

Výroba smetanových krémů typu mascarpone

Eva Janošíková

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eva Janošíková**
Osobní číslo: **T16712**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Výroba smetanových krémů typu mascarpone**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakteristika smetanových krémů typu mascarpone.
2. Technologie výroby smetanových krémů typu mascarpone.
3. Hydrokoloidy využívané při výrobě smetanových krémů typu mascarpone.

II. Praktická část

1. Výroba smetanových krémů typu mascarpone.
2. Sledování viskoelastických vlastností smetanových krémů typu mascarpone během skladování.
3. Studium tuhnutí smetanových krémů typu mascarpone.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] EDITED BY GLYN O. PHILLIPS. Handbook of hydrocolloids. 2nd rev. ed. Cambridge: Woodhead Pub, 2009. ISBN 9781845695873.

[2] DE ALMEIDA, J., dos S Opuski, C., O DIAS, S., S PINTO, et al. Probiotic Mascarpone-type cheese: Characterisation and cell viability during storage and simulated gastrointestinal conditions. *International Journal of Dairy Technology*. 2018, vol. 71, p. 195–203, DOI: 10.1111/1471-0307.12457. ISSN 1364727X.

[3] HINRICHS, J. Mediterranean milk and milk products. *European Journal of Nutrition* . 2004, vol. 43, 1/12 ? 1/17. DOI: 10.1007/s00394-004-1104-8. ISSN 1436-6207.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zuzana Míšková, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2019**

Ve Zlíně dne 2. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Jiří Miček, 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 nevydělčně 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). Odpírá-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

Smetanový krém typu mascarpone je řazen mezi čerstvé smetanové sýry, jejichž chuť je smetanově jemná, plná a mírně nasládlá. Smetanové krémy mají vysoký obsah tuku a vysokou vlhkost, jsou kompaktní a snadno míchatelné. V chuti a konzistenci se smetanový krém nejvíce podobá tradičnímu italskému produktu, čerstvému smetanovému sýru, zvanému Mascarpone. Avšak zmíněné dva druhy čerstvých smetanových sýrů se liší svou výrobou. Smetanový krém typu mascarpone se vyrábí ze smetany a stabilizátorů jako karobová guma či karagenan. Mascarpone je vyráběn srážením smetany kyselinami, jako například citronová či octová kyselina, a následným oddělením syrovátky. Oba druhy sýrů jsou určeny pro přípravu dezertů (tiramisu) a krémů, jako příloha k salátům či v teplé kuchyni na zjemnění rizota. Cílem této práce bylo vybrat vhodnou koncentraci stabilizátorů pro výrobu smetanového krému typu mascarpone požadované konzistence a chuti. Jedním ze základních předpokladů pro posouzení kvality smetanových krémů je znalost jejich reologických vlastností. Proto byla prováděna nejen senzorická analýza, ale i měření reologických vlastností smetanových krémů během 30 dní skladování. Sledovalo se také tuhnutí smetanového krému na reometru během 16 hodin. Jednotlivé smetanové krémy a jejich vlastnosti byly porovnány a byla vybrána koncentrace stabilizátorů poskytující smetanový krém požadované kvality.

Klíčová slova: smetanové krémy, reologie, elastické a viskózní vlastnosti

ABSTRACT

Mascarpone cream is one of the fresh creamy cheeses whose taste is creamy soft, full and slightly sweet. Creams have a high value of fat and high value of moisture, they are compact and easily miscible. In taste and consistency, cream is most similar to the traditional Italian product, fresh cream cheese called Mascarpone. However, these two types of fresh cream cheese are different in their production. Mascarpone cream is made from cream and stabilizers, such as carob gum or carrageenan. Mascarpone is produced by the precipitation of cream with acids, such as citric or acetic acid, subsequently, whey is separated. Both types of cheese are intended for the preparation of desserts (tiramisu) and creams, as a side

dish for salads or in the warm kitchen to soften the risotto. The aim of this work was to select a suitable concentration of stabilizers for the production of mascarpone cream of the desired consistency and taste. One of the prerequisites for assessing the quality of creams is the knowledge of their rheological properties. Therefore, not only sensory analysis was performed but also rheological properties of creams were measured during 30 days of storage. Solidification of cream was monitored on rheometer for 16 hours. The individual creams and their properties were compared and the right concentration of stabilizers was selected to provide the cream of the desired quality.

Keywords: creams, rheology, elastic and viscous properties

Upřímně bych chtěla poděkovat Ing. Zuzaně Míškové, Ph.D. za pomoc při vedení bakalářské práce, za její obrovskou trpělivost, věcné připomínky, cenné rady a čas, který mi obětovala po celou dobu měření a zpracovávání bakalářské práce.

Mé poděkování patří též Ing. et Ing. Ludmile Zálešákové za spolupráci při získávání údajů pro experimentální část práce.

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

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 HISTORIE	13
1.1 HISTORIE SÝRŮ.....	13
1.2 HISTORIE ITALSKÉHO MASCARPONE.....	13
2 CHARAKTERISTIKA SMETANOVÝCH KRÉMŮ TYPU MASCARPONE	15
2.1 POUŽÍVANÉ SUROVINY	15
2.1.1 Mléko	15
2.1.2 Smetana	16
2.1.3 Kaseiny.....	16
2.1.4 Syrovátková bílkovina	17
3 TECHNOLOGIE VÝROBY SMETANOVÝCH KRÉMŮ TYPU MASCARPONE	18
4 HYDROKOLOIDY	20
4.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA	20
4.2 KARAGENANY	20
4.2.1 Chemické složení	21
4.2.2 Fyzikální vlastnosti	21
4.2.3 Karagenan v potravinách.....	22
5 REOLOGIE	23
5.1 ELASTICITA A VISKOZITA	23
5.1.1 Dynamická viskozita.....	23
5.1.2 Kinematická viskozita.....	24
5.2 VISKOELASTICITA	24
5.2.1 Komplexní modul pružnosti.....	24
5.3 SMYKOVÉ NAPĚTÍ.....	24
5.4 SMYKOVÁ DEFORMACE	25
5.5 RYCHLOST SMYKOVÉ DEFORMACE.....	25
5.6 TYPY KAPALIN	25
5.6.1 Newtonská.....	25
5.6.2 Ne-newtonská.....	25
6 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ REOLOGICKÉ PARAMETRY	28
6.1 TEPLOTA	28
6.2 SMYKOVÁ RYCHLOST	28
6.3 PODMÍNKY MĚŘENÍ	28
6.4 ČAS.....	28
7 ROTAČNÍ VISKOZIMETRY	30

7.1	VÁLEC-VÁLEC	30
7.2	DESKA-DESKA	30
7.3	KUŽEL-DESKA	30
II PRAKTICKÁ ČÁST		32
8	MATERIÁL A METODIKA	33
8.1	SUROVINY PRO VÝROBU SMETANOVÝCH KRÉMŮ TYPU MASCARPONE	33
8.1.1	MPC	33
8.2	VÝROBA SMETANOVÝCH KRÉMŮ TYPU MASCARPONE	33
8.3	MĚŘENÍ PH.....	33
8.4	STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY	34
8.5	DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE	34
8.6	SENZORICKÁ ANALÝZA	34
8.7	STATISTICKÁ ANALÝZA	34
9	VÝSLEDKY A DISKUZE	35
9.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ PH.....	35
9.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY	35
9.3	VÝSLEDKY SENZORICKÉ ANALÝZY.....	36
9.4	SLEDOVÁNÍ VISKOELASTICKÝCH VLASTNOSTÍ SMETANOVÝCH KRÉMŮ TYPU MASCARPONE BĚHEM SKLADOVÁNÍ.....	38
9.5	STUDIUM TUHNUTÍ SMETANOVÝCH KRÉMŮ TYPU MASCARPONE	43
ZÁVĚR		55
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		56
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		60
SEZNAM OBRÁZKŮ		61
SEZNAM TABULEK.....		63
SEZNAM PŘÍLOH.....		64

ÚVOD

Bakalářská práce byla zaměřena na výrobu smetanového krému typu mascarpone a zabývala se určením vhodné koncentrace karagenanu pro výrobu smetanového krému požadované konzistenci a chuti.

Kolem 17. století došlo k proslavení sýru Mascarpone, jenž má původ v italské Lombardii. Sýr Mascarpone se vyrábí tepelně kyselým srážením smetany, kdy se do sýru přidává kyselina za účelem koagulace matrice. Naopak smetanový krém typu mascarpone se získává tepelnou koagulací z pasterovaného mléka nebo smetany. Používá se především mléko kravské, ale může se užít i mléko ovčí, kozí a buvolí. Důležitou roli pro výrobu smetanového krému typu mascarpone hraje stabilizátor, který ovlivňuje reologické vlastnosti smetanového krému. V této práci byl jako stabilizátor využit karagenan.

Vzorky smetanových krémů, lišící se různou koncentrací karagenanu, byly zkoumány pomocí rotačního viskozimetru, bylo měřeno pH a byl stanoven obsah sušiny. Navíc byly hodnoceny organoleptické vlastnosti vyrobených smetanových krémů a byla určena nejvhodnější koncentrace karagenanu pro výrobu těchto krémů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE

1.1 Historie sýrů

První důkazy o výrobě sýrů našli archeologové u pravěkých lidí, kteří žili před více než 8000 lety. Používali k tomu keramické hrnce s dírkami, kterými cedili sýřeninu a oddělovali ji tak od syrovátek. Archeologové o tom mají důkazy z chemických rozborů hrnců. [1]

Mnoho různých zemí tvrdí svůj příběh objevu na základě místních legend, které se předávají z generace na generaci. Ačkoliv se detaily příběhů liší, zdá se, že tyto skutečnosti mají stejné. Jezdec se vydal na cestu a vzal s sebou mléko v koženém pouzdře, které bylo vyrobené z žaludku mladé krávy, kde byly zbytky enzymů. [2] Natřásáním a vlivem tepla (slunečních paprsků) došlo k vytvoření sýřeniny. [1]

K výrobě sýrů používali nejrůznější druhy mléka – nejčastěji bylo používáno mléko ovčí a kozí, ale zpracovávalo se také mléko kobyly a oslic. Oblast sýrařství ovšem nejvíce ovlivnili Římané. Ve svých velkých domech mohli ovlivňovat jednotlivé fáze zrání sýrů. K okolnostem, které daly vzniknout mnoha rozmanitým druhům a chutím, patřila vlhkost, teplo a průvan, kouř z kamen, omývání sýrů a přidávání bylinek. Římská kultura sýra se rozšířila po celé Evropě díky římským legiím. [1]

1.2 Historie italského mascarpone

Itálie je známá mnoha věcmi, jako je architektura, umění, hudba, literatura a samozřejmě i jejího sýra. Italský sýr je produktem starověké kultury, pocházející z doby Římanů. Italové vyrábějí sýr z kraviho, buvolího, ovčího a kozího mléka. Výroba těchto druhů sýrů probíhá různými způsoby. Itálie současně vyrábí 50 různých sýrových odrůd, z nichž mnohé ovlivnily, jak a co lidé jedí po celém světě. [2]

Starověká historie produkce sýrů v Itálii byla považována za regionální nebo rodinný průmysl. Sýr byl individuální praxí, která přinášela rodině sýrařů a místní komunitě hrdost. Sýry se často pojmenovaly na základě místního okolí. [2]

Co se týče samotného sýru Mascarpone, jeho původ je v italské Lombardii. Lombardie je region v severní části Itálie, který má bohaté zemědělské a mléčné dědictví. Kolem 17. století se mléčné výrobky z Lombardie proslavily právě čerstvým sýrem známým jako

Mascarpone. Existuje mnoho různých myšlenek, jak Mascarpone dostalo své jméno. Předpokládá se, že název "Mascarpone" může pocházet ze španělského "mas que bueno" ("lepší než dobrý"), od doby, kdy Španělsko vládlo Itálii. [3]

2 CHARAKTERISTIKA SMETANOVÝCH KRÉMŮ TYPU MASCARPONE

Smetanový krém typu mascarpone je nezralý, měkký a rozemletý sýr s vysokým obsahem tuku a vlhkosti. [4] Jeho texturu můžeme přirovnat k vyšlehané smetaně nebo máslu při pokojové teplotě. Smetanový krém má jemnou chuť, díky které je ideální základnou pro mnoho různých pokrmů. Jeho jemná chuť a měkká textura umožňuje jeho použití v pikantních i sladkých pokrmech, díky čemuž jsou možnosti v kuchyni téměř nekonečné. [2] Převažně je používán jako přísada v různých typech zákusků, tvarohových koláčů, pomazánek, omáček atd. [5] Vzhledem k tomu, že se smetanový krém vyrábí ze smetany, je jeho barva mléčně bílá. [2]

Smetanový krém, dle Vyhlášky č. 397/2016 Sb. je definován jako výrobek získaný z tvarohu, mléka nebo smetany s přídavkem cukru a s obsahem nejméně 30 % hmotnostních tuku v sušině. Dále se tento výrobek označí obsahem tuku v sušině nebo obsahem tuku a obsahem sušiny v procentech hmotnostních. [6]

Legislativa dle Zákona č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích říká, že suroviny, které budou dále zpracovány, musí být zdravotně nezávadné a mají jakostní požadavky. [7]

Před přijetím do skladu musí mít všechny suroviny zkontrolovanou neporušenost obalu, dobu minimální trvanlivosti, deklaraci jakosti dodavatelem, hmotnost a senzorické znaky. Sklady musí být čisté, suché, oddělené od výrobků a obalů. Teplota musí vyhovovat surovině a relativní vlhkost je nastavena dle požadavků příslušných komoditních vyhlášek zákona o potravinách č. 110/1997 Sb., ve znění pozdějších předpisů. [7]

2.1 Používané suroviny

V následující části budou rozebrány základní suroviny pro výrobu smetanových krémů.

2.1.1 Mléko

Mléko je často nazýváno nejdokonalejším jídlem přírody, protože dodává téměř všechny živiny a vitamíny, které lidstvo potřebuje. Mléko je složeno z vody, bílkovin, tuku, laktózy, vitamínů, minerálů a popela. Voda zaujímá největší část mléka, což je asi 87 %, přičemž 13 % tvoří mléčná sušina. [2]

Při výrobě sýra hraje nejdůležitější roli tuk, bílkoviny a laktóza. Protein v mléce lze zařadit do dvou kategorií: kaseinové a syrovátkové bílkoviny. [2] V kravském mléce tvoří přibližně 80 % mléčných bílkovin kasein a 20 % syrovátkové bílkoviny. [8] Vysoká výživová hodnota frakcí kaseinových bílkovin a syrovátkových bílkovin závisí na obsahu esenciálních aminokyselin a jejich metabolismu. [9] Kaseinové bílkoviny se vyznačují dostatkem esenciálních aminokyselin, hlavně lysinu, mají však nižší biologickou hodnotu než syrovátkové bílkoviny, protože kaseinové bílkoviny jsou deficitní na sirné aminokyseliny. [10] Syrovátkové proteiny představují vysokou hladinu lysinu, aminokyselin obsahujících síru, methioninu a cysteinu, tryptofanu a threoninu, které jsou v různých zdrojích bílkovin omezeny. [9]

Laktóza neboli mléčný cukr, je disacharid skládající se z glukózy a galaktózy. Přirozeně se vyskytuje pouze v mléce savců, kde je velmi důležitým zdrojem energie. [11]

2.1.2 Smetana

Smetanou se podle vyhlášky č. 397/2016 Sb. rozumí tekutý mléčný výrobek ošetřený podle právních předpisů upravujících veterinární a hygienické požadavky na živočišné produkty a podle nařízení, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu s obsahem tuku nejméně 10 % hmotnostních ve formě emulze (mléčného tuku v plazmě) získaný fyzikální separací z mléka. [6]

Smetana je nejtučnější část mléka, která se vytváří na povrchu mléka, když se s mlékem delší dobu nemanipuluje. Tukové kuličky se oddělují od mléka, stoupají na povrch a spojují se dohromady. Jak stoupá hladina tuku ve smetaně, tak se hladiny ostatních složek snižují. Čím vyšší je tuk ve smetaně, tím vyšší je její viskozita. [2]

2.1.3 Kaseiny

Kaseinové bílkoviny jsou hlavními proteiny v mléce. Tvoří přibližně 80 % mléčných bílkovin. [8] Kaseiny mají díky své jedinečné struktuře elastické vlastnosti, které se mohou zmenšit nebo expandovat, což dává sýru jeho pružnou strukturu. Složení kaseinů a tuku jsou dvě nejdůležitější složky pro výrobu sýru. [2]

2.1.4 Syrovátková bílkovina

Výzkum ukázal, že mléko obsahuje bílkoviny s nativní nebo latentní biologickou funkcí. Aktivity přirozeného stavu jsou přičítány původním bioaktivním molekulám, včetně mediátorů a hormonálně podobných látek, imunoglobulinů a enzymových systémů. Většina těchto složek je obsažena ve frakci syrovátkových proteinů a vykazuje specifickou nebo nespecifickou aktivitu proti velké řadě patogenních a nepatogenních kmenů, jakož i mikroorganismů zničujících potraviny. [9]

Syrovátkové bílkoviny tvoří přibližně 20 % mléčných bílkovin. [8] Syrovátková bílkovina je neelastická a je rozpustná ve vodě. Její struktura umožňuje udržet více vlhkosti než kaseinový protein. [2] Sýry s nízkým obsahem tuku bývají často obohaceny syrovátkovými proteiny, dochází tak ke zlepšení chuti a zvyšuje se nutriční hodnota sýru. [9]

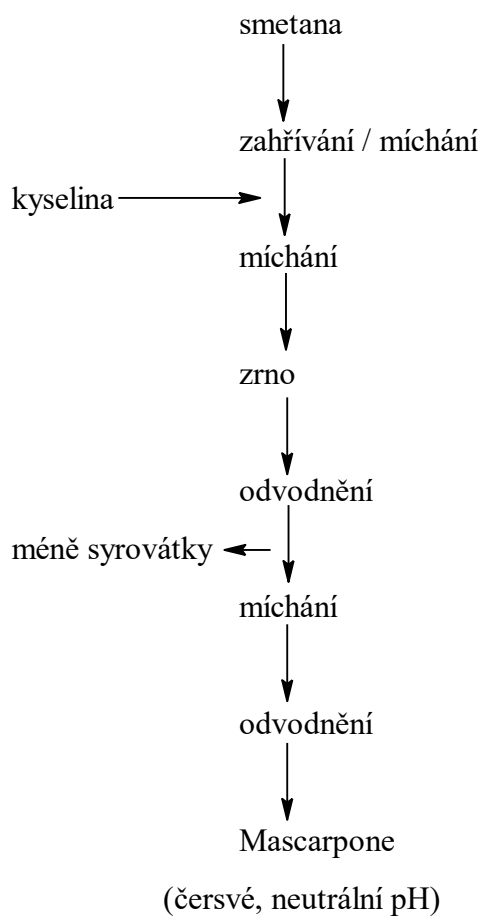
3 TECHNOLOGIE VÝROBY SMETANOVÝCH KRÉMŮ TYPU MASCARPONE

Technologický postup výroby smetanových krémů ovlivňuje z velké části vlastnost, chuť i vzhled pochutiny. Správným postupem lze učinit z výsledného krému vysoce kvalitní produkt. [12]

Smetanový krém typu mascarpone představuje zajímavou metodu zpracování sýrů. [9] Získává se tepelnou koagulací ze standardizovaného, homogenizovaného a pasterizovaného mléka nebo smetany. Pro jeho výrobu se používá převážně kravské mléko, ale také ovčí, kozí a buvolí - samotné nebo jako směs. [2, 9, 13] V komerční praxi je mléko na smetanové krémy obvykle obohaceno a celkový obsah mléčné sušiny může být vyšší než 20 %. [13] Smetanový krém nepotřebuje startovací kulturu, jako je tomu u většiny ostatních sýrů, které vyžadují kulturu mezofilní. [14]

Pro přípravu smetanového krému typu mascarpone se veškeré suroviny (mléko, smetana, hydrokoloidy a další) smíchají, následně se krém míchá a tepelně zpracovává, aby se snížila jeho viskozita. [13]

Rozdíl mezi smetanovým krémem typu mascarpone a sýrem Mascarpone je ten, že se Mascarpone vyrábí tepelně kyselým srážením mléčné smetany. [4] Sýr se zahřívá a za míchání se přidává kyselina (kyselina octová, citrónová, vinná, kyselina mléčná nebo citronová šťáva) za účelem koagulace matrice. [2, 9] Syrovátkový protein během intenzivního ohřevu denaturuje a agreguje nebo se lepí na kaseinové micely a tukovou globulovou membránu. V důsledku této reakce zůstává většina syrovátkových proteinů během kroku vypouštění v matrici sýra, což vede ke zvýšení hodnoty nutrientů. Po asi 20 hodinách odčerpávání se získá Mascarpone, které se často používá v dezertech, protože má jemnou chuť a krémovou konzistenci. [2]



Obrázek 1: Tradiční technologie výroby Mascarpone. Upraveno dle [9]

4 HYDROKOLOIDY

4.1 Základní charakteristika

Hydrokoloidy jsou hydrofilní biopolymery s vysokou molekulovou hmotností, používané jako funkční složky v potravinářském průmyslu pro kontrolu mikrostruktury, struktury, chuti a skladovatelnosti. [15] Termín "hydrokoloidy" se běžně používá k popisu řady polysacharidů a proteinů, které se dnes v širokém rozsahu používají v různých průmyslových odvětvích k provádění řady funkcí zahrnujících zahušťování a gelování vodných roztoků, stabilizujících pěn, emulzí a disperzí, tvorbu krystalů cukru, řízené uvolňování příchutí atd. [16]

Hydrokoloidy zahrnují všechny polysacharidy extrahované z rostlin, mořských řas a mikrobiálních zdrojů, stejně jako gummy odvozené z rostlinných exsudátů a modifikované biopolymery vyrobené chemickou nebo enzymatickou úpravou škrobu nebo celulózy. Patří sem i želatina, která byla do této skupiny přijata díky své polydisperzní a vysoce hydrofilní povaze. Ale jiné potravinové bílkoviny, jako kasein a lepek, nejsou tradičně klasifikovány jako hydrokoloidy - i když mají některé funkční vlastnosti, které obsahují potravinářské polysacharidy. [15]

Mezi různými potravinářskými biopolymery existují velké rozdíly ve funkčních vlastnostech v závislosti na podobné chemické struktuře a citlivosti na podmínky roztoku (pH, iontová síla, specifické ionty). Funkčnost jednotlivých biopolymerů v potravinách je ovlivněna také interakcí s jinými potravinovými složkami - bílkovinami, polysacharidy, lipidy, cukry, solemi apod. [15] V posledních letech došlo v potravinářském průmyslu k velkému nárůstu využití hydrokoloidů. I když jsou často přítomny pouze v koncentracích méně než 1 %, mohou mít významný vliv na texturu a organoleptické vlastnosti potravinářských výrobků. [16]

4.2 Karagenany

Červené mořské řasy, *Rhodophyceae*, obsahují přirozeně se vyskytující polysacharidy, které vyplňují dutiny v celulózové struktuře rostliny. Tato skupina polysacharidů zahrnuje karagenan, furcellaran a agar. [17] Karagenan, furcellaran a agar mají páteř galaktosy, ale liší se v poměru a poloze esterových sulfátových skupin a podílu 3, 6 - anhydrogalaktózy.

Poskytují širokou škálu reologických vlastností, které se používají v širokém spektru potravin. [18]

Červené mořské řasy mají dlouhou historii použití v potravinách na Dálném východě a v Evropě. Agar má zdokumentovanou historii v potravinářských aplikacích od roku 1658, zatímco karagenan byl používán v potravinách až během posledních 100 let. [18]

Karagenan se vyrábí extrakcí z červených mořských řas *Rhodophyceae*, zejména řas rodu *Euchema*, *Chondrus* a *Gigantina*. Řasy rodu *Euchema* jsou vláknité keře vysoké asi 0,5 m, rostoucí na korálových útesech podél Filipín, Indonésie a v dalších tropických oblastech Tichého oceánu. Řasy rodu *Chondrus* jsou tmavočervené malé keříky rostoucí do výšky 0,1 m podél pobřeží severního Atlantiku. Řasy rodu *Gigantina* dorůstají výšky až 5 m a jsou sbírány v chladných pobřežních vodách z Chile a Peru. [18]

4.2.1 Chemické složení

Karagenan je lineární polysacharid s velkou molekulovou hmotností obsahující opakující se jednotky galaktosy a 3, 6 - anhydrogalaktosy, sulfátované i nesulfátované, spojené střídavě α - (1, 3) a β - (1, 4) glykosidickými vazbami. [19]

Existuje minimálně 8 druhů pořadí monomerů v molekulách karagenanů, které se označují malými písmeny řecké abecedy. Stejnými názvy se označují jednotlivé karagenany, v jejichž primární struktuře tyto sekvence převládají. V potravinářství je věnovaná pozornost pouze třem převládajícím druhům, které jsou označovány jako λ -karagenan, κ -karagenan a ι -karagenan. [17]

Hlavní typy karagenanů, lambda, kappa a iota, mohou být připraveny čistě selektivní extrakční technikou. Poskytují široké spektrum textur od viskózního zahušťovačla pro lambda karagenan až po tepelně reverzibilní gely, které obsahují texturu od měkké a elastické pro iota, až k pevné a křehké pro kappa karagenan. [18]

4.2.2 Fyzikální vlastnosti

Karagenan je známý svými interakcemi s kaseinovými micelami a přidává se, zejména do krémů, pro jeho zhušťovací a gelovací vlastnosti, které jsou u různých typů karagenanu zcela odlišné. [18, 20] Kappa karagenan vytváří pevný gel s ionty draslíku, zatímco iota interaguje s ionty vápníku, aby poskytla měkké a elastické gely. Lambda karagenan poskytuje viskózní roztoky, které při míchání vykazují pseudoplastičnost. Tyto roztoky se použí-

vají ke zhušťování, zejména v mléčných výrobcích, aby poskytly plné tělo s negumovou, krémovou strukturou. Použití těchto kombinací vyžaduje zkušenost a porozumění karagenanům. [18]

Roztoky karagenanu ztrácejí viskozitu a sílu gelu v systémech s hodnotami pH kolem 4,3. Tento účinek je způsoben autohydrolyzou, k níž dochází při nízkých hodnotách pH, protože karagenan štěpí v kyselé formě molekulu na vazbě 3, 6 - anhydrogalaktosy. Rychlost autohydrolyzy se zvyšuje při zvýšených teplotách a při nízkých hladinách kationtů. Avšak po ochlazení si karagenan zachovává draselné ionty vázající síran, což zabraňuje autohydrolyzovému postupu. [19] Aby se minimalizovaly účinky autohydrolyzy, doporučuje se karagenan zpracovat za neutrálních podmínek a kyselina by měla být přidána do potravin bezprostředně před nanesením karagenanu. V kyselých potravinách by měl být karagenan přidán v poslední chvíli, aby se zabránilo jeho nadměrnému rozkladu. [18]

Při zahřátí karagenanové disperze nedojde k významné hydrataci částic, dokud teplota nedosáhne přibližně 40 – 60 °C. Jak částice hydratují, viskozita stoupá. Další zahřívání na 75 – 80 °C způsobuje pokles viskozity. Po ochlazení vykazuje roztok výrazné zvýšení viskozity a následné ztuhnutí pod teplotou 40 °C. Teploty hydratace a želatinace jsou silně závislé na solích spojených s karagenanem. [19]

4.2.3 Karagenan v potravinách

Při výrobě potravin se využívá kompletní sortiment karagenanů pro jeho zahušťovací a želírovací vlastnosti. V mnoha případech se lambda karagenan používá s kapsou v mléčných systémech pro získání suspenze nebo krémového gelu. Iota karagenan se často používá v kombinaci se sníženými hladinami škrobu. Textura se může pohybovat v rozmezí od pevných gelů až po měkké gely. [19]

Karagenan z řas rodu *Chondrus crispus* byl jedním z původně uplatněných k přípravě mléčného pudingu. Byl sklizen v Irsku, kde se vařily mořské řasy v mléce, aby po ochlazení poskytly krémový gel. Nyní je celosvětově přijat a je používán k výrobě korpusů, mléčných dezertů a šlehaček. [18]

V potravinářském průmyslu se karagenan používá jako zahušťovadlo, želírující činidlo, stabilizátor a emulgátor při výrobě mléčných koktejlů, mléčných desertů, zmrzlin a při výrobě masových konzerv. Používá se i jako stabilizátor vůně. [18]

5 REOLOGIE

Reologie je věda toku a deformace hmoty. Popisuje vztah mezi silou, deformací a časem. Termín pochází z řeckého slova *rheos*, což znamená plynout. Reologie je použitelná pro všechny materiály, od plynů k pevným látkám. Řecký filozof Heraclitus popsal reologii jako *panta rei* - všechno proudí. Reologie se používá k popisu konzistence různých produktů, obvykle dvěma složkami: viskozita a elasticita. Viskozitou se obvykle rozumí odpor látky vůči průtoku a elasticitou lepivost nebo struktura látky. Reologické vztahy nám pomáhají pochopit chování materiálů, s kterými pracujeme. [21]

5.1 Elasticita a viskozita

Elasticita charakterizuje materiálovou vlastnost. Pokud je materiál elastický, vrátí se po odstranění vnějších sil do výchozího tvaru a velikosti. [22]

Viskozita je odolnost látky proti deformacím a průtoku. Je to míra vnitřního tření kapaliny. Toto tření je zřejmé, když se vrstva tekutiny pohybuje po jiné vrstvě tekutiny. Čím větší je tření, tím větší je síla potřebná k vyvolání pohybu. Vysoce viskózní kapaliny proto vyžadují větší sílu k pohybu než méně viskózní materiály. Kapaliny s vysokou viskozitou, jako je sirup, se deformuje pomaleji než tekutina s nízkou viskozitou, jako je voda. [21] Hodnoty viskozity nejsou konstantní, protože jsou ovlivněny mnoha podmínkami, například teplotou. [23] Viskozita klesá s rostoucí teplotou a je nezávislá na tlaku. [24] Zahřátím vysoce viskózního sirupu se dosáhne snížení jeho viskozity, díky čemuž bude sirup proudit snadněji než za studena. [22]

5.1.1 Dynamická viskozita

Dynamická viskozita charakterizuje odpor newtonských kapalin proti toku. Newtonské kapaliny jsou nezávislé na tlaku, ale závislé na teplotě a na složení látek. Jednotkou této veličiny je [Pa·s] a je definovaná vztahem:

$$\eta = \frac{\tau}{\gamma}$$

kde η znamená dynamickou viskozitu, τ tečné (smykové) napětí a γ smykovou rychlost. [24]

5.1.2 Kinematická viskozita

Kinematická viskozita je daná podílem dynamické viskozity a hustoty. Její jednotkou je $[\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$ a je definovaná vztahem:

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

kde ν znamená kinematickou viskozitu, η dynamickou viskozitu a ρ hustotu. [24]

5.2 Viskoelasticita

Viskoelasticita je vlastnost materiálů, které při deformaci vykazují viskózní i elastické vlastnosti. [22] Elastická část viskoelastického chování je prezentovaná jako G' , zatímco viskózní část jako G'' . [23] Významné viskoelastické vlastnosti vykazují syntetické polymery, dřevo a lidská tkáň, stejně jako kovy při vysokých teplotách. Viskoelastické materiály se používají k izolaci vibrací, tlumení šumu a pohlcování šoku. [22]

5.2.1 Komplexní modul pružnosti

Komplexní modul pružnosti se skládá z elastického a ztrátového modulu pružnosti. Elastický (paměťový) modul G' představuje uloženou deformační energii a ztrátový modul G'' charakterizuje deformační energii ztracenou (rozptýlenou) vnitřním třením při proudění. Viskoelastické látky s $G' > G''$ mají vyšší elastický modul než modul ztrát, začíná tak převládat jejich elastické chování. Je to způsobeno vazbami uvnitř materiálu, například chemickými vazbami nebo fyzikálně - chemickými interakcemi. Na druhé straně viskoelastické kapaliny s $G'' > G'$ mají vyšší ztrátový modul, tudíž budou vykazovat spíše viskózní charakter. Důvodem je to, že ve většině těchto materiálů neexistují silné vazby mezi jednotlivými molekulami. [23]

5.3 Smykové napětí

Je dané podílem síly, která ve směru x působí na plochu A . Její jednotkou je $[\text{N} \cdot \text{m}^{-2} = \text{Pa}]$ a je definovaná vztahem:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

kde τ znamená smykové napětí, F smyková síla a A smyková plocha. [25]

Reometr zaznamenává smykovou sílu přes točící moment v každém měřícím bodě. [23]

5.4 Smyková deformace

Je daná podílem změny tvaru materiálového elementu ve směru x , dx , podle y . Deformaci lze charakterizovat úhlem zkosení α nebo odpovídající relativní deformací:

$$\gamma = \tan(\alpha) = \frac{\Delta l}{h}$$

kde γ znamená smyková deformace, Δl změna délky a h tloušťka. [26]

5.5 Rychlost smykové deformace

Je daná podílem rychlosti a tloušťky. Její jednotkou je [$1 / s = s^{-1}$] a je definovaná vztahem:

$$\dot{\gamma} = \frac{v}{h}$$

kde $\dot{\gamma}$ znamená smyková rychlost, v rychlost a h tloušťka. [25]

5.6 Typy kapalin

5.6.1 Newtonská

Newton předpokládal, že mají všechny materiály při dané teplotě viskozitu, která je nezávislá na smykové rychlosti. Jedná se však pouze o jeden z několika typů chování proudění. V praxi to znamená, že při dané teplotě zůstane viskozita newtonské kapaliny konstantní bez ohledu na model viskozimetru, nebo rychlosti, která se používá k měření. [21] Newtonské kapaliny jsou nejjednodušší kapaliny, nicméně nejsou tak běžné jako mnohem složitější skupina kapalin, ne-newtonské. Typické materiály z této skupiny zahrnují vodu, minerální olej, motorový olej a rozpouštědla, jako je aceton. [21, 23, 27]

5.6.2 Ne-newtonská

Viskozita ne-newtonovských kapalin se liší buď podle smykové rychlosti, nebo se mění s časem, i když je smyková rychlost konstantní. Vliv na měřenou viskozitu ne-newtonské kapaliny mají všechny experimentální parametry modelu viskozimetru i rychlost měření. Měřená viskozita se nazývá "zdánlivá viskozita" a je přesná pouze tehdy, když jsou dodrženy všechny parametry experimentu. Existuje několik typů ne-newtonského toku chování, které se vyznačují tím, jak se mění viskozita tekutiny v reakci na změny smykové rychlos-

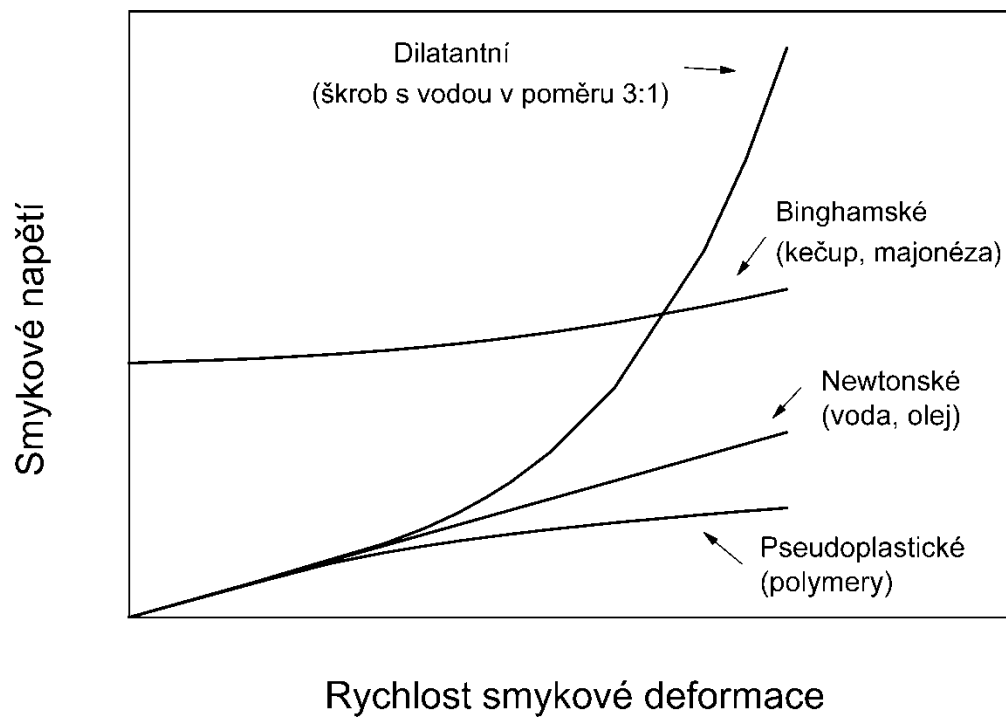
ti. Nejběžnější typy ne-newtonovských kapalin, které se vyskytují v potravinářském inženýrství, jsou pseudoplastický, dilatantní, plastické, tixotropní a reopexní kapaliny. [21, 28]

Pseudoplastické tekutiny vykazují klesající viskozitu se zvyšující se smykovou rychlostí. Jedná se pravděpodobně o nejčastější typ z ne-newtonských tekutin. Zahrnuje škrobovou pastu, barvy, lepidla, šampony, emulze a disperze mnoha typů. Tento typ toku chování je někdy nazýván "smykové ztenčení". [21, 23] Naopak dilatantní tekutiny vykazují zvyšující se viskozitu se zvyšující se smykovou rychlostí. I když je tento typ vzácnější než pseudoplastický, dilatace se často vyskytuje v extrémně koncentrovaných suspenzích, jako jsou cukrovinky, kukuřičný škrob ve vodě a směsi písek / voda. Dilatantní se také označuje jako "smykové zhušťování". [21, 27, 29]

Plastické (Binghamské) tekutiny se chovají za statických podmínek jako pevná látka. Než je vyvolán jakýkoli tok, musí být aplikováno na kapalinu určité množství síly. Tato síla se nazývá "výnosová hodnota". Kečup z rajčat je dobrým příkladem tohoto typu tekutiny. Její výnosová hodnota často nedovoluje nalévat tuto tekutinu z láhve, dokud není lahev zatřesená, což umožní volné proudění kečupu. Jakmile je překročena hodnota výtěžku a tečení začne, plastické tekutiny mohou vykazovat vlastnosti newtonského, pseudoplastického nebo dilatačního toku. [21, 27]

Tixotropní kapalina s časem snižuje viskozitou, zatímco je vystavena působení smykového namáhání. [21] Příkladem tekutin s tixotropním chováním mohou být odpadní a kalové splašky, barvy a mýdlo. [30]

Pojem reopexní je v podstatě opak tixotropního chování, protože viskozita reopexní tekutiny se zvyšuje s časem působení smykového namáhání. [21]



Obrázek 2: Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace pro různé typy kapalin. Upraveno dle [31]

6 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ REOLOGICKÉ PARAMETRY

6.1 Teplota

Jedním z nejzřejmějších faktorů, které mohou mít vliv na reologické chování materiálu, je teplota. Některé materiály jsou poměrně citlivé na teplotu, jiné relativně ne. [21] Při reologickém měření je nastaven časový teplotní profil, díky němuž se analyzuje závislost viskozity na teplotě. [23] Je nutné počítat s ohřevem vzorku během měření, který se zvyšuje s rychlostí otáčení. [32] Pro hodnocení chování v závislosti na teplotě je smyková rychlost udržovaná konstantně. [23]

6.2 Smyková rychlost

Ne-newtonovské tekutiny bývají v reálném světě spíše pravidlem, než výjimkou, takže zhodnocení účinků smykové rychlosti je nutností. Ve skutečnosti je vždy vhodné provádět měření viskozity materiálu při několika smykových rychlostech, aby se zjistilo reologické chování daného materiálu, které může mít vliv na jeho zpracování nebo použití. Příklady materiálů, které jsou ovlivněny širokými odchylkami ve smykové rychlosti během zpracování a použití jsou: potravinářské výrobky, barvy, kosmetika, tekutý latex a krev v lidském oběhovém systému. [21]

6.3 Podmínky měření

Na výsledky měření může mít značný vliv stav materiálu, proto je důležité ovládat prostředí každého vzorku, který testujeme. Dalšími faktory ovlivňující měření viskozity jsou: homogenita vzorku, díky které můžeme získat přesnější výsledky, a složení materiálu. Když se toto složení změní, a to buď změnou poměrů složek materiálu, nebo přidáním dalších látek či materiálů, je velmi pravděpodobná změna viskozity. [21]

6.4 Čas

Při výběru a přípravě vzorků pro měření viskozity je třeba vzít v úvahu proces stárnutí. Důležité je si uvědomit skutečnost, že mnoho materiálů prochází během procesu zrání změnami viskozity. Tudíž měření viskozity, které se provede v určitém okamžiku, se může významně lišit od měření provedeného v okamžiku jiném. [21]

Pro hodnocení chování vzorků v závislosti na čase je smyková rychlost konstantní. Pokud probíhá testování s několika časovými intervaly, smyková rychlost musí být konstantní v každém jednotlivém intervalu. [23]

7 ROTAČNÍ VISKOZIMETRY

Rotační viskozimetry se ukázaly jako velmi užitečné při vyhodnocování reologických vlastností kapalin v závislosti na čase, kde se vyhodnocuje brzdňý účinek vzorku při odlišných rychlostech otáčení. Tyto informace jsou potřebné k pochopení vnitřní struktury materiálů. [21] Měření probíhá mezi dvěma definovanými plochami, nejčastěji mezi dvěma souosými válci, mezi kterými je měrná kapalina. Jeden z válců provádí rotační pohyb se stálou úhlovou rychlostí. Registruje se moment síly působící na statický válec. [32] Tradiční rotační viskozimetry zahrnují: kuželové a deskové, paralelní desky a soustředné válcové jednotky. [21] Rotační viskozimetry se mohou aplikovat jak při měření newtonských, tak i ne-newtonských kapalin a to i při různých teplotách. [33]

7.1 Válec-válec

Měřicí systém válec-válec vyžaduje poměrně velké objemy vzorků a jsou obtížněji čištěny. Obvykle mají velkou hmotnost a velkou setrvačnost, což může způsobit problémy při provádění vysokofrekvenčních měření. [34] Jejich výhodou je možnost pracovat s materiály s nízkou viskozitou za stálých smykových podmínek. Jejich velká plocha poskytuje větší citlivost, a proto budou produkovat dobré údaje při nízkých smykových rychlostech a viskozitách. [21, 34]

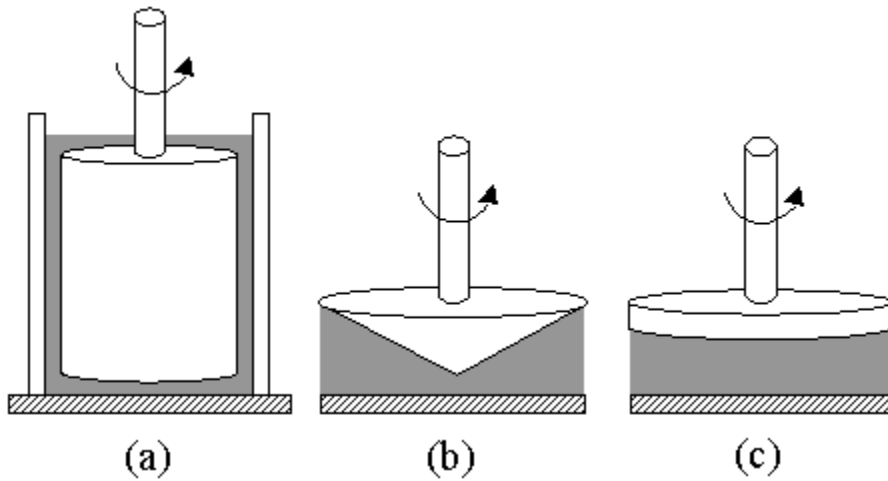
7.2 Deska-deska

Systém deska-deska je vhodný pro materiály, které jsou citlivé na deformaci, což může být obzvlášť užitečné při práci s polymery. [21, 34] Výhodou je, stejně jako u systému kužel-deska, že se snadno čistí a vyžaduje malý objem vzorku. Není tak citlivý na nastavení mezery mezi deskami, proto je ideální pro testování vzorků pomocí teplotních gradientů. Mějme na paměti, že čím širší je mezera, tím větší je šance vytvořit teplotní gradient ve vzorku. Hlavní nevýhoda paralelních desek spočívá v tom, že produkovaná smyková rychlost se v jednotlivých vzorcích liší. [23]

7.3 Kužel-deska

Tento systém se používá především pro viskózní kapaliny a je vhodnější pro homogenní materiály. [32, 33] Lze ho použít na materiály s viskozitou až desetkrát vyšší než je voda nebo dokonce nižší. [34] Tento systém má snadné plnění a uzavírání a relativně nízkou

spotřebu vzorku. [31] Měřený vzorek se dává do úzké štěrbiny mezi dvě plochy. Další výhodou je, že je celý vzorek podroben konstantní rychlosti smykové deformace. Jsou proto potlačeny koncové a krajové efekty. [32]



Obrázek 3: Typy měřících systémů rotačních viskozimetrů (a) válec-válec, (b) kužel-deska, (c) deska-deska. Upraveno dle [31]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 MATERIÁL A METODIKA

8.1 Suroviny pro výrobu smetanových krémů typu mascarpone

Pro výrobu smetanových krémů byla použita pasterovaná smetana s obsahem tuku 40 %, koncentrát mléčných bílkovin (MPC) a karagenan CL 394 FLX o koncentracích: 0,025 % (I), 0,050 % (II), 0,075 % (III), 0,100 % (IV) a 0,125 % (V).

8.1.1 MPC

Koncentrát mléčných bílkovin (MPC) je strukturotvorná látka. Jedná se o prášek s vysokým obsahem bílkovin (až do 90 %), který se vyrábí z odstředěného mléka. Kasein v MPC je v podobné, micelární formě, jako je tomu v mléce, zatímco syrovátkové proteiny jsou také z velké části v nativní formě. Obsah popela v těchto produktech je relativně vysoký, protože minerály vázané na proteiny jsou zachovány. MPC může být připraven smícháním odstředěného mléka nebo máslového mléka se syrovou syrovátkou, upravením pH na 5,5 – 7,0 a zahřátím na 65 - 90 °C, následovaným ochlazením a reverzní osmózou za účelem koncentrace proteinů. [16]

8.2 Výroba smetanových krémů typu mascarpone

Všechny suroviny pro výrobu jednotlivých smetanových krémů byly míchány v zařízení Stephan, typ UMC 5 za vakua při 3 000 ot. / min. do dosažení teploty 75 – 80 °C s výdrží 1 min. Krémy byly poté baleny do plastových kelímků, uzavřeny víčky z hliníkových fólií a skladovány po dobu 30 dnů v chladničce při teplotě 6 ± 2 °C.

U vyrobených vzorků smetanových krémů typu mascarpone byly sledovány hodnoty pH a schopnost zadržovat vodu ve dnech 1., 7., 14., 21. a 30. den skladování. Navíc byla provedena senzorická a reologická analýza jednotlivých vzorků během skladování.

8.3 Měření pH

Hodnoty pH byly měřeny pH metrem typu Spear, Eutech Instruments, Oakton, Malaysia se skleněnou vpichovou elektrodou po 24 h, 7, 14, 21 a 30 dnech skladování.

8.4 Stanovení obsahu sušiny

Abychom mohli získat sušinu, musíme nejdříve z výrobku odstranit vlhkost. Vlhkost se odstraní sušením, kdy se ze smetanového výrobku odpařuje zadržaná kapalina. Vzorky smetanových krémů se sušily v sušárně při teplotě 105 °C po dobu jednoho dne. Sušením došlo ke snížení hmotnosti krémů. Následně se stanovil obsah vlhkosti z rozdílu jejich hmotností.

8.5 Dynamická oscilační reometrie

Dynamická oscilační reometrie je řízená deformace vzorku, díky které lze zkoumat chování toku látek. Měření probíhalo na rotačním viskozimetru Thermo Scientific™ HAAKE RheoStress 1 při teplotě $20,0 \pm 0,1$ °C. Vzorky byly měřeny 1., 7., 14., 21. a 30. den skladování v rozsahu frekvencí 0,1 – 100,00 Hz.

Tato analýza slouží ke zjištění elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti. V závislosti na zvoleném rozsahu frekvencí lze vypočítat komplexní modul pružnosti, který vyjadřuje celkový odpor vzorku proti deformaci. Čím je hodnota vyšší, tím je daný vzorek tužší.

8.6 Senzorická analýza

Senzorickou analýzou stanovujeme organoleptické vlastnosti jednotlivých smetanových krémů pomocí lidských smyslů. Hodnotila se barva, vůně, chuť i konzistence smetanových krémů. Senzorická analýza byla prováděna 5 experty po 24 hodinách, 7 a 30 dnech skladování. Senzorické hodnocení bylo provedeno zvolenou pětibodovou hédonickou ordinální stupnicí (viz. Příloha PI: *Protokol senzorického hodnocení*).

8.7 Statistická analýza

Statistické vyhodnocení bylo provedeno neparametrickými Kruskal-Wallisovým a Wilcoxonovým testem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ s využitím softwaru Unistat 6.5 (Unistat Ltd., Velká Británie).

9 VÝSLEDKY A DISKUZE

9.1 Výsledky stanovení pH

U smetanového krému MPC bylo naměřeno v průběhu skladování rozmezí pH 6,59 – 6,68. Nejvyšší hodnota pH byla naměřena u smetanového krému MPC V 21. den skladování. Nejnižší hodnotu pH měl smetanový krém MPC V 7. den skladování.

Z Tabulky 1 je patrné, že hodnota pH jednotlivých smetanových krémů se během skladování měnila jen nepatrně. Statistická analýza taktéž potvrdila, že mezi hodnotami pH v jednotlivých týdnech skladování ani mezi jednotlivými vzorky smetanových krémů nebyl shledán signifikantní rozdíl ($P \geq 0,05$).

Tabulka 1: Výsledky stanovení pH smetanových krémů MPC během skladování

	1. den	7. den	14. den	21. den	28. den
MPC I	6,60 ± 0,02	6,60 ± 0,01	6,67 ± 0,01	6,66 ± 0,01	6,63 ± 0,01
MPC II	6,62 ± 0,01	6,63 ± 0,01	6,63 ± 0,01	6,67 ± 0,00	6,66 ± 0,01
MPC III	6,63 ± 0,01	6,64 ± 0,01	6,64 ± 0,01	6,66 ± 0,01	6,67 ± 0,01
MPC IV	6,62 ± 0,01	6,62 ± 0,01	6,63 ± 0,01	6,66 ± 0,01	6,65 ± 0,01
MPC V	6,60 ± 0,01	6,59 ± 0,01	6,63 ± 0,02	6,68 ± 0,01	6,67 ± 0,01

Z naměřených hodnot pH vzorků smetanových krémů s přidavkem karagenanu o koncentracích: 0,025 %, 0,050 %, 0,075 %, 0,100 % a 0,125 % vyplývá, že přidavek karagenanu nemá výrazný vliv na změnu pH.

De Almeida, Júlia *et al* [4] tvrdí, že během skladování smetanových krémů je pokles pH přirozeným procesem, který vzniká v důsledku kontinuální produkce kyseliny mléčné a dalších organických kyselin, což v této práci nebylo potvrzeno. Minimální změny pH vzorků smetanových krémů ukazují na dobrou stabilitu vzorků, správnou výrobní praxi a možnost skladování těchto výrobků po dobu 30 dní.

9.2 Výsledky stanovení obsahu sušiny

U vyrobených smetanových krémů MPC byl obsah sušiny od 52,6 do 54,2 % v průběhu 28 dní skladování.

Nejnižší obsah sušiny byl naměřen u smetanového krému s nejnižší koncentrací karagenanu (MPC I) 1. a 14. den skladování a nejvyšší hodnotu sušiny obsahoval smetanový krém MPC IV 7. den skladování. Celkově se obsah sušiny u vyrobených smetanových krémů během skladování příliš nezměnil. Statistická analýza taktéž neodhalila signifikantní rozdíl v obsahu sušiny mezi jednotlivými smetanovými krémy ani v průběhu skladování ($P \geq 0,05$).

De Almeida, Júlia *et al* [4] zjistili, že smetanový krém typu mascarpone má vysokou kapacitu zadržování vody, která souvisí s vyšším obsahem tuku v takovémto krému. Přítomnost vyššího množství tuku v krému dále podporuje menší vylučování syrovátky během skladování. Zmíněné tvrzení bylo u smetanových krémů vyrobených v této práci potvrzeno, krémy obsahovaly vysoké množství vody a během skladování se tento obsah lišil minimálně.

Tabulka 2: Výsledky stanovení obsahu sušiny smetanových krémů MPC během skladování

	1. den	7. den	14. den	21. den	28. den
MPC I	52,6 ± 0,1 %	52,7 ± 0,1 %	52,6 ± 0,1 %	52,9 ± 0,1 %	53,1 ± 0,4 %
MPC II	53,3 ± 0,2 %	53,0 ± 0,2 %	53,4 ± 0,3 %	53,0 ± 0,1 %	53,0 ± 0,1 %
MPC III	53,6 ± 0,2 %	53,2 ± 0,2 %	53,0 ± 0,2 %	53,4 ± 0,1 %	53,4 ± 0,1 %
MPC IV	53,8 ± 0,1 %	54,2 ± 0,4 %	53,6 ± 0,1 %	53,6 ± 0,2 %	53,8 ± 0,2 %
MPC V	53,1 ± 0,2 %	53,2 ± 0,2 %	53,3 ± 0,2 %	53,3 ± 0,1 %	53,3 ± 0,1 %

9.3 Výsledky senzorické analýzy

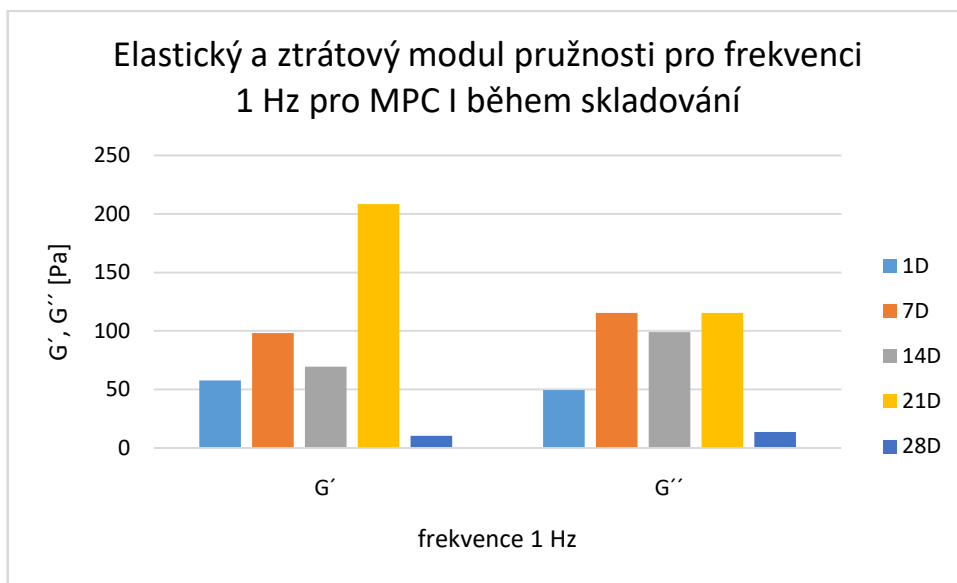
Koncentrace karagenanu výrazně ovlivnila organoleptické vlastnosti vyrobených smetanových krémů. Vyrobený smetanový krém s koncentrací karagenanu 0,025 % byl velmi řídký, chuť i vůně byla příjemně smetanová a barva byla krémová. Se zvyšující se koncentrací karagenanu se zvyšovala tuhost smetanových krémů. Jako nejvhodnější byly vyhodnoceny koncentrace karagenanu 0,075 % a 0,100 %. S těmito koncentracemi byly smetanové krémy středně tuhé, měly příjemně smetanovou chuť i vůni a jejich barva byla krémová. U vzorku s koncentrací karagenanu 0,125 % byl smetanový krém velmi tuhý, smetanová chuť a vůně byla méně intenzivní než u nižších koncentrací karagenanu. Statistická analýza vyhodnotila signifikantní rozdíl mezi vzorky MPC I a MPC III a IV ($P \geq 0,05$).

Z výsledků senzorické analýzy byl potvrzen vliv karagenanu na konzistenci výrobků, stejně jako v práci Štětiny a kol., který tvrdí, že stoupající koncentrace karagenanu zvyšuje

tuhost smetanového krému [20]. U smetanových krémů vyrobených v této práci se také tuhost zvyšovala se zvyšující se koncentrací karagenanu, navíc smetanový krém s nejvyšší koncentrací karagenanu měl méně výraznou smetanovou chuť i vůni. De Almeida, Júlia *et al* [6] zkoumali barevný rozdíl smetanových krémů během skladování a zjistili, že rozdíl barev u vzorků krémů nemůže být vnímán lidským okem. Jednotlivé smetanové krémy vyrobené v této práci si zachovávaly po celou dobu skladování stálou smetanovou barvu, tedy vyšší přídavek karagenanu neovlivnil barvu smetanových krémů. V průběhu skladování také nebyly zaznamenány žádné výrazné změny organoleptických vlastností smetanových krémů.

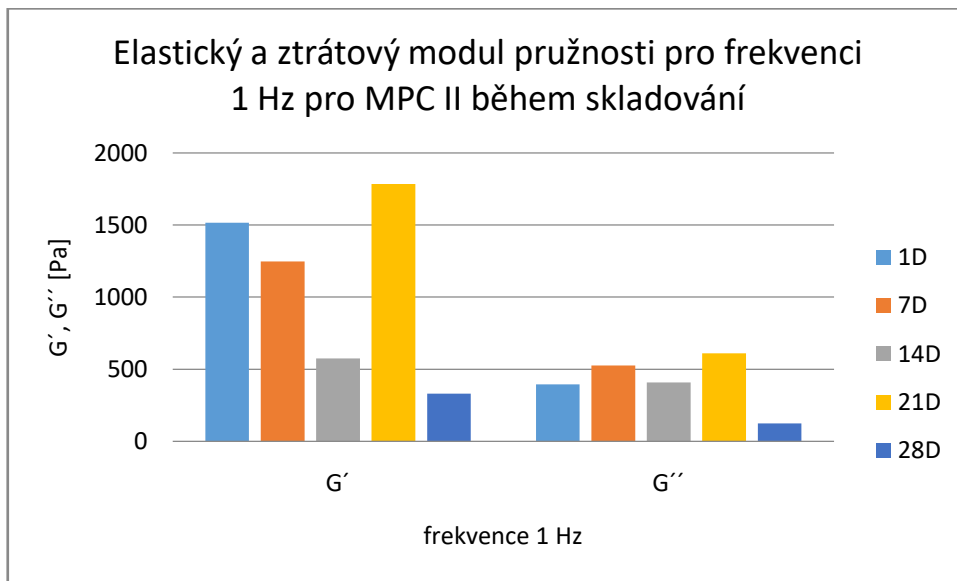
9.4 Sledování viskoelastických vlastností smetanových krémů typu mascarpone během skladování

Z grafu pro elastický a ztrátový modul pružnosti pro frekvenci 1 Hz pro smetanový krém MPC I vyplývá, že během skladování došlo ke změně konzistence vyrobeného smetanového krému (viz obrázek 4). První den po výrobě smetanového krému se vytvořil velmi slabý gel, neboť hodnoty elastického modulu pružnosti byly nad hodnotami ztrátového modulu pružnosti, navíc byly tyto hodnoty nízké. 7., 14. a 28. den skladování byl smetanový krém řidký, neboť G'' se pohyboval ve vyšších hodnotách než G' . 21. den skladování se jevil smetanový krém jako nejtužší. Výkyvy v konzistenci MPC I svědčí o tom, že se jednalo o celkově nestabilní systém, tedy koncentrace 0,025 % karagenanu byla nedostatečná k udržení stabilní konzistence smetanového krému.



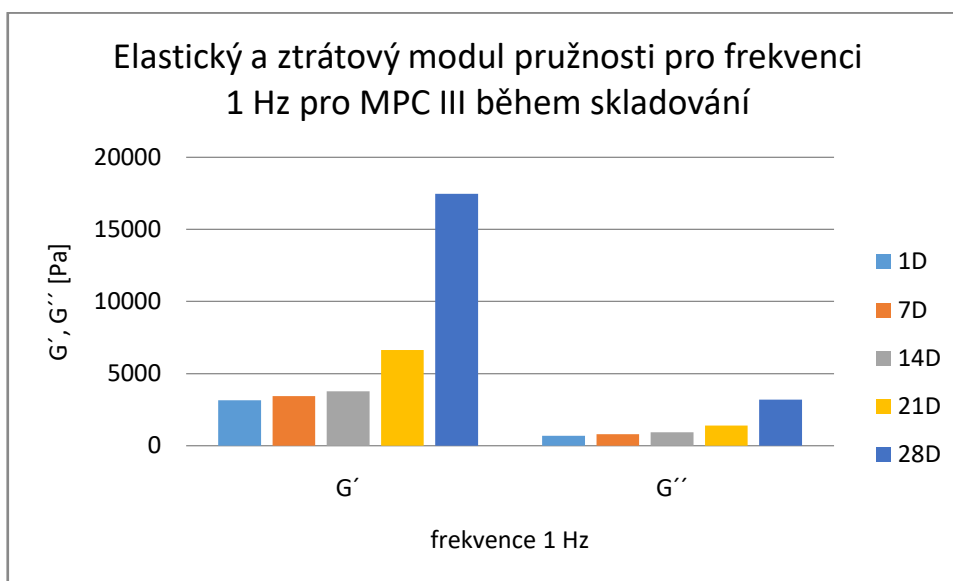
Obrázek 4: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , a ztrátového modulu pružnosti, G'' , na skladování pro frekvenci 1 Hz pro MPC I.

Smetanový krém MPC II se od 1. do 28. dne skladování choval jako mírně tuhý gel (viz obrázek 5), neboť hodnoty elastického modulu pružnosti jsou vždy nad hodnotami ztrátového modulu pružnosti, navíc jsou tyto hodnoty řádově v tisících Pa. Čím jsou od sebe hodnoty G' a G'' vzdálenější, tím je gel tužší. Největší tuhost měl tedy smetanový krém MPC II 21. den skladování, kdy byl zaznamenán největší rozdíl mezi hodnotami jednotlivých modulů.



Obrázek 5: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , a ztrátového modulu pružnosti, G'' , na skladování pro frekvenci 1 Hz pro MPC II.

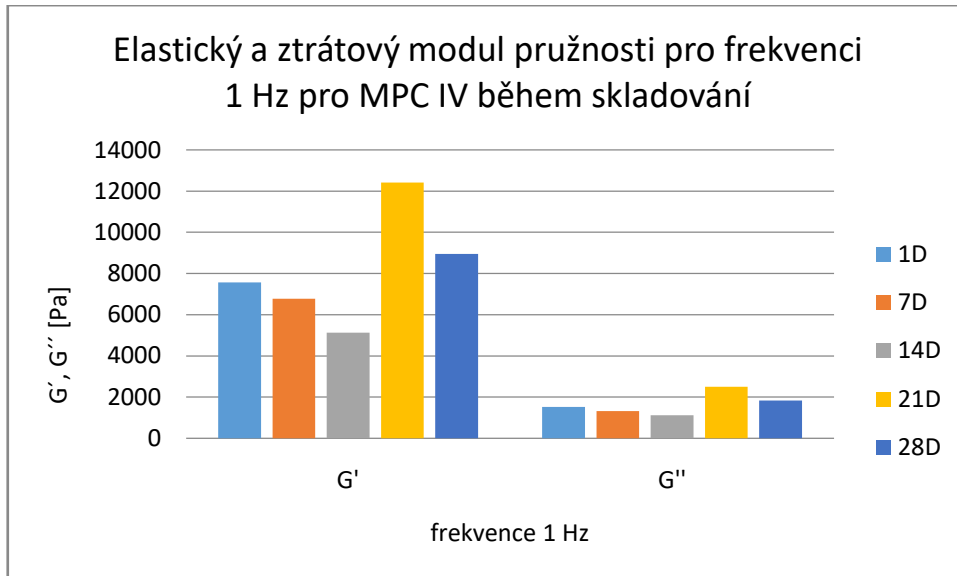
Smetanový krém MPC III byl tuhým gelem, neboť hodnoty elastického modulu pružnosti jsou nad hodnotami ztrátového modulu pružnosti a jednalo se o hodnoty mnohem vyšší než u dvou předchozích smetanových krémů, viz obrázek 6. V případě MPC III lze usoudit, že se již jednalo o stabilní systém, neboť zde nejsou viditelné výkyvy v hodnotách jednotlivých modulů. Je taktéž zřejmé, že daný gel postupně během skladování tuhnul, čemuž odpovídá největší rozdíl mezi hodnotami elastického a ztrátového modulu pružnosti pro 28. den.



Obrázek 6: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , a ztrátového modulu pružnosti, G'' , na skladování pro frekvenci 1 Hz pro MPC III.

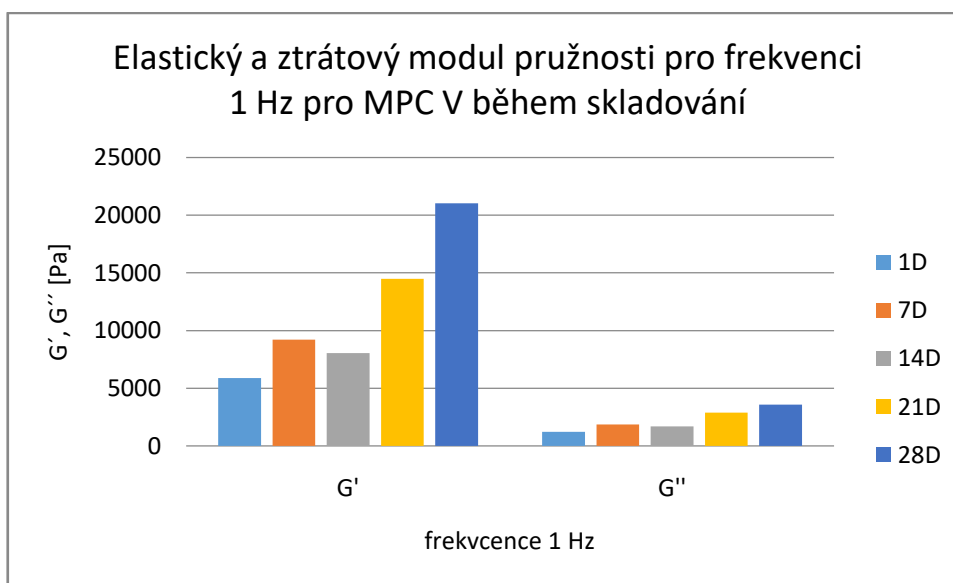
Smetanový krém MPC IV byl tuhým gelem, protože hodnoty elastického modulu pružnosti jsou nad hodnotami ztrátového modulu pružnosti. Pokud porovnáme smetanové krémy MPC III a MPC IV, jsou jejich vlastnosti ze všech smetanových krémů nejvíce podobné, což nám dokazuje i sensorické hodnocení smetanových krémů.

Největší tuhost měl smetanový krém MPC IV 21. den skladování.



Obrázek 7: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , a ztrátového modulu pružnosti, G'' , na skladování pro frekvenci 1 Hz pro MPC IV.

Smetanový krém MPC V je elastickou látkou, neboť jsou hodnoty elastického modulu pružnosti výrazně nad hodnoty ztrátového modulu pružnosti, viz obrázek 8. Z naměřených hodnot lze tvrdit, že je smetanový krém MPC V nejtužší gel ze všech předchozích smetanových krémů.

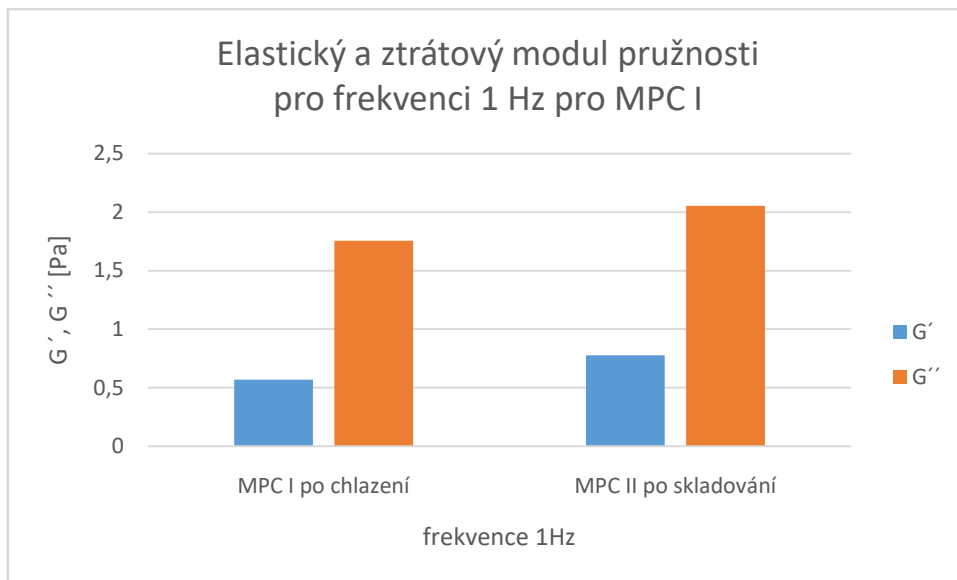


Obrázek 8: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , a ztrátového modulu pružnosti, G'' , na skladování pro frekvenci 1 Hz pro MPC V.

Z výsledných hodnot měření byl dokázán vliv karagenanu na konzistenci smetanových krémů, stejně jako v práci Štětiny a kol. [20]. U smetanového krému s nejnižší koncentrací karagenanu, MPC I, byly hodnoty jednotlivých modulů nejnižší, smetanový krém MPC I tak byl nejřidší ze všech smetanových krémů. Derkach *et al* [35] tvrdí, že při vyšších hodnotách karagenanu dochází k prudkému nárůstu elastického modulu pružnosti ve smetanovém krému, což bylo potvrzeno. Se zvyšující se koncentrací karagenanu se zvyšovala tuhost smetanových krémů a docházelo k nárůstu hodnot elastického modulu pružnosti. Vhodná konzistence byla zjištěna u smetanových krémů MPC III a MPC IV, které si byly svými hodnotami nejvíce podobné. Největší tuhost měl smetanový krém MPC V, jehož hodnoty jednotlivých modulů byly nejvyšší.

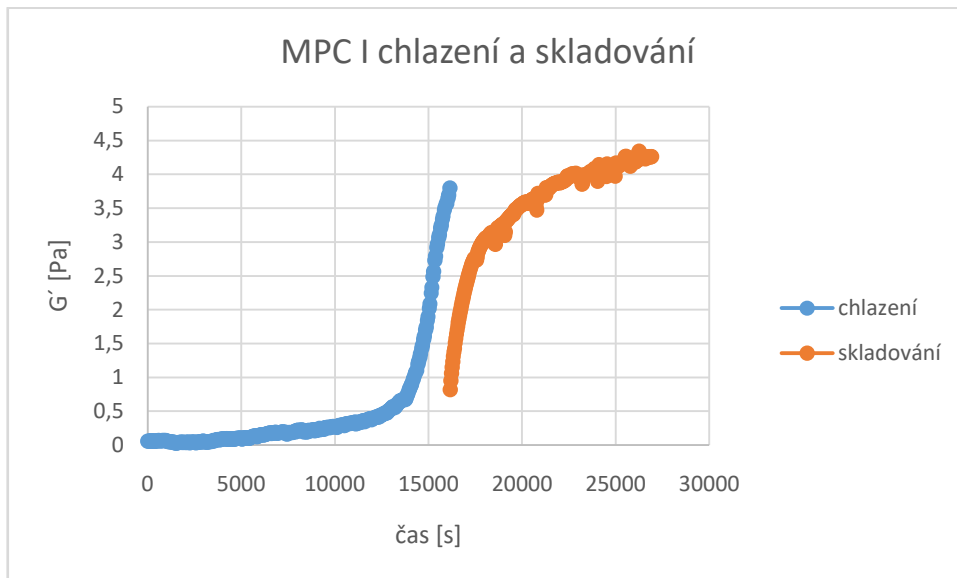
9.5 Studium tuhnutí smetanových krémů typu mascarpone

Z grafu pro elastický (G') a ztrátový (G'') modul pružnosti pro frekvenci 1 Hz pro smetanový krém MPC I vyplývá, že smetanový krém byl po chlazení i po skladování řídký, neboť G'' má vyšší hodnoty než G' . Navíc, čím jsou od sebe hodnoty G' a G'' dále, tím je gel řídkší. Tvrzení, že se jednalo o řídké gely, potvrdila i hodnota úhlu fázového posunu δ , která po chlazení činila $72,1^\circ$ a po skladování $69,3^\circ$, viz obrázek 9. Obě zmíněné hodnoty byly větší než 45° , což znamená, že vyrobený smetanový krém měl povahu viskózní kapaliny. Navíc lze z hodnot δ odvodit, že po skladování byl smetanový krém mírně tužší.



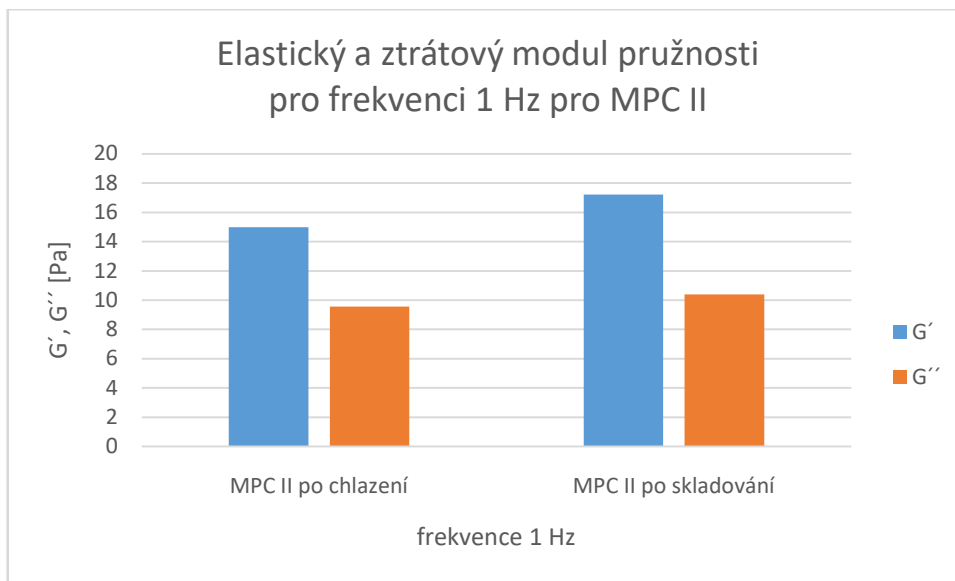
Obrázek 9: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na viskózním modulu pružnosti, G'' , pro smetanový krém MPC I.

Během chlazení smetanový krém MPC I tuhnul na hodnotu 4 Pa, což znamená, že se jednalo o řídký gel. Po frekvenční závislosti se gel rozbil a hodnota G' klesla pod 1 Pa. Následně se znovu vytvořil řídký gel, o čemž svědčí hodnota 4,2 Pa, viz obrázek 10.



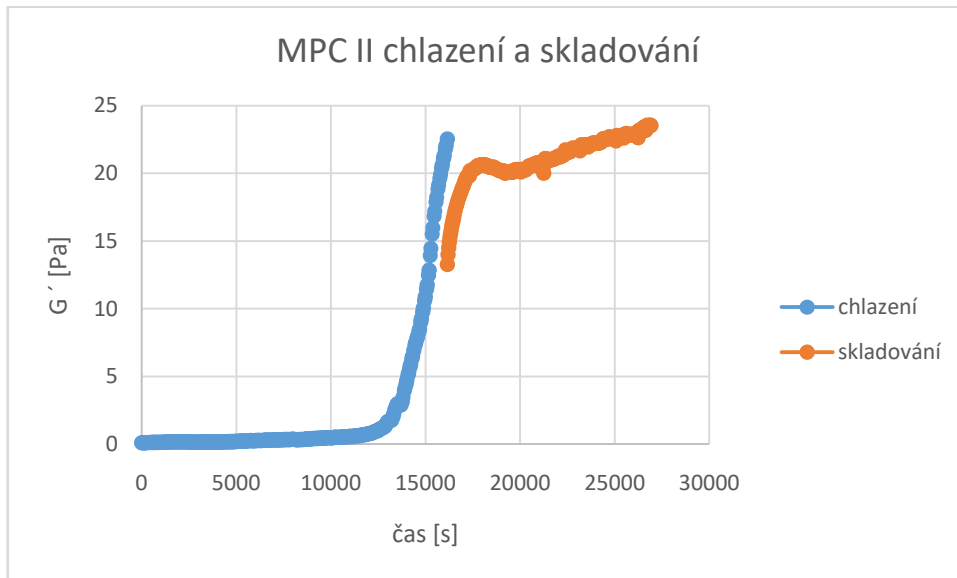
Obrázek 10: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na čase pro smetanový krém MPC I.

Smetanový krém MPC II byl blíže elastické látce než viskózní kapalině, neboť hodnoty elastického modulu pružnosti jsou nad hodnotami ztrátového modulu pružnosti, viz obrázek 11. Dále lze říci, že během skladování vytvořený gel tuhnul. Hodnoty úhlů fázového posunu pro MPC II byly po chlazení $32,5^\circ$ a po skladování $31,1^\circ$. Obě zmíněné hodnoty jsou pod 45° , což znamená, že se jednalo o slabý gel.



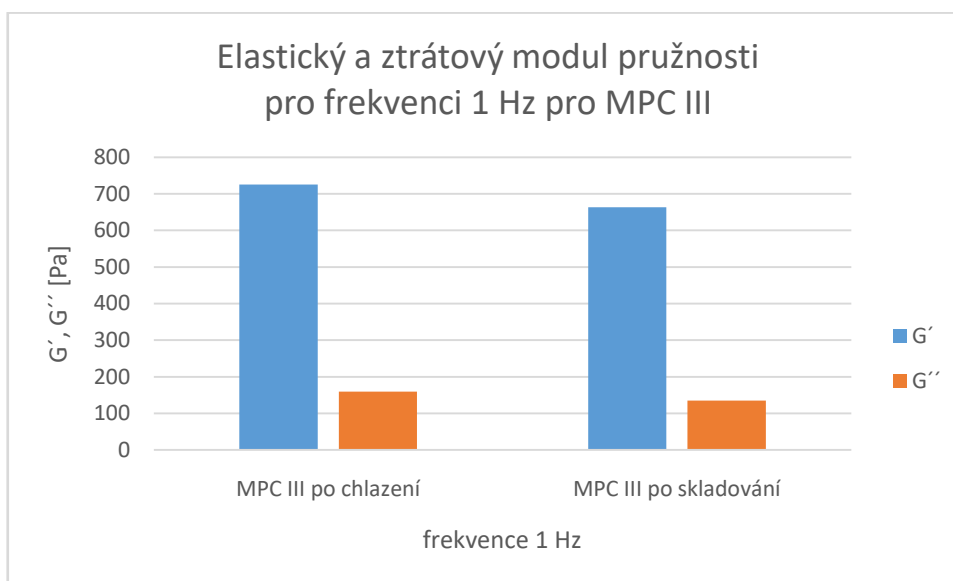
Obrázek 11: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na viskózním modulu pružnosti, G'' , pro smetanový krém MPC II.

Během chlazení smetanový krém MPC II tuhnul na hodnotu 21,3 Pa, což znamená, že se jednalo o slabý gel. Po frekvenční závislosti se gel rozbil a hodnota G' klesla na 13,3 Pa. Následně se znovu vytvořil slabý gel, o čemž svědčí hodnota 23,2 Pa, viz obrázek 12.



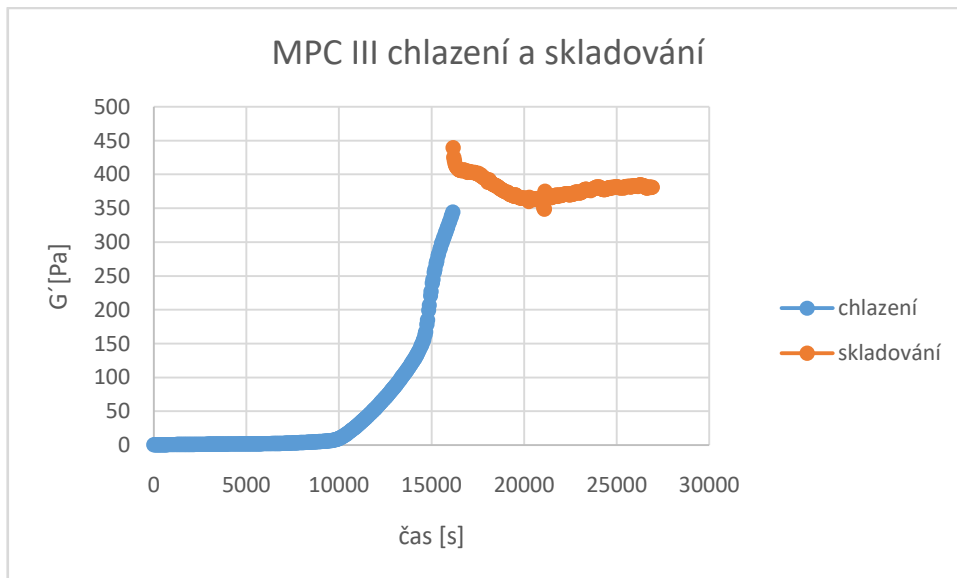
Obrázek 12: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na čase pro smetanový krém MPC II.

Smetanový krém MPC III byl blíže elastické látce než viskózní kapalině, neboť hodnoty elastického modulu pružnosti jsou nad hodnotami ztrátového modulu pružnosti, viz obrázek 13. Navíc, lze tvrdit, že se jednalo o tužší gel než u MPC II, neboť hodnoty jednotlivých modulů byly vyšší. Hodnoty úhlů fázového posunu pro MPC III byly po chlazení $12,4^\circ$ a po skladování $11,5^\circ$. Obě zmíněné hodnoty jsou výrazně pod 45° , což znamená, že se jednalo o tuhou elastickou látku. Hodnota δ po skladování navíc nasvědčuje tomu, že gel během skladování mírně tuhnul.



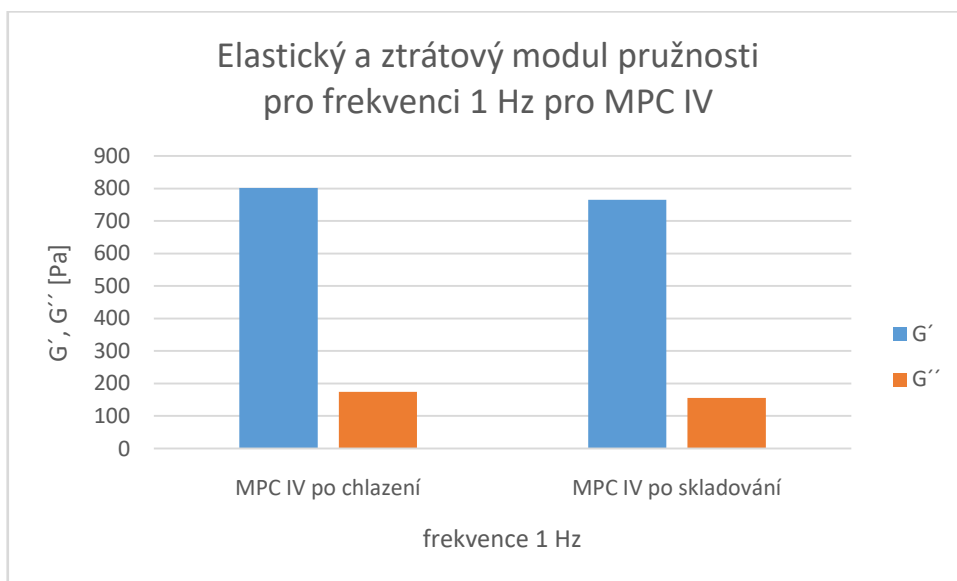
Obrázek 13: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na viskózním modulu pružnosti, G'' , pro smetanový krém MPC III.

Během chlazení smetanový krém MPC III tuhnul na hodnotu 331,3 Pa, což znamená, že se jednalo o pevný gel. Po frekvenční závislosti již nedocházelo k rozbití vytvořeného gelu. Hodnota G' po skladování byla 381,0 Pa, čímž je potvrzeno, že během skladování smetanový krém MPC III mírně tuhnul, viz obrázek 14.



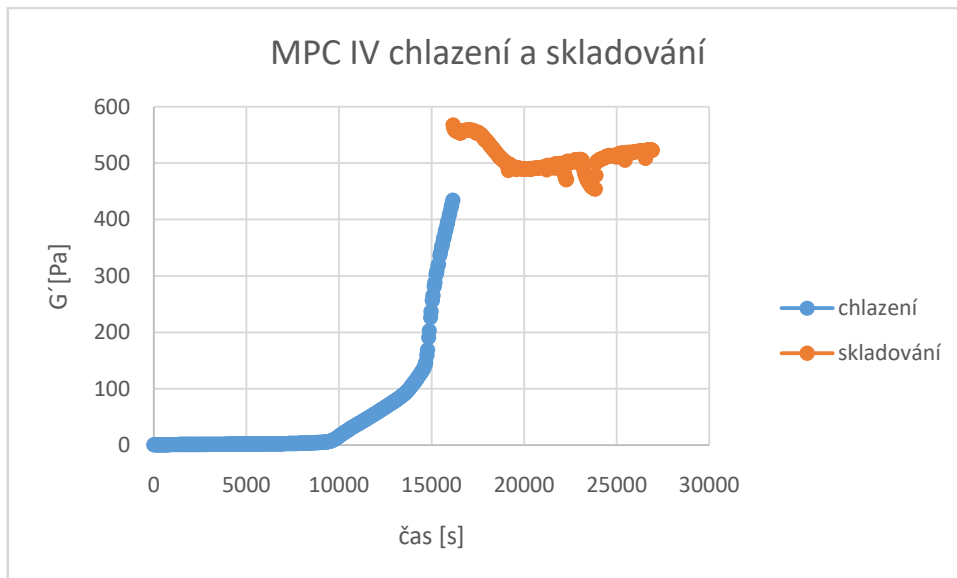
Obrázek 14: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na čase pro smetanový krém MPC III.

Smetanový krém MPC IV byl blíže elastické látce než viskózní kapalině, protože hodnoty elastického modulu pružnosti jsou nad hodnotami ztrátového modulu pružnosti, viz obrázek 15. Pokud porovnáme MPC III a MPC IV, lze tvrdit, že MPC IV je tužším gelem, protože měl hodnoty jednotlivých modulů vyšší. Hodnoty úhlů fázového posunu pro MPC IV byly po chlazení $12,3^\circ$ a po skladování $11,5^\circ$. Obě hodnoty jsou pod 45° , což značí tuhou a elastickou látku.



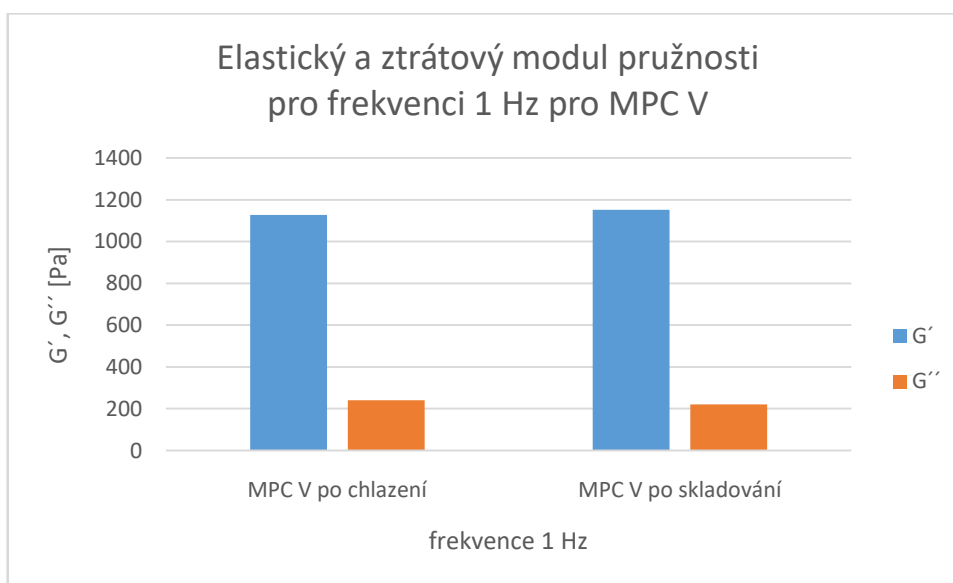
Obrázek 15: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na viskózním modulu pružnosti, G'' , pro smetanový krém MPC IV.

Během chlazení smetanový krém MPC IV tuhnul na hodnotu 434,0 Pa, což značí pevný gel. Po frekvenční závislosti již nedocházelo k rozbití vytvořeného gelu. Po skladování byla hodnota G' 523,0 Pa, čímž je potvrzeno, že smetanový gel MPC IV dále tuhnul, viz obrázek 16.



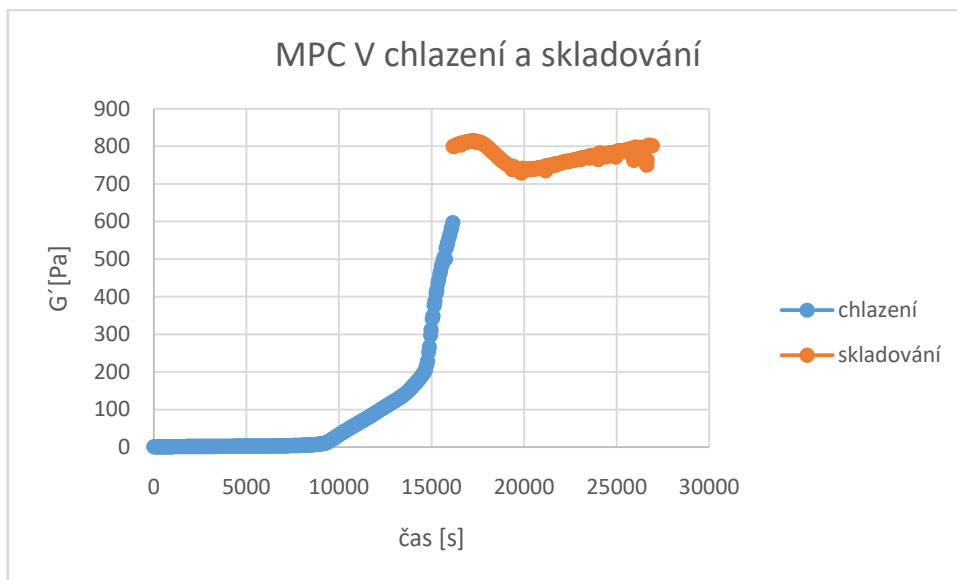
Obrázek 16: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na čase pro smetanový krém MPC IV.

Smetanový krém MPC V byl blíže elastické látce než viskózní kapalině, jelikož jsou hodnoty elastického modulu pružnosti nad hodnotami ztrátového modulu pružnosti, viz obrázek 17. Smetanový krém MPC V byl tužším gelem než smetanový krém MPC IV, protože jeho hodnoty jednotlivých modulů byly vyšší. Hodnoty úhlů fázového posunu pro MPC V byly po chlazení $12,1^\circ$ a po skladování $10,8^\circ$. Obě hodnoty jsou pod 45° , což značí tuhou a elastickou látku.



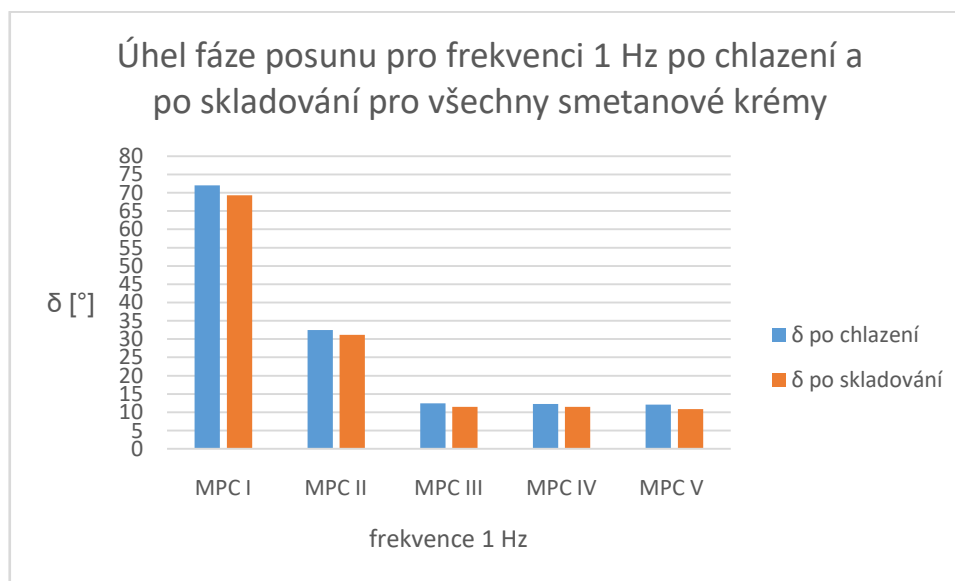
Obrázek 17: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na viskózním modulu pružnosti, G'' , pro smetanový krém MPC V.

Během chlazení smetanový krém MPC V tuhnul na hodnotu 597,4 Pa, což znamená, že se jednalo o tuhý gel. Po frekvenční vzdálenosti nedocházelo k rozbití vytvořeného gelu. Hodnota G' byla po skladování 802,8 Pa, čímž bylo potvrzeno, že smetanový krém MPC během skladování tuhnul, viz obrázek 18.



Obrázek 18: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na čase pro smetanový krém MPC V.

Z obrázku pro úhel fázového posunu δ vyplývá, že smetanový krém MPC I byl po chlazení i po skladování řídký, neboť hodnoty úhlů fázového posunu byly větší než 45° . Dále lze říci, že všechny ostatní smetanové krémy byly tužší než smetanový krém MPC I. Hodnoty úhlů fázového posunu pro smetanové krémy MPC II – MPC V byly nižší než 45° , proto se jednalo o gely. Navíc lze tvrdit, že po skladování byly vytvořené gely u MPC II – MPC V tužší než po chlazení. Nejméně pevný gel ze smetanových krémů MPC II – MPC V byl vytvořen u smetanového krému MPC II, kde hodnota δ po chlazení byla $32,5^\circ$ a po skladování $31,1^\circ$. U ostatních smetanových krémů jsou hodnoty úhlů fázového posunu téměř srovnatelné, po chlazení MPC III $12,4^\circ$, MPC IV $12,3^\circ$ a MPC V $12,1^\circ$, po skladování MPC III $11,5^\circ$, MPC IV $11,5^\circ$ a MPC V $10,8^\circ$. Z daných hodnot je zřejmé, že smetanový krém MPC V byl po skladování nejtuzší ze všech vyrobených smetanových krémů, což dokazuje i senzorická analýza smetanových krémů.



Obrázek 19: Závislost smetanových krémů na úhel fáze posunu po chlazení a po skladování.

U všech vyrobených smetanových krémů docházelo během skladování k propadu hodnot G' , což mohlo být vlivem zařazení frekvenční závislosti a tedy narušení vytvořeného gelu. Tuto skutečnost by bylo vhodné dále studovat.

Navíc bylo zjištěno, že pro slabé gely není vhodné zařazovat frekvenční závislost bezprostředně po zchlazení. Tyto gely jsou po fázi chlazení málo pevné, tudíž dochází k jejich rozrušení i při velmi malých deformacích.

Derkach *et al* [35] tvrdí, že zvýšení koncentrace stabilizátoru vede ke zvýšení elastického modulu pružnosti a je možné detekovat tvorbu gelové sítě, což potvrzují výsledky měření v této práci. I v této části práce se potvrdilo tvrzení Štětiny J. a kolektivu [20], že se stoupající koncentrací karagenanu se zvyšuje tuhost gelu. Vzorky krémů s vyšší koncentrací karagenanu byly tužší v porovnání s krémy s nižší koncentrací karagenanu.

U vyrobených vzorků smetanových krémů byl optimální přídavek karagenanu mezi MPC III a MPC IV. Smetanový krém MPC V měl příliš tuhou konzistenci, ani jeho chuť nebyla tak příjemná a smetanová jako u ostatních krémů. Další navyšování karagenanu proto již nemá smysl.

ZÁVĚR

Bakalářská práce podává v teoretické části informace o historii sýru Mascarpone, o surovinách, které se pro výrobu smetanových krémů typu mascarpone používají a které výrazně ovlivňují sensorické a reologické vlastnosti smetanových krémů. Dále se teoretická část zabývá technologií výroby smetanových krémů typu mascarpone, která z velké části ovlivňuje vlastnosti, chuť i vzhled výsledné potraviny.

Experimentální část se zabývá měřením pH, stanovením obsahu sušiny a vyhodnocováním reologických vlastností vzorků smetanových krémů, které se lišily rozdílnou koncentrací karagenanu. Karagenan je látka zodpovědná za chování smetanových krémů v systému měření, které probíhalo na rotačním viskozimetru. Na základě získaných hodnot elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti a hodnot úhlu fázového posunu δ byla potvrzena skutečnost citlivosti smetanových krémů na zvyšující se koncentraci karagenanu. Bylo zjištěno, že čím bude smetanový krém typu mascarpone obsahovat vyšší koncentraci karagenanu, tím bude jeho viskozita vyšší a tím bude tužší. Naopak při nižší koncentraci karagenanu ve smetanovém krému bude smetanový krém více řidký, více roztékavý a jeho viskozita bude nižší.

Ze všech experimentálních analýz byl u vyrobených smetanových krémů vyhodnocen vhodný přídavek karagenanu mezi MPC III a MPC IV. Podle sensorické analýzy byly smetanové krémy s koncentrací 0,075 % a 0,100 % středně tuhé, vyznačovaly se příjemně smetanovou chutí i vůní a jejich barva byla krémová. Smetanový krém s koncentrací 0,125 % měl příliš tuhou konzistenci, jeho chuť nebyla tak příjemná a smetanová jako u ostatních krémů, proto již další navyšování karagenanu nemá smysl.

Dále bylo zjištěno, že pro slabé gely není vhodné zařazovat frekvenční závislost bezprostředně po zchlazení. Tyto gely jsou po fázi zchlazení málo pevné, tudíž dochází k jejich rozrušení i při velmi malých deformacích.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TOMS, Vojtěch. *Zpracování mléka na farmě* [online]. 1-24 [cit. 2019-01-21]. Dostupné z: http://www.smacr.cz/data/public/seminare/vzdelavaci_material_Toms.pdf
- [2] BURATTO, Tessa. *Mastering Mascarpone: What it takes to make a perfect batch of Mascarpone Cheese* [online]. 12-2010, 1-42 [cit. 2019-01-21]. Dostupné z: <https://digitalcommons.calpoly.edu/dscisp/40>
- [3] *Crave Brothers Mozzarella & Mascarpone* [online]. [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <https://www.thenibble.com/reviews/main/cheese/cheese2/whey/2006-10.asp#history>
- [4] DE ALMEIDA, Júlia, Carolinne DIAS a Stephanie PINTO. Probiotic Mascarpone-type cheese: Characterisation and cell viability during storage and simulated gastrointestinal conditions. *International Journal of Dairy Technology*. 2017. DOI: 10.1111/1471-0307.12457.
- [5] BRIGHENTI, T., S. C. GOVINDASAMY-LUCEY a J. J. JAEGGI. *Effects of processing conditions on the texture and rheological properties of model acid gels and cream cheese* [online]. 2018 [cit. 2019-03-22]. DOI: 10.3168/jds.2018-14391. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218304296>
- [6] *Vyhláška o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje: Vyhláška č.397/2016 Sb.* [online]. [cit. 2019-01-16]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-397>
- [7] Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. [online]. [cit. 2019-01-17]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1006039&docType=ART&nid=11307>
- [8] BABIČKA, L., KOUŘIMSKÁ, L.: *Drůbež a mléko ve výživě člověka: konference s mezinárodní účastí: 24. 5. 2006. 1. vyd.* Praha: Katedra kvality zemědělských produktů, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, 2006. 91 s. ISBN 80-213-1548-2.
- [9] HINRICHS, Jörg. *Mediterranean milk and milk products*. Steinkopff Verlag 2004, 2004, **43**(1). DOI: 10.1007/s00394-004-1104-8. ISSN 1436-6215
- [10] VORLOVÁ, L.: Proč mléko a mléčné výrobky nesmějí chybět v našem každodenním jídelníčku. *Potravinářská revue: odborný časopis pro výživu, výrobu potravin a obchod*. Praha: Agral, 2012, č. 5, s. 22-24.

[11] LEGAROVÁ, V.: Laktóza a její deriváty. Mlékařské listy. Praha: Výzkumný ústav mlékárenský, 2012, č. 131, s. 15-18.

[12] POLLMER, Udo a Brigitte SCHMELZER-SANDTNER. *Šokující pravda o výrobě potravin, aneb, Co byste měli vědět před nákupem potravin? : šílené krávy to není všechno--*. [1. vyd.]. Olomouc: Fontána, 2001, 256 s. ISBN 80-861-7960-5.

[13] BRIGHENTI, T., S. C. GOVINDASAMY-LUCEY a K. LIM. *Characterization of the Rheological, Textural, and Sensory Properties of Samples of Commercial US Cream Cheese with Different Fat Contents* [online]. 2008 [cit. 2019-03-22]. DOI: 10.3168/jds.2008-1322. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19038925>

[14] CARVALHO, T., S. C. SOUSA a R. I. PÉREZ-MARTÍN. *Physical and chemical characterization of mascarpone cheese with fish gelatin as a fat substitute* [online]. 2015 [cit. 2019-03-22]. Dostupné z:

http://novomar.cetmar.org/wp-content/uploads/2015/10/PDF_24.pdf

[15] DICKINSON, Eric. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*. 2003, **17**(1), p. 25-39. DOI: 10.1016/S0268-005X(01)00120-5. ISSN 0268-005X.

[16] WILLIAMS, P. A. a G. O. PHILLIPS. *Handbook of Hydrocolloids*. 2nd Edition. Woodhead Publishing, 2009. ISBN 978-1-84569-414-2.

[17] VELÍŠEK, J.. *Chemie potravin 1*, 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 352 s., ISBN 80-902391-3-7.

[18] IMESON, A. P. Carrageenan and furcellaran. PHILLIPS, G. O. a P. A. WILLIAMS. *Handbook of Hydrocolloids*. 2nd Edition. Woodhead Publishing, 2009, s. 164-185. ISBN 978-1-84569-414-2.

[19] IMESON, A. P. Carrageenan. PHILLIPS, G. O. a P. A. WILLIAMS. *Handbook of hydrocolloids*. Woodhead Publishing Limited, 2000, s. 87-102. ISBN 0-8493-0850-X.

[20] ŠTĚTINA, J., R. KOVÁČOVÁ a L. ČURDA. *Influence of processing and κ-carrageenan on properties of whipping cream* [online]. 2010, 471-478 [cit. 2019-04-04]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.02.010.

[21] ADEBOWALE A. A..Food rheology Dr. A. A. Adebowale. Foodelphi. [online]. [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <http://www.foodelphi.com/food-rheology-dr-aa-adebowale/>

- [22] *The Difference Between Elastic Materials and Viscoelastic Materials* [online]. [cit. 2019-01-28]. Dostupné z: <https://www.sorbothane.com/the-difference-between-elastic-materials-and-viscoelastic-materials.aspx>
- [23] *Basics of rheology* [online]. [cit. 2019-01-28]. Dostupné z: <https://wiki.anton-paar.com/en/basics-of-rheology/>
- [24] FEKETE R., GUŽELA Š., 2007: *Procesné strojnictvo*. Bratislava: Slovenská technická univerzita, 197 s. ISBN 9788022727662.
- [25] BRUMER, R.: *Rheology Essentials of Cosmetic and Food Emulsions*, 1st ed., Springer-Verlag, Berlin, 2006, ISBN-10: 3-540-25553-2
- [26] COLEMAN B. D., MARKOVITZ H., NOLL W.: *Viscometric Flows of Non-Newtonian Fluids*. Springer, Berlin 1966.
- [27] Newtonian fluid. [online]. [cit. 2019-01-16]. Dostupné z: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/413267/Newtonian-fluid>
- [28] Non-Newtonian fluids. [online]. [cit. 2019-01-16]. Dostupné z: <http://sciencelearn.org.nz/Science-Stories/Strange-Liquids/Non-Newtonianfluid>
- [29] BARNES H. A.: *A Review of the Slip (Wall Depletion) of Polymer Solutions, Emulsions and Particle Suspensions in Viscometers: its Cause, Character, and Cure*. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* 56 (1995)221-251.
- [30] BJÖRN, Annika, Paula SEGURA de La Monja a Anna KARLOSSON. *Rheological Characterization*. KUMA, Dr. Sunil. *Biogas* [online]. 63-76 [cit. 2019-01-28]. ISBN 978-953-51-0204-5. Dostupné z: http://cdn.intechopen.com/pdfs/31320/InTech-Rheological_characterization.pdf
- [31] PAVLÍNEK, Vladimír, STĚNIČKA a Miroslav MRLÍK. *Reologie potravin a kosmetických prostředků*. Zlín, 2015.
- [32] HOLUBOVÁ, Renata. *Základy reologie a reometrie kapalin* [online]. 2014 [cit. 2019-01-24]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/11920619-Zaklady-reologie-a-reometrie-kapalin.html>
- [33] *Seminář reologie*. Pragolab [online]. 2015 [cit. 2019-01-20]. Dostupné z: http://www.pragolab.cz/files/download/Seminar_reologie_2015.pdf

[34] *A Basic Introduction to Viscometers & Viscometry* [online]. 2016, 1-8 [cit. 2019-01-24]. Dostupné z: <https://miteshshrestha.files.wordpress.com/2018/03/a-basic-introduction-to-viscometry.pdf>

[35] DERKACH, S. R., N. G. VORON'KO a Yu. A. KUCHINA. *Molecular structure and properties of κ -carrageenan-gelatin gels* [online]. 2018, 66-74 [cit. 2019-04-06]. DOI: 10.1016/j.carbpol.2018.05.063.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	Plocha [m ²]
η	Dynamická viskozita [Pa·s]
ν	Kinematická viskozita [m ² s ⁻¹]
τ	Smykové napětí [Pa]
γ	Smyková deformace [-]
$\dot{\gamma}$	Rychlost smykové deformace [s ⁻¹]
ρ	Hustota [m ² s ⁻¹]
F	Síla [N]
l	Délka [m]
h	Tloušťka
G'	Elastický modul pružnosti [Pa]
G''	Viskózní modul pružnosti [Pa]
v	Rychlost [ms ⁻¹]
f	Frekvence [Hz]
T	Teplota [°C]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Tradiční technologie výroby Mascarpone. Upraveno dle [9]	19
Obrázek 2: Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace pro různé typy kapalin. Upraveno dle [31].....	27
Obrázek 3: Typy měřících systémů rotačních viskozimetrů (a) válec-válec, (b) kužel-deska, (c) deska-deska. Upraveno dle [31].....	31
Obrázek 4: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , a ztrátového modulu pružnosti, G'' , na skladování pro frekvence 1 Hz pro MPC I.....	38
Obrázek 5: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , a ztrátového modulu pružnosti, G'' , na skladování pro frekvenci 1 Hz pro MPC II.....	39
Obrázek 6: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , a ztrátového modulu pružnosti, G'' , na skladování pro frekvenci 1 Hz pro MPC III.....	40
Obrázek 7: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , a ztrátového modulu pružnosti, G'' , na skladování pro frekvenci 1 Hz pro MPC IV.	41
Obrázek 8: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , a ztrátového modulu pružnosti, G'' , na skladování pro frekvenci 1 Hz pro MPC V.....	42
Obrázek 9: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na viskózním modulu pružnosti, G'' , pro smetanový krém MPC I.....	43
Obrázek 10: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na čase pro smetanový krém MPC I.....	44
Obrázek 11: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na viskózním modulu pružnosti, G'' , pro smetanový krém MPC II.....	45
Obrázek 12: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na čase pro smetanový krém MPC II.....	46
Obrázek 13: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na viskózním modulu pružnosti, G'' , pro smetanový krém MPC III.	47
Obrázek 14: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na čase pro smetanový krém MPC III.	48
Obrázek 15: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na viskózním modulu pružnosti, G'' , pro smetanový krém MPC IV.	49
Obrázek 16: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na čase pro smetanový krém MPC IV.	50

Obrázek 17: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na viskózním modulu pružnosti, G'' , pro smetanový krém MPC V.	51
Obrázek 18: Závislost elastického modulu pružnosti, G' , na čase pro smetanový krém MPC V.	52
Obrázek 19: Závislost smetanových krémů na úhel fáze posunu po chlazení a po skladování.....	53

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Výsledky stanovení pH smetanových krémů MPC během skladování	35
Tabulka 2: Výsledky stanovení obsahu sušiny smetanových krémů MPC během skladování.....	36

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: <i>Protokol sensorického hodnocení</i>	65
---	----

PŘÍLOHA P I: PROTOKOL SENZORICKÉHO HODNOCENÍ

Jméno a příjmení:

Datum:

	Barva	Vůně	Chuť	Konzistence
Smetanový krém MPC				
Koncentrace karagenanu				
0,025 %				
0,050 %				
0,075 %				
0,100 %				
0,125 %				

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

Vůně

- 1 – velmi příjemná, smetanová
- 2 – příjemná, smetanová
- 3 – dobrá, bez pachů
- 4 – méně dobrá, nečistá, mírný zápach
- 5 – nevyhovující, výrazný zápach

Chuť

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

Konzistence

- 1 – vynikající, jemná krémová, příjemná, hladká, bez krupičky

2 – velmi dobrá, krémová, velmi jemná krupičkovost

3 – dobrá, řidší nebo tužší, jemná krupičkovost

4 – méně dobrá, tuhá nebo rozbředlá, písčítost

5 – nevyhovující, velmi tuhá nebo velmi rozbředlá