

Vliv podmínek skladování na vybrané jakostní parametry nápojů rostlinného původu imitujících mléko

Bc. Gabriela Přívarová

Diplomová práce
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Gabriela Přívarová**
Osobní číslo: **T180025**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Vliv podmínek skladování na vybrané jakostní parametry nápojů rostlinného původu imitujících mléko**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Charakterizujte výrobovou skupinu nápojů rostlinného původu imitujících mléko.
2. Popište faktory, které jakost výše uvedených výrobků ovlivňují.

II. Praktická část

1. Založte skladovací pokus s nejméně 4 nápoji rostlinného původu imitujících mléko, a to při 3 různých teplotách.
2. Sledujte změnu viskoelastických podmínek v průběhu skladování.
3. Výsledky vyhodnotte a formulujte závěry.

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

Seznam doporučené literatury:

[1] ABDULLAH, Zalizawati, Farah Saleena TAIP, Siti Mazlina MUSTAPA KAMAL a Ribhan Zafira ABDUL RAHMAN. Effect of sodium caseinate concentration and sonication amplitude on the stability and physical characteristics of homogenized coconut milk. Universiti Putra Malaysia under Putra grant [online]. (9532300) [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.13773>

[2] Anna Aleena Paul, Satish Kumar, Vikas Kumar and Rakesh Sharma, Milk Analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 10.1080/10408398.2019.1674243, (1-19), (2019).

[3] VANHALINNA, Vivii, Emanuele ZANNINI a Outi Elina MÄKINEN. Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2015, 09(9532300), 339-349 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2012.761950?src=recsys>.

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

Datum zadání diplomové práce: **17. února 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Teoretická část této diplomové práce se zabývá charakterizací rostlinných nápojů imitujících mléko, jejich výrobou a faktory které ovlivňují jejich jakost v průběhu skladování.

Praktická část diplomové práce se zabývá založením skladovacího pokusu za použití pěti vzorků sušených rostlinných nápojů a jednoho vzorku sušeného plnotučného mléka. Pro účel tohoto skladovacího pokusu byly vybrány tři skladovací teploty, a to chladírenská teplota 5 ± 2 °C, pokojová teplota 20 ± 2 °C a teplota termostatu 40 ± 2 °C, která imituje podmínky teplých krajín. Všechny tři teploty měly vliv na vývoj obsahu sušiny, hodnotu pH, obsah amoniaku, sekundární produkty oxidace lipidů a zdánlivou viskozitu. Při skladování za vyšších teplot se oxidační procesy lipidů i degradační procesy proteinů urychlují a může tak vzniknout více polymerních částic za kratší dobu. To pravděpodobně zapříčinilo, že zvýšení zdánlivé viskozity bylo nejintenzivnější při skladovací teplotě 40 ± 2 °C. Při nižších teplotách byly změny zdánlivé viskozity mnohem méně intenzivní, nicméně ani při teplotě 5 ± 2 °C nejsou degradační reakce zcela zastaveny.

Klíčová slova: viskozita, sekundární produkty oxidace lipidů, amoniak, skladovací pokus, rostlinné nápoje

ABSTRACT

The theoretical part of the thesis focuses on characterizing the plant-based alternatives to dairy milk, their production as well as factors affecting their quality during storage.

The practical part describes a storage experiment using five samples of powdered plant-based beverages and one sample of powdered whole milk. For the purpose of this experiment, three different storage temperatures were chosen: refrigeration temperature of 5 ± 2 °C, room temperature of 20 ± 2 °C, and thermostat temperature of 40 ± 2 °C simulating the conditions of warmer geographic locations. All three had a distinct effect on the development of viscosity, secondary product of lipid oxidation, ammonia content, pH, and dry matter content. When plant-based alternatives are stored at higher temperatures, the oxidative processes of lipids and the degradation processes of proteins are accelerated and more polymer particles can be formed in a shorter time. This probably caused the

increase in apparent viscosity to be most intense at a storage temperature of 40 ± 2 °C. At lower temperatures, the changes in apparent viscosity were much less intense, however, even at 5 ± 2 °C, the degradation reactions are not completely stopped.

Keywords: Viscosity, Lipid oxidation, Ammonia, Storage experiment, Plant-based beverage.

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce Ing. Zuzaně Míškové, Ph.D., za to že tuto diplomovou práci převzala, radila mi a že mi byla velkou oporou. Také bych ráda poděkovala prof. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za poskytnuté konzultace, rady a pomoc s výsledky praktické části práce.

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	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 CHARAKTERISTIKA ROSTLINNÝCH NÁHRAŽEK IMITUJÍCÍCH MLÉKO	12
1.1 PŘEDÚPRAVY SUROVIN	14
1.2 EXTRAKCE	14
1.3 SEPARACE A HYDROLÝZA ŠKROBU	15
1.4 SLOŽENÍ PRODUKTU	15
1.5 HOMOGENIZACE A STABILITA SUSPENZE	16
1.6 PRODLOUŽENÍ ŽIVOTNOSTI.....	16
2 SÓJOVÝ NÁPOJ	18
2.1 HISTORIE SÓJI.....	19
2.2 ORGANOLEPTICKÁ CHARAKTERISTIKA SÓJOVÉHO NÁPOJE	20
2.3 TECHNOLOGIE VÝROBY SÓJOVÉHO NÁPOJE	20
2.3.1 Tradiční výroba sójového nápoje	20
2.3.2 Moderní technologie výroby sójového nápoje.....	21
3 KOKOSOVÝ NÁPOJ	23
3.1 TECHNOLOGIE VÝROBY KOKOSOVÉHO NÁPOJE.....	23
4 POHANKOVÝ NÁPOJ	25
4.1 TECHNOLOGIE VÝROBY POHANKOVÉHO NÁPOJE	26
5 OVESNÝ NÁPOJ	27
5.1 TECHNOLOGIE VÝROBY OVESNÉHO NÁPOJE	27
6 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ JAKOST ROSTLINNÝCH NÁPOJŮ	29
6.1 OXIDACE TUKU	29
6.2 MAILLARDOVA REAKCE	30
6.3 RELATIVNÍ VLHKOST	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
7 CÍL PRÁCE	33
7.1 CÍLE TEORETICKÉ DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	33
7.2 CÍLE PRAKTICKÉ DIPLOMOVÉ PRÁCE	33
8 MATERIÁL A METODIKA	34
8.1 POPIS EXPERIMENTU.....	34
8.2 VLASTNÍ PŘÍPRAVA VZORKU	35
8.3 POPIS POUŽITÝCH VZORKŮ	36

8.3.1	Sójový nápoj.....	36
8.3.2	Sójový nápoj extra protein	37
8.3.3	Kokosový nápoj	37
8.3.4	Pohankový nápoj	38
8.3.5	Ovesný nápoj.....	38
8.3.6	Sušené plnotučné mléko.....	39
8.4	POUŽITÉ METODY	39
8.4.1	Stanovení sušiny.....	39
8.4.2	Stanovení amoniaku Conwayovou metodou.....	39
8.4.3	Stanovení sekundárních produktů oxidace lipidů – Thiobarbiturové číslo	40
8.4.4	Stanovení viskozity	41
9	VÝSLEDKY A DISKUZE	42
9.1	STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY	42
9.2	VLIV DOBY A JEDNOTLIVÝCH TEPLOT NA ZMĚNY HODNOTY PH	45
9.3	STANOVENÍ VÝVOJE OBSAHU AMONIAKU	49
9.4	STANOVENÍ SEKUNDÁRNÍCH PRODUKTŮ OXIDACE LIPIDŮ – THIOBARBITUROVÉHO ČÍSLA.....	53
9.5	STANOVENÍ VÝVOJE ZDÁNLIVÉ VISKOZITY	57
9.6	DISKUZE.....	62
	ZÁVĚR	65
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	66
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	71
	SEZNAM TABULEK.....	72
	SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

Existují rostlinné alternativy ke kravskému mléku, které se svým vzhledem a funkcí podobají mléku, ale liší se výživově. Ty jsou spojeny s nižším využitím půdy a dopadem na životní prostředí než mléko. Existují však místa, kde stáda dojníc pozitivně přispívají k zachování pastvin s vysokou přírodní hodnotou jejich pastvou. [33]

Rostoucí počet zákazníků volí náhražky mléka na rostlinných bázích ze zdravotních důvodů nebo jako výběr životního stylu. Mezi zdravotní důvody patří nesnášenlivost laktózy s celosvětovou prevalencí 75 % a alergie na kravské mléko. Rovněž v zemích, kde je mléko savců vzácné a drahé, slouží rostlinné nápoje jako dostupnější varianta. Technologicky jsou rostlinné nápoje suspenze rozpuštěného a rozdrceného rostlinného materiálu ve vodě, která svým vzhledem připomíná kravské mléko. Jsou vyráběny extrakcí rostlinného materiálu ve vodě, separací kapaliny a formulací konečného produktu. Homogenizace a tepelné zpracování jsou nezbytné ke zlepšení suspenze a mikrobiální stability komerčních produktů. Nutriční vlastnosti závisí na rostlinném zdroji. [1]

Tato diplomová práce se zabývala rostlinnými náhradami mléka a jejich změnami při různých teplotách skladování. S vybranými vzorky rostlinných náhrad byl založen skladovací pokus, kdy byly měřeny změny obsahu sušiny, pH, obsahu amoniaku, sekundárních oxidačních produktů a zdánlivé viskozity u pěti vzorků sušených rostlinných nápojů a jednoho vzorku sušeného plnotučného mléka.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA ROSTLINNÝCH NÁHRAŽEK IMITUJÍCÍCH MLÉKO

Rostoucí počet zákazníků volí rostlinné nápoje jako náhražky mléka ze zdravotních důvodů nebo jako součást životního stylu. Mezi zdravotní důvody patří nesnášenlivost laktózy s celosvětovou prevalencí 75 % a alergie na kravské mléko. Rovněž v zemích, kde je mléko savců vzácné a drahé, slouží náhrady mléka jako dostupnější varianta. Mnohé z těchto produktů však mají smyslové vlastnosti, které jsou nepříjemné. Technologicky jsou rostlinné nápoje suspenze rozpuštěného a rozpadaného rostlinného materiálu ve vodě, které svým vzhledem připomínají kravské mléko. Jsou vyráběny extrakcí rostlinného materiálu ve vodě, separací kapaliny a formulací konečného produktu. Homogenizace a tepelné zpracování jsou nezbytné ke zlepšení suspenze a mikrobiální stability komerčních produktů, které lze jako takové spotřebovat nebo dále zpracovávat na fermentované mléčné výrobky z rostlinných nápojů. Nutriční vlastnosti závisí na rostlinném zdroji a zpracování. Vzhledem k tomu, že některé výrobky mají extrémně nízký obsah bílkovin a vápníku, je spotřebitelské povědomí důležité, pokud se rostlinného náhražky používají jako náhrada kravského mléka ve stravě, např. v případě nesnášenlivosti mléka a mléčných výrobků. Pokud jsou náhražky formulovány do chutných a výživově vhodných produktů, mohou nabídnout udržitelnou alternativu k mléčným výrobkům. [1, 3]

Kravské mléko konzumuje většina populace a je považováno za zdravé kompletní jídlo poskytující hlavní živiny, jako je tuk, proteiny a sacharidy. Kromě těchto makro živin obsahuje i mnoho jiných živin, jako je vápník, selen, riboflavin, vitamin B12 a kyselina pantotenová (vitamin B5), což významně přispívá k celkovému růstu a udržování tělesného systému. Avšak mléko je nevhodné pro kojence mladší 12 měsíců. Navíc se u čím dál více lidí projevuje nesnášenlivost laktózy či alergie na bílkoviny kravského mléka. [1, 2]

Současní spotřebitelé hledají a žádají si zdravější alternativy mléka. Tato skutečnost přiměla mléčný průmysl rozšířit své znalosti ve výrobě nekonvenčních rostlinných nápojů. Vyvstávají však otázky týkající se kategorie, do které tyto náhražky patří z důvodu, že se neseťkávají tradiční definice a nutriční obsah mléka. Nicméně nedávné studie potvrdily, že pití rostlinných nápojů zlepšuje řízení imunitního systému, mají potenciální antimikrobiální účinky, pomáhají snižovat riziko kardiovaskulárního onemocnění a onemocnění gastrointestinálního traktu. Tyto nápoje mají velmi vysokou hladinu

antioxidantů s vlastnostmi zachycování volných radikálů. Výtažky z rostlin většinou podstupují kvašení (přírodní, kontrolované), které stimuluje vznik bioaktivních sloučenin. Luštěniny, obiloviny a olejnatá semena jsou vzhledem ke svému bohatému nutričnímu profilu hlavním pro výrobu různých náhrad mléka. Světový trh mlékárenského průmyslu si vždy udržoval nejvyšší pozice díky vysoké poptávce. Nicméně výroba mléka přináší mnohem větší stres na životní prostředí než jiné druhy potravinářské výroby. Tento fakt vede k mnohem vyšší poptávce po půdě k produkci stejného množství rostlinných náhrad. [1, 2]

Sójový nápoj představuje největší podíl celosvětové produkce. Mandle, rýže, kokosový nápoj atd. jsou také významnými přispěvateli a používají se buď jako prosté nebo ochucené (hlavně vanilka a čokoláda), slazené nebo neslazené nealkoholické nápoje. Fermentace je stará metoda používaná za účelem přípravy, konzervování a výroby různých jídel a nápojů. Fermentací potravin se rozumí přeměna komplexních sacharidů, jako je škrob a cukry, na jednoduché produkty, jako jsou alkoholy a kyseliny, se současnou produkcí oxidu uhličitého činností kvasinek nebo bakterií, které jsou do potravin záměrně přidány nebo jsou to mikroorganismy přirozeně přítomné v rostlinné matrici. Fermentace probíhá za anaerobních podmínek, kdy použitá či přítomná mikrobiální biomasa určuje průběh fermentace a produkci různých molekul. Ačkoli takové rostlinné nápoje na bázi mléka nejsou vždy fermentovány. Fermentaci se však přikládá větší význam, protože vede k produkci sekundárních metabolitů, které dávají těmto výrobkům charakteristickou chuť a aroma. Dále, některá další ošetření, jako je ultrazvuk, jsou také užitečné při extrakci biomolekul a zlepšování fytochemického profilu produktů. [2]

Obecná technologie výroby rostlinného nápoje

Rostlinné náhražky mléka jsou koloidní suspenze nebo emulze sestávající z rozpuštěného a dezintegrovaného rostlinného materiálu. Připravují se tradičně rozemletím suroviny na kal a odstranění hrubých částic. Přestože existuje nespočet variací postupů, je obecný nástin moderního průmyslového měřítko v podstatě stejný: rostlinný materiál je namočen a mlet za mokra, z důvodu extrakce složek. Další alternativou je rozemletí suroviny za sucha a extrakce vzniklé mouky vodou. Odpad z mletí je separován filtrací nebo dekantací. V závislosti na produktu může dojít ke standardizaci nebo přidání dalších složek, jako je cukr, olej, látky určené k aromatizaci a stabilizátory, následované homogenizací a

pasterací, či UHT ošetřením za účelem zlepšení stability suspenze a odstranění nežádoucí mikroflóry Tyto extrakty mohou být také sušeny rozprašováním za vzniku prášků. [1]

Alternativně může být produkt rekonstituován za použití proteinových izolátů nebo koncentrátů a dalších složek, např. oleje, cukry, soli a stabilizátory. Tento přístup také umožňuje formulaci řady souvisejících produktů, jako jsou farmaceutické nápoje, výživové doplňky, kojenecká výživa, náhražky jídel, alternativní krémy a ovocné koktejly. [1]

1.1 Předúpravy surovin

Možné předúpravy surovin zahrnují loupání, namáčení a blanšírování. Pro inaktivaci inhibitorů trypsinu a lipoxygenázy, které by způsobily příchutě v sójovém mléce, je vyžadováno blanšírování. Pečení suroviny zvyšuje aroma a chuť konečného produktu, ale zahřívání snižuje rozpustnost proteinu a tím pádem i výtěžek extrakce. [1, 29]

1.2 Extrakce

Krok extrakce má vysoký účinek na složení výsledného produktu. Pro zvýšení výtěžku procesu může být účinnost tohoto kroku zlepšena zvýšením pH hydrogenuhličitanem nebo NaOH, zvýšenými teplotami nebo použitím enzymů. Většina bílkovin obilovin a luštěnin má izoelektrický bod pod 5, což se projevuje nižší rozpustností. Alkalické pH během extrakce zvyšuje extrahovatelnost proteinu, ale v procesu může být vyžadován neutralizační krok. Vyšší extrakční teplota zvyšuje extrahovatelnost tuku, ale denaturace proteinů snižuje jejich rozpustnost a výtěžek. Částečná hydrolýza proteinů a polysacharidů pomocí enzymů je dalším způsobem, jak zvýšit výtěžek extrakce. Papain a enzymy extrahované z *Pestulotiopsis westerdijkii* zvyšují proteinový výnos arašídových a sójových nápojů. Eriksen použil při extrakci sójového mléka řadu enzymů a zjistil, že nejvyšší výtěžek bílkovin a celkových pevných látek byl získán pomocí neutrálních nebo alkalických proteináz při jejich optimálním pH, zatímco pektináza a β -glukanáza měla malý účinek. Enzymy s nízkým pH nemusí být nejúčinnější extrakční pomocnou látkou, i když působení enzymu samo o sobě zvyšuje výtěžek, snížení pH ovlivňuje rozpustnost proteinu, a proto mohou být nejlepší možností neutrální a alkalické proteázy. Kromě zvýšení výtěžku extrakce zlepšují proteolytické enzymy stabilitu suspenze. Bylo také popsáno, že ošetření celulázou po homogenizaci snižuje velikost částic a poskytuje stabilnější suspenzi. [1, 30, 31]

1.3 Separace a hydrolýza škrobu

Po extrakčním kroku se hrubé částice ze suspenze odstraní filtrací, dekantací nebo odstředěním. Při použití surovin s vysokým obsahem tuku, jako jsou arašídy, může být přebytečný tuk odstraněn pomocí separátoru jako při zpracování mléka. [1, 29]

Sójové boby a ořechy obsahují málo škrobu, ale při použití obilovin nebo pseudocereálií vytvoří škrob hustou kaši, když se zahřeje nad teplotu želatinace 55–65 °C. Aby se tomu zabránilo v dalších krocích zpracování, může být škrob želatinován a zkapalněn α -amylázou nebo extraktem ze sladových enzymů. Patentovaný proces používá α - a β -amylázy k hydrolýze škrobu, dokud není dosaženo požadované úrovně sladkosti a viskozity. Krok zkapalnění může probíhat před nebo po odstranění hrubých částic. Zahřívání kaše na teplotu vyšší než 50 °C před filtrací zhoršuje pocit v ústech u rýžového a sójového nápoje. [1, 29]

1.4 Složení produktu

Po odstranění hrubého rostlinného materiálu lze do produktu přidat další složky. Patří sem vitaminy a minerály používané k obohacení, jakož i sladidla, příchutě, sůl, oleje a stabilizátory. Protože stabilita suspenze je u rostlinných náhražek problémem, jsou často používány hydrokoloidy ke zvýšení viskozity kontinuální fáze. Také se ukázalo, že u některých nápojů jsou prospěšné emulgátory. Bylo zjištěno, že stearoyl-2-laktylát sodný (SSL), lipidová povrchově aktivní látka, se specificky váže na částečně hydrolyzované ovesné proteiny, a tak zvyšuje stabilitu suspenzí ovesných proteinů. [1]

Pro zajištění nutriční kvality produktu může být nezbytné přidávat živiny do rostlinných náhražek. Použité živiny musí být biologicky dostupné a dostatečně stabilní a nesmí způsobovat nadměrné změny v kvalitě produktu. Stabilita vitaminů je ovlivněna několika faktory během zpracování potravin a může být snížena v důsledku např. vystavení kyslíku, zahřívání. Výzvou v minerálním obohacení je reaktivita kovových iontů s jinými složkami potravin, a proto může být nezbytné použití sekvstrantů, jako je kyselina citronová. Některé minerální zdroje používané v rostlinných náhražkách mléka zahrnují citrát železitoamonný a pyrofosfát železitý jako zdroje železa a fosforečnan vápenatý a uhličitan vápenatý jako zdroje vápníku. [1]

1.5 Homogenizace a stabilita suspenze

Rostlinné náhražky mléka obsahují nerozpustné částice, jako proteiny, škrob, vlákninu a další buněčný materiál. Tyto částice, které jsou hustší než voda, mohou sedimentovat, což činí produkt nestabilním. Stabilita suspenze může být zvýšena snížením velikosti částic, zlepšením jejich rozpustnosti nebo použitím hydrokoloidů a emulgátorů. Mnoho rostlinných náhrad mléka koaguluje při zahřívání. Když se proteiny rozloží v důsledku zahřívání, jsou nepolární aminokyselinové zbytky vystaveny vodě, což zvyšuje hydrofobitu povrchu. To zvyšuje interakce proteinů, které mohou vést k agregaci a sedimentaci nebo gelovatění. Tepelná stabilita proteinů závisí na pH, iontové síle a přítomnosti dalších sloučenin, jako jsou minerály a sacharidy. [1, 32]

Homogenizace zlepšuje stabilitu rostlinných náhražek mléka narušením agregátů a lipidových kapiček, a tím snižuje velikost částic. Pokud je přítomno dostatečné množství lipidů, vytvoří se emulze, která má za výsledek krémově homogennější produkt. Homogenizace v konvenčním rozmezí tlaku cca. 20 MPa dostatečně zvyšuje stabilitu suspenze alespoň sójového, arašídového a rýžového nápoje. Ultra vysokotlaká homogenizace (UHPH) sójového nápoje při 200–300 MPa intenzivně snižuje velikost částic a zlepšuje stabilitu ve srovnání s běžně zpracovanými produkty. Bylo popsáno, že vyšší homogenizační teplota zvyšuje stabilitu arašídového nápoje. [1, 32]

V sójovém nápoji je nutná tepelná denaturace proteinů pro stabilitu suspenze. Byl studován účinek samotné tepelné denaturace, v kombinaci s homogenizací při 69 MPa a charakterizací frakcí získaných postupnou centrifugací. Obsah bílkovin a pevných látek se po první centrifugaci v neošetřených vzorcích snížil, zatímco k významnému snížení u obou ošetřených vzorků došlo po třetí centrifugaci, což ukazuje na zvýšení odolnosti vůči sedimentaci po zahřátí a homogenizaci. To ukazuje, že ačkoli zahřívání snížilo rozpustnost β -konglycininu, velké agregáty glycininu byly narušeny, což mělo za následek vznik suspenze s menšími částicemi. [1, 32]

1.6 Prodloužení životnosti

Komerční rostlinné náhražky mléka jsou pasterovány nebo ošetřeny UHT za účelem prodloužení trvanlivosti. Teplo však může způsobit změny ve vlastnostech bílkovin, které mohou ovlivnit stabilitu, jakož i změny v chuti, vůni a barvě. Pasterace je taková kombinace teploty a času, kdy je zničeno tolik mikroorganismů, aby byla umožněna skladovatelnost výrobku cca. 1 týden při chlazených teplotách. Při ošetření UHT se

produkt zahřívá na 135 - 150 °C po dobu několika sekund, čímž se získá komerčně sterilní produkt. Byl zpracován arašídový nápoj ošetřený kombinací teploty 137 °C a doby 4s a 20 s. Delší doba tepelného ošetření mírně snížila stabilitu suspenze, ale vedla k lepší chuti a přijatelnosti. Obě technologie byly účinné pro zvyšování mikrobiální trvanlivosti - v produktech nebyly detekovány žádné vegetativní bakterie, spory nebo plísně. [1]

Výrobní proces Horchata má jiný přístup - produkt není zahříván, aby se zabránilo želatinování škrobu a výskytu dalších senzoričkových změn vyplývajících z ohřevu. Takto připravený produkt má extrémně krátkou trvanlivost. V komerčních výrobcích bylo navrženo, aby pulzní elektrická pole prodlužovala mikrobiální trvanlivost. Jako metoda konzervace „sójového mléka“ byly prozkoumány také jiné termické procesy, jako je ultrafialová sterilace, vysokotlaké škrvení, vysokotlaké zpracování a ultra vysokotlaká homogenizace (UHPH). Korejský rýžový nápoj, se běžně prodává zmrazený, aby se zabránilo chutím souvisejícím s UHT ošetřením. Výtrusy *Bacillus cereus* jsou však rizikem a jejich počet byl úspěšně snížen tyndalací pomocí injekce CO₂, což je postup spočívající v zahřívání na 80 °C pro aktivaci klíčení spor, následovaném zahřátím na 95 °C. [1]

2 SÓJOVÝ NÁPOJ

Sójový nápoj má, ve srovnání s jinými rostlinnými alternativami mléka a mléčných výrobků, dostatečný podíl bílkovin, což může zvýšit jeho saturaci. Na rozdíl od většiny ostatních rostlinných bílkovin je sójový protein považován za „kompletní“, protože obsahuje všechny esenciální aminokyseliny. Sójový nápoj také převyšuje své protějšky v rostlinných nápojích, pokud jde o draslík, elektrolyt životně důležitý pro fungování srdce a správnou svalovou kontrakci. [4]

Sójový nápoj a jeho výroba je tradiční pro Čínu a východní Asii, kde byla také tato surovina cennou složkou jídelníčku. Je dokázáno, že výroba „sójového mléka“ začala již před 2000 lety. Tradiční sójový nápoj je nazýván „Doujiang“ v čínštině („dou“ znamená sójový bob, „jiang“ znamená tekutina). Přirozená chuť sójového nápoje, ale nebyla uspokojivá, proto byla vymyšlena nová metoda výroby (moderní styl výroby) tohoto nápoje. Tato metoda byla ve dvacátém století rozvinuta v USA. Díky tomuto novému způsobu výroby, byla potlačena chuť bobů a nápoj tak získal na popularitě zejména v severovýchodních státech (severní Čína, Korea, Japonsko a USA). Výroba sójového nápoje je významná pro východní Asii asi tak jako výroba mléka pro západní státy. [5]

Sójový nápoj může být popsán jako stabilní disperze ve vodě dispergovatelných složek sóji. V závislosti na surovině a způsobu výroby je obsah sušiny asi 10 %. Tato sušina sestává hlavně z bílkovin, tuků a cukrů. [6]

K vyšší spotřebě sójových nápojů významně přispěl vyšší výskyt lidí s intolerancí na laktózu či alergií na bílkoviny kravského mléka. Právě tyto citliví jedinci projeví zájem o takové funkční nápoje, aby využili konkrétních zdravotních výhod. Sójový nápoj a sójové výrobky se dokázaly ujmout pozice mezi vegetariány díky vysokému obsahu bílkovin 36,49 mg/100 g. Sójový nápoj obsahuje 7 g bílkovin na 236,6 ml, což je srovnatelné s mlékem. Sójový nápoj obsahuje esenciální mononenasyčené a polynenasycené mastné kyseliny ve velmi vysokém množství. Sójový nápoj je levný, osvěžující a výživný nápoj s různými funkčně aktivními složkami odpovědnými za jeho prospěšné interakce uvnitř těla. Tento nápoj obsahuje ve velkém množství izoflavony (genistein, daidzein a glycitein), které jsou prehistoricky dobře známé díky svému ochrannému účinku proti některým závažným zdravotním stavům, jako je rakovina, kardiovaskulární onemocnění a osteoporóza. Dále obsahuje syrovátkový nápoj velké množství vlákniny, minerálů (hlavně železa, vápníku a zinku), vitamínů B a nenasycených mastných kyselin. Fytochemikálie,

jako je kyselina fytová (1,0 – 2,2 %), steroly (0,23 – 0,46 %) a saponiny (0,17 – 6,16 %), zvyšují jeho potenciální zdravotní přínosy. [2]

Syrovátkový nápoj však může mít i negativní dopad na zdraví. Izoflavony nebo fytoestrogeny připomínající slabé estrogeny mohou negativně ovlivnit těhotenství a kojence (vaječníky, dělohy, mléčné žlázy a prostaty, časná puberta, snížená plodnost, narušená organizace mozku a rakoviny reprodukčního traktu). Navíc nepřítomnost α -galaktozidázy v lidském střevním traktu způsobuje nestravitelnost oligosacharidů, což vede k produkci plynu v důsledku interakce mezi cukry a bakteriálními komunitami rezidentními v GIT. Studie také ukazuje, že přibližně 14 % lidí, kteří konzumují kravské mléko, mají alergii také na sójový nápoj, resp. Bílkoviny sóji. [2]

2.1 Historie sóji

Rostlina je známá již od roku 2800 př.n.l. a kromě starověké literatury se ukazuje, že sójové boby byly pěstovány a vysoce ceněny stovky let před uchováním písemných záznamů. Můžeme tedy bezpečně předpokládat, že zpracování sójových bobů sahá až do období dynastie Han. Je velmi pravděpodobné, že čínští a japonští pracovníci již provedli rozsáhlé studie o zpracování sóji. Údaje v jazycích přístupných evropským výzkumným pracovníkům se však neobjevily dříve než na začátku 20. století. Na sójové boby poprvé upozornili Evropany německý botanik Kaempfer, který strávil dva roky v Japonsku. Ačkoli podrobně diskutoval o různých potravinářských produktech připravených ze sóji, o plodinu se nezajímal. Malý zájem o sóju byl až začátkem dvacátého století, kdy byla výroba sóji a derivátů zahájena v průmyslovém měřítku. [5, 6]

Průmyslová výroba sóji byla zahájena kolem roku 1910 poblíž Paříže a ve Frankfurtu v Německu. Po druhé světové válce byla dokončena továrna na výrobu sójového nápoje v prášku, kterou postavil Miller pro čínskou vládu, zatímco ve Spojených státech byl další závod umístěn v Ohio. Od té doby se zdálo, že v asijských zemích bylo vypěstováno několik dalších rostlin. [5]

2.2 Organoleptická charakteristika sójového nápoje

Sójový nápoj má krémově žlutou barvu a voní po syrových fazolích. Tento fazolový zápach zmizí při vaření, poté se vyvíjí typická chuť vařeného sójového mléka, což je velmi oceňováno v zemích, kde je sójový nápoj a jeho deriváty nedílnou součástí stravy. Nápoj je sladký a spíše nutriční. Literární údaje o pH mléka jsou v rozporu. [6]

Podle BLOCH je nápoj mírně zásaditý, zatímco PRINSEN GEERLIGS tvrdí, že je mírně kyselý. Je docela možné, že způsob výroby také ovlivňuje pH nápoje, protože nápoj může být připraven mnoha způsoby. Podle některých zdrojů je bod varu přibližně 101 °C. [6]

Při mikroskopickém pozorování je v mléce vidět velké množství tukových kuliček. Menší kuličky jsou v Brawnově pohybu. Většina tukových kuliček má velikost mezi 0,5 až 1 μm, zřídka se vyskytují větší kuličky od 10 do 12 μm. V nápoji nejsou přítomna žádná škrobová zrna, protože nápoj nereaguje na barvicí metody rozpuštěného jodu s methylenblue nebo rutheniumred. [6]

2.3 Technologie výroby sójového nápoje

Jsou dvě technologie výroby sójového nápoje a to způsobem tradičním a moderním, mezi těmito metodami je mírný rozdíl. U moderní technologie je významným pozitivem zbavení nápoje nežádoucí pachuti. Zdrojem této nežádoucí pachutě jsou některé z ketonů a aldehydů, zejména hexanal a heptanal, vzniklých prostřednictvím lipoxidázou katalyzované oxidace sójového oleje. Tyto sloučeniny se nenacházejí v suchých sójových bobech, ale vznikají v okamžiku, kdy jsou boby mokré a dále se zpracovávají. [4]

2.3.1 Tradiční výroba sójového nápoje

Údaje o metodě výroby sójového nápoje, jak ji používá populace několika zemí ve východní a jihovýchodní Asii jsou velmi početné. [5]

U některých metod jsou boby namočený do vody po dobu 3 hodin a poté rozdrceny mezi dvěma kameny. Hmota, která vzniká při drcení, se vaří a filtruje přes látku. Jiná metoda popisuje, jak se v Indo-Číně boby melou poté co byly namočený přes noc. Mletí se provádí dvěma mlýnskými kameny za konstantního přidávání vody. Potom se disperze filtruje přes látku, pozvolna zahřívá k varu, tak aby začala vřít do 30 - 60 minut. Tento nápoj má silnou chuť sójových bobů a působí křídový pocit v ústech. [5, 6, 7]

V Číně jsou boby namočeny po dobu 6 až 7 hodin v létě a 24 hodin v zimě, po této době jsou mlety s vhodným množstvím vody. Mletí se provádí dvěma mlýnskými kameny o průměru 0,5 až 1 metr. Hustá kapalina je přijímána do nádrže a poté filtrována přes plátno. Poměr mezi vodou a boby je deset ku jedné. V Japonsku jsou boby namočeny 12 hodin a jsou pak rozdrceny mezi mlýnskými kameny, dokud není získána jednotná hmota. Tato hmota se vaří půl hodiny s třikrát tolik vody a následně se filtruje. [5, 6, 7]

2.3.2 Moderní technologie výroby sójového nápoje

Tuto metodu lze rozdělit do tří skupin. Každá tato skupina je pojmenována podle organizace, která ji vyvinula. Jedná se o tyto tři organizace:

- The Cornell (the University of Cronell),
- USDA (United States Department of Agriculture),
- Illinois method (University of Illinois).

Všechny tyto tři metody mají společné to, že před namáčením jsou enzymy sójových bobů deaktivovány. [6, 7, 8]

Metoda podle Cornellova je určena pro velkovýrobu a je tedy i nejrozšířenější. Důležitým krokem je výběr odrůd sóji a jejich následné uskladnění. Je důležité, aby v úložných prostorách nebyla příliš velká vlhkost a tedy se zamezilo vzniku plísní. Suché, čisté a zdravé boby mohou být takto uloženy libovolně dlouhou dobu. V dalším kroku nastává čištění, kdy je surovina zbavena všech nečistot (prach, kamínky,...) a také se odstraňují poškozené boby, které by mohly způsobit nepříjemnou pachut'. Dále následuje loupání, tento krok je důležitý, protože slupka může obsahovat půdní bakterie, které by mohly způsobit kažení nápoje a prodloužit dobu nutnou k inaktivaci enzymů a snižuje se pěnivost nápoje. [6, 7, 8]

Aby se zamezilo vývoji hořké chuti u nápoje, je nutné inaktivovat enzymy, které hořkost způsobují. K tomu se používá blanširování bobů, které trvá dvě hodiny při teplotě 50 - 60 °C v roztoku hydrogenuhličitanu vápenatého (0,5 M). Toto ošetření mimo jiné také vymývá ve vodě rozpustné oligosacharidy (způsobující nadýmání) a spouští inaktivaci inhibitoru trypsinu. Mletí probíhá v teplé vodě 80 - 100 °C v roztoku uhličitanu sodného. Takto se sója převede na koloidní roztok. Po mletí následuje oddělení vlákniny, aby se zabránilo nepříjemnému pocitu v ústech. Za použití dekantačních odstředivek se roztok přefiltruje a následně roztok projde dezodorací, aby se zbavil těkavých látek. V dalším

kroku se nápoj musí standardizovat. To znamená, že k sójové bázi přidá takové množství vody, aby se docílilo požadovaného obsahu bílkovin. Je možnost také přidat sladidla, ochucovadla či oleje a docílit tak plnosti a krémovitosti nápoje. Nutným krokem je fortifikace, kdy je nápoj obohacen o vitamíny a minerály. Homogenizace a tepelné ošetření je předposledním krokem. Homogenizací se rozruší tukové kuličky na jemné kapénky, které se rozptýlí do celého objemu. Pokud by se homogenizace neprovedla či nezdařila, budou tukové kuličky vyvstávat na povrch nápoje a nedocílí se tak krémovitosti nápoje. U tohoto druhu nápoje se provádí tepelné ošetření UHT (Ultra-Hight-Temperature), při tomto tepelném ošetření se využívá vysoké teploty a krátkého času, kdy jsou inaktivovány mikroorganismy a nápoj je zbaven také nežádoucích pachů. Posledním a závěrečným krokem je aseptické plnění do obalu. [6, 7, 8]

Vznikají zde vedlejší produkty, jako u všech procesů extrakce. Tyto vedlejší produkty jsou tuhé látky tvořené nerozpustnými bílkovinami a vlákninou zachycené při filtraci v dekantéru. Výtěžnost výroby sójového nápoje může být vyšší, jestliže se přidá další krok opakované extrakce a separace v dekantéru. Tato druhá extrakce se provádí pouze v případě, že se to ekonomicky vyplatí. To znamená, že cena sóji musí být větší než náklady na výrobu. V opačném případě se tento nerozpustný materiál může prodat jako krmivo. [6, 7, 8]

Metoda dle Univerzity Illinois se liší v tom, že zde po vyřazení nevhodných, poškozených bobů a po kroku odstranění hrubých nečistot dochází také ke kroku blanširování, ale toto blanširování je prováděno ve dvou krocích. Obě blanširování trvají po dobu 5ti minut. První je však prováděno za přídavku 0,25 % jedlé sody, ve druhém kroku je přidáno pouze 0,05 % jedlé sody. Tento krok napomáhá snadnějšímu odstranění slupek sójových bobů. Následují stejné kroky jako u první metody a to rozemletí v horké vodě, filtrace, homogenizace, pasterace a balení. [6, 7, 8]

Poslední metodou je metoda USDA. Při této metodě jsou sójové boby nejdříve zbaveny slupek a rozmačkány za vysoké teploty v extruderu. Takto vzniklý sójový prášek se míchá s vodou. Při této metodě je nutno použít emulgátor a to z důvodu přídavku oleje. Směs musí být důkladně homogenizována. Velkou výhodou této metody je vyřazení kroku filtrace a využití celého sójového bobu ovšem bez slupky. [6, 7, 8]

3 KOKOSOVÝ NÁPOJ

Kokos je považován za výživné ovoce a každá část se používá pro různé účely a pěstuje se v 92 zemích, zejména v Indonésii, Filipínách, jižní Asii, východní Africe a Karibiku atd.. „Mléko“ získané z kokosu se používá po celém světě pro cukrárny, pekárny, sušenky, zmrzliny atd.. Země jako Indie, Srí Lanka a další asijské země široce používají kokosový krém a „mléko“ pro účely vaření. Přítomnost triglyceridů se středním řetězcem činí z „kokosového mléka“ snadno stravitelnou náhražku mléčných výrobků. Na rozdíl od jiných analogů mléka obsahujících mastné kyseliny s dlouhým řetězcem obsahuje kokos mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem (MCFA), které lze snadno absorbovat a metabolizovat v játrech a přeměnit je na ketonové sloučeniny, které jsou užitečné při fungování mozku a při poškození paměti, jako je Alzheimerova choroba. Spolu s MCFA zvyšuje rozpustný a nerozpustný obsah vlákniny nutriční hodnotu kokosu s různými antioxidačními vlastnostmi. „Mléko“ také obsahuje poměrně dobré množství minerálů a vitaminů. [2]

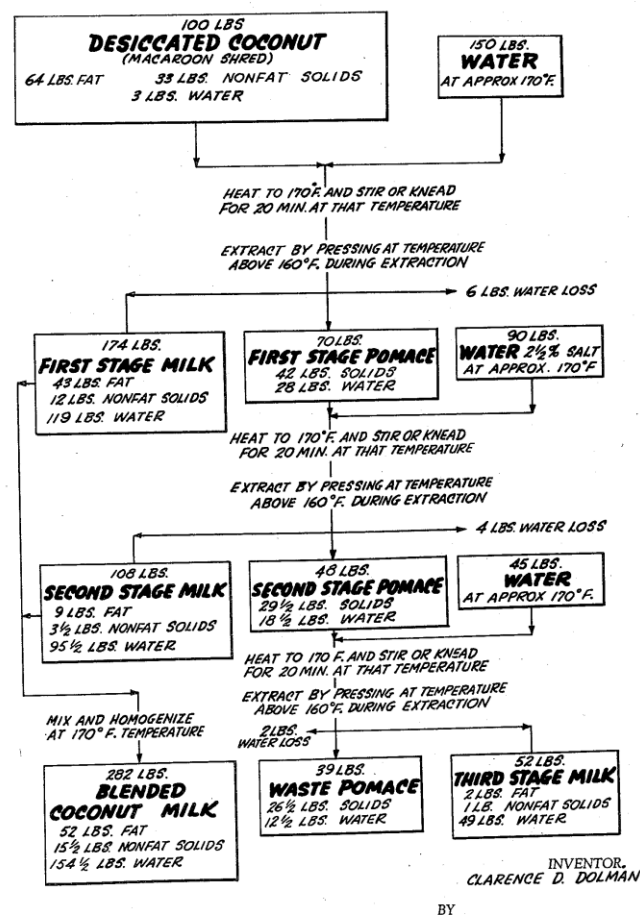
Kokosový nápoj obsahuje nejvyšší množství tuku a nejméně bílkovin. Přibližně 87 % tohoto tuku je nasyceno kyselinou laurovou (44 %), následovanou kyselinou kaprylovou (16 %) a kaprynovou (13 %), což může naopak zvýšit hladinu špatného cholesterolu (LDL), zatímco hladina vápníku v „kokosovém mléce“ je poměrně velmi nízká (4 % z celkové doporučené úrovně), což z něj činí nápoj s nedostatkem vápníku. Kokosový nápoj se obvykle připravuje mechanickým způsobem počínaje, rozbitím skořápky ořechu a oddělením „masa“, které je vyčištěno a nastrouháno. Míchání s teplou vodou se provádí za účelem extrakce oleje, „mléka“ a aromatických složek. Faktory, například doba mletí, extrakční doba a enzym, mají hlavní vliv na výtěžnost produkce „kokosového mléka“. Přesněji řečeno, účinek doby mletí je nepřímo úměrný výtěžku. [2]

3.1 Technologie výroby kokosového nápoje

Prvním krokem výroby kokosového nápoje je nutnost zbavit kokosový ořech jeho tvrdého obalu a vydlabat tuhým nožem dužinu. Následující krok je nutný pro odstranění hnědé „kůže“ pomocí ostré čepele. Omytá dužina vodou se nastrouhá, k takto nastrouhané dužině se přidá voda horká asi 80 °C. Tento krok je důležitý pro vylouhování kokosového oleje, „mléka“ a aromatických látek. Takto extrahovaný nápoj se za použití protlačování a prosévání filtruje tak, aby vznikl neprůhledně bílý nápoj podobný mléku se specifickou

sladkou chutí a vůní po kokosu. Způsob výroby v evropských státech se, ale liší a to z důvodu, že by přeprava pro tento způsob výroby byla ekonomicky náročná. V evropských zemích se pro výrobu kokosového nápoje využívá již nastrohaný a vysušený kokos. Kokos je nastrohaný nebo nasekaný a suší se nejčastěji na slunci nebo v peci. Tyto úpravy se provádějí na místě sklizně z důvodu zabránění oxidaci tuku a enzymatickým změnám. Je nutno dbát na správnou vlhkost při uskladnění. [9, 10, 11]

Výchozí produkt, který byl přivezen v sušeném stavu, se musí smíchat s teplou vodou, aby došlo k rehydrataci a bobtnání kokosových částic. Teplota vody se volí asi 70 °C, a to z důvodu urychlení sorpce a také z důvodu, že v tomto kroku dochází také k pasteraci výrobku. Je nutno hmotu důkladně promíchat a prohníst, tak aby došlo ke kontaktu všech kokosových částic s vodou. Finální fází pro získání hladké emulze je lisování na hydraulickém lisu při tlaku 9,65 MPa. Zpravidla se provádí dvě po sobě následující extrakce pro lepší výtěžnost. V této fázi se kokosový nápoj buď zahušťuje, aby vzniklo kokosový nápoj s větším obsahem tuku, nebo ředí vodou, anebo se suší. Přibližný popis výroby kokosového nápoje je na obrázku 1.[9, 10, 11]



Obrázek 1: Popis výroby kokosového nápoje [9]

4 POHANKOVÝ NÁPOJ

Pohanka (rod *Fagopyrum*) je významnou menší plodinou (produkce přibližně 1,5 milionu tun celosvětově ročně), s dlouhodobým využitím ve východní Evropě (např. jako krupice na ovesnou kaši) a v Číně a Japonsku (zejména nudle). Další vývoj pohanky s rozšířením výroby v důsledku vývoje nových produktů bude pravděpodobně vyplývat z rostoucího uznávání zdravotních výhod konzumace pohanky. Pohanka obecně je výjimečně dobrou plodinou pro chudé půdy a lze ji pěstovat tam, kde pšenici nebo dokonce žito nelze pěstovat se ziskem. [15, 16, 17, 18, 19]

Pohanka má jako potravinová složka velký potenciál, zejména pro funkční potravinářský průmysl. Pohanka, patřící mezi pseudocereálie, obsahuje bílkoviny s vysokou nutriční hodnotou, vlákninu, rezistentní škrob, rutin, flavonoidy, fytoosteroly, fagopyritoly, fagopyriny a dalších složky. Rutin a kvercetin jsou hlavními antioxidanty v pohance a byly zmíněny při léčbě chronické žilní nedostatečnosti. Hlavní nutriční hodnota pohankové krupice (loupaná semena) je podobná jako u obilovin. Škrob a vláknina jsou přítomny v podobných množstvích a pohanka také obsahuje vysokou hladinu polynenasycených esenciálních mastných kyselin, jako je kyselina linolová. Je přítomno několik vitaminů (B1, C a E), je zde i hojné zastoupení minerálů. Ve srovnání s obilovinami má bílkovina pohanky vysokou nutriční kvalitu díky relativně vysoké hladině lyzinu. Na druhé straně byla zaznamenána nízká stravitelnost, pravděpodobně v důsledku taninů, kyseliny fytové a inhibitorů proteázy. Některé inhibitory proteázy mohou také vyvolat alergické reakce u lidí. Sladování může zlepšit výživové a funkční vlastnosti pohanky zvýšením stravitelnosti bílkovin a úrovní nutričních a funkčních složek. [15, 16, 17, 18, 19]

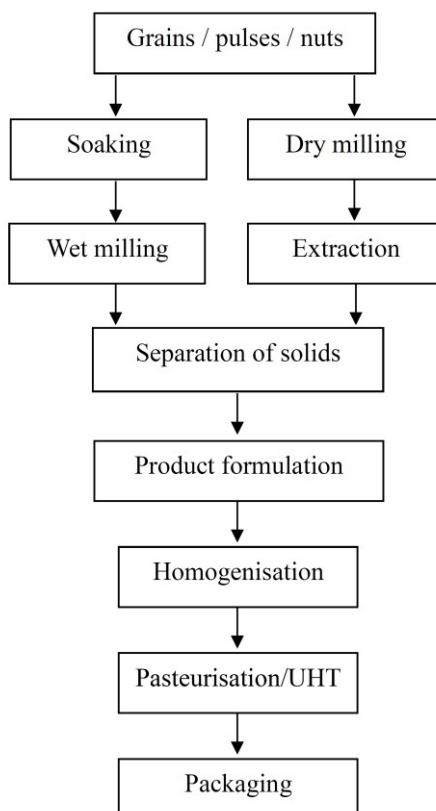
Pohanková mouka může zmírnit cukrovku, obezitu, hypertenzi a hyper-cholesterolemii. Jsou bohatým zdrojem škrobu, bílkovin, antioxidantů a vlákniny, stejně jako stopových prvků. Biologická hodnota (BV) pohankových proteinů je srovnatelná s BV jiných proteinových zdrojů. Kromě kvalitních proteinů obsahují zrna pohanky některé složky s profylaktickou hodnotou: flavonoidy, fagopyriny nebo thiamin vázající proteiny. V potravinářském průmyslu jsou zrna pohanky cennou surovinou pro výrobu funkčních potravin. Pohanková mouka může být cennou a důležitou složkou ve stravě nebo potravinářských výrobcích, přičemž se bere v úvahu její výživná hodnota a potenciální podpora lidského zdraví. Funkční vývoj potravin je jednou z nejzajímavějších oblastí potravinářského průmyslu. Znalost účinků zpracování je nezbytná pro optimalizaci podmínek a získání funkčních potravin bohatých na bioaktivní sloučeniny. Do výroby bylo

uvedeno mnoho funkčních výrobků získaných z pohanky, včetně chleba se zlepšenými pohankami, sušenek, lehkého občerstvení, nudlí, čaje, klíčků, nápoje a konečně pohankového medu. [15, 16, 17, 18, 19]

4.1 Technologie výroby pohankového nápoje

Existuje rozhodující výhoda právě pohankové mléčné alternativy ve srovnání s jinými odrůdami, protože pohanka neobsahuje lepek, a proto ji mohou bez problémů konzumovat lidé s nesnášenlivostí na lepek.

Při výrobě „pohankového nápoje“ se zrna pohanky pěstované hlavně v Rusku, ale také v Německu, namočí do vody na několik hodin. Potom se zrna smíchají s vodou a drtí se. Aby se připravilo „mléko“ k pití, je nutno odfiltrovat pevné zbytky zrn pohanky. Zůstává jen pohankový nápoj. Obecný popis výroby je na obrázku 2. [19]



Obrázek 2: Obecný přehled výrobního procesu rostlinného nápoje [1]

5 OVESNÝ NÁPOJ

Na neustále se rozvíjejícím trhu s náhražkami mléka zaujímá ovesný nápoj významné postavení a opravdu tvrdě konkuruje mezi různými náhražkami a mlékem. Nutriční složky včetně přítomných fenolových sloučenin, avenanthramidů (2 – 289 mg/kg), saponinů, kyseliny fytové, sterolů a mnoho dalších dělá z ovsu a jeho produktů dobrý antioxidant. Zahrnuje polysacharidy, oligosacharidy, lignin a související rostlinné látky. Vláknina podporuje prospěšné fyziologické účinky včetně zeslabení cholesterolu v krvi anebo zeslabení glukózy v krvi. Oves je bohatý na antioxidanty a polyfenoly s makromolekulami v různých poměrech. Má nejvyšší podíl škrobu (60 %) s relativně vyrovnaným obsahem bílkovin (11 – 15 %) a lipidů (5 - 9 %), oves je také dobrým zdrojem vlákniny (2,3 – 8,5 %) a vápníku (0,54 %). Ovesný β -glukan je protirakovinný, uvádí se, že snižuje sloučeniny, které jsou původci rakoviny tlustého střeva, se signifikantním snížením krevního tlaku v krvi. Doporučená dávka β -glukanu pro jednu potravinu je 0,75 g na porci. Obsahuje také esenciální aminokyseliny například kyselinu olejovou (45,60 g / kg), kyselinu linolovou (36,2 – 40,4 %) a kyselinu linolenovou (38,4 - 41,6 %). [2]

Přes mnoho potenciálních zdravotních přínosů je ovesný nápoj chudým zdrojem vápníku, nezbytnou živinou pro růst a vývoj, která je v ovesném mléku komerčně obohacena před jeho spotřebou. Fermentace slouží jako důležitý nástroj při výrobě ovesného mléka, není však vždy výhodná, protože některé důležité fytochemikálie se mohou využít jako substrát pro proces, zatímco může existovat souběžná produkce některých důležitých sekundárních metabolitů, tj. fenolových sloučenin, jako je kyselina chlorogenová a kvercetin které byly detekovány u ovsu po kvašení *Monascus anka*. Na druhé straně, některé sloučeniny mohou být při procesu ztraceny, např. kyselina sinapová byla hlavní složkou nefermentovaných semen ve fermentovaných ovsech však nebyla detekována. To opět znamená význam standardních fermentačních postupů, které mohou ovlivnit produkt oběma způsoby, tj. prospějí procesu nebo jej mohou nepříznivě ovlivnit. [2]

5.1 Technologie výroby ovesného nápoje

Nutným krokem je vylouštění ovsu. Je nutno inaktivovat enzymy lipázy a peroxidázy, což probíhá pomocí opracování zrna parou. Zmíněný krok je potřebný z důvodu nepříznivého vlivu enzymů konečnou chuť a celkový produkt. Je nutno dávat velký pozor na kvalitu zrn, protože jsou bohaté na tuky a snadno podléhají oxidaci. Takto opracovaná zrna se nazývají

krupice, nejčastěji se používají na výrobu ovesných vloček nebo müsli, ale jsou vhodné i pro výrobu ovesného nápoje. Takto upravená krupice je snadněji sehnatelná a také méně náročná na skladování. [12, 13]

Na výrobu ovesného nápoje lze využít ovesné vločky nebo ovesnou mouku, která je poté smíchána s vodou a tvoří tak kapalnou suspenzi, kterou je při teplotách 50 - 53 °C nutno neustále míchat. Aby bylo dosaženo obsahu sušiny 10 - 15 %, míchá se tato suspenze v poměru 6:1 nebo 9:1. [12, 13]

Pro odstranění hrubých nečistot se využívá odstředování nebo dekantace, tento krok nastává po dispergaci. Homogenizace probíhá při teplotě 42 - 45 °C a za tlaku 25 MPa. Záhřevem na 80 °C jsou ukončeny enzymatické reakce. Tyto dva kroky, se ale dají nahradit pouze jedním a to UHT záhřevem. Posledním krokem je aseptické balení do obalu. [12, 13]

K dosažení požadovaných fyzikálně-chemických a organoleptických vlastností, musí vodná suspenze reagovat s enzymy na degradaci škrobu. Mohou se přidávat enzymové přípravky na podporu štěpení, které obsahují α -amylázy a β -amylázy a to z důvodu, aby byla amyláza rozštěpena na maltodextriny a amylopektin na maltózu, glukózu a nízkomolekulární maltotriózu. [12, 13]

Enzymy extrahované z různých zdrojů mohou katalyzovat stejnou reakci. Abychom získali produkt o vhodné viskozitě, je zapotřebí nastavení podmínek tak, aby doba míchání, hodnota pH a teplota suspenze včetně množství enzymu byly optimální. Množství cukru a jeho rozmanitost ovlivňuje množství a kombinace enzymů. Nízkou viskozitu mají ovesné nápoje, které obsahují velké množství cukrů s nízkou molekulovou koncentrací (maltóza, glukóza). Při výrobě ovesných „jogurtů“ a zmrzlin využíváme cukry s vysokou molekulovou koncentrací (maltodextriny), které způsobují, že je nápoj hustší. [12, 13]

6 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ JAKOST ROSTLINNÝCH NÁPOJŮ

Během skladování probíhají chemické změny způsobené interakcemi proteinů, sacharidů a lipidů. Jedním z nejdůležitějších příkladů je Maillardova reakce, která probíhá právě u sušených potravin a podporuje jejich změny. Faktor, který nejvíce ovlivňuje reakce a má vliv na fyzikálně-chemickou stabilitu je relativní vlhkost. [21]

Hlavním důvodem snižování kvality potravin s vysokým obsahem tuku je oxidace tuku, tento faktor nepříjemně ovlivňuje jak výrobu sušených nápojů, tak i možnosti jejich skladování. Dochází k tvorbě látek, které nepříznivě ovlivňují nutriční složení, barvu, chuť, texturu potraviny a hlavně její bezpečnost. Vznikají tak nízkomolekulární látky např. aldehydy a ketony, ale i vysokomolekulární látky. Indikátorem oxidace tuku je malondialdehyd. Významnými faktory, které Maillardovu reakci i oxidaci tuku ovlivňují jsou způsob skladování a teplota. [21]

6.1 Oxidace tuku

K měření oxidace lipidů v potravinách se běžně používá řada analytických metod. Neexistuje však jednotná a standardní metoda pro detekci všech oxidačních změn ve všech potravinách. Je proto nutné zvolit vhodnou a přiměřenou metodu pro konkrétní aplikaci. Dostupné metody monitorování oxidace lipidů v potravinách lze rozdělit do pěti skupin podle toho, co měří: absorpce kyslíku, ztráta výchozích substrátů, tvorba volných radikálů a tvorba primárních a sekundárních oxidačních produktů. [22]

Thiobarbiturové číslo – TBA je využíváno ke stanovení sekundárních oxidačních produktů lipidů. Jedná se o reakci založenou mezi thiobarbiturovou kyselinou a karbonylem, kde vznikají červené fluorescenční produkty v kyselém prostředí, které se nazývají TBA-MDA komplex. Tyto produkty se měří spektrofotometricky při vlnové délce 532 - 535 nm. TBA, ale však test není úplně spolehlivý, jelikož TBA může reagovat i s nelipidovými karbonylovými sloučeninami. Tyto adiční produkty mohou být naměřeny při vlnové délce 450 - 550 nm. [22, 23,24]

Malondialdehyd (MDA) je jedním z konečných produktů oxidace polynenasycených mastných kyselin. Zvýšení volných radikálů způsobuje nadprodukcí MDA. [22, 23,24]

Jednou ze skupin sekundárních reakcí oxidovaných tuků jsou reakce, při nichž se počet uhlíků v molekule zvyšuje. Interakcemi mezi dvěma volnými radikály obvykle vznikají polymery. V případě dvou alkylových radikálů poté vznikají dimery, zde jsou nenasycené mastné kyseliny vázány jednoduchou vazbou C – C. [34]

Polymerací se rozumějí procesy, při kterých se podstatně nemění sumární složení sloučeniny, ale molekulová hmotnost se zvýší o násobek hmotnosti monomeru. Nejčastější důvod vzniku polymerů, je právě tehdy když se vytvoří volné radikály. [34]

Tvoří se cyklické a lineární polymery, ty tvoří mastné kyseliny, kde jsou mastné kyseliny spojeny vazbou C – C, tyto polymery se tvoří za nízkého parciálního tlaku a při vysokých teplotách. [34]

V pokročilých stádiích oxidačních reakcí jsou tyto reakce doprovázeny polymerací. Tyto reakce se poté jmenují oxypolymerace. A to z důvodu, že za dostatečného přístupu vzduchu a při nižších teplotách se tvoří velké množství volných radikálů obsahujících kyslík. [34]

6.2 Maillardova reakce

Vysoký tlak snižuje rychlost reakce neenzymového hnědnutí - Maillardova reakce. Skládá se ze dvou reakcí, kondenzační reakce aminosloučenin s karbonylovými sloučeninami, a následných reakcí hnědnutí včetně procesů tvorby melanoidinu a polymerizačních procesů. Kondenzační reakce nevykazuje žádné zrychlení vysokým tlakem (5 – 50 MPa při 50 °C), protože potlačuje tvorbu stabilních volných radikálů odvozených od melanoidinu, které jsou odpovědné za reakci zhnědnutí. Bylo zjištěno, že gely indukované vysokým tlakem jsou lesklejší a průhlednější kvůli přeskupení molekul vody obklopujících aminokyselinové zbytky v denaturovaném stavu. [25]

Dosud bylo charakterizována jen část sloučenin vznikajících v těchto reakcích. Převážně jsou to stálé sloučeniny. Méně prozkoumané jsou meziprodukty, které vznikají v malých koncentracích. [34]

Kromě sacharidů, jejich degradačních produktů a degradačních produktů aminokyselin (aldehydy, amoniak, aj.) se do reakcí zapojují v potravině přítomné karbonylové sloučeniny, ale i karbonylové sloučeniny, které v potravinách teprve vznikají, jsou to např. produkty oxidace tuků. Tento fakt platí také o vznikajících volných radikálech, které

podléhají polymeraci, jelikož tyto látky hrají velmi významný fakt při tvorbě vonných a chuťových látek a vysokomolekulárních barevných pigmentů. [34]

Oxidativní dekarboxylace neboli Streckerova degradace aminokyselin, jedná se oxidaci aminokyselin působením oxidačních činidel, při kterých vznikají karbonylové sloučeniny obsahující o jeden uhlík méně než výchozí aminokyselina, mimo jiné vzniká amoniak a oxid siřičitý. [34]

Značně se liší mechanismus reakce, a to podle oxidačního čísla. 2-iminokyseliny a 2-oxokyseliny vznikají jako meziprodukty, tyto produkty taktéž vznikají při enzymových reakcích. [34]

6.3 Relativní vlhkost

Problémy mohou nastat, když jsou sušené nápoje vystaveny vysoké relativní vlhkosti a teplotě. Někdy mohou malé rozdíly v obsahu vlhkosti, velikosti částic, době skladování a dokonce i teplotě způsobit velkou odlišnost. Je tedy třeba si uvědomit, jaký účinek mají tyto proměnné, a navrhnout nejhorší scénář. Pro usnadnění skladování, manipulace a zpracování může být nutné provést práškové zpracování za regulované relativní vlhkosti a teploty. [26, 27]

Jak se zvyšuje relativní vlhkost okolního vzduchu, sušené nápoje mají tendenci absorbovat vodu, která může tvořit kapalně můstky mezi částicemi prášku, což má za následek větší soudržnost prášku a následnou sníženou tekutost. Na druhé straně, jak se relativní vlhkost snižuje, sušené nápoje mají tendenci desorbovat vodu a tekuté můstky zmizí pro vlhké nerozpustné materiály, jako jsou skleněné kuličky. Kromě toho zvyšování teploty sušeného nápoje zvyšuje rozpouštění částic a to může usnadnit změny v krystalické formě, které mají za následek spékání. Adsorpce vody hmotou sušených nápojů z atmosféry je časově závislá, protože voda musí být absorbována ze vzduchu do sušeného nápoje. Nakonec může být dosaženo obsahu vlhkosti, který poskytuje dynamickou rovnováhu mezi vodou v sušeném nápoji a vodou ve vzduchu. [26, 27]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 CÍL PRÁCE

7.1 Cíle teoretické diplomové práce

- Charakterizovat skupinu rostlinných nápojů imitujících mléko
- Popsat faktory, které ovlivňují jakost těchto výrobků

7.2 Cíle praktické diplomové práce

- Založení skladovacího pokusu při třech teplotách s pěti vzorky sušeného rostlinného nápoje a plnotučným sušeným mlékem
- Sledování vývoje změny obsahu sušiny, hodnoty pH, obsahu amoniaku, sekundárních oxidačních produktů a zdánlivé viskozity
- Vyhodnocení výsledků a jejich diskuze

8 MATERIÁL A METODIKA

8.1 Popis experimentu

Byl založen skladovací pokus s pěti vzorky sušeného rostlinného nápoje a jedním vzorkem sušeného plnotučného mléka. Během skladování byl u daných nápojů a mléka sledován vývoj změn obsahu sušiny, hodnoty pH, obsahu amoniaku, sekundárních oxidačních produktů a zdánlivé viskozity.

Při skladovacím pokusu byly použity tři různé teploty:

- lednice 5 ± 2 °C (L)
- sklad 22 ± 2 °C (S)
- termostat 40 ± 2 °C (T)

Tento pokus probíhal po dobu tří měsíců a jeho cílem bylo zjistit jaký má skladovací teplota vliv na vývoj sledované parametry. Měření vzorků probíhalo ihned po získání z výrobního závodu v případě rostlinných nápojů a zakoupení v tržní síti v případě plnotučného mléka, toto měření je označeno 0M a poté vždy po měsíci skladování tato měření jsou označena podle měsíce, ve kterém byly měřeny – 1M, 2M, 3M. Vzorky byly skladovány v sušené formě a před samotným měřením byly rekonstituovány. Použity byly tyto sušené směsi pro výrobu nápojů a sušené plnotučné mléko, viz. Tabulka 1.:

- Sójový nápoj (SN)
- Sójový nápoj extra protein (SNEP)
- Kokosový nápoj (KN)
- Pohankový nápoj (PN)
- Ovesný nápoj (ON)
- Plnotučné mléko (PM)

Tabulka 1: Označení vzorků v rámci měření

Vzorek	Teplota skladování		
	5 °C Lednice	20 °C Sklad	40 °C Termostat
SN	SN_L (1M-3M)	SN_S (1M-3M)	SN_T (1M-3M)
SNEP	SNEP_L (1M-3M)	SNEP_S (1M-3M)	SNEP_T (1M-3M)
KN	K_L (1M-3M)	K_S (1M-3M)	K_T (1M-3M)
PN	P_L (1M-3M)	P_S (1M-3M)	P_T (1M-3M)
ON	O_L (1M-3M)	O_S (1M-3M)	O_T (1M-3M)
PM	PM_L (1M-3M)	PM_S (1M-3M)	PM_T (1M-3M)

8.2 Vlastní příprava vzorku

Před začátkem měření musel být každý vzorek rekonstituován, jelikož se jednalo o sušené rostlinné nápoje a sušené mléko. Rekonstituce probíhala následovně: bylo naváženo 25 g vzorku a rozpuštěno v malém množství horké destilované vody, poté byl obsah odměrné baňky doplněn do 250 ml. Takto připravený vzorek byl důkladně protřepán a zchlazen na 22 ± 2 °C. Hodnoty, které jsou prezentovány ve výsledkové části práce byly získány po rekonstituci s vodou – tedy v nápoji samotném.

8.3 Popis použitých vzorků

Následující popisy složení výrobků, jsou použity z obalu daných výrobků.

8.3.1 Sójový nápoj

Složení sójového nápoje je následující: dextróza, kokosový tuk, sušený glukózový sirup, sójový proteinový izolát (5 %), sójová mouka (3 %), emulgátor - estery mono a diglyceridů mastných kyselin (E472e), stabilizátor - fosforečnan draselný. Výživové údaje jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Výživové údaje na 100 g sójového nápoje

Energetická hodnota	2053 kJ (490 kcal)
Tuky	24 g
z toho nasycené mastné kyseliny	22 g
Sacharidy	63 g
z toho cukry	45 g
Bílkoviny	5,5 g
Sůl	0,21 g

8.3.2 Sójový nápoj extra protein

Složení sójového nápoje extra protein je následující: sójový proteinový izolát (34 %), dextróza, inulin, sušený glukózový sirup, kokosový tuk, ovesná mouka, premix vitaminů a minerálních látek (obsah viz tabulka výživových údajů), fruktóza, emulgátor - estery mono a diglyceridů mastných kyselin (E472e), stabilizátor - fosforečnan draselný. Výživové údaje jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Výživové údaje na 100 g sójového nápoje extra protein

Energetická hodnota	1590 kJ (378 kcal)
Tuky	9,8 g
z toho nasycené mastné kyseliny	8,9 g
Sacharidy	37 g
z toho cukry	25 g
Bílkoviny	30 g
Sůl	1,7 g

8.3.3 Kokosový nápoj

Složení kokosového nápoje je následující: dextróza, kokosový tuk (29 %), sušený glukózový sirup, emulgátor: emulgátor - estery mono a diglyceridů mastných kyselin (E472e), stabilizátor - fosforečnan draselný, aroma. Výživové údaje jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Výživové údaje na 100 g kokosového nápoje

Energetická hodnota	2221 kJ (532 kcal)
Tuky	32 g
z toho nasycené mastné kyseliny	30 g
Sacharidy	61 g
z toho cukry	36 g
Bílkoviny	< 0,5 g
Sůl	0,03 g

8.3.4 Pohankový nápoj

Složení pohankového nápoje je následující: dextróza, kokosový tuk, sušený glukózový sirup, pohanková mouka (17 %), inulin, emulgátor - estery mono a diglyceridů mastných kyselin (E472e), stabilizátor - fosforečnan draselný. Výživové údaje jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5: Výživové údaje na 100 g pohankového nápoje

Energetická hodnota	1978 kJ (473 kcal)
Tuky	23 g
z toho nasycené mastné kyseliny	21 g
Sacharidy	59 g
z toho cukry	29 g
Bílkoviny	2,1 g
Sůl	< 0,03 mg

8.3.5 Ovesný nápoj

Složení ovesného nápoje je následující: ovesná mouka (21 %), sušený glukózový sirup, kokosový tuk, dextróza, maltodextrin, inulinemulgátor - estery mono a diglyceridů mastných kyselin (E472e), stabilizátor - fosforečnan draselný, fosforečnan vápenatý, jedlá sůl. Výživové údaje jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6: Výživové údaje na 100 g Ovesného nápoje

Energetická hodnota	1966 kJ (469 kcal)
Tuky	22 g
z toho nasycené mastné kyseliny	19 g
Sacharidy	63 g
z toho cukry	24 g
Vláknina	3,9 g
Bílkoviny	2,9 g
Sůl	0,52 g

8.3.6 Sušené plnotučné mléko

Složení sušeného plnotučného mléka je následující: plnotučné mléko. Výživové údaje jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7: Výživové údaje na 100 g Sušeného plnotučného mléka

Energetická hodnota	2067 kJ (494 kcal)
Tuky	26 g
z toho nasycené mastné kyseliny	17 g
Sacharidy	39 g
z toho cukry	39 g
Bílkoviny	26 g
Sůl	0,82 g

8.4 Použité metody

8.4.1 Stanovení sušiny

Sušina je hmota vzorku po odstranění vody sušením. Obsah vody se určuje z hmotnostního úbytku po vysušení vzorku:

$$p_{H_2O} = 100 \cdot \frac{m - m_{suš}}{m} [\%] [28]$$

Stanovení sušiny probíhalo vážkovou metodou, kdy byly 3 g vzorku rozprostřeny na křemičitý písek a vzorek byl rozmíchán s sušen v sušárně za teploty 103 ± 2 °C do konstantní hmotnosti. Následně byly takto vysušené vzorky vloženy do exikátoru a po zchlazení byly váženy.

8.4.2 Stanovení amoniaku Conwayovou metodou

Amoniak se v Conwayově nádobce vytěsňuje z vnější části nádoby ze vzorku do vnitřní části nádoby, kde se absorbuje roztokem 1 % hmot. H_3BO_3 . Množství absorbovaného

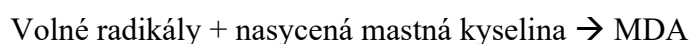
amoniaku se stanoví titrací 0,005 mol.l⁻¹ H₂SO₄ pomocí směsi indikátorů – bromkresolová zeleň a metylčerveň.

Vnější hrany Conwayovy nádoby se potřou vazelínou, aby vzniklý amoniak nemohl uniknout mimo nádobku. Vzorek se homogenizuje s destilovanou vodou v poměru 1:3, následně se homogenát odstředí. Do vnitřního prostředí nádoby se pipetuje 1 ml 1% H₃BO₃ a přidají se dvě kapky Conwayova indikátoru. Takto připravený roztok se zbarví do červena. Do vnějšího prostoru se pipetuje 1 ml nasyceného roztoku K₂CO₃ na jednu stranu a na druhou stranu se pipetuje 1 ml homogenátu. Je nutné dávat pozor, aby se tyto dvě kapaliny nesmíchaly. Nádobku musíme ihned uzavřít a vnější obsah nádoby opatrně promíchat, tak aby se nepřelil do vnitřní části, kde se bude absorbovat amoniak.

Takto připravená nádobka se nechá dvě hodiny stát při pokojové teplotě. Absorbovaný amoniak se titruje pomocí 0,005 mol.l⁻¹ H₂SO₄ do růžového zbarvení. [35]

8.4.3 Stanovení sekundárních produktů oxidace lipidů – Thiobarbiturové číslo

Obsah malondialdehydu, sekundárního oxidačního produktu, se stanovuje pomocí thiobarbiturového čísla. Malondialdehyd reaguje s kyselinou 2 - thiobarbiturovou za vzniku růžového komplexu, intenzita tohoto zbarvení se měří spektrofotometricky. Měřená absorbance odpovídá vlnové délce 538 nm. Obsah kyseliny thiobarbiturové ve vzorku je vypočítán z kalibrační křivky, výsledky jsou vyjádřeny v miligramech [mg] malondialdehydu (MDA) ekvivalenty na kilogram vzorku.



Do 50 ml zkumavky se pipetuje 5 ml vzorku, přidá se 15 ml 3,86 % hmot. kyseliny chloristé a 0,5 ml etanolového roztoku butylhydroxytoluenu o koncentraci 4,2 % hmot. Vzorek je nutno třepat 15 minut, poté jej odstředit při 6000 ot/min, a nakonec filtrovat. Ke 4 ml filtrátu se do skleněné zkumavky přidají 4 ml kyseliny thiobarbiturové o c = 0,02 mol.l⁻¹. Následuje zahřátí ve vodní lázni (100 °C) po dobu 45 minut. Po zchlazení se měří absorbance při vlnové délce 538 nm pro žluté odstíny. Výsledky jsou vyjádřeny v mg MDA ekvivalenty na kg vzorku. [36, 37]

Vzorec pro výpočet TBARS čísla:

$$TBARS = \frac{A_{vz} - A_{sl1} - A_{sl2}}{m} \cdot 1000$$

Kde:

TBARS	Tiobarbiturové číslo ($A_{538} \cdot \text{mg}^{-1}$)
A_{vz}	absorbance vzorku
A_{sl1}	absorbance slepého pokusu č. 1 (s kyselinou tiobarbiturovou)
A_{sl2}	absorbance slepého pokusu č. 2 (se vzorkem)
m	navážka vzorku [g] [36,37]

8.4.4 Stanovení viskozity

Viskozita se měří pomocí rotačního viskozimetru HAAKE RheoStress1 (Thermo Scientific, USA) na zaznamenání a zpracování výsledků byl použit software RheoWin. Měření probíhalo ve dvou fázích:

1. fáze – promíchávání vzorku při rychlostním gradientu 40 s^{-1} po dobu 60 s
2. fáze – měření zdánlivé viskozity při rychlostním gradientu 40 s^{-1} po 60 s

Pro samotné měření byl vždy použit 1 ml vzorku, který byl vložen do geometrie určené pro měření (válec – válec). Vzorek byl po celou dobu měření temperován na $25,0 \pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$.

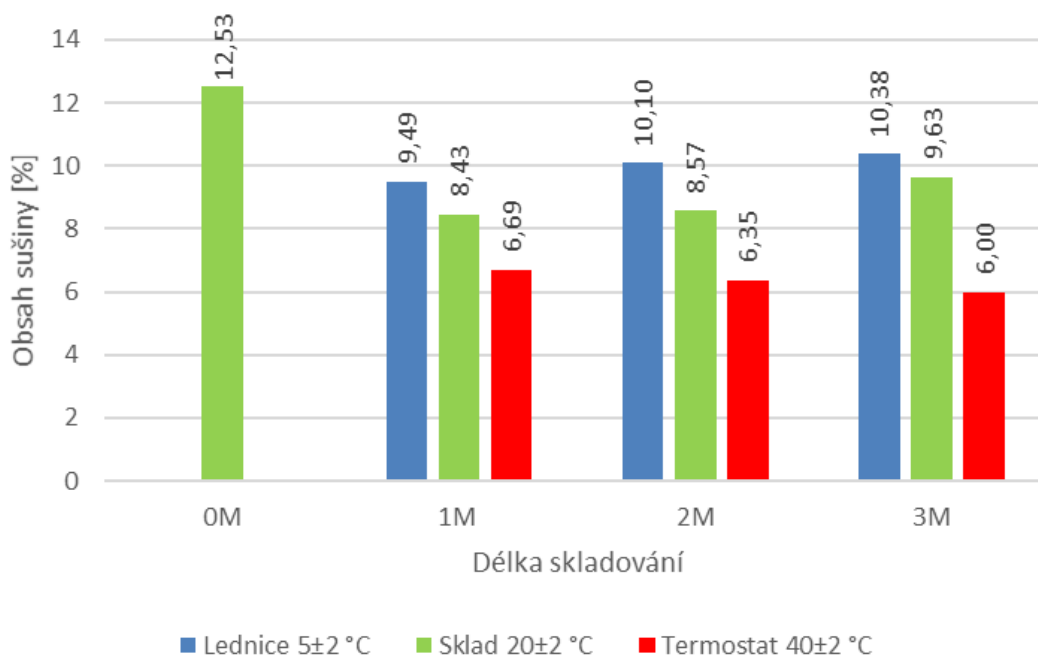
Data získaná z měření byla zpracována v Excelu a byl vytvořen průměr ze všech měření pro daný vzorek a teplotu. Každý vzorek byl podroben měření v přístroji HAAKE RheoStress1 minimálně třikrát.

9 VÝSLEDKY A DISKUZE

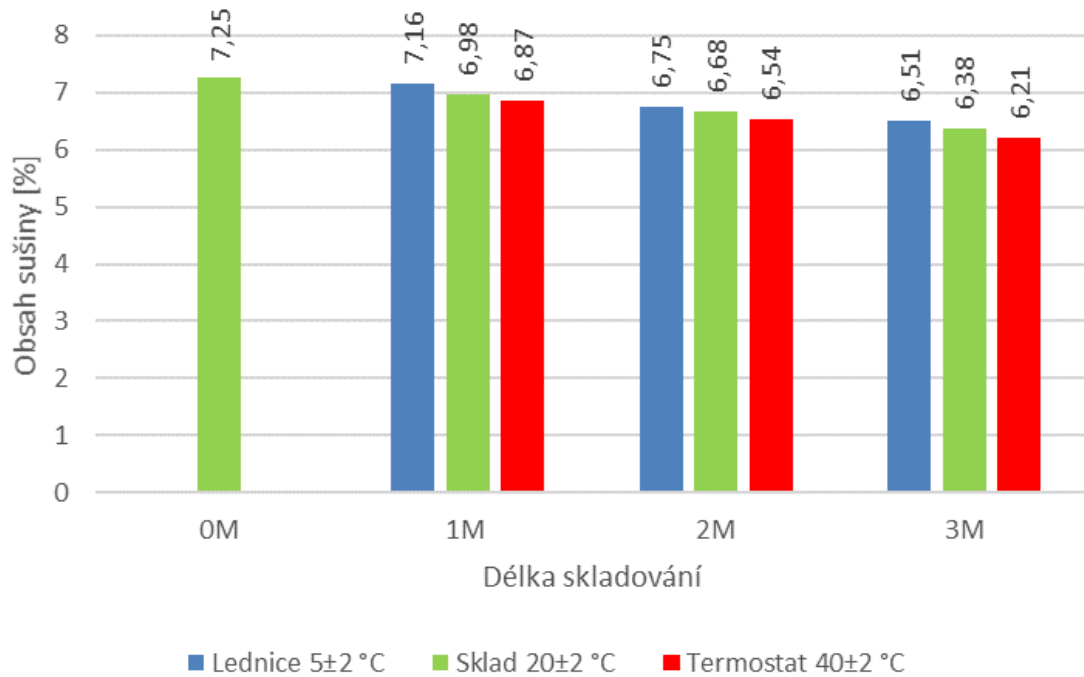
Tato diplomová práce byla zaměřena na skladovací pokus sloužící ke zjištění vlivu doby a teploty skladování na změnu obsahu sušiny, pH, obsahu amoniaku, sekundárních oxidačních produktů a zdánlivé viskozity vlivem délky skladování a použitými teplotami skladování. V textu níže budou hodnoceny jednotlivé vlivy v rámci jednotlivých vzorků rostlinných náhrad mléka a následně budou komentovány všechny zjištěné výsledky.

9.1 Stanovení obsahu sušiny

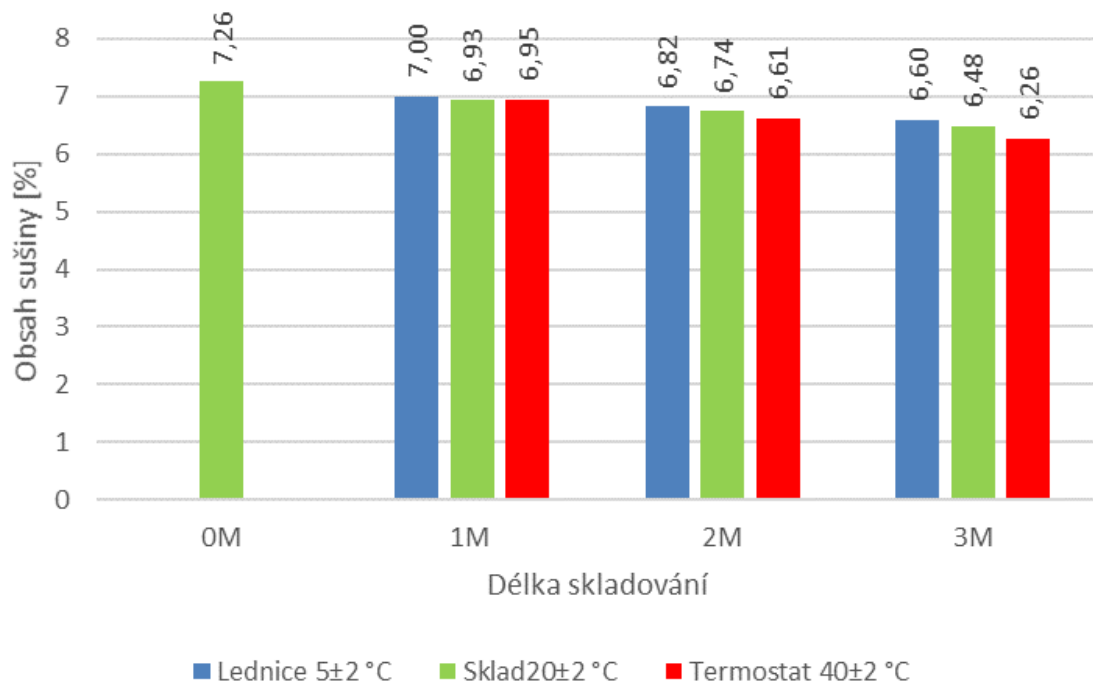
U obsahu sušiny u všech vzorků rostlinných nápojů a plnotučného mléka při všech teplotách skladování byl pozorován klesající trend.. To mohlo být způsobeno tím, že sušené rostlinné nápoje a sušené mléka jsou vysoce hygroskopické a obal vzorků nebyl hermeticky uzavřen. Výsledky všech naměřených hodnot jsou graficky znázorněny na obrázcích 3 – 8.



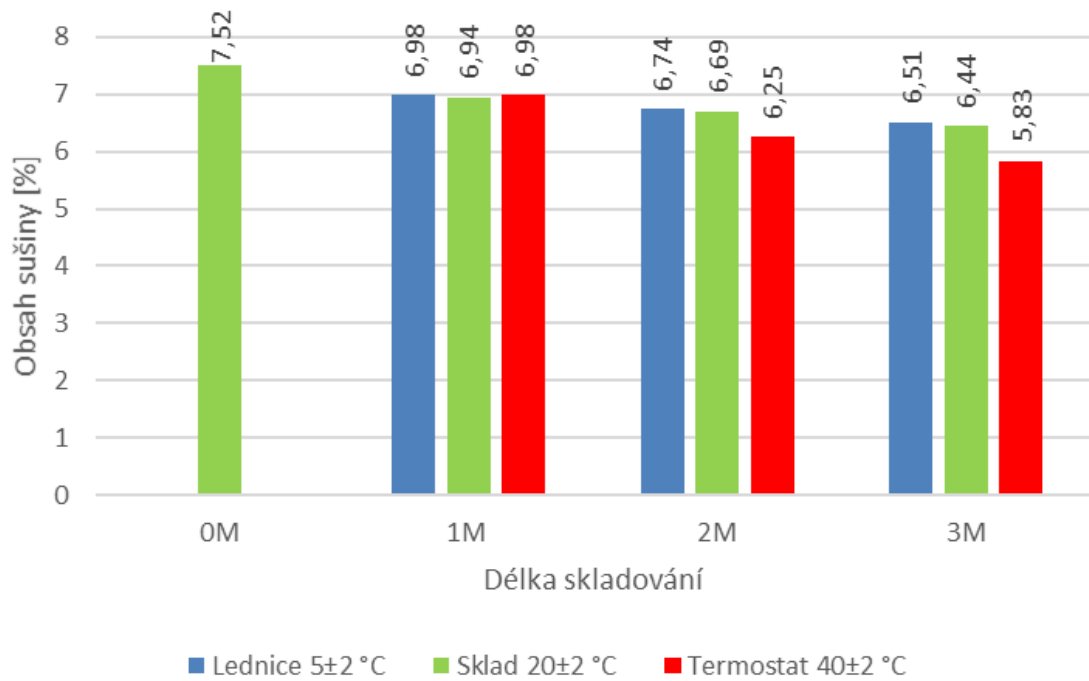
Obrázek 3: Vývoj obsah sušiny u plnotučného mléka



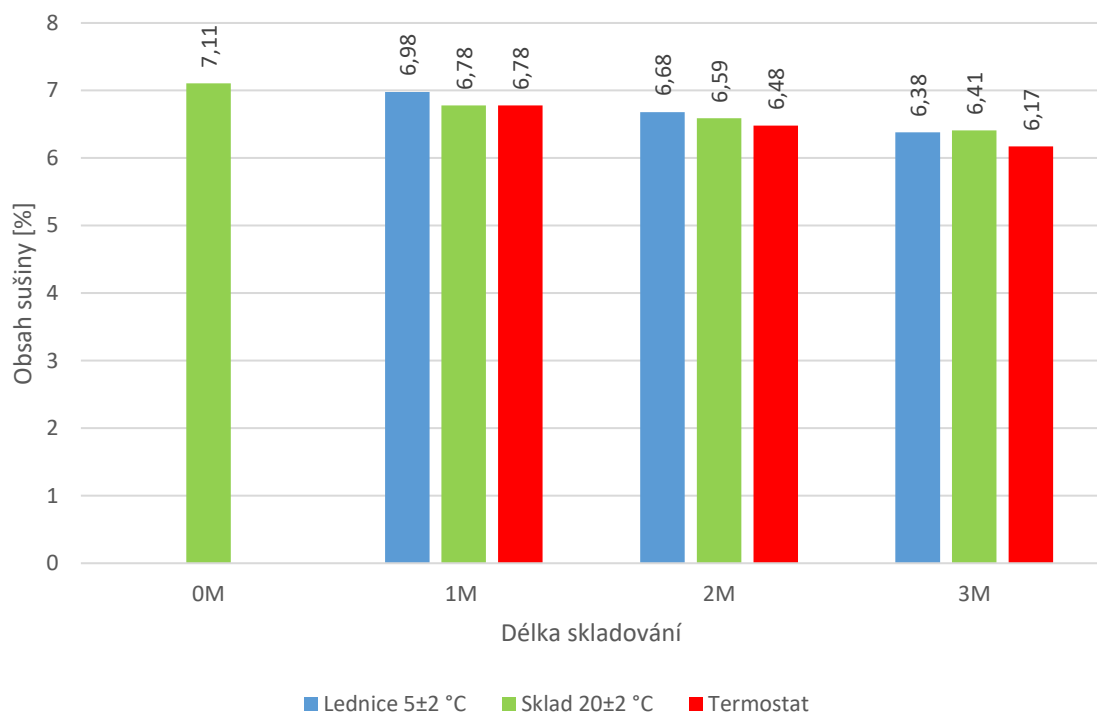
Obrázek 4: Vývoj obsah sušiny u kokosového nápoje



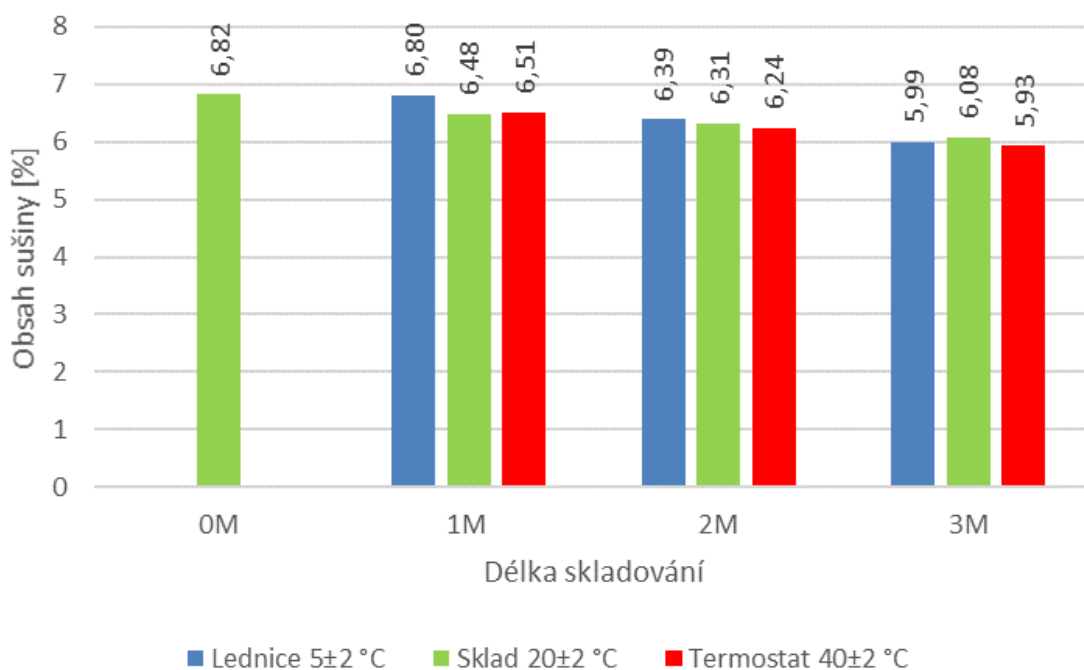
Obrázek 5: Vývoj obsah sušiny u sójového nápoje



Obrázek 6: Vývoj obsah sušiny u pohankového nápoje



Obrázek 7: Vývoj obsah sušiny u ovesného nápoje



Obrázek 8: Vývoj obsah sušiny u sójového nápoje extra protein

9.2 Vliv doby a jednotlivých teplot na změny hodnoty pH

U pěti vzorků rostlinných nápojů a jednoho vzorku plnotučného mléka, byl sledován vývoj změny pH. Jak bylo předpokládáno hodnoty pH klesají v závislosti na čase a na použitých teplotách.

Pro srovnání změn pH u rostlinných nápojů bylo použito plnotučné mléko. Plnotučné mléko vykazovalo pokles pH, u teplot $5 \pm 2 \text{ °C}$ a $20 \pm 2 \text{ °C}$ nebyl však tento pokles prudký, naopak u teploty $40 \pm 2 \text{ °C}$ byl pokles výraznější, a to z původní hodnoty v nultém měsíci $6,77 \pm 0,01$ na hodnotu $6,00 \pm 0,01$ ve třetím měsíci. Výsledky průběhu změn jsou graficky znázorněné na obrázku 9.

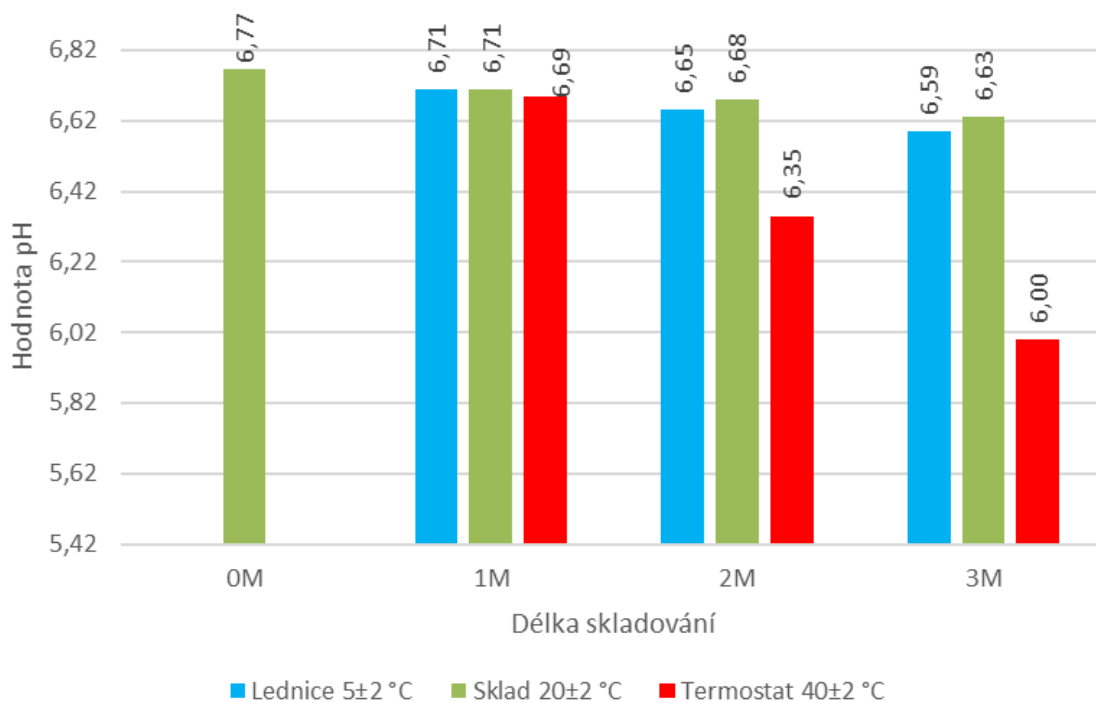
Vzorek kokosového nápoje vykazoval pokles pH, výsledky tohoto měření jsou uvedeny na obrázku 10. Na začátku měření byla hodnota pH $7,22 \pm 0,02$, na konci byly výsledky měření pH u teploty $5 \pm 2 \text{ °C}$ $6,51 \pm 0,01$, u teploty $20 \pm 2 \text{ °C}$ $6,38 \pm 0,02$ a u teploty $40 \pm 2 \text{ °C}$ $6,21 \pm 0,01$.

U vzorku sójového nápoje lze pozorovat mírný pokles pH u teplot $5 \pm 2 \text{ °C}$ a $20 \pm 2 \text{ °C}$, naopak u teploty $40 \pm 2 \text{ °C}$ lze pozorovat větší pokles pH. Průběh poklesu pH je znázorněn v obrázku 11.

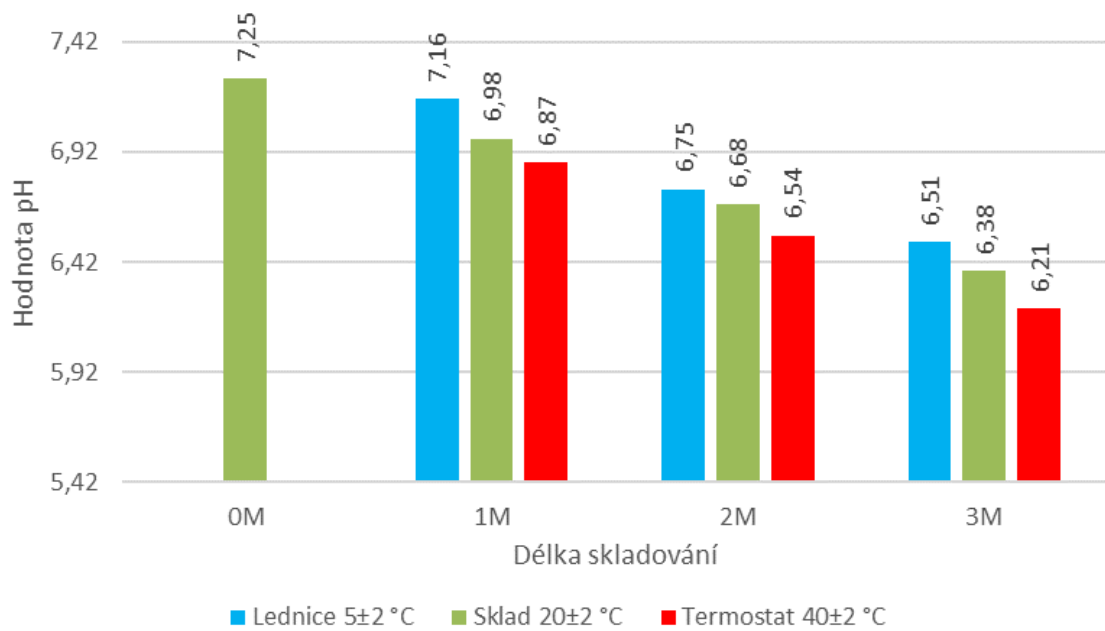
Vývoj změny pH byl nejvíce patrný u pohankového nápoje, kde tato hodnota prudce klesá ve druhém měsíci při teplotě 40 ± 2 °C. Výsledky tohoto měření jsou graficky znázorněny na obrázku 12. Při prvotním měření byla hodnota pH $7,52 \pm 0,01$. V posledním měsíci skladování poté byla hodnota u teploty 5 ± 2 °C (lednice) $6,51 \pm 0,01$, u teploty 20 ± 2 °C (sklad) $6,44 \pm 0,01$ a u teploty 40 ± 2 °C (termostat) $5,83 \pm 0,05$.

Výsledky pH u ovesného nápoje vykazovaly mírný pokles pH u všech tří teplot po dobu skladování tří měsíců. Na začátku byla hodnoty pH naměřena $7,11 \pm 0,01$. Při posledním měření byly hodnoty u teplot následující, lednice 5 ± 2 °C $6,38 \pm 0,01$, sklad 20 ± 2 °C $6,41 \pm 0,005$, termostat 40 ± 2 °C $6,17 \pm 0,01$. Všechny naměřené hodnoty a jejich grafické znázornění jsou zobrazeny na obrázku 13.

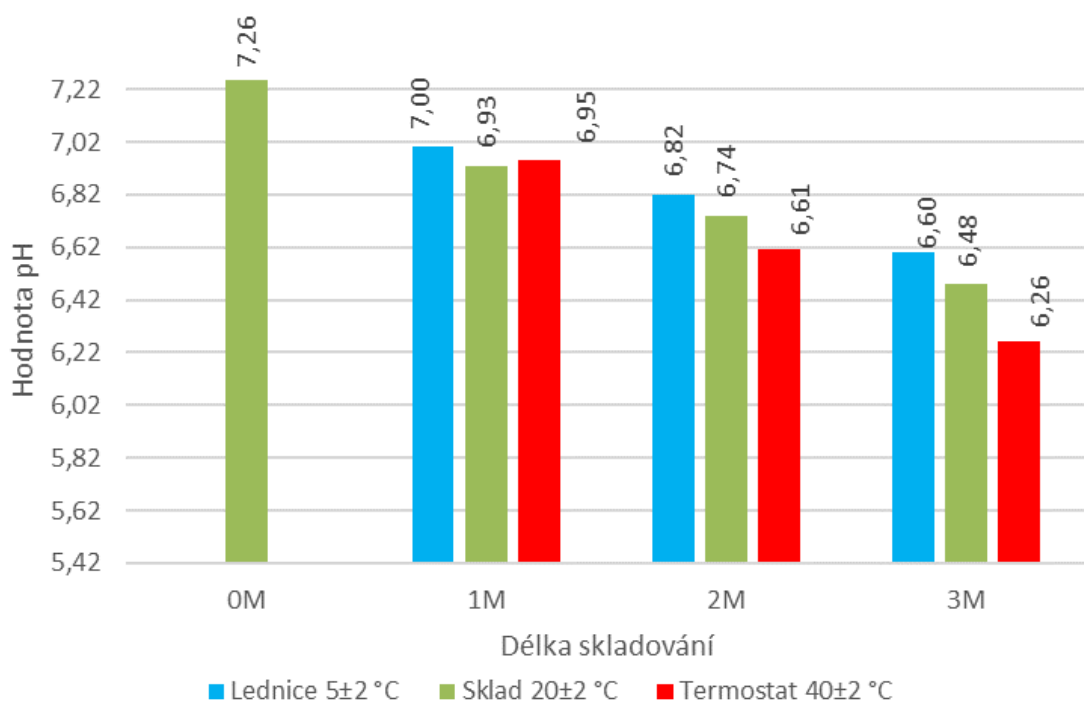
Vzorek sójového nápoje s extra proteinem vykazoval prudší pokles pH u všech použitých teplot, jak zobrazuje obrázek 14. Při teplotě 5 ± 2 °C byl tento pokles zprve pomalejší. Na konci skladování se tento nápoj pohybuje v mírně kyselé oblasti.



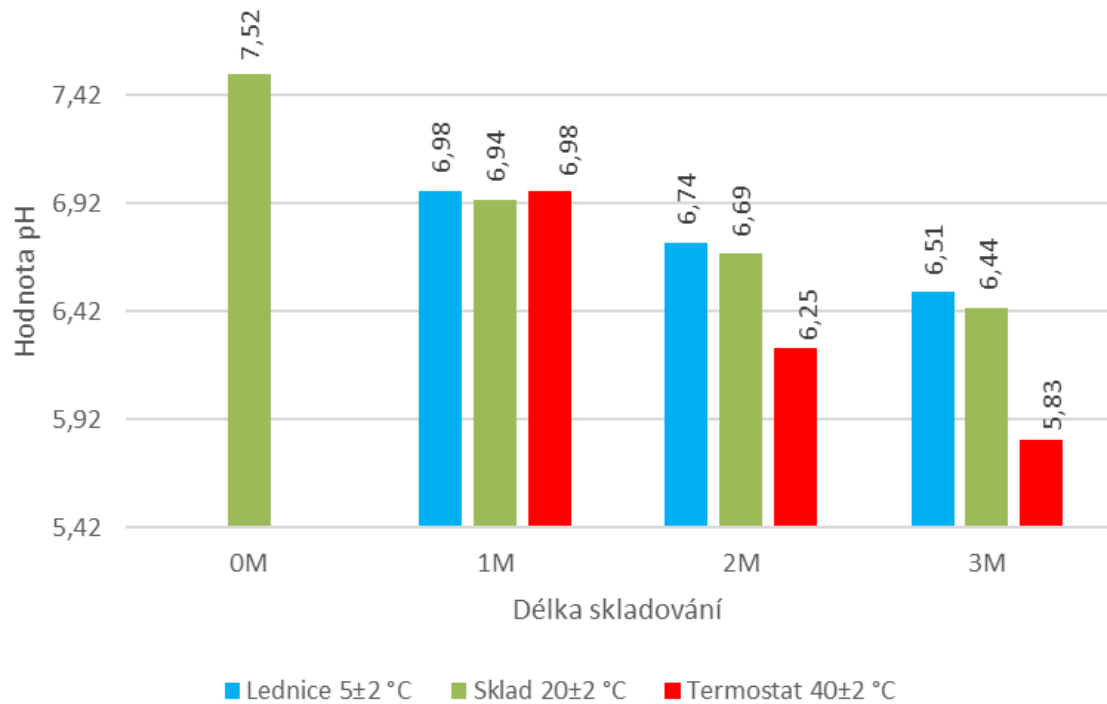
Obrázek 9: Vývoj hodnoty pH u plnotučného mléka



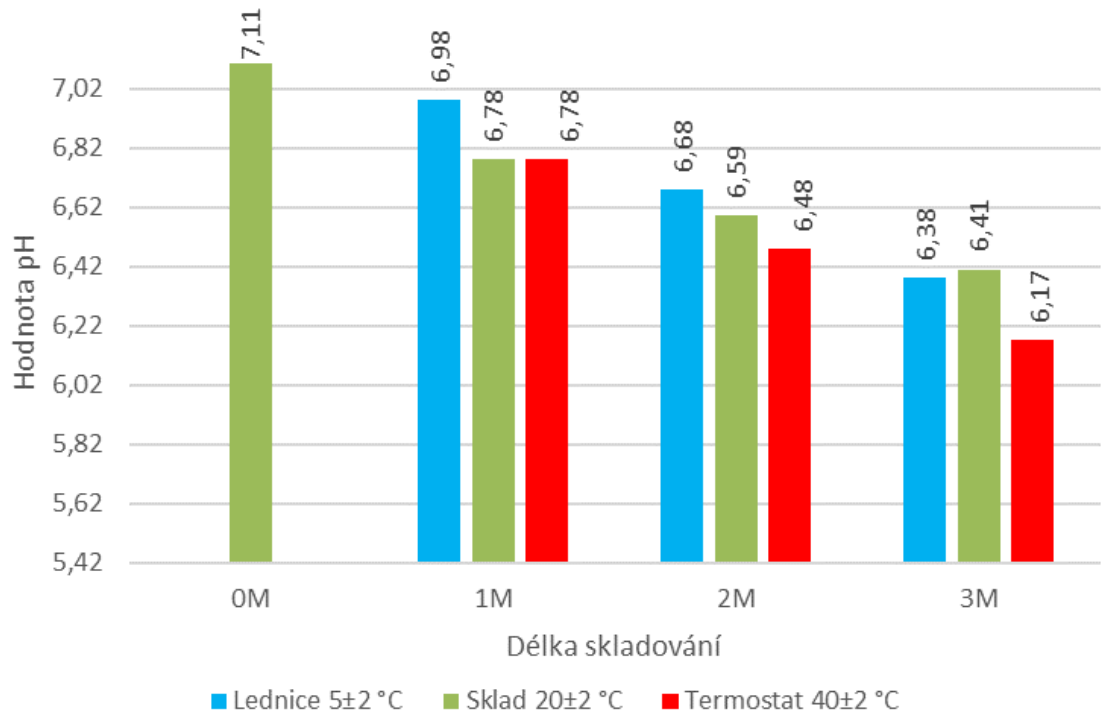
Obrázek 10: Vývoj hodnoty pH u kokosového nápoje



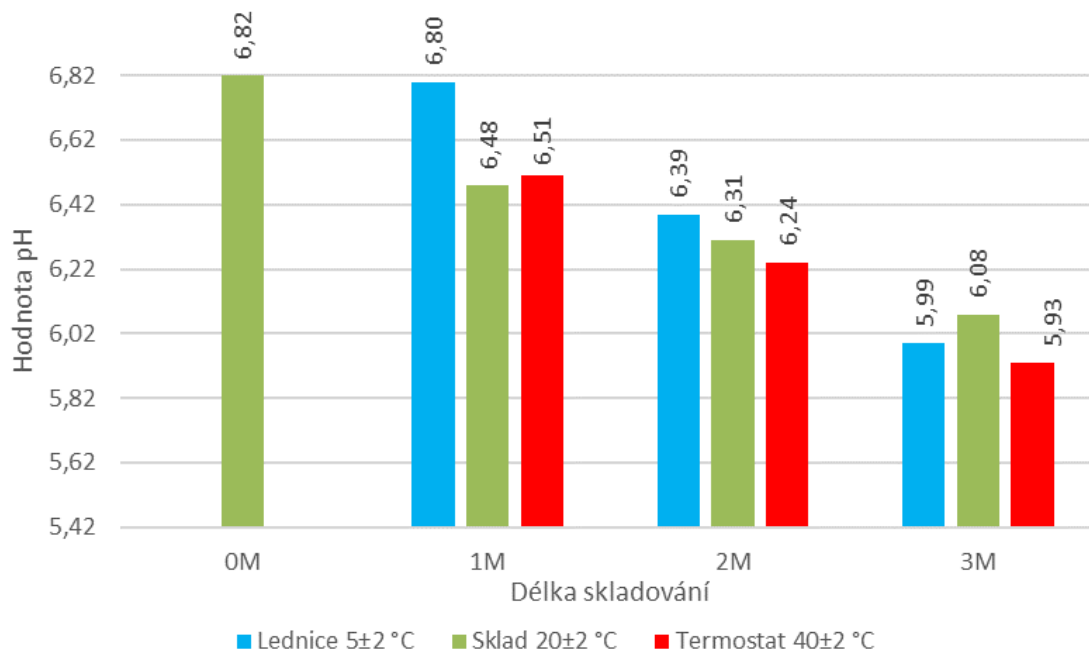
Obrázek 11: Vývoj hodnoty pH u sójového nápoje



Obrázek 12: Vývoj hodnoty pH u pohankového nápoje



Obrázek 13: Vývoj hodnoty pH u ovesného nápoje



Obrázek 14: Vývoj hodnoty pH u sójového nápoje extra protein

9.3 Stanovení vývoje obsahu amoniaku

Při odbourávání aminokyselin dochází mimo jiné k deaminaci (obvykle k tzv. Streckerově degradaci aminokyselin) a aminové skupiny se odštěpují ve formě amoniaku.

Rostlinné nápoje a plnotučné mléko použité při tomto skladovacím pokusu byly bohaté na proteiny. Největší obsah proteinů měl sójový nápoj extra protein, dále to bylo plnotučné mléko, sójový nápoj, ovesný nápoj, pohankový nápoj a nakonec kokosový nápoj.

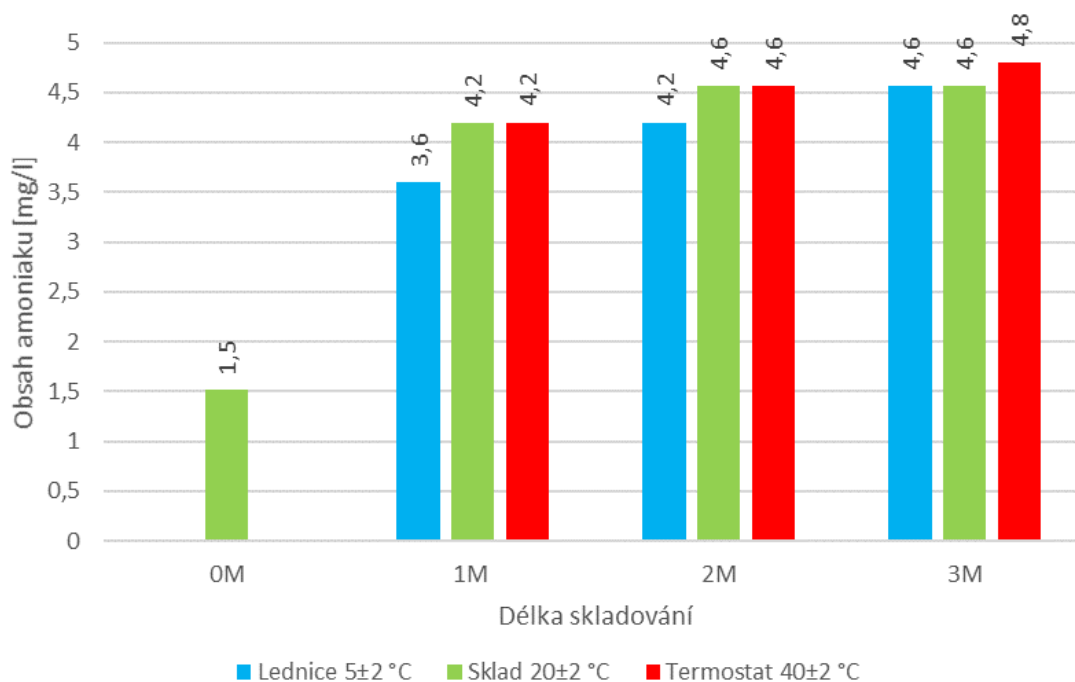
Tento vývoj byl nejvyšší u plnotučného mléka, kde při měření 0M, byla hodnota amoniaku 1,5 mg/l a při ukončení skladovacího pokusu tato hodnota u všech tří použitých teplot rapidně stoupla. A to na hodnoty 4,6 mg/l u teplot $5 \pm 2 \text{ °C}$ a $20 \pm 2 \text{ °C}$ a na hodnotu 4,8 mg/l u teploty $40 \pm 2 \text{ °C}$. Výsledky měření jsou graficky znázorněny na obrázku 15.

Nejnižší tendenci vzrůstání amoniaku měl kokosový nápoj, a to z důvodu nízkého obsahu proteinů. Při měření v nultém měsíci byla hodnota amoniaku 0,8 mg/l, ve třetím měsíci byly hodnoty amoniaku následující: u teploty $5 \pm 2 \text{ °C}$ a $20 \pm 2 \text{ °C}$ 1,9 mg/l a u teploty $40 \pm 2 \text{ °C}$ 3,6 mg/l. Výsledky z průběhu celého skladovacího pokusu jsou uvedeny na obrázku 16.

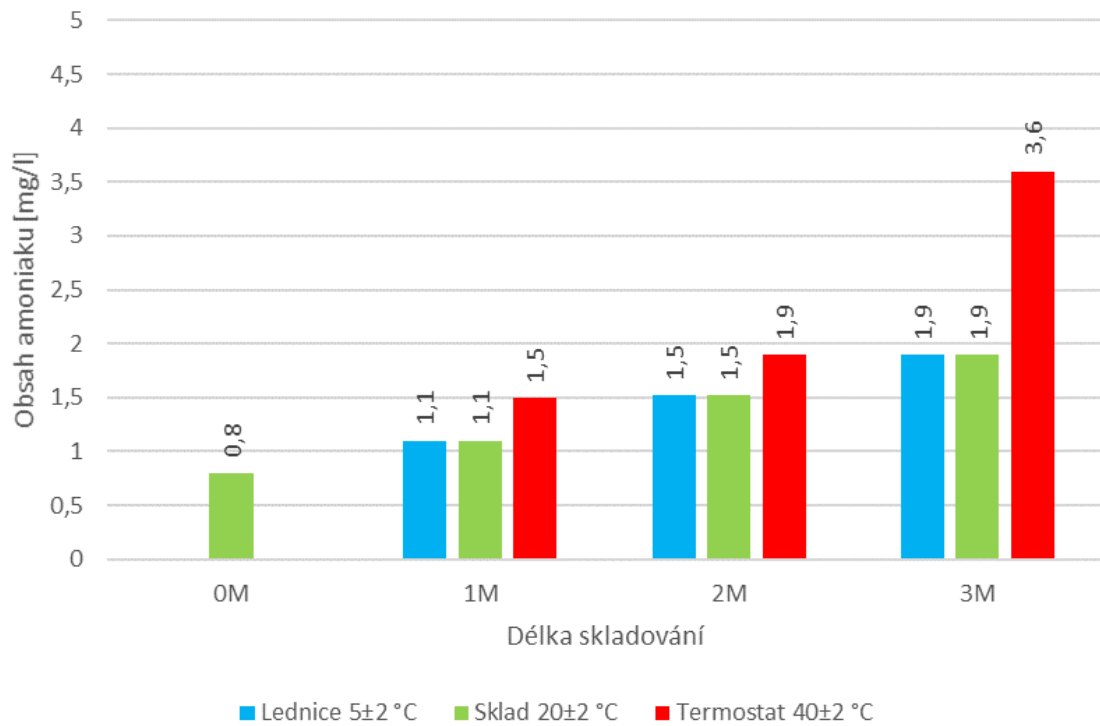
U vzorku sójového nápoje obsah amoniaku taktéž stoupal, a to z hodnot 0,8 mg/l na konečné hodnoty 4,2 mg/l u teploty 40 ± 2 °C, 1,9 mg/l u teploty 20 ± 2 °C a 1,5 mg/l u teploty 5 ± 2 °C. Změny obsahu amoniaku u sójového nápoje jsou graficky znázorněny na obrázku 17.

Podobné vývoje změn amoniaku měl pohankový a ovesný nápoj. U obou vzorků měly hodnoty vzrůstající tendenci. Hodnoty změny amoniaku u pohankového nápoje jsou zobrazeny na obrázku 18 a hodnoty vývoje změny amoniaku u ovesného nápoje jsou zobrazeny na obrázku 19.

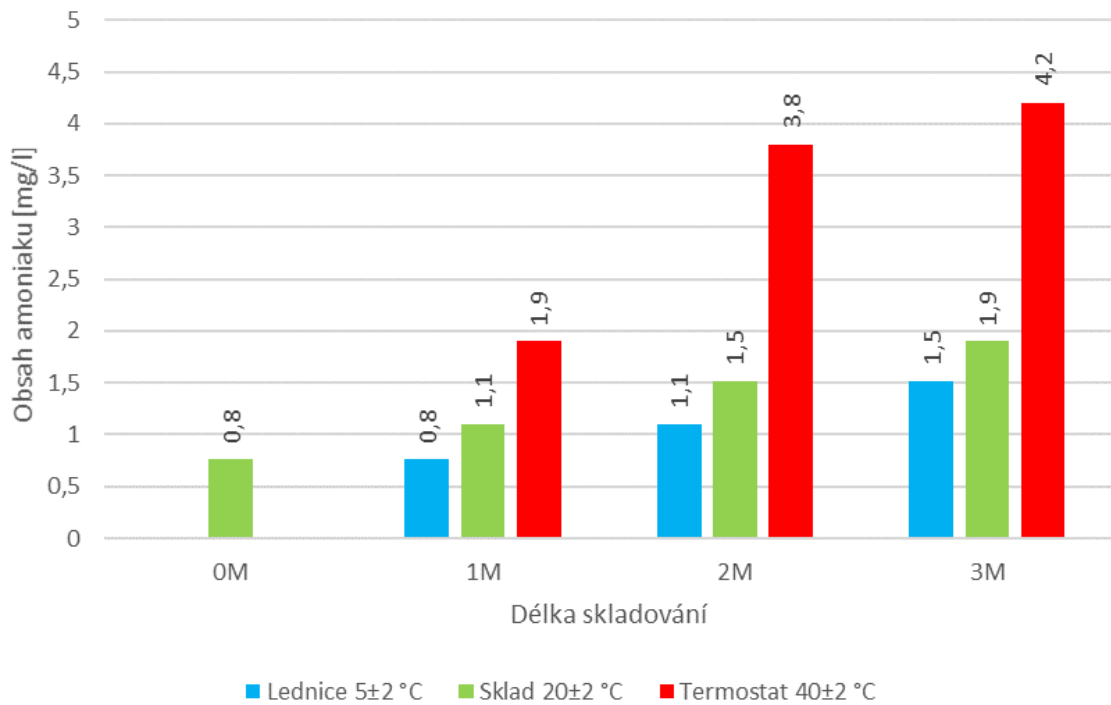
Dále byl zaznamenán intenzivní nárůst amoniaku u sójového nápoje s přidavkem extra proteinu, a to při teplotě 40 ± 2 °C. Hodnota měření v nultém měsíci byla 0,8 mg/l, v posledním měsíci měření hodnota právě u teploty 40 ± 2 °C stoupla na 4,6 mg/l. U druhých dvou teplot, 5 ± 2 °C a 20 ± 2 °C, byl nárůst amoniaku na hodnoty 1,9 mg/l. Výsledky měření u tohoto nápoje jsou zobrazeny na obrázku 20.



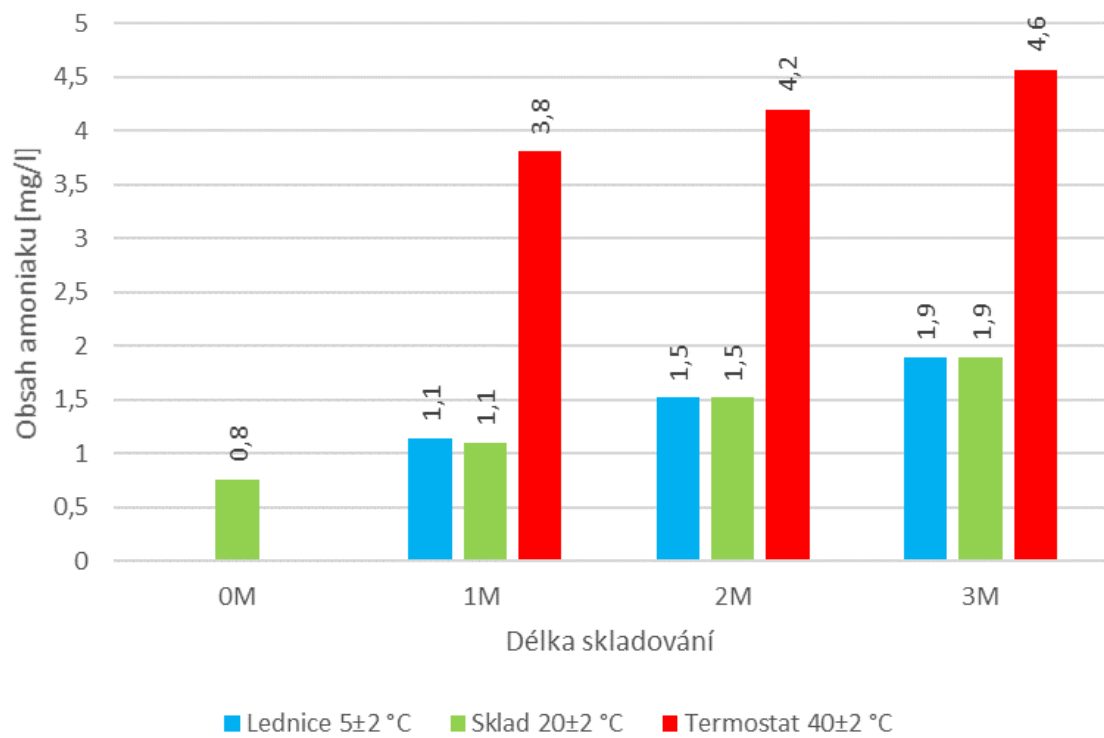
Obrázek 15: Vývoj obsahu amoniaku u plnotučného mléka



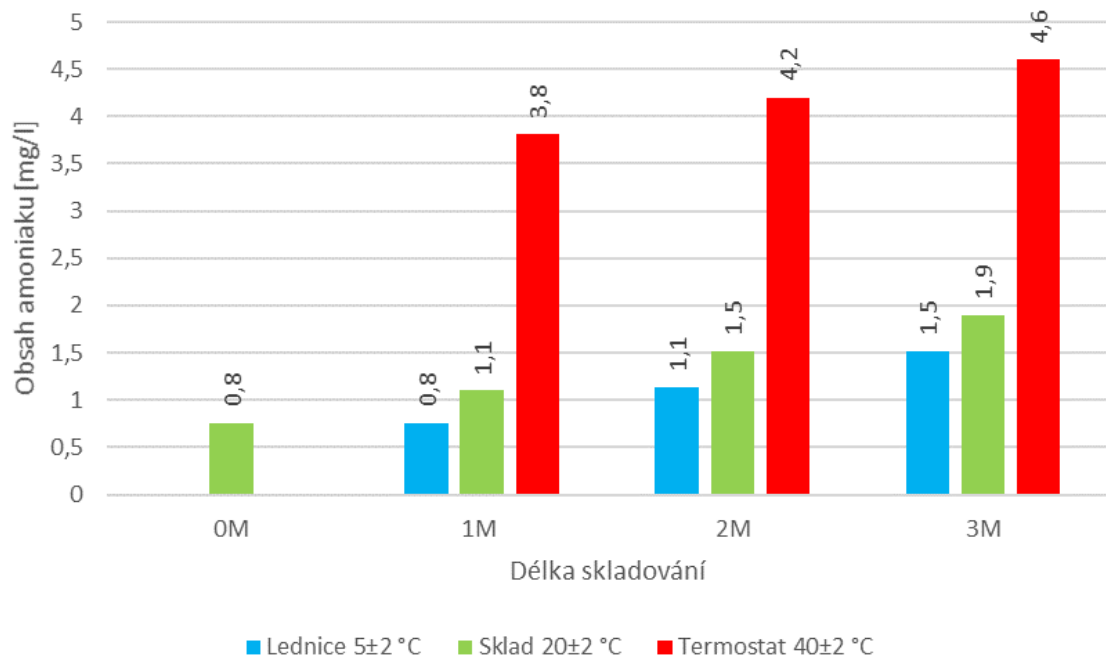
Obrázek 16: Vývoj obsahu amoniaku u kokosového nápoje



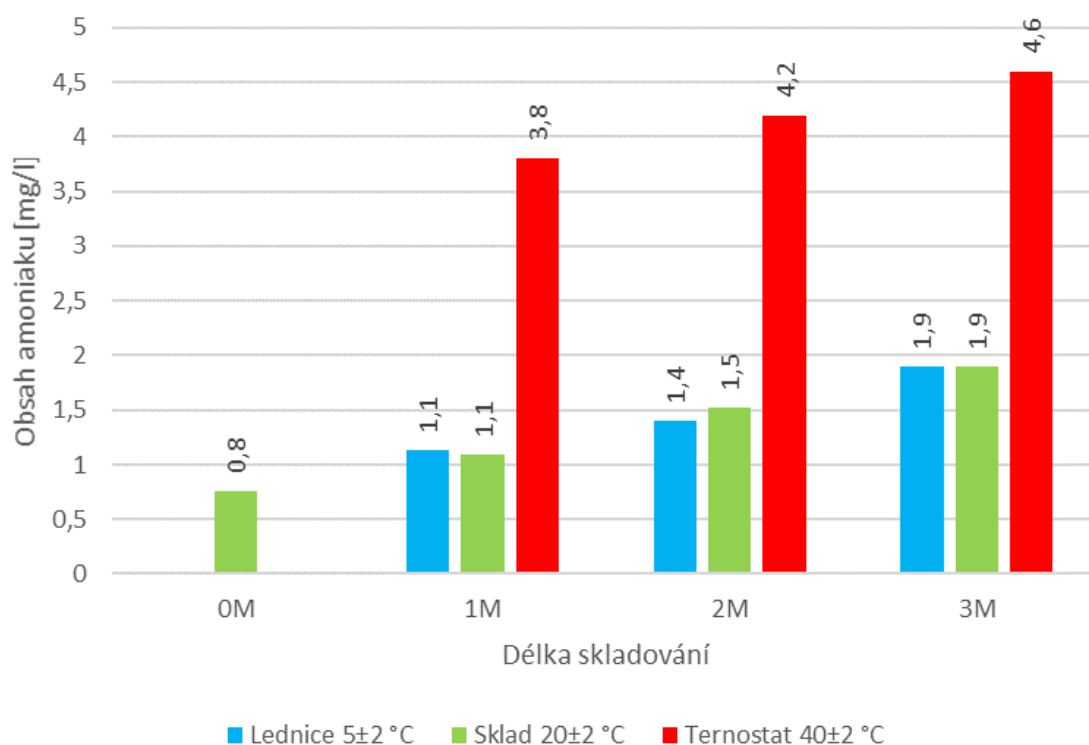
Obrázek 17: Vývoj obsahu amoniaku u sójového nápoje



Obrázek 18: Vývoj obsahu amoniaku u pohankového nápoje



Obrázek 19: Vývoj obsahu amoniaku u ovesného nápoje



Obrázek 20: Vývoj obsahu amoniaku u sójového nápoje extra protein

9.4 Stanovení sekundárních produktů oxidace lipidů – Thiobarbiturového čísla

Během zpracování a skladování dochází k oxidaci tuků, a to může mít za následek nutriční ztráty, změny textury, chuti a barvy.

U všech vzorků je patrný vývoj sekundárních produktů oxidace lipidů. Největší změny byly zaznamenány u teploty skladování 40 ± 2 °C u všech vzorků rostlinných nápojů.

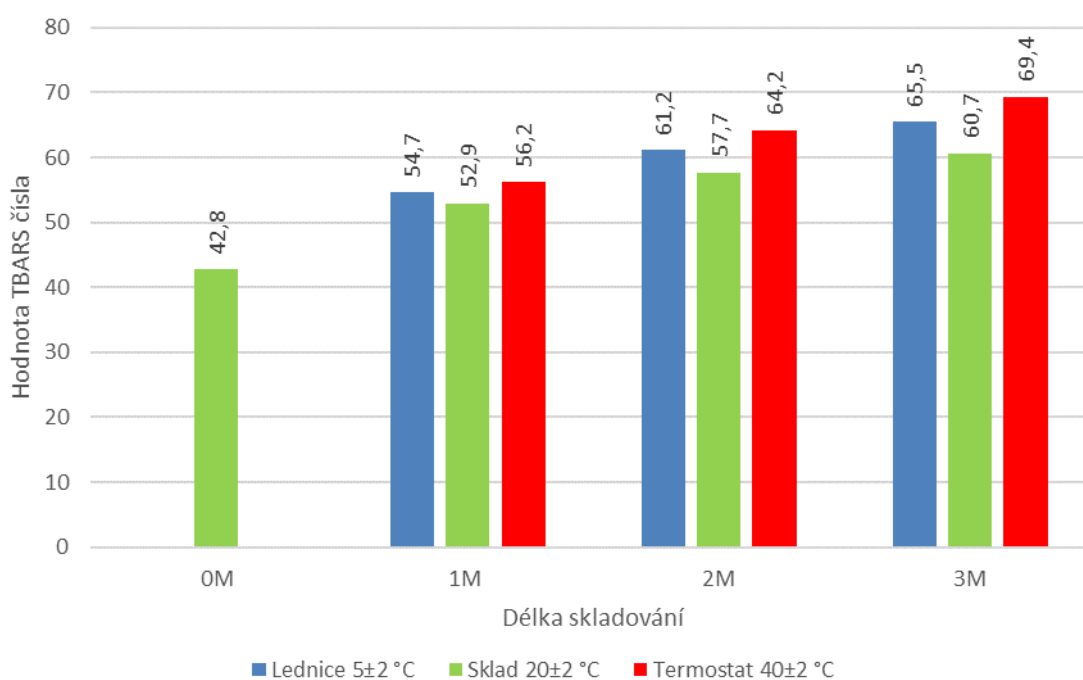
Vzorek plnotučného mléka nevykazoval nijak velký nárůst sekundárních produktů oxidace lipidů ani u jedné z použitých teplot. Grafické znázornění a výsledky měření jsou uvedeny na obrázku 21.

U vzorku kokosového nápoje (obrázek 22) a u vzorku sójového nápoje (obrázek 23) byl vidět velký nárůst sekundárních produktů oxidace lipidů u teplot 5 ± 2 °C a 20 ± 2 °C.

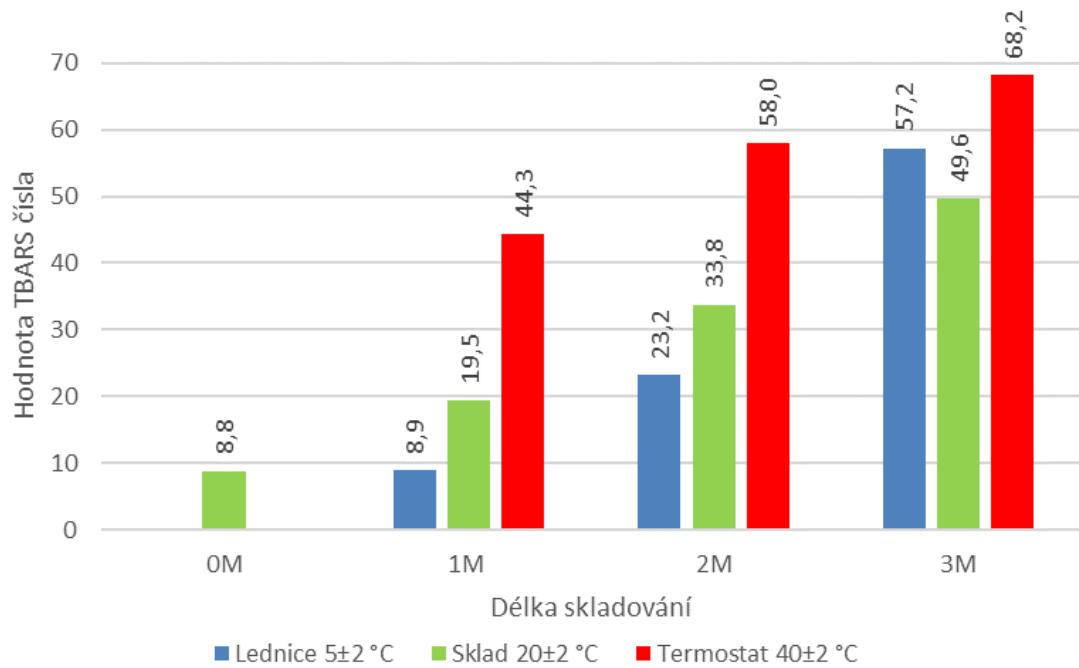
Výsledky v nárůstu sekundárních produktů oxidace lipidů vykazoval pohankový nápoj znázorněný na obrázku 24, kde byl největší nárůst při teplotě 40 ± 2 °C a při teplotách 5 ± 2 °C a 20 ± 2 °C nebyl nárůst příliš znatelný.

Ve vzorku ovesného nápoje uvedeném na obrázku 25, byl nárůst sekundárních produktů oxidace lipidů při všech třech skladovacích teplotách.

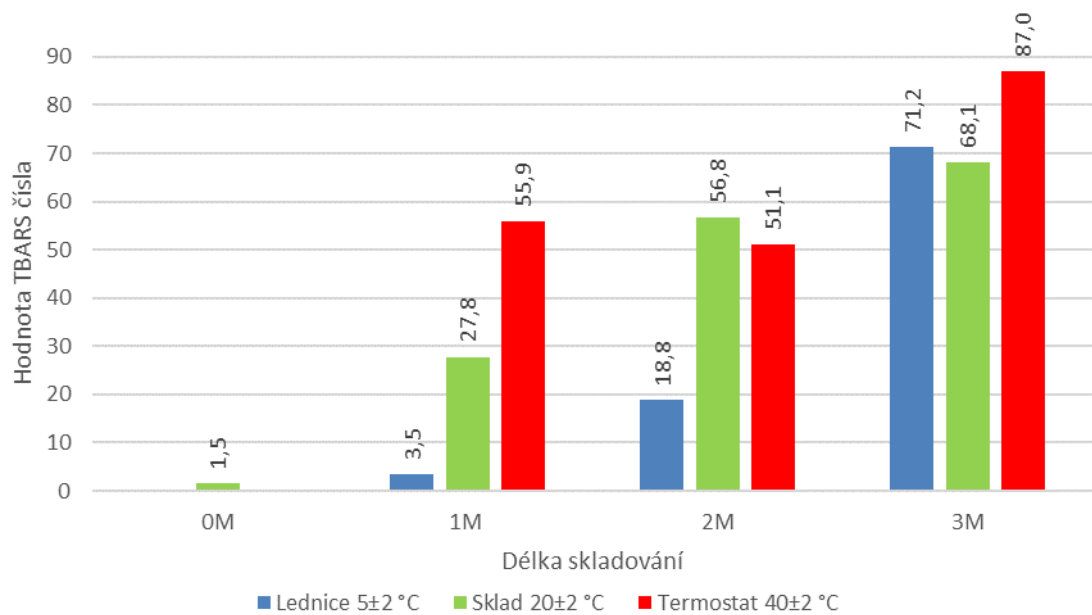
Na obrázku 26, je graficky znázorněn vývoj sekundárních oxidačních produktů u sójového nápoje extra protein. V tomto vzorku byl nárůst nejvyšší u teploty $40 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, kde byl vidět rapidní nárůst sekundárních produktů oxidace lipidů při této teplotě již po prvním měsíci. Při teplotě skladování $5 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ byl po prvním měsíci nárůst velmi malý, ale i tady byl vývoj TBARS čísla znatelný na konci skladování.



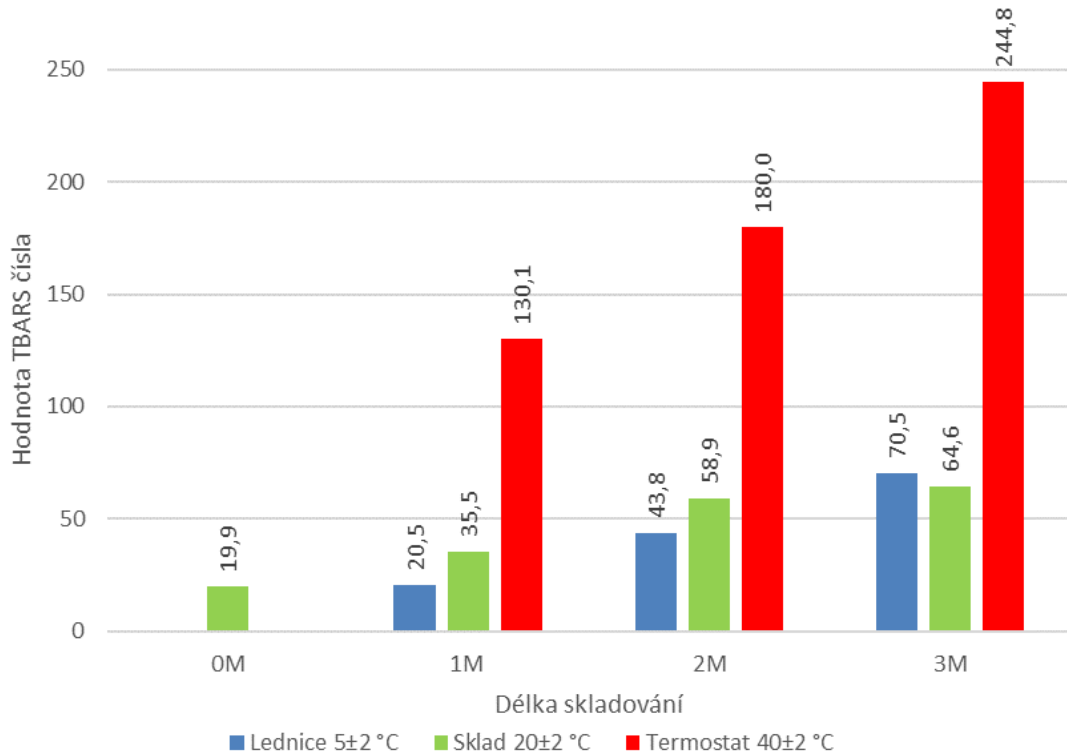
Obrázek 21: Změna hodnoty TBARS čísla u plnotučného mléka



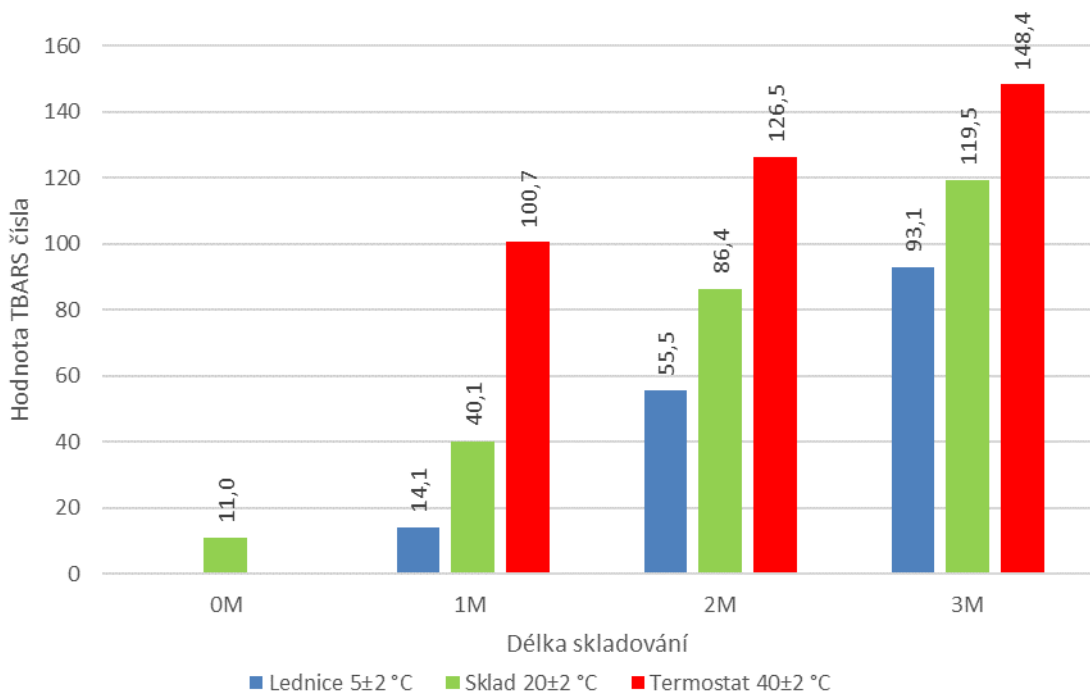
Obrázek 22: Změna hodnoty TBARS čísla u kokosového nápoje



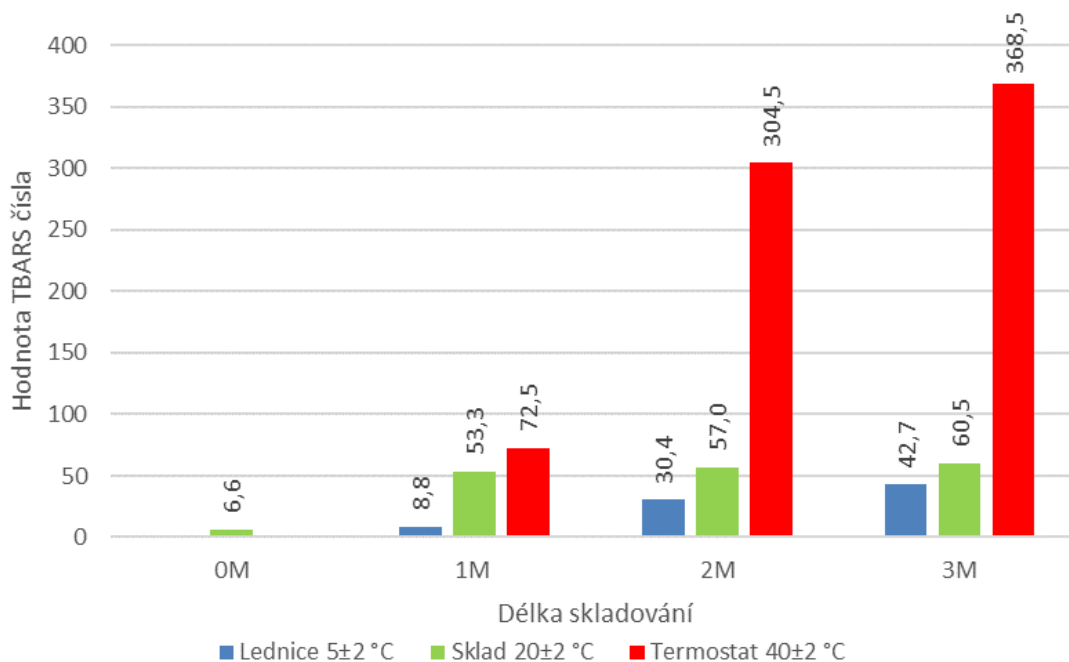
Obrázek 23: Změna hodnoty TBARS čísla u sójového nápoje



Obrázek 24: Změna hodnoty TBARS čísla u pohankového nápoje



Obrázek 25: Změna hodnoty TBARS čísla u ovesného nápoje



Obrázek 26: Změna hodnoty TBARS čísla u sójového nápoje extra protein

9.5 Stanovení vývoje zdánlivé viskozity

Hlavním důvodem založení skladovacího pokusu, bylo prozkoumání změn zdánlivé viskozity za použití tří skladovacích teplot po dobu tří měsíců u pěti vzorků sušených rostlinných nápojů a jednoho vzorku sušeného plnotučného mléka. Použity byly teploty 5 ± 2 °C, 20 ± 2 °C a 40 ± 2 °C.

U vzorku plnotučného mléka byla změna zdánlivé viskozity po skladování při třech různých teplotách takřka stejná jako na začátku měření. V rámci měření 0M byla naměřena hodnota 1,71 Pa·s, po ukončení skladovacího pokusu bylo provedeno měření 3M, u tohoto měření byly hodnoty u daných teplot následující: 5 ± 2 °C $1,80 \pm 0,1$ Pa·s, 20 ± 2 °C $1,93 \pm 0,06$ Pa·s, 40 ± 2 °C $2,29 \pm 0,1$ Pa·s. Grafické znázornění tohoto nárůstu je zobrazeno na obrázku 27.

Nejmenší změna zdánlivé viskozity rostlinných nápojů byla zaznamenána u kokosového nápoje. I zde stoupala viskozita a největší nárůst byl zaznamenán u termostatové teploty 40 ± 2 °C, ale oproti ostatním vzorkům to byl velmi malý nárůst. Na obrázku 28 jsou zobrazeny hodnoty měření a jejich grafické zobrazení.

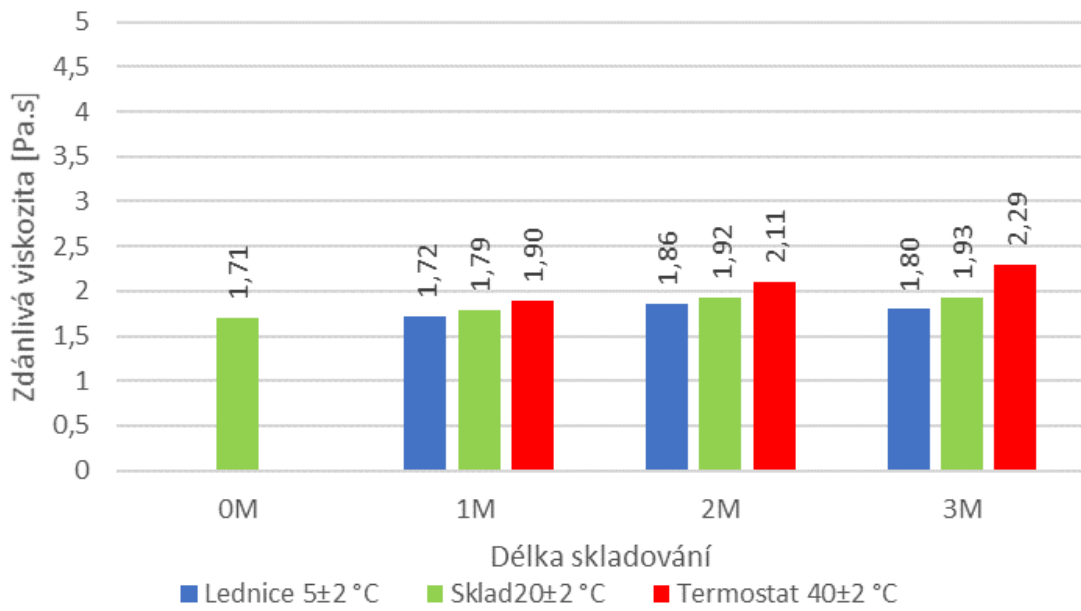
Vzorek sójového nápoje měl nejvyšší nárůst zdánlivé viskozity u teploty 40 ± 2 °C jako ostatní vzorky. Avšak v porovnání s ostatními tento nárůst není až tak znatelný. Viskozita u teplot 5 ± 2 °C a 20 ± 2 °C narůstala velmi pozvolně. Grafické znázornění tohoto měření je zobrazeno na obrázku 29.

Velký nárůst zdánlivé viskozity u termostatové teploty 40 ± 2 °C byl zaznamenán taktéž u pohankového nápoje. Jako u předchozího vzorku i zde nebyl příliš velký nárůst zdánlivé viskozity u vzorků skladovaných v lednici a ve skladu. Přesné hodnoty měření jsou zaznamenány v příloze I a graficky znázorněny na obrázku 30.

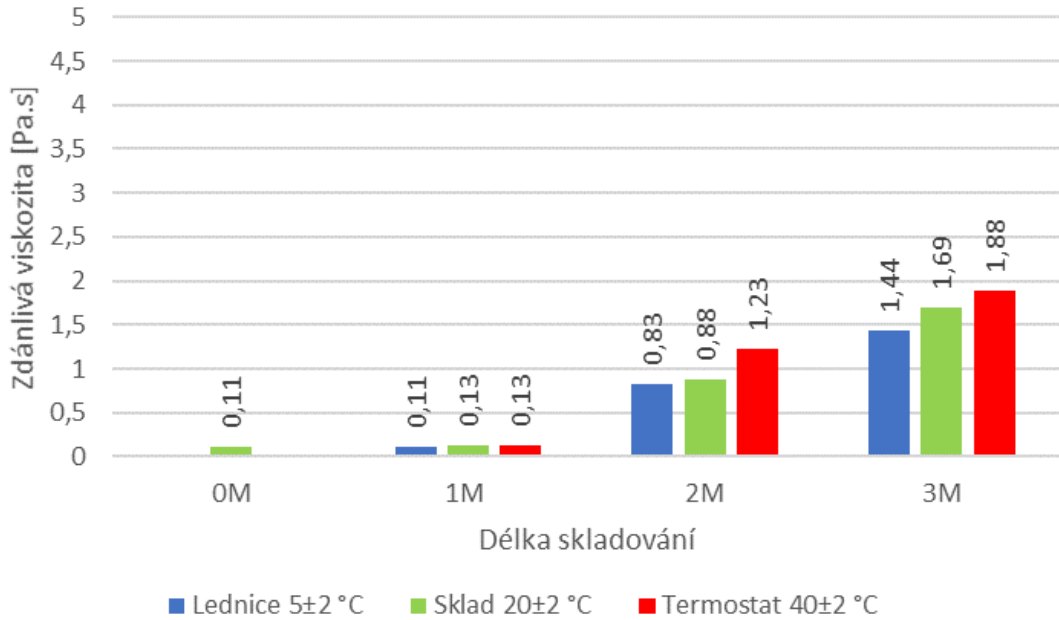
Vzorek ovesného nápoje měl nejvyšší nárůst zdánlivé viskozity u termostatové teploty 40 ± 2 °C $3,33 \pm 0,18$ Pa·s, ovšem zde byl i větší nárůst zdánlivé viskozity u teploty 5 ± 2 °C $2,39 \pm 0,1$ Pa·s a 20 ± 2 °C $2,71 \pm 0,13$ Pa·s. Grafický model stanovení a hodnoty měření zdánlivé viskozity jsou uvedeny na obrázku 31.

Nejvíce patrný nárůst zdánlivé viskozity byl u vzorku sójového nápoje extra protein. Viskozita stoupala u všech skladovacích teplot po celou dobu skladování. Nejlépe byl pak patrný nárůst u termostatové teploty 40 ± 2 °C. Nárůst zdánlivé viskozity tohoto vzorku skladovaného v teplotě 5 ± 2 °C nebyl příliš velký, podobně to bylo i u vzorku skladovaného ve skladu při teplotě 20 ± 2 °C tady však byla viskozita o něco vyšší. Výsledky stanovení jsou graficky znázorněny na obrázku 32.

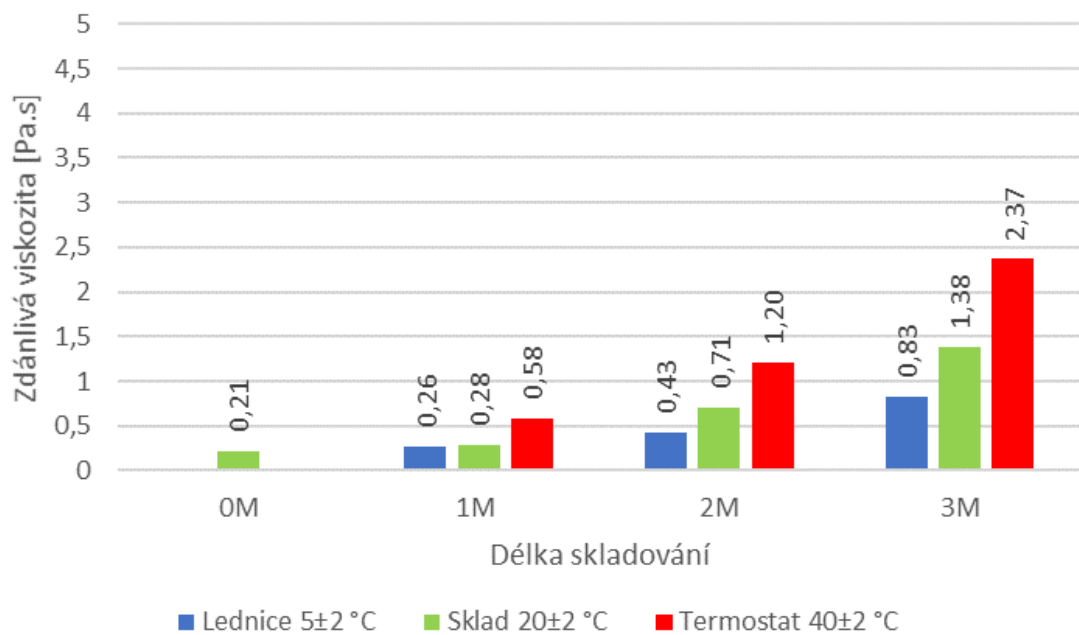
Průměry hodnot měření s jejich směrodatnými odchylkami jsou zaznamenány v příloze I.



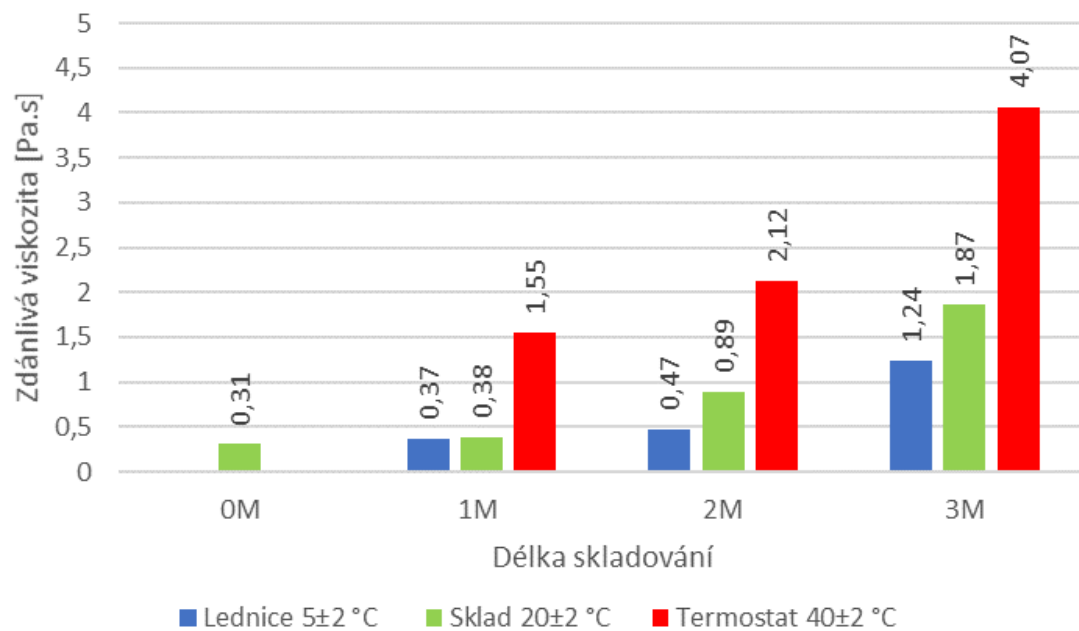
Obrázek 27: Vývoj změn zdánlivé viskozity u plnotučného mléka



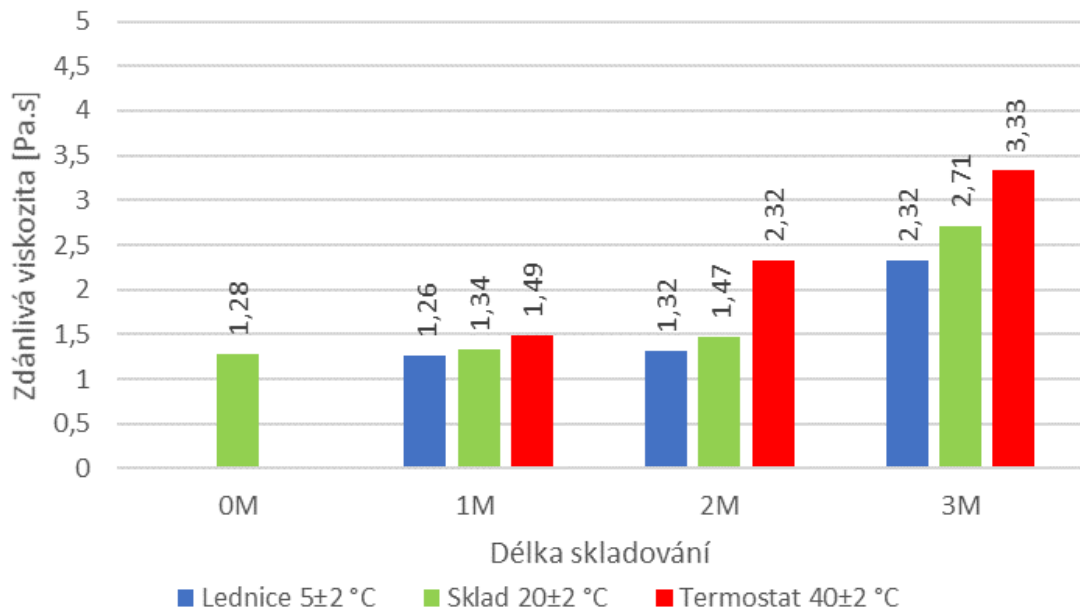
Obrázek 28: Vývoj změn zdánlivé viskozity u kokosového nápoje



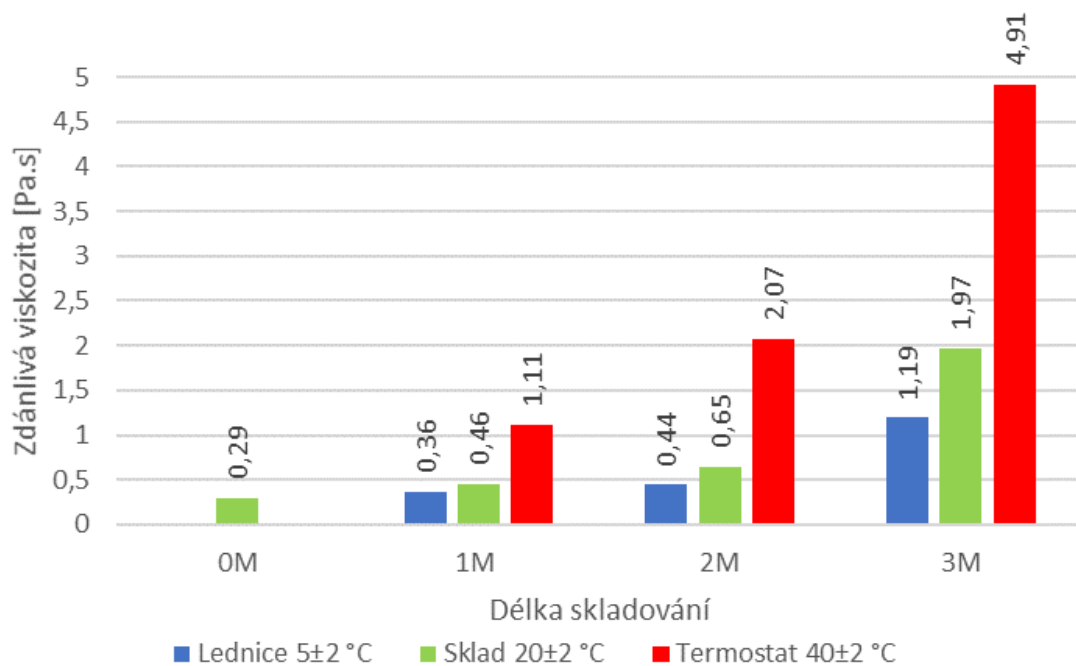
Obrázek 29: Vývoj změn zdánlivé viskozity u sójového nápoje



Obrázek 30: Vývoj změn zdánlivé viskozity u pohankového nápoje



Obrázek 31: Vývoj změn zdánlivé viskozity u ovesného nápoje



Obrázek 32: Vývoj změn zdánlivé viskozity u sójového nápoje extra protein

9.6 Diskuze

Cílem této diplomové práce bylo sledování změn obsahu sušiny, hodnoty pH, obsahu amoniaku, sekundárních produktů oxidace lipidů a zdánlivé viskozity během skladování. Použity byly připravené nápoje ze sušených směsí rostlinných nápojů a sušeného plnotučného mléka.

Obsah sušiny po celou dobu skladování u všech teplot klesala. To mohlo být zapříčiněno drobnou netěsností obalu, jelikož všechny vzorky byly v sušené formě a ze složení lze předpokládat jejich hygroskopicitu, mohla zde relativní vlhkost zapříčinit snižování hodnot obsahu sušiny.

Všechny vzorky vykazovaly pokles hodnoty pH. Při prvním měření v nultém měsíci se pohybovaly všechny vzorky v zásadité oblasti pH, na konci měření ve třetím měsíci se vzorky pohankového a sójového nápoje s extra proteinem pohybovaly v mírně kyselé oblasti. Výsledky měření hodnoty pH jsou uvedeny na obrázcích 9 – 14.

Jak se předpokládalo, obsah amoniaku po dobu skladování vzrůstal, avšak jeho maximální dosaženou hodnotou bylo 4,8 mg/l. Této hodnoty dosáhlo sušené plnotučné mléko při teplotě skladování 40 ± 2 °C. Rostlinné nápoje dosahovaly při této teplotě maximální hodnoty 4,6 mg/l této hodnoty dosáhly vzorky pohankového, ovesného a sójového nápoje extra protein. Při teplotě skladování 5 ± 2 °C a 20 ± 2 °C, byly maximální hodnoty amoniaku u rostlinných nápojů 1,9 mg/l a u plnotučného mléka 4,6 mg/l. Mezi jeden z mnohých degradačních produktů Maillardových reakcí vzniká mimo jiné i amoniak. Amoniak také může vznikat v důsledku Streckerovy degradace aminokyselin. Jedná se o oxidaci aminokyselin působením oxidačních činidel anebo podmínek okolí, při kterých vznikají karbonylové sloučeniny obsahující o jeden uhlík kratší než výchozí aminokyselina, mimo jiné vzniká amoniak a oxid uhličitý.

Byl sledován vývoj změny sekundárních produktů oxidace lipidů. Byly popsány oxidační změny u pěti vzorků rostlinných nápojů a jednoho vzorku plnotučného mléka v závislosti na skladovacích podmínkách. V rámci jednotlivých měření jsme zde sledovali nárůst sekundárních produktů oxidace lipidů. Teplota 40 ± 2 °C zapříčiňuje rychlejší oxidaci tuku, proto také byly nejvýraznější změny TBARS čísla zaznamenány právě u této teploty. Malondialdehyd je významným produktem, vznikajícím jako sekundární produkt oxidace lipidů. Jsou to produkty především polynenasycených mastných kyselin. Kvůli své jednoduché reakci s TBA kyselinou se využívá jako biomarker pro stanovení sekundárních

produktů oxidace lipidů. Spektrofotometricky se měří vzniklý barevný komplex v kyselém prostředí.

Vyšší teploty vedou k intenzivnějšímu průběhu iniciační fáze oxidačních reakcí, kdy nejprve vznikají primární produkty oxidace lipidů, které jsou velmi reaktivní. Vznikají tak tzv. sekundární produkty oxidace lipidů a jedním z těchto produktů je malondialdehyd. Některé primární meziprodukty a produkty ale také sekundární produkty oxidace lipidů mohou podléhat polymeraci, což může ovlivnit viskozitu rekonstituovaného nápoje.

Byly popsány změny zdánlivé viskozity u pěti vzorků rostlinných nápojů a jednoho vzorku plnotučného mléka během skladování při třech různých teplotách. Jako vzorky byly použity následující sušené rostlinné nápoje: sójový, sójový s extra proteinem, kokosový, ovesný a pohankový, pro porovnání bylo použito sušené plnotučné mléko. Nejnižších hodnot zdánlivé viskozity dosahoval vzorek kokosového nápoje, naopak nejvyšší zdánlivou viskozitu měly vzorky sójového nápoje s extra proteinem a ovesný nápoj.

Nejméně intenzivní změny zdánlivé viskozity vykazoval vzorek plnotučného mléka. Při měření po zakoupení v tržní síti dosahoval zdánlivé viskozity $1,71 \pm 0,10$ Pa·s, po ukončení skladovacího pokusu byly hodnoty následující: při teplotě 5 ± 2 °C - $1,80 \pm 0,10$ Pa·s, při teplotě 20 ± 2 °C - $1,93 \pm 0,06$ a při teplotě 40 ± 2 °C - $2,29 \pm 0,10$ Pa·s. Jak je z výsledků patrné největší nárůst zdánlivé viskozity byl u tohoto vzorku zaznamenán ve třetím měsíci při teplotě 40 ± 2 °C. Druhou nejnižší změnu zdánlivé viskozity vykazoval kokosový nápoj, kde byla hodnota při prvním měření $0,11 \pm 0,00$ Pa·s. Na konci měření to poté byly hodnoty: $1,44 \pm 0,07$ Pa·s při teplotě 5 ± 2 °C, $1,69 \pm 0,10$ Pa·s při teplotě 20 ± 2 °C a $1,88 \pm 0,11$ Pa·s při teplotě 40 ± 2 °C. Opět je nejvyšší změna zdánlivé viskozity u termostatové teploty.

Vzorek sójového nápoje zprvu nevykazoval příliš velké změny zdánlivé viskozity, od druhého měsíce skladování však jeho viskozita stoupala výrazněji při pokojové teplotě a termostatové teplotě a to z hodnoty $0,21 \pm 0,01$ Pa·s na hodnoty: $1,38 \pm 0,08$ Pa·s 20 ± 2 °C a $2,37 \pm 0,09$ Pa·s 40 ± 2 °C. U tohoto vzorku byla zaznamenána pouze malá změna zdánlivé viskozity u teploty 5 ± 2 °C.

Vzorek sójového nápoje extra protein měl největší nárůst ze všech vzorků u termostatové teploty. Při měření v nultém měsíci dosahoval vzorek hodnoty zdánlivé viskozity $0,29 \pm 0,01$ Pa·s, po třech měsících skladování tento vzorek dosahoval hodnoty zdánlivé viskozity u teploty 40 ± 2 °C - $4,91 \pm 0,25$ Pa·s. Podobné výsledky z měření zdánlivé viskozity měli

ovesný a pohankový nápoj. Jejich grafické znázornění ukazuje pozvolný nárůst zdánlivé viskozity po dobu skladování tří měsíců u všech použitých teplot.

Zvýšení hodnot zdánlivé viskozity s nárůstem teploty skladování a délky skladování pravděpodobně souvisí s degradačními procesy tuků a proteinů. V rámci reakcí primárních a sekundárních produktů oxidace lipidů a Maillardových reakcí může docházet k polymeraci degradačních meziproductů a produktů a tudíž k ovlivnění hodnot zdánlivé viskozity vzorků. Tyto polymery mohou například vznikat reakcí dvou volných radikálů a mění molekulovou hmotnost a zvyšují ji o násobek hmotnosti monomeru. Změna hodnot obsahu amoniaku a thiobarbiturového čísla jednoznačně ukazují, že k degradačním změnám v průběhu skladování skutečně docházelo. Proto je předpoklad vzniku polymerů velmi udržitelný a může vysvětlit zvyšování zdánlivé viskozity nápojů. [34]

Při skladování za vyšších teplot se oxidační procesy lipidů i degradační procesy proteinů urychlují a může tak vzniknout více polymerních částic za kratší dobu. To pravděpodobně zapříčinilo, že zvýšení zdánlivé viskozity bylo nejintenzivnější při skladovací teplotě 40 ± 2 °C. Při nižších teplotách je reakční kinetika mnohem pomalejší, tudíž změny zdánlivé viskozity mnohem méně intenzivní, nicméně ani při teplotě 5 ± 2 °C nejsou degradační reakce zcela zastaveny.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo sledovat změnu jakosti vybraných rostlinných nápojů při tříměsíčním skladování při třech různých teplotách (5 ± 2 °C, 20 ± 2 °C a 40 ± 2 °C). Tomuto skladovacímu pokusu bylo podrobena pět vzorků rostlinných nápojů. Vzhledem k tomu, že tyto produkty mají imitovat mléko, bylo do studie zahrnuto pro srovnání i sušené plnotučné mléko, jelikož jeho změny během skladování jsou dobře popsány. Všechny vzorky byly skladovány v sušené formě a před analýzou byly podle návodu výrobce připraveny nápoje. Jednalo se o vzorky sójového nápoje, sójového nápoje extra protein, ovesného nápoje, pohankového nápoje a kokosového nápoje. Všechny vzorky rostlinných nápojů byly poskytnuty výrobcem a vzorek sušeného plnotučného mléka byl zakoupen v tržní síti.

Z výsledků této práce vyplývá že:

- Již při teplotě skladování 5 ± 2 °C dochází ke změnám obsahu sušiny, hodnoty pH, obsahu amoniaku, sekundárních produktů oxidace lipidů a zdánlivé viskozity. Tyto změny jsou však velmi malé a prakticky jakost nápojů významně neovlivní.
- Při teplotě skladování 20 ± 2 °C nastávají již mírně intenzivnější změny obsahu sušiny, hodnoty pH, obsahu amoniaku, sekundárních produktů oxidace lipidů a zdánlivé viskozity. Lze říci, že i tato teplota je vhodná pro skladování těchto nápojů, resp. suchých směsí k jejich přípravě.
- Teplota 40 ± 2 °C je vzhledem intenzitě změn sledovaných parametrů nevhodná pro dlouhodobé skladování těchto potravin.

Lze tedy říct, že pokud by tyto potraviny byly například transportovány lodní dopravou přes subtropické a tropické oblasti s vyššími teplotami v netemperovaných kontejnerech, může docházet ke změnám, které podstatně změní, resp. zhorší jakost těchto výrobků. Takové situace mohou nastat v případech, kdy se tyto potraviny převáží do humanitárních a vojenských misí, které například v této době probíhají na africkém a asijském kontinentu.

Tato diplomová práce, vznikla na základě zjištění, že tato skupina rostlinných nápojů není příliš prozkoumána a nejsou popsány změny nastávající během skladování těchto potravin (suchých směsí).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VANHALINNA, Vivii, Emanuele ZANNINI a Outi Elina MÄKINEN. Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2015, 09(9532300), 339-349 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2012.761950?src=recsys>
- [2] Anna Aleena Paul, Satish Kumar, Vikas Kumar and Rakesh Sharma, Milk Analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 10.1080/10408398.2019.1674243, (1-19), (2019).
- [3] JOOYANDEH, Hossein. Soy Products as Healthy and Functional Foods. *Middle-East Journal of Scientific Research* [online]. 2011, 2011(7), 71-80 [cit. 2020-04-29]. ISSN 1990-9233. Dostupné z: <http://www.idosi.org/mejsr/mejsr7%281%2911/12.pdf>
- [4] EXPERIENCE LIFE. The New Moo-Milk Alternatives. *LifeTime Fitness* [online] 2017 [cit. 2017-04-17]. Dostupné z: <https://experiencelife.com/article/the-new-moo-milk-alternatives/>
- [5] CABALLERO, B., FINGLAS, P., TOLDRA, F. Soy (Soya) Milk. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Second Edition, Academic Press, 2003, 9, 50403-5405
- [6] BOE HAN, Tan. Technology of soymilk and some derivatives. Wageningen University, 1958. Dissertation, internally prepared. Wageningen University.
- [7] FAO. Soymilk and Related Products. *FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations* [online] 2017 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e09.htm>
- [8] BERK, Zeki. TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF EDIBLE FLOURS AND PROTEIN PRODUCTS FROM SOYBEANS [online]. 97. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1992 [cit. 2020-04-29]. ISBN 92-5-103118-5. Dostupné z: <http://www.fao.org/3/t0532e/t0532e00.htm#con>
- [9] DOLMAN, CLARENC D. Desiccated coconut milk emulsion extracts and processes of producing the same, IPC: US2941888 A

- [10] BELEWU, M. A. and K. Y. BLEWU. Comparative Physico – Chemical Evaluation of Tiger-nut, Soybean and Coconut Milk Sources. *Internacional Journal of Agriculture and Biology* (2009), 9 (5), 785-787
- [11] ABDULLAH, Zalizawati, Farah Saleena TAIP, Siti Mazlina MUSTAPA KAMAL a Ribhan Zafira Abdul RAHMAN. Effect of sodium caseinate concentration and sonication amplitude on the stability and physical characteristics of homogenized coconut milk. *Journal of food processing and preservation*. 2018, 2018(8), 1-9. DOI: 10.1111/jfpp.13773.
- [12] TRIANTAFYLLOU, A. Ö. Non-dairy, ready-to-use milk substitute and products made therewith, IPC: US6451369 B1
- [13] TRIANTAFYLLOU, A. Ö. Liquid oat base, IPC: WO2014123466 A1
- [14] The New Moo: Milk Alternatives. EXPERINCE L!FE [online]. ALL RIGHTS RESERVED: LIFE TIME, 2019 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://experiencelife.com/article/the-new-moo-milk-alternatives/>
- [15] GIMÉNEZ-BASTIDA, Juan Antonio a Henryk ZIELIŃSKI. Recent Advances in Processing and Development of Buckwheat Derived Bakery and Non-Bakery Products – a Review. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, [online]. 2015, 65(1), 9-20 [cit. 2020-04-29]. DOI: 10.1515/pjfn-2015-0005. Dostupné z: <http://journal.pan.olsztyn.pl>
- [16] CHRISTA, Karolina a Maria SORAL-ŚMIETANA. Buckwheat Grains and Buckwheat Products – Nutritional and Prophylactic Value of their Components. *Czech J. Food Sci.* [online]. 2008, 26(3), 153-162 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/01448.pdf>
- [17] WIJNGAARD, H. H. a E. K. ARENDT. Buckwheat. *CEREAL CHEMISTRY* [online]. 2006, 83(4), 391-401 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1094/CC-83-0391>
- [18] CAI, Y.Z., H. CORKE, D. WANG a W.D. LI. Buckwheat: Overview. *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)* [online]. 2016, 1(1), 307-315 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123944375000346>
- [19] Buckwheat milk - worth knowing about the vegan milk substitute. ALL-ABOUT-MILK.COM [online]. London: Amazon EU Affiliate Program, 2019 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <https://www.all-about->

milk.com/alternative/buchweizenmilch/?fbclid=IwAR1PBud2cR2CRozYy4DtLzizdBZVXHFd2FPxe3wDBH1G-qSPIBtGnYcZWAc

[20] Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages. *J Food Sci Technol* [online]. 2016, 53(9), 3408–3423 [cit. 2020-04-30]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5069255/>

[21] 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

[22] SHAHIDI, F. and Y. ZHONG. Lipid Oxidation: Measurement Methods. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. 2007, 6(6), p. 357 – 385.

[23] DAMODARAN, S. et al. *Fennema's Food Chemistry*. 2008, UK: CRC Taylor Press, ISBN 08-493-9272-1.

[24] Determination and removal of malondialdehyde and other 2-thiobarbituric acid reactive substances in waste cooking oil. *Journal of Food Engineering*. 2011, 107(3-4), 379-384.

[25] BRADLEY, D. G., MIN, D. B. Silent oxygen oxidation of foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1992, 31 (3), 211-236. ISSN 1040-8398.

[26] Effect of relative humidity and temperature on food powder flowability. *Journal of Food Engineering*. 1999, 42(2), 109-116.

[27] Kinetics of moisture adsorption during simulated storage of whole dry cocoa beans at various relative humidities. *Journal of Food Engineering*. 2020, 273(2), 1-8.

[28] VODA [online]. VSCHT [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://web.vscht.cz/~koplir/%c4%8c%c3%a1stB1.pdf>. Přednáška. Vysoká škola chemicko-technologická.

[29] Peanut Milk and Peanut Milk Based Products Production: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2005, 45(5), 405-423. DOI: 10.1080/10408390590967685.

[30] GRUMEZESCU, Alexandru a Alina Maria HOLBAN. *Biotechnological Progress and Beverage Consumption*. 19. Británie: ELSEVIER, 2020. ISBN 978-0-12-816678-9.

- [31] OLIVERA, Nelda Lila, Diego LIBKIND a Edgardo DONATI. *Biology and Biotechnology of Patagonian Microorganisms*. 1. Švýcarsko: Springer, 2016. ISBN 978-3-319-42799-7.
- [32] Physicochemical characterization of soymilk after step-wise centrifugation. *Food Research International*. 2008, 41(3), 286-294. DOI: 10.1016/j.foodres.2007.12.005.
- [33] Producing oat drink or cow's milk on a Swedish farm — Environmental impacts considering the service of grazing, the opportunity cost of land and the demand for beef and protein. *Agricultural Systems*. 2016, (142), 23-32.
- [34] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin. Rozš. a přeprac. 3. vyd.* Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6.
- [35] HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEGLOVÁ, J. *Analýzy potravin*. 1. vydání. Újezd u Brna: RNDr. Ivan Straka, 2000. 102s
- [36] KOPŘIVA, Vladimír, Martin HOSTOVSKÝ, Tomáš NEKVAPIL, Vladimír BOUDNÝ a Ladislav MALOTA. *Vybrané instrumentální metody v biochemických cvičeních: - inovované úlohy [online]*. 1. Ústav biochemie, chemie, biofyziky: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012 [cit. 2019-03-05]. ISBN 978-807305-627-8. Dostupné z: [https:// cit.vfu.cz/ ivbp/wp-content/ uploads/ 2011/07/Kopriva-skripta-II-web.pdf](https://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/Kopriva-skripta-II-web.pdf)
- [37] FERNANDEZ J., PEREZ-ALVAREZ J.A, FERNANDEZ-LOPEZ J.A.,: Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat. *Food Chemistry*. 1997, 59 (3), 345-353.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

UHT Ultra-high temperature

TBA Thiobarbiturová kyselina

MDA Malondialdehyd

mg miligram

kg kilogram

nm nanometr

E472e Estery mono a diglyceridů mastných kyselin

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Popis výroby kokosového nápoje [9]	24
Obrázek 2: Obecný přehled výrobního procesu rostlinného nápoje [1]	26
Obrázek 3: Vývoj obsah sušiny u plnotučného mléka.....	42
Obrázek 4: Vývoj obsah sušiny u kokosového nápoje	43
Obrázek 5: Vývoj obsah sušiny u sójového nápoje	43
Obrázek 6: Vývoj obsah sušiny u pohankového nápoje	44
Obrázek 7: Vývoj obsah sušiny u ovesného nápoje	44
Obrázek 8: Vývoj obsah sušiny u sójového nápoje extra protein.....	45
Obrázek 9: Vývoj hodnoty pH u plnotučného mléka	46
Obrázek 10: Vývoj hodnoty pH u kokosového nápoje.....	47
Obrázek 11: Vývoj hodnoty pH u sójového nápoje.....	47
Obrázek 12: Vývoj hodnoty pH u pohankového nápoje.....	48
Obrázek 13: Vývoj hodnoty pH u ovesného nápoje	48
Obrázek 14: Vývoj hodnoty pH u sójového nápoje extra protein	49
Obrázek 15: Vývoj obsahu amoniaku u plnotučného mléka	50
Obrázek 16: Vývoj obsahu amoniaku u kokosového nápoje.....	51
Obrázek 17: Vývoj obsahu amoniaku u sójového nápoje.....	51
Obrázek 18: Vývoj obsahu amoniaku u pohankového nápoje	52
Obrázek 19: Vývoj obsahu amoniaku u ovesného nápoje	52
Obrázek 20: Vývoj obsahu amoniaku u sójového nápoje extra protein	53
Obrázek 21: Změna hodnoty TBARS čísla u plnotučného mléka.....	54
Obrázek 22: Změna hodnoty TBARS čísla u kokosového nápoje	55
Obrázek 23: Změna hodnoty TBARS čísla u sójového nápoje	55
Obrázek 24: Změna hodnoty TBARS čísla u pohankového nápoje	56
Obrázek 25: Změna hodnoty TBARS čísla u ovesného nápoje.....	56
Obrázek 26: Změna hodnoty TBARS čísla u sójového nápoje extra protein	57
Obrázek 27: Vývoj změn zdánlivé viskozity u plnotučného mléka	59
Obrázek 28: Vývoj změn zdánlivé viskozity u kokosového nápoje.....	59
Obrázek 29: Vývoj změn zdánlivé viskozity u sójového nápoje.....	60
Obrázek 30: Vývoj změn zdánlivé viskozity u pohankového nápoje.....	60
Obrázek 31: Vývoj změn zdánlivé viskozity u ovesného nápoje	61
Obrázek 32: Vývoj změn zdánlivé viskozity u sójového nápoje extra protein	61

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Označení vzorků v rámci měření.....	35
Tabulka 2: Výživové údaje na 100 g sójového nápoje	36
Tabulka 3: Výživové údaje na 100 g sójového nápoje extra protein.....	37
Tabulka 4: Výživové údaje na 100 g kokosového nápoje	37
Tabulka 5: Výživové údaje na 100 g pohankového nápoje	38
Tabulka 6: Výživové údaje na 100 g Ovesného nápoje.....	38
Tabulka 7: Výživové údaje na 100 g Sušeného plnotučného mléka	39

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Průměry hodnot měření zdánlivé viskozity s jejich směrodatnými odchylkami

PŘÍLOHA P I: TABULKA NAMĚŘENÝCH HODNOT VISKOZITY

Pas	t= 5 ± 2°C			t= 20± 2°C			t= 40± 2°C			
	1M	2M	3M	1M	2M	3M	1M	2M	3M	
vzorek /odběr	1M	2M	3M	1M	2M	3M	1M	2M	3M	
SN	0,21 ± 0,01	0,26 ± 0,02	0,43 ± 0,02	0,83 ± 0,03	0,28 ± 0,02	0,71 ± 0,03	1,38 ± 0,08	0,58 ± 0,03	1,20 ± 0,05	2,37 ± 0,09
SNEP	0,29 ± 0,01	0,36 ± 0,01	0,44 ± 0,02	1,19 ± 0,08	0,46 ± 0,02	0,65 ± 0,03	1,97 ± 0,11	1,11 ± 0,04	2,07 ± 0,09	4,91 ± 0,25
K	0,11 ± 0,00	0,11 ± 0,01	0,83 ± 0,05	1,44 ± 0,07	0,13 ± 0,01	0,88 ± 0,05	1,69 ± 0,10	0,13 ± 0,01	1,23 ± 0,06	1,88 ± 0,11
O	1,28 ± 0,08	1,26 ± 0,07	1,32 ± 0,06	2,39 ± 0,10	1,34 ± 0,06	1,47 ± 0,06	2,71 ± 0,13	1,49 ± 0,08	2,32 ± 0,10	3,33 ± 0,18
P	0,31 ± 0,01	0,37 ± 0,02	0,47 ± 0,02	1,24 ± 0,07	0,38 ± 0,02	0,89 ± 0,05	1,87 ± 0,10	1,55 ± 0,08	2,12 ± 0,11	4,07 ± 0,28
M	1,71 ± 0,10	1,72 ± 0,09	1,86 ± 0,10	1,80 ± 0,10	1,79 ± 0,09	1,92 ± 0,08	1,93 ± 0,06	1,90 ± 0,08	2,11 ± 0,10	2,29 ± 0,10

- Sójový nápoj (SN)
- Sójový nápoj extra protein (SNEP)
- Kokosový nápoj (KN)
- Pohankový nápoj (PN)
- Ovesný nápoj (ON)
- Plnotučné mléko (PM)
- První měření (0M)
- Druhé měření (1M)
- Třetí měření (2M)
- Čtvrté měření (3M)
- Lednice (t= 5 ± 2 °C)
- Sklad (t= 20± 2 °C)
- Termostat (t= 40 ± 2 °C)

