenci výrobku. Při $\text{pH} < 5,2$ zvyšuje viskozitu výrobků a jeho tuhost, což může vést až k drobitosti, tyto výrobky jsou nesoudržné. Hodnota pH má vliv i na texturní vlastnosti a reologii, při $\text{pH} > 5,2$ jsou výrobky rozbředlé a mají měkčí konzistenci [7, 24, 43]. Námi vyráběné tvarohové krémy se pohybovaly v rozmezí hodnot $\text{pH} 4,31 - 4,72$, což poukazuje spíše na tužší konzistenci. Výše uvedené tvrzení se nepotvrdilo, jelikož pH všech vyráběných tvarohových krémů bylo $< 5,2$ a vlivem skladování byly výrobky jak tuhé, tak některé vykazovaly i konzistenci měkčí. Na tužší konzistenci může mít vliv i velikost tukových kuliček ve výrobku. Cunha *et al.* [50] zjistili, že čím menší tukové kuličky ve výrobku jsou, tím výrobek vykazuje vyšší tuhost. Toto tvrzení se potvrdilo, jelikož homogenizované tvarohové krémy byly v porovnání s nehomogenizovanými tvarohovými krémy tužší. Z hlediska bezpečnosti a zpracování potravin se za kritickou hodnotu pro rozvoj patogenní mikroflóry považuje $\text{pH} 4,5$. Tomuto požadavku vyhovovaly všechny tvarohové krémy vyrobené z tučného tvarohu [54].

Sušina u všech tvarohových krémů se pohybovala v rozmezí $37,84 - 40,76 \%$ (w/w). U homogenizovaných tvarohových krémů vyrobených z tučného tvarohu byl pozorován největší podíl uvolněné vody po 30 dnech skladování a tím byl zřejmě způsoben mírný nárůst obsahu sušiny. U homogenizovaných výrobků vyrobených z tučného tvarohu s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 550 o koncentraci $1,5 \%$ (GSB 550 1,5 H) a výrobku s komerční směsí hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci $1,6 \%$ a $1,7 \%$ (GSB 555 1,6 H a GSB 555 1,7 H) bylo pozorováno vyšší uvolňování vody z výrobku a vyšší hodnoty sušiny po 30 dnech skladování. Z homogenizovaných tvarohových krémů, vyrobených z odtučněného tvarohu, uvolňoval nejvíce vody výrobek s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci $1,6 \%$ (GSB 555 1,6 N).

Množství tuku v sušině bylo vypočítáno dle daného vzorce pro výpočet tuku v sušině a pohybuje se v rozmezí $29,44 - 35,19 \%$, což odpovídalo požadované hodnotě.

Z výsledků senzorické analýzy vyplývá, že homogenizované tvarohové krémy vyrobené z odtučněného tvarohu s použitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci $1,8 \%$ (GSB 1,8 H) a výrobku s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 550 o koncentraci $2,0 \%$ (GSB 2,0 H) měly velmi jemnou krémovitou konzistenci a v porovnání

s ostatními homogenizovanými výrobky se u těchto výrobků nejméně oddělovala voda a rozdíl v obsahu sušiny byl minimální.

Rozdíly mezi homogenizovanými vzorky lze připsat i tomu, že výrobky byly makroskopicky homogenní, avšak na mikroskopické hladině mohly být rozdíly. Proto by bylo pro další studium tvarohových krémů vhodné stanovení mikrostruktury těchto výrobků.

Nejlépe sensoricky hodnocený krém vyrobený z tučného tvarohu byl nehomogenizovaný tvarohový krém s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,6 % (GSB 555 1,6 N) a homogenizovaný tvarohový krém s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,7 % (GSB 555 1,7 H). Tyto výrobky si zachovaly po celou dobu skladování smetanově bílou barvu bez jakýchkoli odchylek, příjemnou, smetanovou a lehce nakyslou tvarohovou chuť. Vzorky byly téměř homogenní, až po narušení struktury lžičkou se začala po 30 dnech lehce uvolňovat voda, konzistence byla jemná, krémová, bez krupičky.

Nejlépe sensoricky hodnocený krém vyrobený z odtučněného tvarohu byl nehomogenizovaný krém s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,7 % (GSB 555 1,7 N) a homogenizovaný tvarohový krém s využitím komerční směsi hydrokoloidů GSB 555 o koncentraci 1,7 % (GSB 555 1,7 H). Tyto výrobky si zachovaly po celou dobu skladování smetanově bílou barvu bez jakýchkoli odchylek, velmi dobrou chuť pouze s lehkými odchylkami, ale stále dobrou smetanovou, lehce tvarohově nakyslou. Vzorky byly téměř homogenní, až po narušení struktury lžičkou se začala po 30 dnech lehce uvolňovat voda, konzistence byla jemná, krémová, bez krupičky.

Z výsledků dynamické oscilační reometrie vyplývá, že v případě nehomogenizovaných tvarohových krémů vyrobených z odtučněného tvarohu vlivem skladování měkly. Tvarohové krémy nehomogenizované vyrobené z tučného tvarohu vlivem skladování tuhly. Tvarohové krémy homogenizované vyrobené z odtučněného tvarohu vlivem skladování nepatrně tuhly. Homogenizované tvarohové krémy vyrobené z tučného tvarohu v porovnání s homogenizovanými tvarohovými krémy vyrobenými z odtučněného tvarohu vlivem skladování tuhly více. Nishinari a Doi [25] tvrdí, že hydrokoloidy zvyšují vazbu vody a tuku, napomáhají vytvoření homogenní hladké struktury a zjemnění chuťového vjemu, což potvrzuje i Chrpová [16] tím, že hydrokoloidy při použití vhodné koncentrace upravují viskozitu výrobků a zabraňují oddělování tukové a vodné fáze. Tykvarková *et al.* [45] zkoumali vliv hydrokoloidu na výslednou viskozitu mléčných výrobků. Spolupůsobením

přidatných látek a přirozeně obsažených sacharidů je umocněn pozitivní vliv na zvýšení plnosti chuti, stabilní texturu a na zabránění synereze (tj. uvolňování syrovátky nebo vody z výrobku během skladování).

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na vliv různých faktorů na výsledný tvarohový krém. Teoretická část byla zaměřena na technologii výroby tvarohových krémů, jejich charakteristiku, proces terminace a homogenizace. Část teoretické práce je také věnována hydrokoloidům na bázi polysacharidů, jelikož při práci byly využívány komerční směsi hydrokoloidů GRINSTED 550 a GRINSTED 555, jež jsou právě na bázi výše zmíněných polysacharidů.

V praktické části je zahrnuto studium pH, obsahu sušiny a obsahu tuku ve vyrobených tvarohových krémech s různými koncentracemi vybraných komerčních směsí hydrokoloidů v průběhu 30 dní skladování. Dále byla provedena sensorická analýza daných tvarohových krémů. Předmětem praktické části je i vyhodnocení viskoelastických vlastností tvarohových krémů. Veškeré analýzy byly prováděny po 7 a 30 dnech skladování vzorků při teplotě $6 \pm 2^\circ\text{C}$.

Z provedených analýz během práce v laboratoři vyplynuly tyto výsledky:

- Během skladování tvarohových krémů nebyly pozorovány významné změny barvy u jednotlivých vzorků tvarohových krémů.
- Homogenizované tvarohové krémy byly po 7 dnech skladování jednoznačně sensoricky hodnoceny lépe než nehomogenizované tvarohové krémy. Homogenizované krémy měly jemnější hladkou strukturu, v ústech se rozplývaly. Na rozdíl od tvarohových krémů nehomogenizovaných, které byly v ústech písčité, moučnaté a hůře se polykaly. Po 30 dnech skladování ovšem homogenizované tvarohové výrobky uvolňovaly vodu.
- Během skladování se mírně zvyšovalo pH tvarohových krémů, pH tvarohových krémů se pohybovalo v rozmezí pH 4,31 – 4,69.
- Během skladování se lehce zvyšoval i obsah sušiny u většiny tvarohových krémů, sušina tvarohových krémů se pohybovala v rozmezí 37,84 – 40,76 %. Větší nárůst sušiny během skladování byl pozorován u homogenizovaných tvarohových krémů, zřejmě z toho důvodu, že tyto výrobky uvolňovaly vodu a dle výsledků z dynamické oscilační reometrie byly tužší.

Tato práce byla pro mne velkým přínosem, zejména ve využití hydrokoloidů v potravinářství a díky této práci jsem si osvojila technologii výroby tvarohových krémů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ANONYM. Vyhláška 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v platném znění.
- [2] ANONYM. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008, o potravinářských přídatných látkách.
- [3] BOYE, I. J. *Nutraceutical and Functional Food Processing Technology*. John Wiley & Sons, 2014, 400 p. ISBN 978-11-1850-497-0.
- [4] BUŇKA, F., PACHLOVÁ, V., BUŇKOVÁ, L., ČERNÍKOVÁ, M. *Mlékárenské technologie I*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013, 258 s., ISBN 978-80-7454-254-1.
- [5] BYLUND, G. *Dairy Processing Handbook*. Lund (Sweden): Tetra Pak Processing Systems, 1995. 436 p.
- [6] BYONG, H. L. *Fundamentals of Food Biotechnology*. 2nd ed. John Wiley & Sons, 2014, 544 p. ISBN 978-11-1838-491-6.
- [7] CARÍĆ, M., GANTAR, M., KALÁB, M., *Effects of emulsifying agents on the microstructure and other characteristics of proces cheese – Food Structure*, 1985, vol. 4, 13p.
- [8] COSTA A. L. R., GOMES A., ANDRADE, A. C. P. *Food hydrocolloids: Emulsifier functionality and process engineering – Progress and challenges*. Elsevier Ltd, 2016.
- [9] DAVIDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*, SNTL - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1969. 632 s. 04-815-83.
- [10] EARLY, R. *The Technology of Dairy Products*. Springer Science & Business Media, 1998, 446 p. ISBN 978-07-5140-344-2.
- [11] FUQUAY, J.W., FOX, P. F., McSWEENEY, P. L. H. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2nd ed. Academic Press, 2011, 4170 p. ISBN 978-01-2374-407-4.
- [12] GAO Z., FANG Y., CAO Y., LIAO H., NISHINARI K., PHILLIP G. O. *Food hydrocolloids: Hydrocolloid-food komponent interaction*. Elsevier Ltd, 2016.
- [13] GRAY J., 2006, *Dietary fibre*, Definition, Analysis, Physiology and Health, Belgie, 36 s., ISBN 90-78637-03-X.
- [14] HUI, H. Y. *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*. CRC Press, 2006, 1000 p. ISBN 978-08-4939-848-3.

- [15] CHANDRA, R., RUSTGI, R. *Biodegradable polymers – Progress in polymer science*, 1998, vol. 23, ISSN: 0079-6700.
- [16] CHILDS, J. L., YATES, M. D., DRAKE, M. *Sensory Properties and Consumer Perception of Wet and Dry Cheese Sauces*. Journal of Food Science, 2009. ISSN 1097-0010.
- [17] CHRPOVÁ, D. *S výživou zdravě po celý rok*. Grada Publishing a.s., 133 s., 2010, ISBN 978-80-2472-512-3.
- [18] KADLEC, P. a kol. *Přehled tradičních potravinářských výrob.* 1.vyd. Ostrava-Prívov: KEY Publishing, 2012. s. 567. ISBN 978-80-7418-145-0.
- [19] KODET, J., ŠOTOLOVÁ, I., ŠTERBA, S. *Plnící, zahušťovací, gelotvorné a stabilizační látky pro potraviny: (Potravinářské hydrokoloidy)*. Středisko potravinářských informací, 2013, 235 s., ISBN 978-80-8512-032-5.
- [20] KOPÁČEK, J. *Mléko a mléčné výrobky, edice Jak poznáme kvalitu?*, vyd. Sdružení českých spotřebitelů, z. ú. a Potravinářská komora ČR, srpen 2014, 31 s., ISBN 978-80-88019-02-2.
- [21] LATTIMER J. M., HAUB M. D., 2010, *Effects of Dietary Fiber and Its Components on Metabolic Health*, Department of Human Nutrition, ISSN 2072-6643.
- [22] McSWEENEY, P. L. H., FOX, P. F. *Advances Dairy Chemistry, Volume 3 – Lactose, Water, Salts and Minor Constituents* (3rd Edition). Springer – Verlag, 2009. 825 p. ISBN 978-0-387-84864-8.
- [23] MÜLLEROVÁ, D. *Hygiena, preventivní lékařství a veřejné zdravotnictví*. Karolinum Press, 2014, 256 s., ISBN 978-80-2462-510-2.
- [24] MULSOW, B., B., JAROS, D., ROHM H. *Processed Cheese Analogues – Structure of Dairy products*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, 2007.
- [25] NISHINARI K., DOI E. *Food Hydrocolloids: Structures, Properties, and Functions*. Springer Science & Business Media, 2012, 510 p. ISBN 978-14-6152-486-1.
- [26] NUSSINOVITCH, A. *Hydrocolloid Applications: Gum technology in the food and other industries*. Springer Science & Business Media, 2012, 354 p. ISBN 978-14-6156-385-3.
- [27] ODSTRČIL, J., ODSTRČILOVÁ M. *Chemie potravin*. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Vinařská 8, 603 Brno, 2006, 164 s. ISBN 80-7013-435-6.

- [28] PACHLOVÁ, V., BUŇKA, F. *Přednáška: Tvarohy a tvarohové dezerty*, ústní sdělení, 2017.
- [29] PARK, W. Y., HAENLEIN G. F. W. *Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health*. John Wiley & Sons, 2013, 728 p. ISBN 978-11-1853-420-5.
- [30] PARK, W. C., DRAKE, M. A. *Journal of Dairy Science* Vol. 100 No. 7, *The effect of homogenization pressure on the flavor and flavor stability of whole milk powder*. American Dairy Science Association, 2017, 11 p. 100:5195-5205.
- [31] PELIKÁN, M., BUŇKA, F., HOZA, I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, Zlín, 2007, 190 s. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [32] PHILLIPS, G. O., WILLIAMS, P. A. *Handbook of hydrocolloids*. 2nd edition, vyd. Elsevier, 2009, 948 p., ISBN 978-18-4569-587-3.
- [33] RAYNER, M., DEJMEK, P. *Engineering Aspect of Food Emulsification and Homogenization, Contemporary Food Engineering*. Vyd. CRC Press, 2015, 331 p. ISBN 978-14-66580-442.
- [34] ROBINSON, J. *Food Technology – Design and Make It Series*. Nelson Thornes, 2001, 168 p. ISBN 978-07-4876-084-8.
- [35] SMETANA, P., HLAVAČEK, J., MRAZEK, J., SAMKOVA, E., POSPOŠIL M., ROZSYPAL, M., TRÁVNÍČEK P. *Faremní zpracování mléka v ekologickém zemědělství*, vyd.: Bioinstitut, 2009, 63 s., ISBN 978-80-904174-5-8.
- [36] SMIT, G. *Dairy processing Improving quality*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2003. ISBN 1-85573-707-8.
- [37] SPILKOVÁ, J., MARTIN, J., SIATKA, T., TŮMOVÁ, L., KAŠPAROVÁ, M. *Farmakognozie*. Charles univerzity in Prague, Karolinum Press, 2016, 348 s., ISBN 978-80-2463-264-3.
- [38] SPREER, E. *Milk and Dairy Product Technology*. Routledge, 2017, 483 p. ISBN 978-13-5143-135-4.
- [39] STRMISKA, J., HUSEK, V., MINAŘÍK R. *Výroba tvarohu a tvarohových specialit nové technologie*, vyd. 1 - SNTL, Praha, 1991, 271 s. ISBN 80-03-00481-0.
- [40] ŠINDLEROVÁ, J. *Změna texturních vlastností analogů sýrů v důsledku aplikace vybraných hydrokoloidů*. Zlín: UTB, 2011. [diplomová práce]

- [41] ŠTENCL, J., JANŠTOVÁ, B. *Potravinářské inženýrství a technika*, vyd. 1 VFU Brno, 2014, 76 s., ISBN 978-80-7305-680-3.
- [42] ŠUSTOVÁ, K., SÝKORA, V. *Mlékárenské technologie*, vyd.: Mendelova univerzita v Brně, 2013, 223 s., ISBN |978-80-7375-704-5.
- [43] TAMIME, A. Y. *Milk Processing and Quality Management*. John Wiley & Sons, 2009, 344 p. ISBN 978-14-4430-165-6.
- [44] TUNGLAND B.C., MEYER D., *Nondigestible oligo – and polysacharides (Dietary Fibre): Their physiology and Role in human health and food. Comprehensive Reviews in food science and food safety*, 2002, vol. 3, pp. 90-109.
- [45] TYKVARKOVÁ, D., HRABĚ, J. HORNÍČKOVÁ, D., ŠVARC, J., MRÁZEK J., POSPÍŠIL M., PATROVSKÝ J. *Výběr vhodných hydrokoloidů pro stabilizaci jakosti termizovaných jogurtových nápojů*. Mlékařské listy č. 118, 8 – 12 s., 2009.
- [46] WALSTRA P., GEURTS T. J., NOOMEN A., JELLEMA A., VAN BOEKEL M. A. J. S. *Dairy technology: Principles of milk properties and processes*. Marcel Dekker, New York, 1999, 727 s.
- [47] WALSTRA P., WOUTERS J. T. M., GEURTS T. J. *Dairy science and technology*. CRC/Taylor & Francis, USA, 2006, 782 s., 978-0-8247-2763-5.
- [48] WILLAMS P. A, PHILLIPS G. O. *Gums and Stabilisers for Food Industry 10*. Woodhead Publishing, 2000, 470 p. ISBN 978-08-5404-820-5.
- [49] YILDIZ, F. *Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products*. CRC Press, 2016, 451 p. ISBN 978-14-2008-208-1.
- [50] CUNHA, C. R., GRIMALDI, R., ALCÁNTARA, M. R., VIOTTO, W. H. *Effect of the type of fat on rheology, functional properties and sensory acceptance of spreadable cheese analogue*. International Journal of Dairy Technology, 2013, vol. 66, p. 54-62.

Internetové zdroje

- [51] *Rozptýlení tukových globulí v čerstvém mléce a homogenizovaném mléce* [online, cit. 2018-04-17] Dostupné z: <https://www.uoguelph.ca/foodscience/book/export/html/1908>)
- [52] *Termizátor Stephan* [online, cit. 2018-04-17] Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=G4Z3TvW5Mo>
- [53] *Struktura celulózy* [online, cit. 2018-04-17] Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2479>

[54] *pH* [online, cit. 2018-05-08] Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76782.aspx>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

atd.	a tak dále
bar	vedlejší jednotka tlaku
č.	číslo
EU	Evropská unie
HPH	high pressure homogenization (vysokotlaká homogenizace)
l/h	jednotka litr na hektolitr
MPa	jednotka tlaku
Sb.	sbírka
ssp.	subspecies (latinsky poddruh)
popř.	popřípadě
tzv.	tak zvaně
°C	stupeň Celsia

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1.: Schéma výroby tvarohových krémů.....	14
Obrázek 2.: Termizátor Stephan [52].....	16
Obrázek 3.: Rozptýlení tukových globulí v čerstvém mléce a homogenizovaném mléce, převzato a upraveno dle https://www.uoguelph.ca/foodscience/book/export/html/1908 [51].....	19
Obrázek 4.: Vysokotlaké čerpadlo homogenizátoru [33].....	21
Obrázek 5.: Homogenizační hlavice [33].....	22
Obrázek 6.: Detail homogenizační hlavice, převzato a upraveno dle Rayner a Dejmek [33].....	23
Obrázek 7.: Schéma působení hydrokoloidů, převzato a upraveno dle Gao Z. a kol. [12].....	26
Obrázek 8.: Struktura celulózy [53].....	29
Obrázek 9.: Vliv skladování na pH tvarohových krémů z tučného tvarohu.....	40
Obrázek 10.: Vliv skladování na pH tvarohových krémů z odtučněného tvarohu.....	40
Obrázek 11.: Vliv skladování na % sušiny v tvarohových krémech z tučného tvarohu.....	41
Obrázek 12.: Vliv skladování na % sušiny v tvarohových krémech z odtučněného tvarohu.....	43
Obrázek 13.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; plné symboly) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; prázdné symboly) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny homogenizaci (trojúhelníky) , a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,6 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů GRINSTED SB 555	50
Obrázek 14.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; plné symboly) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; prázdné symboly) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny homogenizaci (trojúhelníky) a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka) po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,7 % (w/w) hydrokoloidů GRINSTED SB 555	52
Obrázek 15.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; plné symboly) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; prázdné symboly) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny homogenizaci (trojúhelníky) a	

- vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,8 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB 555** 54
- Obrázek 16.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; **plné symboly**) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; **prázdné symboly**) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny **homogenizaci (trojúhelníky)** a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 2,0 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB 550** 56
- Obrázek 17.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; **plné symboly**) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; **prázdné symboly**) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny **homogenizaci (trojúhelníky)** a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,5 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB 550** 58
- Obrázek 18.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; **plné symboly**) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; **prázdné symboly**) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny **homogenizaci (trojúhelníky)** a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,6 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB 555** 60
- Obrázek 19.: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa; **plné symboly**) a ztrátového modulu pružnosti (G'' ; Pa; **prázdné symboly**) na frekvenci (f ; Hz) pro vzorky termixů, které byly podrobeny **homogenizaci (trojúhelníky)** a vzorky, které nebyly podrobeny homogenizaci (kolečka), po 7 (I) a 30 (II) dnech skladování při 6 ± 2 °C a při aplikaci 1,7 % (w/w) komerční směsi hydrokoloidů **GRINSTED SB 555** 62

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1.: Vybrané koncentrace komerčních směsí hydrokoloidů GSB 550 a GSB 555.....	35
Tabulka 2.: Porovnání \emptyset obsahu sušiny tvarohových krémů vyrobených z tučného tvarohu 7. a 30. den skladování.....	42
Tabulka 3.: Porovnání \emptyset obsahu sušiny tvarohových krémů vyrobených z odtučněného tvarohu 7. a 30. den skladování	44
Tabulka 4.: Stanovení % tučnosti tvarohových krémů vyrobených z tučného tvarohu	45
Tabulka 5.: Stanovení % tučnosti tvarohových krémů vyrobených z odtučněného tvarohu.....	45
Tabulka 6.: Senzorická analýza tvarohových krémů 7. den skladování	47
Tabulka 7.: Senzorická analýza tvarohových krémů 30. den skladování	48
Tabulka 8.: Hodnoty komplexního modulu pružnosti (G^*) a fázový posun (δ) tvarohových krémů vyrobených z odtučněného tvarohu a se směrodatnými odchylkami	64
Tabulka 9.: Hodnoty komplexního modulu pružnosti (G^*) a fázový posun (δ) tvarohových krémů vyrobených z tučného tvarohu se směrodatnými odchylkami	65

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: <i>Protokol sensorického hodnocení</i>	75
---	----

PŘÍLOHA P I: PROTOKOL SENZORICKÉHO HODNOCENÍ

Jméno a příjmení:

Datum:

	Barva	Chuť	Homogenita	Konzistence
Tvaroh tučný				
GSB 550				
1,5 N				
1,5 H				
GSB 555				
1,6 N				
1,6 H				
1,7 N				
1,7 H				
Tvaroh odtučněný				
GSB 555				
1,6 N				
1,6 H				
1,7 N				
1,7 H				
1,8 N				
1,8 H				
GSB 550				
2,0 N				
2,0 H				

Barva

- 1 – smetanově bílá, bez jakýchkoli odchylek
- 2 – smetanově bílá, s drobnými odchylkami
- 3 – lehce našedlá, barva nepřirozená
- 4 – našedlá, barva nepřirozená
- 5 – nevyhovující, barva naprosto nepřijatelná pro daný výrobek

Chuť

- 1 – vynikající, příjemná, smetanová, lehce tvarohově nakyslá
- 2 – velmi dobrá, lehké odchylky, stále smetanová, lehce tvarohově nakyslá
- 3 – dobrá, větší odchylky, cizí pachuti vyloučeny
- 4 – méně dobrá, nečistá, silně kyselá nebo hořká
- 5 – nevyhovující, výrazná pachut' v ústech

Homogenita

- 1 – vzorek naprosto homogenní, stejnorodý, bez známek krupičkovitosti
- 2 – vzorek téměř homogenní, po narušení struktury lžičkou začne lehce uvolňovat vodu
- 3 – vzorek mírně nehomogenní, obsahuje menší množství uvolněné vody, výskyt krupičkovitosti
- 4 – vzorek nehomogenní, obsahuje větší množství volné vody ihned po otevření
- 5 – nevyhovující, vzorek s nezpracovanými kusy tvarohu, nestejnorodý

Konzistence

- 1 – vynikající, jemná krémová, příjemná, hladká, bez krupičky
- 2 – velmi dobrá, tvarohová, velmi jemná krupičkovost
- 3 – dobrá, řidší než tvaroh, jemná krupičkovost
- 4 – méně dobrá, tuhá nebo rozbředlá, písčítost
- 5 – nevyhovující, velmi tuhá nebo velmi rozbředlá