

Vliv teploty a doby skladování na viskoelastické vlastnosti vybraných smetan do kávy

Gabriela Přívarová

Bakalářská práce 2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Gabriela Přívarová**
Osobní číslo: **T15177**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Vliv teploty a doby skladování na viskoelastické vlastnosti vybraných smetan do kávy**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Stručně popište výrobu smetan se zaměřením na ošetření UHT
2. Popište změny tekutých mléčných výrobků v průběhu skladování
3. Stručně charakterizujte tekuté výrobky, kde je mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou

II. Praktická část

1. Založte skladovací pokus s nejméně dvěma UHT smetanami a nejméně jedním výrobkem, kde byl mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou
2. skladování výrobků po dobu šesti měsíců, při nejméně třech skladovacích teplotách
3. Sledujte vývoj změn viskozity a TBARS čísla v průběhu skladování
4. Vyhodnoťte výsledky a formulujte závěry

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] BÖHNER, Nadine, Ludmilla ADOLF, Thorsten TYBUSSEK, Klaus REIBLINGER, Mélissa VERIN a Horst-Christian LANGOWSKI. Influence of novel retail lighting on the quality of coffee cream in different types of packaging. *International Dairy Journal*. 2017, 2017(64), 37-47.

[2] IHARA, K., M. HIROTA, T. AKITSU, K. URAKAWA, T. ABE, M. SUMI, T. OKAWA a T. FUJII. Effects of emulsifying components in the continuous phase of cream on the stability of fat globules and the physical properties of whipped cream. *Journal of Dairy Science*. 2015, 2015(98), 2875-2883.

[5] BUŇKA, František. *Mlékárenská technologie I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013, 258 s. ISBN 978-80-7454-254-1.

[4] ROSHIDA, Dedin F., T. MULYANI a L. RESHITA SEPTALIA. A Comparative Study of Non-Dairy Cream Based on The Type of Leguminosae Protein Source in Terms of Physico Chemical Properties and Organoleptic. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016, 2016(9), 431-439.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. František Buňka, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 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: Gabriele Přívarová

Obor: CNTF

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, považuji 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 7.5.2016



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 nevdělečně 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 užit 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 přihlídá k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

[Handwritten signature]

[Handwritten text]

ABSTRAKT

Teoretická část této bakalářské práce se zabývala technologií výroby smetan se zaměřením na UHT záhřev, změnami tekutých mléčných výrobků v průběhu skladování a charakterizací tekutých výrobků, kde byl mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou. V praktické části této bakalářské práce byl založen skladovací pokus se třemi vzorky po dobu šesti měsíců při třech různých teplotách: chladírenské teplotě 5 ± 2 °C, pokojové teplotě 20 ± 2 °C a termostátové teplotě 40 ± 2 °C. Teplota 5 °C a 20 °C neměla výrazný vliv na změnu sekundárního oxidačního čísla ani na viskozitu vzorků, naopak teplota 40 °C měla za následek nárůst sekundárního oxidačního čísla a viskozity zejména mezi třetím a šestým měsícem skladování.

Klíčová slova: sekundární oxidační produkty, viskozita, smetana do kávy, skladovací pokus

ABSTRACT

The theoretical part of the thesis is focused on technology of cream production with a focus on UHT heating, changes of liquid dairy products during storage and characterization of liquid products, where the milk fat was replaced by the vegetable component. The practical part of the thesis is focused on storage experiment with three samples for six months at three different temperatures: refrigeration temperature 5 ± 2 °C, room temperature 20 ± 2 °C and thermostatic temperature 40 ± 2 °C. The temperature of 5 °C and 20 °C did not have a significant effect on the change of the secondary oxidation number nor on the viscosity of the samples on the other hand, the temperature of 40 °C resulted in an increase of the secondary oxidation number and viscosity especially between the third and sixth months of storage.

Keywords: secondary products of oxidation, viscosity, coffee cream, storage experiment

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu práce doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za odborné vedení, rady, připomínky a trpělivost.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině, přátelům a svému příteli za jejich podporu po celou dobu mého studia.

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

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 SMETANA.....	11
1.1 VÝROBA SMETANY	11
1.2 UHT OŠETŘENÍ.....	12
1.2.1 Systém nepřímého záhřevu	14
1.2.2 Systém přímého záhřevu	15
1.3 SMETANA DO KÁVY	16
1.3.1 Stabilizátory	17
2 ZMĚNY TEKUTÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ	18
2.1 VIZKOZITA	18
2.2 REOLOGIE MLÉKA A SMETANY	19
3 ROSTLINNÉ NÁHRADY	22
3.1 ROSTLINNÉ SMETANY DO KÁVY	23
II PRAKTICKÁ ČÁST	24
4 CÍL PRÁCE	25
5 MATERIÁL A METODIKA	26
5.1 POPIS EXPERIMENTU	26
5.2 METODIKA MĚŘENÍ	28
5.2.1 Stanovení sekundárních oxidačních produktů	28
5.2.2 Měření viskozity.....	28
6 VÝSLEDKY A DISKUZE	30
6.1 STANOVENÍ SEKUNDÁRNÍHO OXIDAČNÍHO ČÍSLA	30
6.2 STANOVENÍ VIZKOZITY	34
6.3 STANOVENÍ SUŠINY	38
6.4 SOUHRNNÁ DISKUZE	41
7 ZÁVĚR.....	43
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	44
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	47
SEZNAM OBRÁZKŮ	48
SEZNAM TABULEK.....	50

ÚVOD

Celosvětově je asi 550 milionů tun kravského mléka vyrobených za rok. Za předpokladu, že průměrný obsah tuku činí 4%, tato roční produkce mléka generuje přibližně 22 milionů tun mléčného tuku. Mléčný tuk je cenným zdrojem energie a do značné míry přispívá k chuti a struktuře mnoha mléčných výrobků a jiných potravin. Vlastnosti mléčného tuku jsou běžně uznávány jako zvýšení přijatelnosti a obratu těchto produktů. Slovo "Smetana" je již dlouhou dobu spojováno s prémiovými produkty jako mléčný tuk, který vyvíjí jedinečnou chuť, jeho vlastnosti z něj dělají také preferovanou složku mnoho dalších potravin. Neexistuje však jednotná definice smetany. Obecně je smetana považována za tekutinu, mléčný výrobek poměrně bohatý na tuk, který je ve mléce uložen ve formě emulze tuku v odstředěném mléce a ten je následně získán fyzikálním oddělením (odstředěním) syrového mléka od mléčného tuku[1].

Smetany se dělí podle různých druhů tučnosti. Toto zařazení upřesňuje vyhláška Ministerstva zemědělství číslo 397/2016 Sb. Tato bakalářská práce se však zabývá smetanou o tučnosti 10-15 %, jelikož právě smetana o této tučnosti je používána na výrobu smetany do kávy, dalším produktem, kterým se tato bakalářská práce zabývá, je tekutý výrobek, kde je mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou. U těchto výrobků byla zjišťována změna viskozity, sekundárního oxidačního čísla (TBARS číslo), pH a sušiny po dobu skladování při třech různých teplotách.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SMETANA

Dle vyhlášky Ministerstva zemědělství České republiky č. 397/2016 Sb. (v platném znění) se smetanou 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 mléka. Podle této vyhlášky je smetana (jako druh výrobku) rozdělena do skupin:

- tekutá smetana
- zahuštěná smetana
- sušená smetana

Tekutá smetana se dále dělí podle obsahu tuku na následující podskupiny:

- Smetana (obsah tuku více než 10 % hmotnostních)
- Smetana ke šlehání (obsah tuku více než 30 % hmotnostních)
- Smetana vysokotučná (obsah tuku více než 35 % hmotnostních)[1]

1.1 Výroba smetany

Obecně je smetana považována za tekutinu nebo mléčný výrobek poměrně bohatý na tuk, který je obsažen ve formě emulze tuku v odstředěném mléce a získaná fyzikálním oddělením tuku od syrového mléka. Ačkoli smetana je považována za typickou emulzi oleje ve vodě, jednoduchý proces, jako je například šlehání, může změnit fyzikální stav do tuhé pěny stabilizované tukem nebo do zcela spojené, oddělené tukové fáze. [2]

Výroba smetany obsahuje odstředění mléka a mléčného tuku (smetany), standardizaci, homogenizaci (zmenšení velikosti tukových kuliček) a tepelné ošetření. Poté se smetana balí do vhodných obalů. Jedním z nejdůležitějších předpokladů pro výrobu smetany je výběr kvalitního mléka od zdravých dojníc. Tato pravidla platí především pro specifické druhy smetan – smetana ke šlehání a smetana do kávy. Většina těkavých látek má náklonnost se adsorbovat na povrch tukových kuliček, dochází při odstředování ke zkoncentrování řady nežádoucích látek ve smetaně. Jedním z dalších problémů je přítomnost vzduchu, který může působit jako střed, kolem kterého se mohou shlukovat tukové kuličky. Nežádoucí roli zde sehrává i kyslík, který by mohl rozvíjet oxidační procesy a způsobit tak výskyt nežádoucích pachů a pachuť. Proto je vhodné zařadit do výrobních kroků i deaeraci a

dezodoraci. Tento krok je z důvodu odstranění většiny těkavých látek a také přítomného vzduchu. Smetanu musíme skladovat v uzavřených obalech a na místech, kde nemůže dojít do styku s pachově výraznými komoditami, jelikož velice dobře přejímá pachy.

Viskozita smetan může být ovlivněna objemovým podílem tukových kuliček a bílkovin. Nežádoucím vlivům těchto složek předcházíme například tepelným ošetřením, homogениzováním a správnými podmínkami při skladování smetany. Pasterované sladké smetany se pro minimalizaci obsahu volného tuku odsmetaňují. Trvanlivost smetan se pohybuje v rámci několika dnů (10-14 dnů) při dodržení chladírenských teplot. Vysoké teploty pasterace jsou z důvodu špatného vedení tepla smetanou, protože je obecně známo, že tuk vede špatně teplo a vyšší teploty jsou tedy důležité, kvůli inhibici mikroorganismů a jejich spor. Tyto vysoké teploty podporují denaturaci sérových bílkovin, jejichž význam je důležitý pro zvýšení antioxidační kapacity.

Z důvodu prodloužení trvanlivosti je možné vyrábět sterilované smetany nebo smetany podrobit UHT ošetření a následně za aseptických podmínek plnit do obalů.[3]

1.2 UHT ošetření

První pokusy o uchování mléka tepelným ošetřením byly vyrobeny Nicolasem Appertem v roce 1810. Byly neúspěšné, protože mléko koagulovalo během tepelného záhřevu. Asi v roce 1860, Louis Pasteur aplikoval nízký záhřev (proces nyní známý jako pasterizace), aby zachoval víno a pivo. Tento proces byl poprvé použit v mlékárenském průmyslu v roce 1885 N. Fjordem za účelem zlepšení mikrobiologické kvality smetany pro výrobu másla.[4]

Ultra vysoká teplota (UHT) je ošetření mléka kontinuálním procesem zaměřeným na výrobu "komerčně sterilního" produktu, tedy produktu, ve kterém budou bakterie při obvyklých skladovacích podmínkách nulové. Toto ošetření zahrnuje ohřev při teplotách vyšší než 130 °C (obvykle 138-150 °C) po dobu 1-10 s (obvykle 3-5 s).[3,5]

Základním principem UHT zpracování mléka je, že vysokoteplotní, krátkodobý záhřev způsobuje menší chemickou změnu než nízkoteplotní, dlouhodobý záhřev, sterilizace pomocí UHT záhřevu při 140 °C několik sekund způsobí mnohem méně chemických změn než sterilizace při 120 °C několik minut. Minimální kombinace času a teploty pro UHT záhřev je určena potřebou zničit bakterie a spory. Doba a teplota jsou kombinace, při kte-

rých je způsobeno maximální přijatelné množství chemických škod, obvykle stanovených na 3% zničeného vitamínu B1. V praxi je to nejnižší použitelná teplota, při které jsou spory zničeny v přiměřené době (135 °C), zatímco horní hranice je určena schopností zařízení (~150 °C), po velmi krátkou dobu držení této teploty. Při zvýšených teplotách jsou prakticky nemožné snížit tuto dobu u většiny zařízení.

Nominální doby držení jsou obvykle založeny na průměrných rychlostech částic ve výrobku. V závislosti na výrobku a rozměrech trubky, může být rychlost nejrychlejších částic několikrát vyšší než u nejpomalejších částic. Jako následek, při kombinacích času a teploty za nižší UHT teploty, mohou nejrychlejší částice přijat nedostatečné teplo a při kombinacích času a teploty v horní hranici mohou některé částice naopak být přehřáté. Je zvláště výhodné rozložení doby setrvání ve výdržníku pro zničení bakterií odolných vůči teplu a sporám. Kromě tepelného zpracování a aseptického balení, zahrnuje UHT zpracování plnotučného mléka také homogenizaci. Když je tato operace zařazena na konec sterilace, musí být homogenizace provedena asepticky. Homogenizace snižuje průměrnou velikost tuku kuličky v mléce od 3 do 0,5 mm. To výrazně snižuje rychlost, s jakou tuk stoupá v mléce během skladování. Ideální je, aby mléka UHT na povrchu nevytvářela vrstvu tuku i po skladování při pokojové teplotě až 9 měsíců. V praxi mnoho UHT mlék vytváří tukové vrstvy po uložení.

Ohřev při UHT zpracování, obvykle zahrnuje přehřátá pára (topné médium). Teploty použité pro UHT záhřev jsou vyšší než bod varu vody (a mléka), zpracování tedy musí být prováděné pod tlakem (<0,4 MPa), aby se zabránilo varu. Pára může být buď přímo smíchána s produktem (přímý ohřev) nebo nepřímo, používána prostřednictvím kovových trubek nebo kovové desky (nepřímý ohřev). V nepřímých systémech může být pára použita samostatně nebo přehřát vodu, která se pak používá jako topné médium. Existují však i další způsoby provedení vysokoteplotního záhřevu. Jsou to většinou elektrické záhřevy, které zahrnují mikrovlnný, radiofrekvenční, indukční, ohmický a elektrický ohřev trubek (ETH). První čtyři jsou v mlékárenském průmyslu málo využity. Elektrický záhřev je na druhou stranu používán již nějakou dobu pro zpracování UHT mléka a mléčných výrobků.[5,6,7,8]

1.2.1 Systém nepřímého záhřevu

Používá se nejběžnější typ systému pro výrobu UHT smetan a to trubkový výměník tepla. Různé výměníky tepla jsou k dispozici s nejběžnější konstrukcí trubice ve tvaru trubice a konstrukce soustředných trubek. V některých systémech voda nejdříve ohřívá trubku a tato trubka dále ohřívá uzavřený plášť, který zase ohřívá výrobek. Toto uspořádání s dvojitým pláštěm eliminuje riziko kontaminace produktu, pokud ohřátá trubka vytváří netěsnost. U deskových výměníků tepla dochází k vysokému přenosu tepla, kvůli velké kontaktní ploše lze dosáhnout vysoké úrovně turbulence. Nicméně, zde vznikají snadněji nápeky než u trubkových systémů a to díky úzkému kanálu, kterým produkt proudí.

Nepřímé UHT systémy využívají určitou tepelnou regeneraci, kdy horké mléko ohřívá studené mléko. Tímto způsobem nepřímého topného systému mohou dosáhnout 80-95 % využití energie, přičemž deskové systémy dosahují vyšších regeneračních rychlostí než trubkové systémy. V nepřímých systémech dochází k zahřátí mléka, které má být ohříváno v opačném směru k topnému médiu (horké mléko nebo pára). Tím se minimalizuje teplotní rozdíl mezi těmito dvěma toky, což zase snižuje množství znečištění na povrchu výměníku a umožňuje delší dobu provozních časů a lepší kvality produktu. Teplotní rozdíl by neměl být vyšší než 3 °C, jelikož vyšší teplotní rozdíl zvyšuje riziko tvorby nápeků.

Systém používající deskové výměníky tepla je podobný, přičemž výměníky tepla jsou desky namísto trubek. Počáteční ohřev se dosáhne regenerací předeřátého mléka, to ohřívá studené mléko a samo je ochlazeno. Mnoho nepřímých systémů zahrnuje úsek držení předeřívání, kde je mléko udržováno při teplotě asi 90 °C 30-60 s, než se začne zahřívát ve vysokoteplotní části. Ta je obecně známá jako část pro stabilizaci bílkovin, způsobuje denaturaci velké části syrovátkových bílkoviny (především α -laktoglobulinu) a zabraňuje tak denaturaci na stěnách topných trubek nebo desek. Znečištění nebo tvorba ložisek je hlavní problém systému nepřímého záhřevu. Nánosy omezují tok produktu přes trubky nebo desky a způsobují tak snížení tlaku a snížení přenosu tepla od topného média k produktu. To je více u deskových výměníků než u trubkových výměníků tepla. Typicky se vymezuje čas čištění a to u deskových systémech 12 hodin a v trubkových systémech do 16-20 hodin před částečným nebo úplným čištěním je nutné k odstranění zálohy.[5]

1.2.2 Systém přímého záhřevu

Jsou dva typy systémů přímého záhřevu, tyto systémy se liší pouze způsobem, ve kterém se smísí pára a produkt. V jednom systému, vstřikování páry, se pára smíchá s proudem vody (pára do produktu) přes trysku vstřikovače páry a v druhém systému je infuze páry, výrobek tedy projde parní infuzní komorou, sterilizace probíhá naplněnou párou pod tlakem (produkt do páry). Systém, který používá vstřikování páry má vstřikovač páry spíše než proudovou infuzní komoru. Přímé zahřívání se používá pouze pro vysoké teplotní sekce, jiné topné úseky využívají nepřímé zahřívání.[5]

Hlavním rysem přímého záhřevu je jeho vysoké zahřívání v porovnání s nepřímými systémy. Typické teploty jsou 60-70 °C na méně než 1 s, s některými systémy až 0,1 s. Toho je dosaženo využitím latentního tepla páry, v důsledku toho dochází ke kondenzování vody v mléku. Při zvýšení o 60 °C je množství kondenzované vody přibližně 11 % objemu produktu. Po přímém ohřevu na vysokou teplotu a po dobu několika vteřin se produkt dostane do vakuové komory, která splňuje dvojí úlohu, odstraňování vody a rychlé ochlazení produktu. Proto jsou vysokoteplotní zařízení a následné chladicí kroky velmi rychlé. To se zcela liší od situace pro nepřímý záhřev, kde záhřev a chlazení jsou mnohem pomalejší.

Pro stejný baktericidní účinek je tedy výhodnější rychlejší záhřev a chlazení při přímém záhřevu, to znamená, že může být dosažena vyšší sterilizační teplota a nedojte tak k nadměrným chemickým změnám ve výrobku. Nejvýznamnějším účinkem UHT mlék je nižší intenzita vařené chuti než v přímo ohřátém mléce. Vyznačuje se také mnohem pomalejším zahříváním před vysokoteplotním (přímým) zahřívacím krokem a pomalejším chlazením po vakuovém chlazení, tyto sekce jsou ohřívány / ochlazovány nepřímými prostředky převážně prostřednictvím tepelné regenerace.

Celková regenerace tepla v systémech, kde je přímý záhřev, se používá omezeně pro vysokoteplotní úsek (asi na 40%) jako velmi málo tepla odstraněného ve vakuové komoře. Přesné procento regenerace tepla je určeno hodnotou relativního množství použitého přímého a nepřímého záhřevu v celém systému. Sekce držení a předeřívání se obvykle nezahrnuje, znečištění systémů na topných plochách jsou mnohem menší než v nepřímých systémech. V infuzních systémech je vysoká teplota ohřívání, dochází tedy tepelnému k záhřevu v parní komoře dříve, jelikož se produkt dotýká kuželové základny komory, v tomto bodě je stěna obvykle "ochlazená" na přibližně 120 °C, což zabraňuje spálení. U systémů vstřikování páry se může část výrobku dostat do styku s horkým kovovým povrchem a

způsobit nějaké znečištění. Injektory jsou však navrženy tak, aby se toto riziko minimalizovalo. Homogenizace se provádí po úseku vysokého záhřevu (po proudu homogenizace) v přímém ohřevu velké kaseinové agregáty, které se mohou v procesu vytvářet. Tyto agregáty mohou dodat "křehkost" do mléka UHT. Proto musí být použity aseptické homogenizátory, kde dochází k určité homogenizaci parních injektorů v důsledku násilného míchání páry a získává se mléko s výslednými kavitačními a smykovými silami. [5]

1.3 Smetana do kávy

Smetana do kávy je oblíbeným produktem posledních let, využívá se ke „zbělení“ kávy, ovlivnění chuti a zpříjemnění konzumace kávy. Tučnost smetany do kávy se pohybuje obvykle mezi 10-12 % (hmotnostních), méně časté jsou smetany s vyšší tučností (15-20 % hmotnostních). Smetana do kávy je uváděna na trh jako trvanlivá. V dnešní době se smetana do kávy ošetřuje UHT záhřevem a poté je asepticky plněna do obalu, v dřívějších dobách docházelo ke sterilaci smetany přímo v obalech. Největším problémem při výrobě a skladování je tvorba agregátů bílkovin a tukových kuliček v horké kávě. Tukové kuličky jsou zvláště po homogenizaci pokryty denaturovanými sérovými a kaseinovými bílkoviny a tyto kuličky mohou tvořit interakce s bílkoviny smetany. Tyto interakce jsou ve smetaně nežádoucí. Vznik agregátu ve smetaně značně podporují vápenaté ionty, ty vytváří vazby s proteiny. pH kávy je blízké izoelektrickému bodu kaseinových bílkovin a to usnadňuje tvorbu agregátů. V horké kávě se tyto agregáty tvoří téměř vždy. Shluky, které jsou, větší než 100 μm jsou nežádoucí, jelikož jsou detekovatelné lidským okem. [2]

Homogenizace smetany je důležitým faktorem, který ovlivní tvorbu agregátů. Kdyby smetana nebyla homogenizována, byla by tvorba agregátů nižší nebo žádná. Jelikož díky homogenizaci ztrácí smetana termolabilitu, při této operaci se povrch tukových kuliček zmenšuje a obal tukových kuliček se porušuje. Tukové kuličky jsou poté obaleny do sérových a kaseinových bílkovin, ty reagují společně s volnými mléčnými proteiny za vzniku agregátů. Homogenizace je však nezbytnou technologickou operací u výroby UHT mlék či smetan. Stabilita smetany do kávy může být ovlivněna celou řadou faktorů:

- podmínky při výrobě smetany do kávy
- obsah složek ve smetaně
- vlastností vody, ze které byla káva vyrobena
- vlastnosti kávy [3]

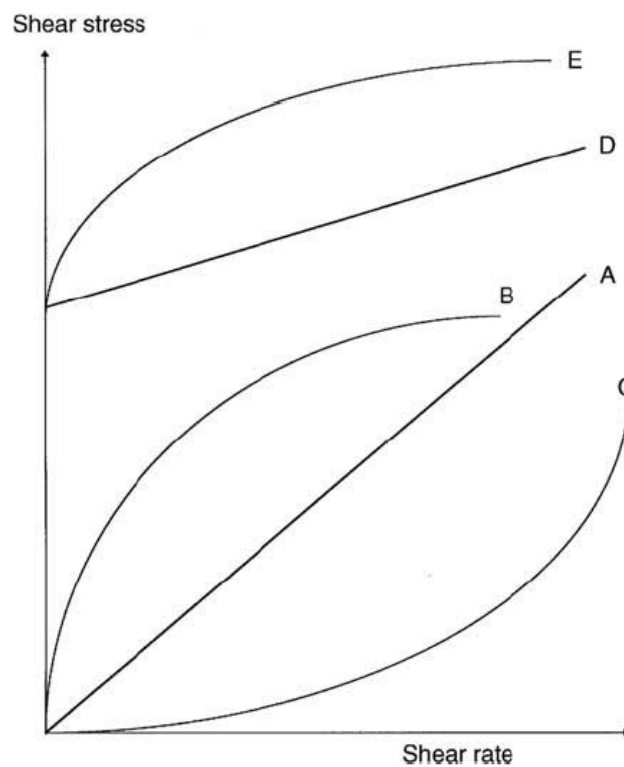
1.3.1 Stabilizátory

Stabilizátory se používají při výrobě smetan pro zvýšení stability. Většina těchto stabilizátorů reguluje dostupnost vápenatých iontů pro reakce, ze kterých vznikají agregáty. Mezi schválené potravinářské přídatné látky lze zařadit citronan sodný, hydrogenuhličitan sodný a některé sodné soli fosforečnanů. Modernější metody zahrnují například ultrafiltraci, kdy je preparát podroben iontové výměně a poté navrácen zpět do smetany. Jedná se o separaci plynů pomocí elektroosmózy. Tyto metody jsou šetrnější, protože nedochází k výrazným teplotním změnám suroviny. Ultrafiltrace zvyšuje trvanlivost smetan, a přitom nemění organoleptické ani chemické vlastnosti mléka. Pomocí hydrokoloidů, karagenanů nebo alginátu lze řešit problematiku houstnutí smetan, jelikož jsou legislativně uvedeny jako emulgátory, stabilizátory a zahušťovadla. Emulgátory jsou látky, které umožňují tvorbu emulze mezi dvěma nemísitelnými složkami, zahušťovadla jsou látky, které zvyšují viskozitu potraviny a stabilizátory jsou látky, díky nimž se udržují fyzikálně-chemické vlastnosti potraviny. [3,9,10]

2 ZMĚNY TEKUTÝCH MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

2.1 Viskozita

Viskozita (nebo "konzistence") je důležitou vlastností tekutých potravin v mnoha oblastech zpracování potravin. Například charakteristický pocit v ústech potravinářských výrobků, jako je kečup z rajčat, smetana, sirup a jogurt, závisí na jejich viskozitě. Viskozita mnoha tekutin se mění během ohřevu / chlazení nebo změnou koncentrace a to má významné účinky např. tlak potřebný k čerpání těchto produktů. U všech tekutin klesá viskozita se zvyšující se teplotou, ale pro většinu plynů se s teplotou zvyšuje. Viskozita může být myšlena jako vnitřní odpor kapaliny vůči toku. Kapalina může být považována za sérii vrstev, a když proudí přes povrch, nejvrchnější vrstva proudí nejrychleji a přitahuje další vrstvu podél mírně nižší rychlosti a tak dále přes vrstvy, dokud je vedle této vrstvy stacionární. Síla, která pohybuje kapalinou, je známá jako smyková síla nebo "smykové napětí" a gradient rychlosti je známý jako "smyková rychlost". Pokud je smykové napětí naměřeno proti smykové rychlosti, většina jednoduchých kapalin a plynů vykazuje lineární vztah a tyto kapaliny jsou nazývány "newtonovskými" tekutinami. Příklady zahrnují vodu, většinu olejů, plynů a jednoduché roztoky cukrů a solí. Kde je vztah nelineární, jsou tekutiny označovány jako "ne-newtonské". Mnoho tekutých potravin jsou ne-newtonské, včetně emulzí, suspenzí a koncentrovaných roztoků, které obsahují škroby, pektiny, gumy a bílkoviny. Tyto kapaliny často vykazují newtonské vlastnosti v nízkých koncentracích, ale protože koncentrace roztoku zvyšuje viskozitu, ta se rychle zvyšuje a dochází k přechodu na jiné než newtonské vlastnosti. Ne-newtonovské tekutiny lze obecně klasifikovat do následujících typů: Pseudoplastická tekutina (viskozita se snižuje se zvyšující se smykovou rychlostí například emulze a suspenze, jako jsou koncentrované a čisté ovocné šťávy), Dilatační tekutina (viskozita se zvyšuje se zvyšující se smykovou rychlostí. Toto chování je méně obvyčejné, ale nachází se s kapalnou čokoládou a kukuřičnou suspenzí), plastické tekutiny Binghamská nebo Cassonská (neexistuje žádný průtok, dokud nedosáhne kritického střížného napětí a potom je smyková rychlost buď lineární (typu Bingham) nebo nelineární (typu Casson) například kečup z rajčat), Tixotropní tekutina (struktura se rozkládá a viskozita klesá s pokračujícím smykovým namáháním například většina krémů). Změny viskozity (A) Newtonovské tekutiny a různých druhů ne-newtonských tekutiny: (B) Pseudoplastická tekutina; (C) Dilatační tekutina; (D) Binghamská plastová tekutina a (E) Cassonská plastová kapalina.[11,12]



Obrázek 1: Newtonské a Ne-newtonské tekutiny, A - Newtonské a některé druhy Ne-newtonovských tekutin, B – Pseudoplastická tekutina, C – Dilatační tekutina, D – Binghamská tekutina, E – Cassonská tekutina

2.2 Reologie mléka a smetany

Smetana do kávy, lehký typ smetany s obsahem nejméně 10% mléčného tuku, běžně se používá ke zjemnění chuti kávových nápojů. Ačkoli už bylo studováno uchování mléka při skladování (Bekbölet, 1990), smetana do kávy je zřídka zkoumána.[13]

Průtokové charakteristiky (reologie) emulzí jsou předmětem zásadního významu jak z hlediska základního, tak z hlediska aplikovaného. Na základní úrovni je reologie emulzí přímým projevem různých interakčních sil, které se vyskytují v systému. Různé procesy, které se vyskytují v emulzních systémech, jako je kreming a sedimentace, flokulace, koalescence, Ostwaldovo zrání a fázová inverze, mohou být zkoumány různými reologickými technikami. [14]

Lze použít různé metody, jako jsou měření smykového namáhání jako funkce smykové rychlosti (ustálený stav), deformace jako funkce času při konstantním zatížení (creep) a oscilačních technikách. Kromě toho mohou být vlastnosti mezifázového filmu (povrchově

aktivní látky, polymeru nebo jejich směsí) studovány z výzkumu interfaciální reologie filmu, jako je jeho viskozita a elasticita. Jak uvidíme později, interfaciální reologické vyšetření poskytují základní pochopení různých procesů rozkladu v emulzích, jako je například ztenčení a narušení kapalných filmů a koalescence kapiček. U aplikované úrovně je studium reologie emulzí důležité v mnoha průmyslových aplikacích, jsou to například:

- potravinářské emulze
- kosmetiku
- barvy
- agrochemikálie
- léčiva
- bitumenové emulze
- inkousty a povlaky z papíru
- lepidla a mnoho domácích výrobků.[14]

Reologie mléka je důležitá pro texturu a stabilitu mléčných výrobků, návrh procesů a základní výzkum. Reologické chování mléčných výrobků je složité a silně závislé na teplotě, na koncentraci a fyzikálním stavu dispergovaných fází. Mléko a smetana obvykle vykazují Newtonovo chování, když jsou produkty čerstvé, teploty jsou vyšší než 40 °C, obsah tuku je nižší než 40 % a smyková rychlost je nízká. Odchylka od newtonovského chování se zvyšuje s vyšším obsahem tuku a celkovým obsahem tuhých látek a teplota klesá při nízké smykové rychlosti.[15]

V literárních zprávách jsou rozdíly ve vykazovaných tokových vlastnostech tekutých mléčných výrobků velké. Tato odchylka může být částečně připisována různým typům použitých viskozimetrů. Viskozimetry s kapilární trubicí byly používány kvůli jejich dobré citlivosti na tekutiny s nízkou viskozitou, jako je mléko. Yamamoto a kolektiv používal kapilární viskozimetr s nízkou smykovou silou s plynulou proměnnou tlakovou hlavou k prozkoumání průtokových vlastností lidského i hovězího mléka. Bylo zjištěno, že tato mléka mají ne-newtonské chování. Taková analýza však může být komplikována pro heterogenní systémy, jako je mléko, kvůli změně smykových rychlostí produkovaných kapilárním prouděním. Kónické a deskové nástroje tradičně poskytují lepší jednotnost smykové rychlosti, ale na úkor citlivosti. Rozvoj přesnějších a citlivějších nástrojů, v kombinaci s vývojem sofistikovaných softwarových systémů pro řízení přístrojů, sběru dat a analýzu dat, usnadnilo reologické zkoumání složitých tekutin. Reometry s kónickým a deskovým uspořádáním se proto nyní používají pro reologii potravin.

Ke zkoumání reologie obchodně zpracovaných mlék a k určení parametrů viskozity směsi zmrzliny při pasterizačních teplotách byly provedeny studie s použitím kužele a desky. V této studii byl aplikován řízený reometr pro měření reologických vlastností různých typů mléčných tekutin. Povrchové napětí kapalných mléčných výrobků je další základní fyzikální vlastnost, která souvisí se stabilitou pěn, emulzí a filmů, a také ovlivňuje průmyslové procesy, jako je frakcionace a koncentrace. Mléko obsahuje několik povrchově aktivních složek (např. Bílkovin, volných mastných kyselin a derivátů membrány globule a mléčného tuku), které ovlivňují povrchové vlastnosti (např. Povrchové napětí) a sypké vlastnosti (např. Tvorba micel a tvorby globulek). Povrchové napětí mléčných tekutin bylo popsáno v četných studiích zahrnujících Wilhelmyho deskovou metodu, metodu Du Nouy ring, metodu spadlých kapek a oscilační paprsek. Podobně jako u reologických vlastností má teplota velký vliv na povrchové napětí. [15,16]

3 ROSTLINNÉ NÁHRADY

Vývoj rostlinných potravin a nápojů se stává stále oblíbenějším. Existuje totiž rostoucí poptávka po použití přírodních složek v potravinářské výrobě. A to z důvodu růstu obav spotřebitelů o vnímání etických, zdravotních a environmentálních otázek. Jako výsledek je, že výrobci hledají přírodní alternativy založené na mikrobiálních nebo rostlinných produktech do mnoha syntetických nebo živočišných složek potravin používaných v potravinách. [17,19,20]

Výrobky, ve kterých je mléčný tuk nahrazen rostlinným olejem, se nazývají rostlinnou smetanou nebo ne-mléčnou smetanou. Tyto smetany se používají v pekárnách například pro výrobu náplní koláče. Obvykle jsou stabilnější než mléčná smetana na šlehání. Většina těchto produktů nemůže být smíchaná s mléčnou smetanou, kvůli neslučitelnosti jejich krystalů. Kompozice pro takové smetany jsou různorodé a závisí na tom, pro které jsou vyrobeny. Mohou být jednoduše šlehatelné a nahradit mléčnou smetanu, nebo využity pro svou stabilitu při zmrazení. Mohou být také využity pro nízko kalorické produkty v kombinaci s rostlinným tukem. Ne-mléčné krémy jsou smísitelné s mnohem nižší hladinou tuku než s mléčnou smetanou, která je šlehavá nad 25 %. K výrobě krémů stabilních proti mrazu musí být jejich obsah cukru >12 %, množství tuku musí být také vyšší, stejné podmínky platí pro krémy s dlouhodobou stabilitou pro šlehání. Vlastnosti vázané vody lze zlepšit zvýšením obsahu sušiny cukry (cukr, dextróza, glukóza sirup). Navíc tyto složky poskytují plný pocit v ústech. Tekuté krémy mohou být naplněny do velkých průmyslových obalů nebo do menších spotřebitelských obalů a takto zabalené produkty jsou dále prodávány potravinářským firmám pro jejich další zpracování, nebo jsou prodávány v tržní síti. Jejich výhoda, kromě vyšší stability a vyšší šlehatelnosti, je cena, která je mnohem nižší než u mléčné smetany. Malé balení pro domácnost obsahuje obvykle 250 g, ale jsou k dispozici také krémy v práškové formě.[18]

3.1 Rostlinné smetany do kávy

Rostlinné emulgátory mohou být vhodné pro široké použití řady různých potravin a nápojů. Například při výrobě mléčných smetan určených pro horké kávy, neboť většina komerčních smetan do kávy je běžně vyrobena s mléčnými bílkoviny. Vzhledem k vzestupu spotřeby kávy se začala smetana do kávy vyrábět z rostlinných emulgátorů, tyto smetany poskytují více možností pro spotřebitele, kteří hledají alternativy za živočišnou smetanu. Dobrá smetana do kávy by měla mít značný počet vlastností:

- měla by zůstat stabilní po přidání k horkému, kyselému roztoku kávy
- měla by bělit kávu
- měla by neutralizovat kyselost
- a především by měla přinášet žádoucí texturu a pocit v ústech [17]

Emulze typu olej ve vodě používané jako smetany jsou pečlivě navrženy tak, aby nedošlo k jejich destabilizaci během skladování nebo po přidání do kávy. Tato destabilizace se může vyskytovat prostřednictvím řady mechanismů, včetně vložování (vločky na povrchu, nebo v celém objemu nápoje), odolejování (volný olej na povrchu), nebo sedimentace (sedimenty v dolní části). K destabilizaci typicky dochází v důsledku agregace proteinových molekul, nebo olejových kapiček uvnitř smetany, které mohou být výsledkem řady faktorů:

- tepelná agregace způsobená vysokými teplotami v kávě
- izoelektrická agregace způsobená skutečností, že pH v kávě může být v blízkosti izoelektrického bodu volných nebo adsorbovaných proteinů
- a elektrostatická agregace způsobená screeningem elektrostatických odpuzivých interakcí v přítomnosti rozpustných solí

Schopnost smetany bělit kávu závisí na velikosti a koncentraci jakýchkoli koloidních částic, které obsahují rozptylové světlo, jako jsou kapičky oleje nebo proteinové agregáty. Zejména, síla bělení suspenze olejových kapiček je nejsilnější, když průměrná velikost kapiček je kolem 200 nm. Tyto rostlinné smetany musí zůstat stabilní během skladování a po přidání do horkých a kyselých roztoků kávy. [19,21]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem teoretické části této bakalářské práce bylo:

- Popsat technologii výroby smetany se zaměřením na UHT záhřev
- Popsat změny tekutých mléčných výrobků v průběhu skladování
- Charakterizovat tekuté výrobky, kde je mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou

Cílem praktické části této bakalářské práce bylo:

- Založit skladovací pokus se dvěma smetanami a jedním výrobkem, kde je mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou
- Skladovat tyto výrobky po dobu šesti měsíců při třech různých teplotách
- Sledování vývoje změn viskozity, pH, sušiny a sekundárního oxidačního čísla v průběhu skladování

5 MATERIÁL A METODIKA

5.1 Popis experimentu

Cílem této bakalářské práce bylo založit skladovací pokus se dvěma smetanami a jedním výrobkem, kde byl mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou a v tomto pokusu dále sledovat vývoje změn viskozity, pH, sušiny a sekundárního oxidačního čísla (TBARS číslo).

Tento pokus probíhal při třech různých teplotách po dobu šesti měsíců. Teploty skladovacího pokusu byly:

- 5 ± 2 °C (lednice)
- 22 ± 2 °C (sklad)
- 40 ± 2 °C (termostat).

Cílem pokusu bylo zjistit jaký vliv má teplota a doba skladování na zdánlivou viskozitu smetan do kávy. Vzorky byly označeny jako vzorek 1, 2 a 3. Složení vzorků se uvádí v tabulce 1. U vzorků se měřila viskozita, pH a TBARS i hned po zakoupení v tržní síti (označení vstup). Dále byly měřeny po prvním, druhém, třetím a šestém měsíci (označení v rámci měření udává tabulka 2).

Tabulka 1: Složení vzorků použitých pro skladovací pokus

Vzorek	Složení	Datum spotřeby
1	Čistá smetana, ošetřena UHT, homogenizována. Obsah tuku 10 %.	28.8 2017
2	Smetana, stabilizátor E 407, ošetřeno UHT. Obsah tuku 10 %.	15.8 2017
3	Odtučněné mléko, kokosový tuk 10 %, zvlhčující látka: sorbitol, emulgátory: E 471, E 481, regulátor kyselosti E 339, stabilizátory: E 407, E 340. Ošetřeno UHT. Obsah tuku 10 %.	3.9 2017

Tabulka 2: Označení vzorků pro měření

Vzorek	Teplota skladování		
	5 °C Lednice	20 °C Sklad	40 °C Termostat
A	A_L (1M-6M)	A_S (1M-6M)	A_T (1M-6M)
B	B_L (1M-6M)	B_S (1M-6M)	B_T (1M-6M)
C	C_L (1M-6M)	C_S (1M-6M)	C_T (1M-6M)

5.2 Metodika měření

5.2.1 Stanovení sekundárních oxidačních produktů

Sekundární oxidační produkty byly stanoveny jako TBARS číslo. K 10 ml smetany bylo přidáno 10 ml H₂O, 1,5 ml kyseliny trichloroctové (1g/ml, Penta, ČR) a 3 ml ethanolu. Roztok byl promíchán a po 5-ti minutách zfiltrován. Poté se odebraly 4 ml filtrátu a k nim se přidal 1 ml ethanolického roztoku TBA o koncentraci 1,4 g TBA (Sigma Aldrich, ČR) rozpuštěného ve 100 ml ethanolu. Vzorky byly inkubovány 60 minut při teplotě 60 °C a následně byla měřena absorbance při vlnové délce 450 nm. Hodnota TBARS je vyjádřena jako hodnota absorbance při 450 nm.

5.2.2 Měření viskozity

Za použití rotačního viskozimetru HAAKE RheoStress1 (Thermo Scientific, USA) byla naměřena viskozita a ta byla dále zaznamenána pomocí softwaru RheoWin. Měření probíhalo ve třech fázích:

- 1. fáze – promíchávání vzorku při rychlostním gradientu 40 s⁻¹ po dobu 60 s
- 2. fáze – měření při zvyšování gradientu smykového napětí z 0 s⁻¹ na 200 s⁻¹ po dobu 120 s
- 3. fáze – měření zdánlivé viskozity při rychlostním gradientu 40 s⁻¹ po dobu 60 s

Před začátkem měření byly smetany temperovány na 35 °C ve spotřebitelském obalu, z důvodu ztekucení mléčného tuku. Po temperování byly vzorky homogenizovány protřepáním v obalu. Pro samotné měření byl vždy odebrán 1 ml smetany, který byl vložen do geometrie pro měření a vytemperován na 25 °C. Geometrie byla zvolena válec – válec.

Data získaná z měření byla zpracována v Excelu a podrobeny nelineární regresi. Pro nelineární regresi platí vztah, kdy je závislost dvou proměnných smykového napětí τ a gradientu rychlosti $\dot{\gamma}$, vyjádřena křivkou. Byl použit časově nezávislý reologický model Ostwald – de Waele, tento model byl použit pro výpočet hodnot smykového napětí. Je to velmi často používaná rovnice k popisu reologického chování tekutin.

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$$

kde K je koeficient konzistence, n je index toku. Koeficienty konzistence a indexy toků byly získány pomocí nástroje Řešitel. Průměrné hodnoty, směrodatné odchylky i variační koeficienty byly rovněž počítány pomocí Excelu.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Stanovení sekundárního oxidačního čísla

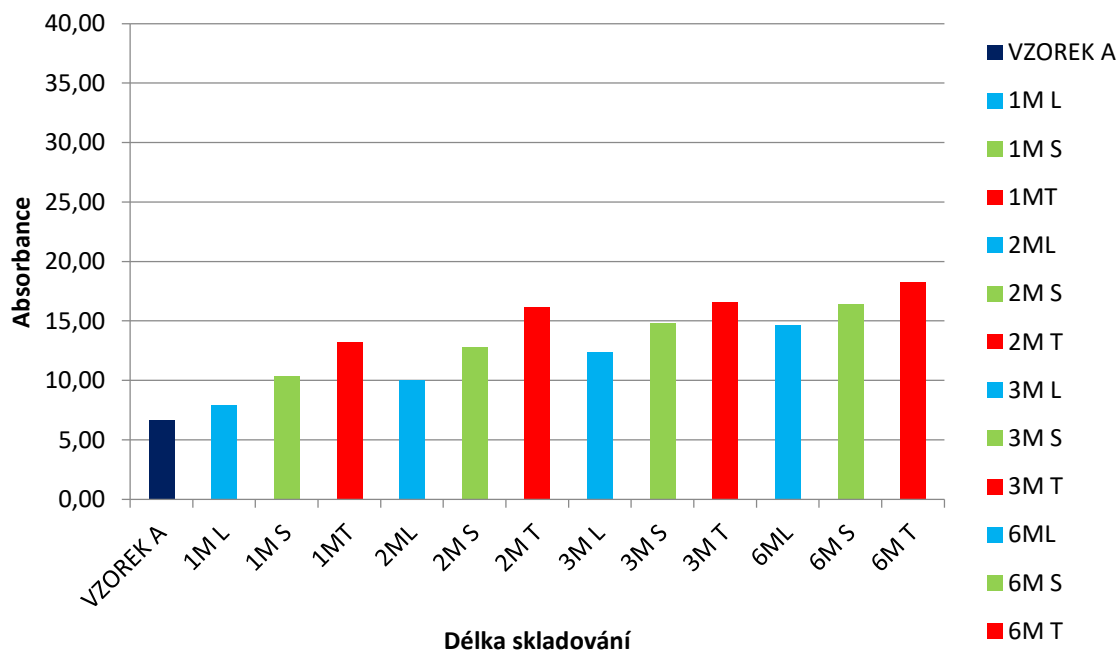
Již při technologických úpravách mléka podléhají mléčné lipidy řadě fyzikálních změn, jsou to např.: autooxidace, tvorba trans mastných kyselin a oxidace. Během zpracování a skladování dochází k oxidaci tuků a to má za následek změnu barvy, chuti, textury, nutriční ztráty a takto znehodnocená potravina již není bezpečná.

Sekundární oxidační produkty nalézáme jako uhlovodíky s krátkými řetězci. Nejčastějším produktem je malondialdehyd, který vzniká jako sekundární produkt oxidace polynenasycených mastných kyselin, je schopen například reagovat s bázemi nukleových kyselin a představuje tak jeden z nejvíce mutagenních produktů lipidní peroxidace. MDA je využíván jako biomarker peroxidace lipidů (metabolite target analysis), zejména díky jednoduché reakci s kyselinou thiobarbiturovou (TBARS číslo). V kyselém prostředí a v přítomnosti antioxidačního činidla vzniká barevný komplex, který se měří spektrofotometricky.

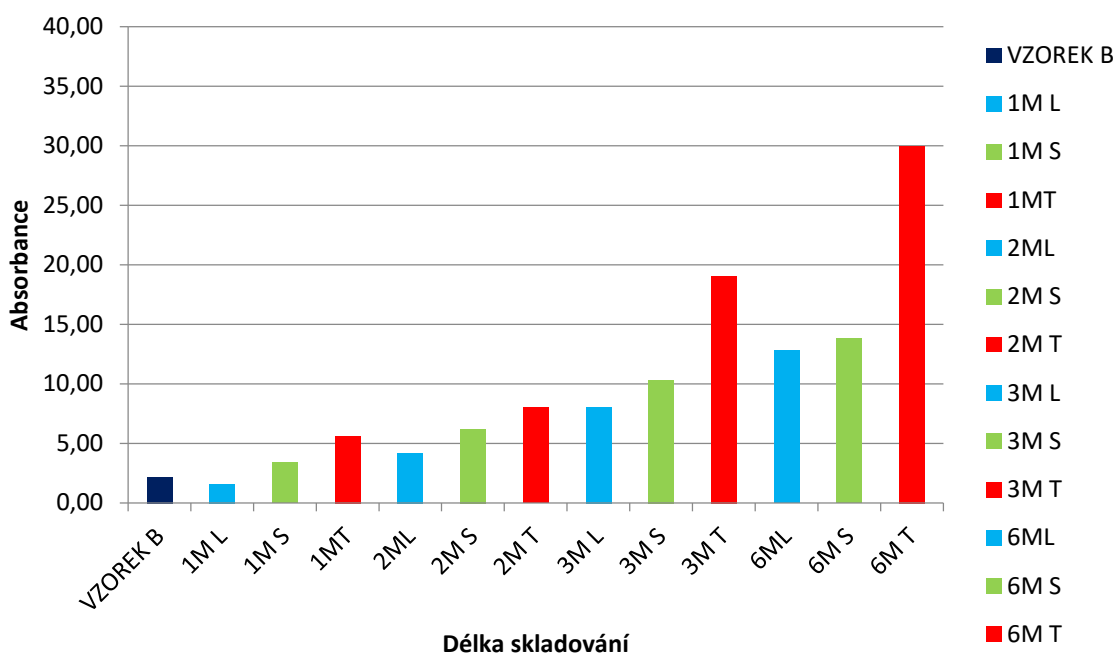
Změny TBARS čísla při různých teplotách po dobu skladování šesti měsíců jsou vidět na obrázku 2, 3 a 4. Nevýraznější změna TBARS čísla je vidět u vzorku číslo 3 a to při teplotě 40 °C. Tato změna jde vidět již po prvním měsíci skladování u všech tří vzorku při všech třech teplotách, ale nejmarkantnější je u termostatové teploty, což byla teplota 40 °C. Na obrázku číslo 2 je ukázán vývoj TBARS u vzorku 1, vznik sekundárních oxidačních produktů je pozvolný, toto pozvolné vzrůstání je zapříčiněno tím, že hodnota TBARS je závislá na rozpadu hydroperoxidů. Maximální hodnota TBARS je naměřena v šestém měsíci.

Ve vzorku 2 byl nárůst TBARS pozvolný do druhého měsíce, ve třetím měsíci hodnota výrazněji vzrostla při teplotě 40 °C a v šestém měsíci při této teplotě je hodnota maximální, na obrázku číslo 3 můžeme vidět největší nárůst sekundárně oxidačního čísla. Je totiž dokázáno, že při vyšších teplotách skladování nastává rychlejší rozpad hydroperoxidů, ty jsou prekurzory pro tvorbu sekundárního oxidačního čísla.

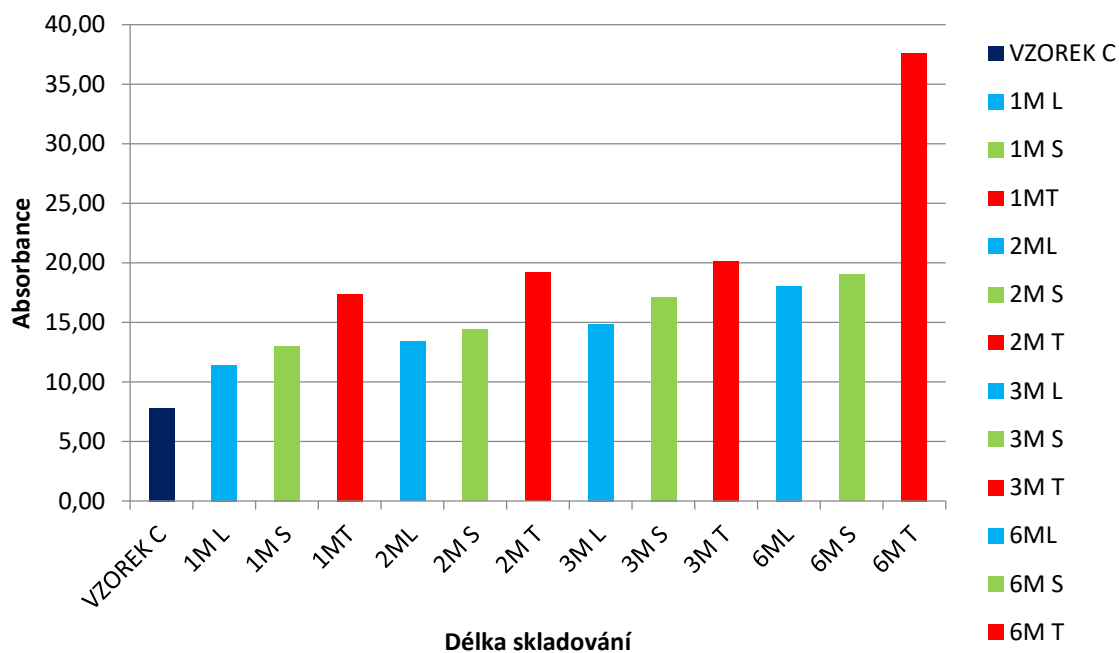
U vzorku 3 na obrázku 4 můžeme vidět markantní nárůst mezi třetím a šestým měsícem u teploty skladování 40 °C, do té doby byl nárůst TBARS pozvolný jako u předchozích vzorků. I tady jako u ostatních vzorků můžeme vidět, že teplota skladování je významný faktor, který ovlivňuje rozpad hydroperoxidů ve vzorku.



Obrázek 2: Změna sekundárně oxidačního čísla při různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku A – **Červeně** jsou vzorky A skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Zeleně** jsou vzorky A skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Modře** jsou vzorky A skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Tmavě modře** je počáteční stav vzorku A



Obrázek 3: Změna sekundárně oxidačního čísla při různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku B – **Červeně** jsou vzorky B skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Zeleně** jsou vzorky B skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Modře** jsou vzorky B skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Tmavě modře** je počáteční stav vzorku B



Obrázek 4: Změna sekundárně oxidačního čísla při různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku C – **Červeně** jsou vzorky C skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Zeleně** jsou vzorky C skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Modře** jsou vzorky C skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Tmavě modře** je počáteční stav vzorku C

6.2 Stanovení viskozity

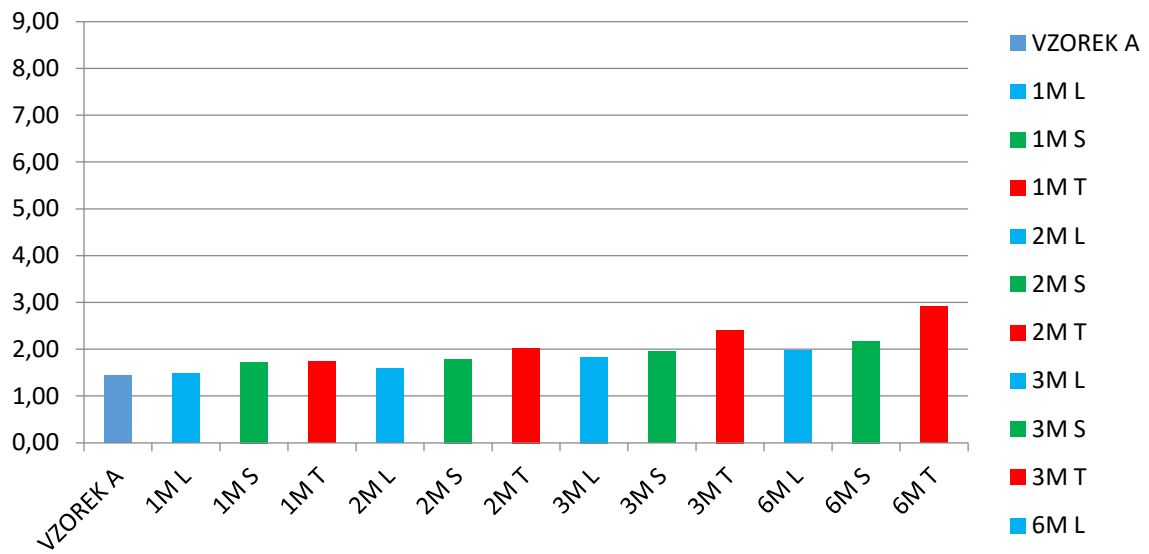
V této fázi pokusu bylo zjišťováno, jaký vliv má teplota a doba skladování na změnu viskozity a reologických charakteristik K a n u dvou vzorků smetan a jednoho rostlinného výrobku. Tento pokus byl založen se třemi vzorky A, B a C po dobu skladování šesti měsíců při třech teplotách a to při chladírenské teplotě 5 ± 2 °C, pokojové teplotě 20 ± 2 °C a při termostatové teplotě 40 ± 2 °C.

U vzorku A můžeme vidět největší změnu při termostatové teplotě 40 °C. Změna viskozity je postupná ne příliš výrazná, ale při této teplotě je nejvíce viditelná. Naopak při chladírenské teplotě 5 °C je změna zdánlivé viskozity takřka zanedbatelná i po šesti měsících skladování. Tato změna je stejná i u pokojové teploty 20 °C. Výsledky zdánlivé viskozity vzorku A lze vidět na obrázku 5.

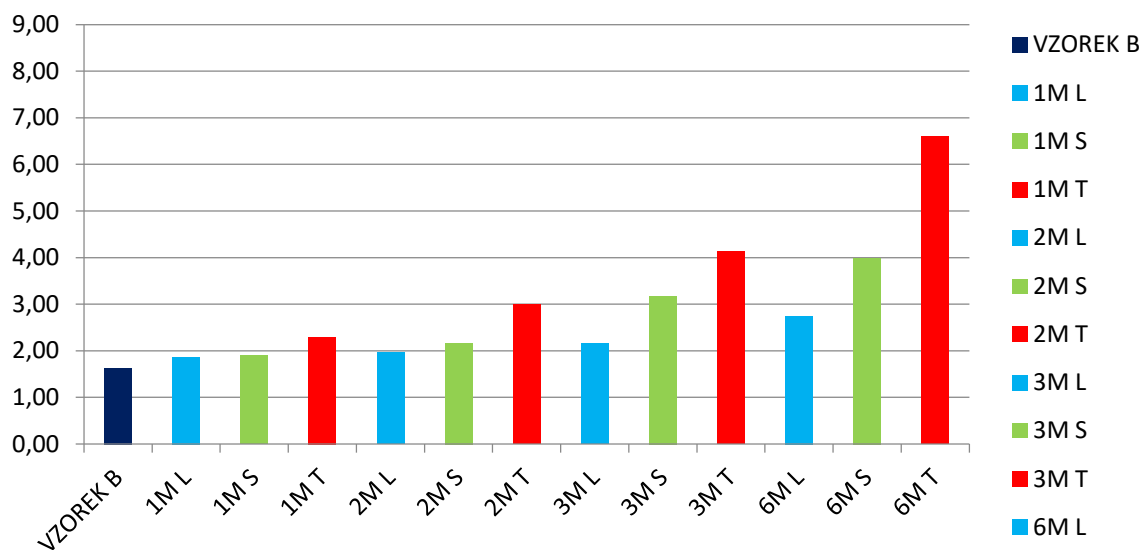
U vzorku B je u chladírenské teploty 5 °C nárůst viskozity postupný, avšak tento nárůst je velmi malý. Při pokojové teplotě 20 °C je nárůst také postupný, ale už je zde vidět větší změna v nárůstu viskozity po dobu skladování šesti měsíců. Nejvýraznější skok u této teploty nastává mezi třetím a šestým měsícem. Ovšem při teplotě 40 °C (termostat) je nárůst zdánlivé viskozity největší a také ho zde nejlépe pozorovat. Tento nárůst zapříčinila vysoká teplota a také to, že vzorek B obsahuje stabilizátor E 407. Nárůst začíná být viditelný mezi druhým a třetím měsícem největší „skok“ je ale viditelný mezi třetím a šestým měsícem skladování. Výsledky vzorku B můžete vidět v grafu, který je zobrazen na obrázku 6.

Ve vzorku C jsou nejlépe viditelné změny viskozity opět u teploty 40 °C (termostat) a to mezi třetím a šestým měsícem, do této doby nebyly změny nijak výrazné, ale po třetím měsíci nastal výrazný „skok“ a vzorek C měl nejvyšší viskozitu. Při teplotě 20 °C (sklad) je růst menší a lineární, teplota 5 °C (lednička) je podobná, až stejná jako teplota 20 °C. Graf s výsledky lze vidět na obrázku 7.

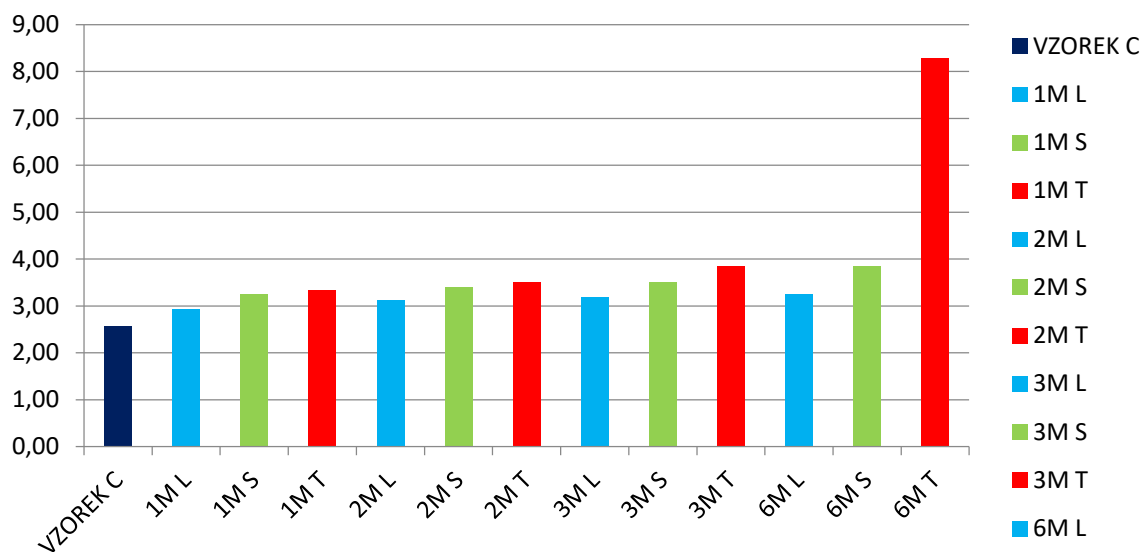
Toto měření probíhalo ve dvou fázích a to fázi - ve 2. při zvyšujícím se gradientu smykového napětí a 3. fázi – při měření zdánlivé viskozity.



Obrázek 5: Změna viskozity při třech různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku A – **Červeně** jsou vzorky A skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Zeleně** jsou vzorky A skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Modře** jsou vzorky A skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Tmavě modře** je počáteční stav vzorku A



Obrázek 6: Změna viskozity při třech různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku B – **Červeně** jsou vzorky B skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Zeleně** jsou vzorky B skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Modře** jsou vzorky B skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Tmavě modře** je počáteční stav vzorku B



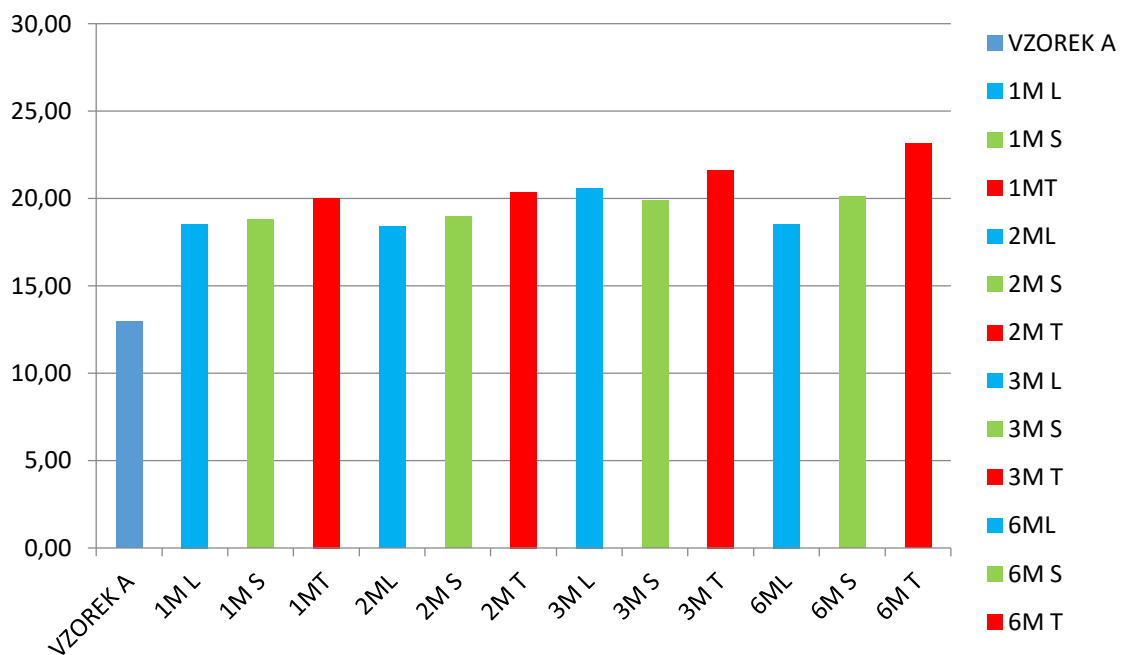
Obrázek 7: Změna viskozity při třech různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku C – **Červeně** jsou vzorky C skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Zeleně** jsou vzorky C skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Modře** jsou vzorky C skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Tmavě modře** je počáteční stav vzorku C

6.3 Stanovení sušiny

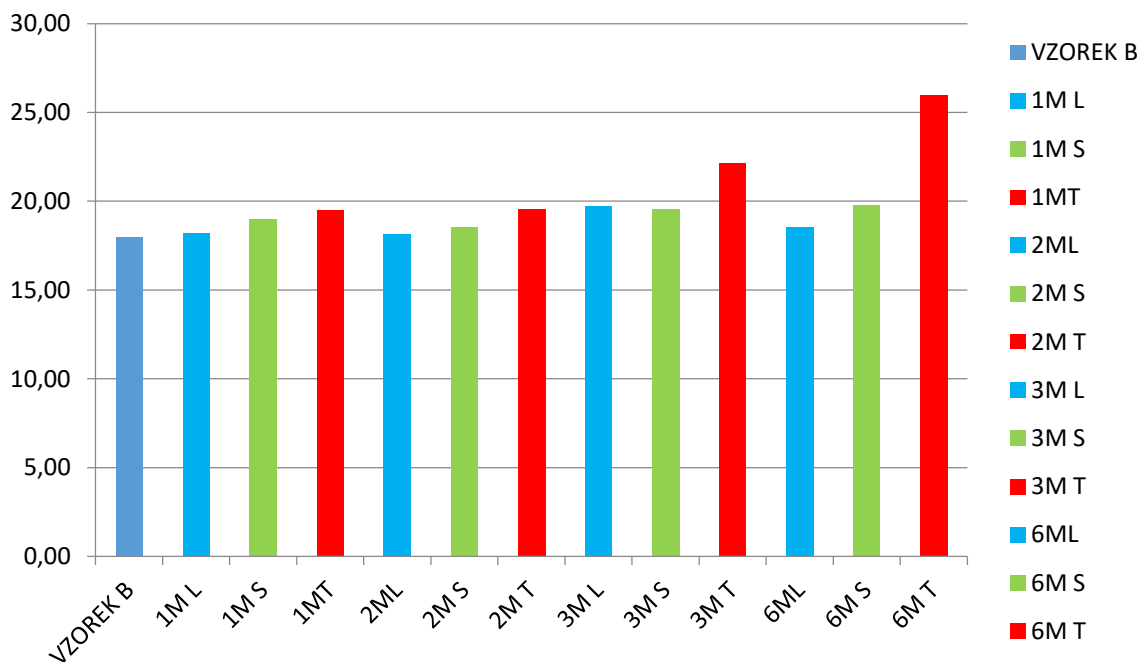
Ve vzorku A sledujeme mírný ne však nějak významný nárůst sušiny po dobu skladování šesti měsíců. Při všech třech teplotách zůstává sušina takřka stejná. Viditelný nárůst nastává hned v prvním měsíci, po dobu dalších měsíců však sušina výrazně neroste ani neklesá. Výsledky změny sušiny lze vidět na obrázku číslo 8.

U vzorku B můžeme pozorovat mírný nárůst sušiny v šestém měsíci při teplotě 40 °C (termostat). Jinak se sušina nemění a zůstává přibližně stálá, jak při nákupu tak po šesti měsících skladování při různých teplotách. Výsledky viz obrázek 9.

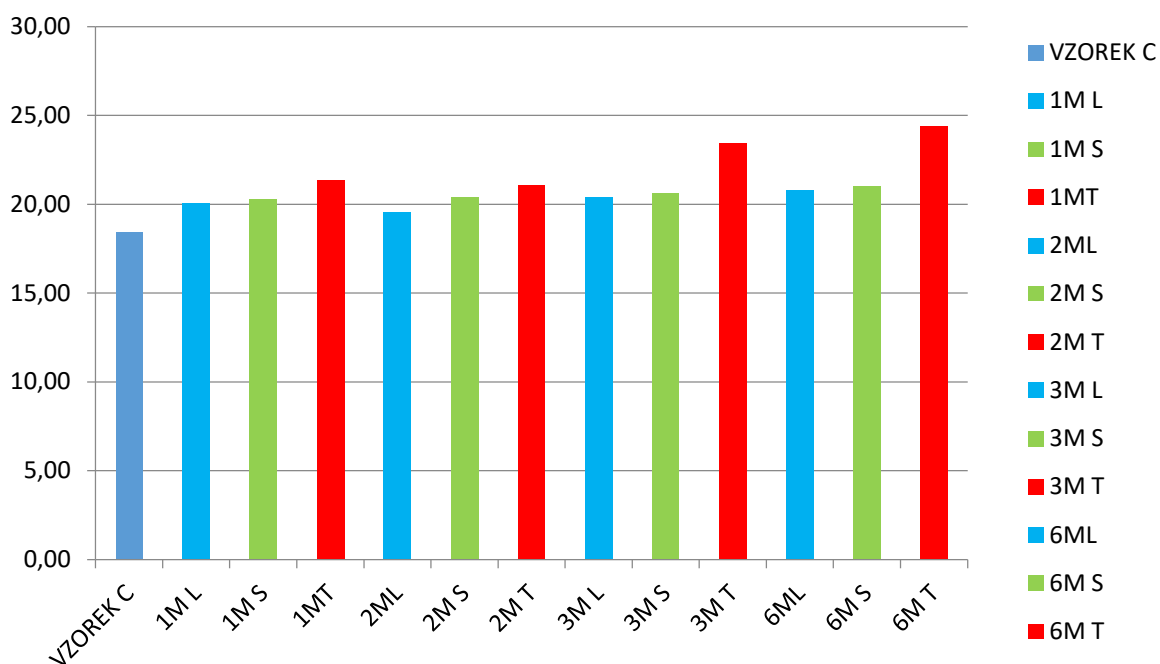
Vzorek C má stejné výsledky změny sušiny po dobu skladování šesti měsíců jako vzorek B a to tak, že sušina ve vzorku se nemění, pouze v jednom případě je menší nárůst a to při teplotě 40 °C (termostat). Kde nastává mírná změna v podobě zvýšení sušiny ve vzorku C, to lze sledovat na obrázku 10.



Obrázek 8: Změna sušiny po dobu skladování šesti měsíců při třech různých teplotách ve vzorku A – Červeně jsou vzorky A skladované při teplotě 40±2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky A skladované při teplotě 20±2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Modře jsou vzorky A skladované při teplotě 5±2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku A



Obrázek 9: Změna sušiny po dobu skladování šesti měsíců při třech různých teplotách ve vzorku B – **Červeně** jsou vzorky B skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Zeleně** jsou vzorky B skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Modře** jsou vzorky B skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), **Tmavě modře** je počáteční stav vzorku B



Obrázek 10: Změna sušiny po dobu skladování šesti měsíců při třech různých teplotách ve vzorku C – Červeně jsou vzorky C skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky C skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Modře jsou vzorky C skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku C

6.4 Souhrnná diskuze

V rámci práce byly sledovány změny sekundárního oxidačního čísla, viskozity, sušiny a pH. Smetany do kávy jsou produkty, které snadno a rychle podléhají oxidacím z důvodu vysokého objemu mléčného tuku.

Kapitola 6.1 se zabývá sekundárním oxidačním číslem. Tato kapitola zahrnuje oxidační změny u dvou smetan do kávy a jedné rostlinné náhrady v závislosti na skladovacích podmínkách. V rámci jednotlivých měření jsme zde sledovali nárůst sekundárně oxidačních produktů. Nejvýraznější změny sekundárních oxidačních produktů byly nalezeny při teplotě 40 °C (termostat). Tato teplota zapříčiňuje rychlejší oxidaci mléčného tuku. Při této teplotě lze najít změnu sekundárních oxidačních produktů u všech tří vzorku (A, B a C). Na změně sekundárního oxidačního čísla se může podílet i relativní vlhkost okolí. Tuto změnu popisuje Procházková, Hrabě, Krejčí a Onipchenko ve svém článku [22].

V rámci kapitoly 6.2, se tato práce zabývá změnou viskozity po dobu skladování šesti měsíců při třech různých teplotách u tří různých výrobků – čistá smetana (vzorek A), smetana s přídavkem stabilizátoru E 407 (Vzorek B) a rostlinná náhražka, kde byl mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou s přídavky zvlhčujících látek, emulgátorů, regulátorů kyselosti a stabilizátorů (vzorek C). Jednotlivé vzorky se lišili nejen složením, ale také hodnotami zdánlivé viskozity. Nejnižší hodnoty zdánlivé viskozity měl vzorek A a naopak nejvyšší hodnoty měl vzorek C. To bylo nejspíše zapříčiněno přídavkem emulgátorů a stabilizátorů, které při vyšší teplotě tvořili gely a díky těmto gelům se stával vzorek viskóznější.

V porovnání teploty a času, měl vzorek A oproti dalším dvěma vzorkům dobrou viskozitu, která se nepříliš změnila od začátku skladování do ukončení skladovacího pokusu při všech třech různých teplotách. Za teploty 5 °C byla změna zdánlivé viskozity z hodnoty 1,436 Pa.s na hodnotu 1,971 Pa.s. Toto zvýšení je nepatrné, při pokojové teplotě je nárůst o něco větší, ale i tak je drobný a to z hodnoty 1,971 Pa.s na 2,176 Pa.s. Při termostátové teplotě je nárůst viskozity největší z hodnoty 1,971 Pa.s na 2,917 Pa.s. Ovšem i tento nárůst není příliš velký. Změny u tohoto vzorku nejsou tak patrné jako u dalších dvou vzorků.

Vzorek B měl při teplotě 5 °C pouze malou změnu zdánlivé viskozity a to z hodnoty 1,626 Pa.s na hodnotu 2,742 Pa.s, tento nárůst je znatelný ovšem od původní hodnoty nepříliš velký. Při teplotě 20 °C pak tyto změny hodnot byly z 1,626 Pa.s na 3,992 Pa.s. Největší nárůst viskozity nastává opět při teplotě 40 °C a to z hodnoty 1,626 Pa.s na hodnotu 6,602 Pa.s. Zde je nárůst opravdu znatelný a zdánlivá viskozita se opravdu zvýšila.

U vzorku C se při teplotě 5 °C viskozita nemění, těchto výsledků po šesti měsících skladování dosahuje i teplota 20 °C. největší nárůst a výrazná změna nastává až při teplotě 40 °C mezi třetím a šestým měsícem skladování a to z hodnoty 2,575 Pa.s na hodnotu 8,277 Pa.s, změnu lze vidět v grafickém znázornění na obrázku 7. Tato výrazná změna mohla být zapříčiněna složením vzorku.

Stanovení změny viskozity u mléčných smetan a u výrobku, kde je mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou, byly provedeny z důvodu, že studie přímo na tuto problematiku nejsou. Tato bakalářská práce tedy tuto problematiku vyřešila a může být základem pro další podrobnější výzkum.

Sušina se výrazně nezměnila u žádného vzorku při jakékoliv teplotě. Výsledky viz grafické znázornění na obrázku 8,9,10.

7 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo založení skladovacího pokusu, který měl zjistit, jaký vliv má teplota a doba skladování na vývoj sekundárních oxidačních produktů a na změnu viskozity vybraných smetan do kávy a jednoho výrobku, kde byl mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou. Z výsledků tohoto pokusu vyplývá:

- teploty skladování 5 °C a 20 °C nemají výraznější vliv na změnu viskozity, pouze u vzorku B a C nastávají nepatrné změny viskozity z důvodu složení těchto vzorků a to proto, že tyto vzorky obsahovali stabilizátory. Ovšem při těchto teplotách dochází ke změnám sekundárních oxidačních produktů, nárůst ovšem není tak veliký jako u vyšších teplot.
- teplota 40 °C má vliv na změnu viskozity dvou smetan do kávy a jednoho výrobku, kde byl mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou a to zejména mezi třetím a šestým měsícem, kdy viskozita u vzorku C rapidně stoupá. Tato teplota má i významný vliv na vývoj sekundárních oxidačních produktů především mezi třetím a šestým měsícem skladování. A to z důvodu, že tyto výrobky obsahují vysoký obsah tuku a snadno podléhají fyzikálně-chemickým změnám.

Závěrem bakalářské práce lze říci, že teplota 40 °C má významný vliv na změnu viskozity a vývoj sekundárních oxidačních produktů. V rámci tohoto experimentu vyšel nejlépe vzorek A, což byla čistá smetana podrobena pouze UHT záhřevu, jako druhý vyšel vzorek B, což byla smetana s přídavkem stabilizátoru E 407 (karagenan), vzorek byl také podroben UHT záhřevu a jako nejhůře vyšel vzorek C, což byl tekutý produkt, kde byl mléčný tuk nahrazen rostlinnou složkou, který byl také podroben UHT záhřevu. Z výsledků tohoto experimentu lze říct, že UHT záhřev nemá žádný vliv na zastavení fyzikálně-chemických změn ve výrobku a také, že pokyny, které uvádí výrobci na obalu ohledně podmínek teploty skladování (od 4 °C do 12 °C), jsou správné.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v platném znění.
- [2] HOFFMANN, W., Max RUBNER-INSTITUT a KIEL. CREAM-Manufacture. *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)* [online]. 2011, 2011, 912-919 [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1016/B978-0-12-374407-4.00107-2>
- [3] BUŇKA, František. *Mlékárenská technologie I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. ISBN 978-80-7454-254-1.
- [4] O'CONNELL, J.E. a P.F. FOX. Heat Treatment of Milk | Heat Stability of Milk. *Reference Module in Food Science* [online]. 2011, 2015, 744-749 [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1016/B978-0-12-374407-4.00222-3>
- [5] DEETH, H.C. a N. DATTA. Heat Treatment of Milk | Ultra-High Temperature Treatment (UHT): Heating Systems. *Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition)* [online]. 2011, 2016, 699-707 [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1016/B978-0-12-374407-4.00216-8>
- [6] RYSER, E.T. Liquid Milk Products | Pasteurization of Liquid Milk Products: Principles, Public Health Aspects. *Reference Module in Food Science* [online]. 2011, 2016, 310-315 [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1016/B978-0-12-374407-4.00287-9>
- [7] HINRICHS, J. a Z. ATAMER. Heat Treatment of Milk | Sterilization of Milk and Other Products. *Reference Module in Food Science* [online]. 2011, 2016, 714-724 [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1016/B978-0-12-374407-4.00222-3>
- [8] O'CONNELL, J.E. a P.F. FOX. Heat Stability of Milk. *Reference Module in Food Science* [online]. 2011, 2015, 744-749 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1016/B978-0-12-374407-4.00222-3>
- [9] D'INCECCO, P., V. ROSI, G. CABASSI, J.A. HOGENBOOM a L. PELLEGRINO. Microfiltration and ultra-high-pressure homogenization for extending the shelf-storage stability of UHT milk. *Food Research International* [online]. 2018, 2018(107), 477-485 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.068>

- [10] IHARA, K., M. HIROTA, T. AKITSU, K. URAKAWA, T. ABE, M. SUMI, T. OKAWA a T. FUJII. Effects of emulsifying components in the continuous phase of cream on the stability of fat globules and the physical properties of whipped cream. *Journal of Dairy Science*. 2015, 2015(98), 2875-2883. Dostupné z: <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8870>
- [11] FELLOWS, P.J. *Food Processing Technology*. Čtvrté vydání. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2017, s. 3-200. ISBN 978-0-08-101907-8. Dostupné z: <https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1016/B978-0-08-100522-4.00001-8>
- [12] BOURNE a C. MALCOLM. *Food Texture and Viscosity - Concept and Measurement*. Druhé vydání. Elsevier, 2002, s. 1-32. ISBN 978-0-12-119062-0. dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0099OBYD/food-texture-viscosity/texture-viscosity-introduction>
- [13] BÖHNER, Nadine, Ludmilla ADOLF, Thorsten TYBUSSEK, Klaus REIBLINGER, Mélissa VERIN a Horst-Christian LANGOWSKI. Influence of novel retail lighting on the quality of coffee cream in different types of packaging. *International Dairy Journal*. 2017, 2017(64), 37-47. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.08.011>
- [14] TADROS, Th.F. *Fundamental principles of emulsion rheology and their applications*. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* [online]. 1994, 1994(91), 39-55 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0927-7757\(93\)02709-N](https://doi.org/10.1016/0927-7757(93)02709-N)
- [15] KRISTENSEN, D., P.Y. JENSEN, F. MADSEN a K.S. BIRDI. Rheology and Surface Tension of Selected Processed Dairy Fluids: Influence of Temperature. *Journal of Dairy Science* [online]. 1994, 1997(10), 2282-2290 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76177-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76177-0)
- [16] LONG, Zhao, Mouming ZHAO, Qiangzhong ZHAO, Bao YANG a Liya LIU. Effect of homogenisation and storage time on surface and rheology properties of whipping cream. *Food Chemistry* [online]. 2012, 2012(3), 748-753 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.028>
- [17] CHUNG, Cheryl, Alexander SHER, Philippe ROUSSET a David Julian MCCLEMENTS. Use of natural emulsifiers in model coffee creamers: Physical properties

of quillaja saponin-stabilized emulsions. *Food Hydrocolloids* [online]. 2017, 2017, 111-119 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.01.008>

[18] BOCKISCH, Michael. 8.6.1 Non-Dairy Creams. *Fats and Oils Handbook* [online]. AOCS Press, 1998, s. 761-802 [cit. 2018-05-10]. ISBN 978-0-935315-82-0. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0068N5L2/fats-oils-handbook/non-dairy-creams>

[19] CHUNG, Cheryl, Alexander SHER, Philippe ROUSSET a David Julian MCCLEMENTS. Influence of homogenization on physical properties of model coffee creamers stabilized by quillaja saponin. *Food Research International* [online]. 2017, 2017(1), 770-777 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.06.060>

[20] CHUNG, Cheryl, Alexander SHER, Philippe ROUSSET a David Julian MCCLEMENTS. Impact of oil droplet concentration on the optical, rheological, and stability characteristics of O/W emulsions stabilized with plant-based surfactant: Potential application as non-dairy creamers. *Food Research International*[online]. 2018, 2018(1), 913-919 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.019>

[21] ROSHIDA, Dedin F., T. MULYANI a L. RESHITA SEPTALIA. A Comparative Study of Non-Dairy Cream Based on The Type of Leguminosae Protein Source in Terms of Physico Chemical Properties and Organoleptic. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016, 2016(9), 431-439.

[22] PROCHÁZKOVÁ, Eva, Jan HRABĚ, Jíří KREJČÍ a Natalie ONIPCHENKO. Vliv relativní vlhkosti na změnu primárních a sekundárních oxidačních produktů tuku sušeného plnotučného mléka. *Mlékárenské listy*[online]. 2011, 2011, 9-12 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2012/130_s.ix-xii.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

E 339	Fosforečnan sodný
E 340	Fosforečnan draselný
E 407	Karagenan
E 471	Mono- a diglyceridy mastných kyselin
E 481	Stearyl-2-mléčnan sodný
TBARS	Thiobarbituric acid reactive substances
MDA	Malondialdehyd
γ	gradient rychlosti
K	koeficient konzistence
n	index toku

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek 1: Newtonoské a Ne-newtonoské tekutiny, A - Newtonoské a některé druhy Ne-newtonovských tekutin, B – Pseudoplastická tekutina, C – Dilatační tekutina, D – Binghamská tekutina, E – Cassonská tekutina 19
- Obrázek 2: Změna sekundárně oxidačního čísla při různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku A – Červeně jsou vzorky A skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky A skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Modře jsou vzorky A skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku A 31
- Obrázek 3: Změna sekundárně oxidačního čísla při různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku B – Červeně jsou vzorky B skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky B skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Modře jsou vzorky B skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku B 32
- Obrázek 4: Změna sekundárně oxidačního čísla při různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku C – Červeně jsou vzorky C skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky C skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Modře jsou vzorky C skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku C 33
- Obrázek 5: Změna viskozity při třech různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku A – Červeně jsou vzorky A skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky A skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Modře jsou vzorky A skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku A 35
- Obrázek 6: Změna viskozity při třech různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku B – Červeně jsou vzorky B skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky B skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M),

Modře jsou vzorky B skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku B..... 36

Obrázek 7: Změna viskozity při třech různých teplotách po dobu šesti měsíců skladování ve vzorku C – Červeně jsou vzorky C skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky C skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Modře jsou vzorky C skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku C..... 37

Obrázek 8: Změna sušiny po dobu skladování šesti měsíců při třech různých teplotách ve vzorku A – Červeně jsou vzorky A skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky A skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Modře jsou vzorky A skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku A 38

Obrázek 9: Změna sušiny po dobu skladování šesti měsíců při třech různých teplotách ve vzorku B – Červeně jsou vzorky B skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky B skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Modře jsou vzorky B skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku B..... 39

Obrázek 10: Změna sušiny po dobu skladování šesti měsíců při třech různých teplotách ve vzorku C – Červeně jsou vzorky C skladované při teplotě 40 ± 2 °C (T) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Zeleně jsou vzorky C skladované při teplotě 20 ± 2 °C (S) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Modře jsou vzorky C skladované při teplotě 5 ± 2 °C (L) po dobu jednoho až šesti měsíců (1M-6M), Tmavě modře je počáteční stav vzorku C..... 40

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Složení vzorků použitých pro skladovací pokus	26
Tabulka 2: Označení vzorků pro měření.....	27