

Použití inulinu při výrobě lískooříškovo-kakaových pomazánek

Bc. Hana Dubinová

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Hana Dubinová
Osobní číslo: T23467
Studijní program: N0721A210004 Technologie potravin
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Použití inulinu při výrobě lískooříškovo-kakaových pomazánek

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část
Suroviny používané pro výrobu ořechovo-kakaových pomazánek.
Výroba lískooříškovo-kakaových pomazánek.
Vliv reformulace na kvalitu pomazánek.
Nutriční hodnota pomazánek a vliv na zdraví konzumenta.
II. Praktická část
Charakteristika použitého materiálu a popis metod.
Popis výsledků.
Popis výsledků a diskuze s literaturou.
Formulace závěrů plynoucích z práce.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] QUAST, Leda B., et al. Physical properties of tempered mixtures of cocoa butter, CBR and CBS fats. *International journal of food science & technology*, 2013, 48.8: 1579-1588.
- [2] HADNAĐEV, Miroslav, et al. Rheological properties of maltodextrin based fat-reduced confectionery spread systems. *Procedia Food Science*, 2011, 1: 62-67.
- [3] SAKLAR, Sena; KATNAS, Sinan; UNGAN, Suat. Determination of optimum hazelnut roasting conditions. *International journal of food science & technology*, 2001, 36.3: 271-281.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Romana Prokopová, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **1. ledna 2025**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 14. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- 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 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá vlivem částečné náhrady cukru inulinem na texturní vlastnosti lískooříškovo-kakaových pomazánek. V této diplomové práci je zkoumán vliv výrobních podmínek a temperace na vlastnosti vyráběných vzorků. Pro výrobu lískooříškovo-kakaových pomazánek je použit inulin jako zdravější alternativa cukru. Cílem bylo nahradit 10 % a 20 % cukru inulinem, přičemž byl použit inulin s 10% a 30% sladivostí. Teoretická část se zaměřuje na charakteristiku surovin používaných při výrobě lískooříškovo-kakaové pomazánky. Praktická část se věnuje výrobě pěti různých typů lískooříškovo-kakaových pomazánek s inulinem, které byly analyzovány na texturometru. Výsledky ukazují, že temperace nemá vliv na texturní vlastnosti, a nejstabilnějšími se ukázaly lískooříškovo-kakaové pomazánky, ve kterých bylo nahrazeno 20 % cukru inulinem s 10% sladivostí.

Klíčová slova: lískooříškovo-kakaové pomazánky, inulin, textura, temperace

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the effect of partial sugar replacement with inulin on the textural properties of hazelnut-cocoa spreads. In this thesis the influence of production conditions and tempering on the properties of the produced samples is investigated. Inulin is used for the production of hazelnut-cocoa spreads as a healthier alternative for sugar. The aim was to replace 10 % and 20 % of sugar with inulin, using inulin with 10% and 30% sweetness. The theoretical part focuses on the characteristics of the raw materials for the production of hazelnut-cocoa spread. The practical part deals with the production of five different types of hazelnut-cocoa spread with inulin, which were analysed on a textometer. The results show that tempering has no effect on the textural properties and the hazelnut-cocoa spread was found to be the most stable where 20 % of the sugar was replaced by inulin with 10% sweetness.

Keywords: hazelnut-cocoa spread, inulin, texture, tempering

Ráda bych vyjádřila své poděkování paní doc. RNDr. Ivě Burešové, Ph.D., za její odborné rady, čas a vstřícný přístup při tvorbě této diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat paní Ing. Romaně Prokopové, Ph.D., za veškerou podporu a cennou pomoc při realizaci praktické části práce. Velké poděkování patří také mému partnerovi, rodině a přátelům, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

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

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 SUROVINY PRO VÝROBU LÍSKOORŇÍŠKOVO-KAKAOVÝCH POMAZÁNEK.....	13
1.1 INULIN.....	13
1.2 LÍSKOVÉ OŘECHY	14
1.3 KAKAO	15
1.4 CUKR.....	16
1.5 TUK.....	17
1.6 LECITIN	18
1.7 SUŠENÉ MLÉKO	19
1.8 VANILIN	20
2 VÝROBNÍ PROCESY	21
2.1 MELANŽÉR.....	21
2.2 TEMPERACE.....	21
3 TEXTURA	22
4 NUTRIČNÍ HODNOTA LÍSKOORŇÍŠKOVO-KAKAOVÝCH POMAZÁNEK.....	23
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	25
5 CÍL PRÁCE	26
6 CHARAKTERISTIKA SUROVIN.....	27
7 VÝROBA A METODA TESTOVÁNÍ LÍSKOORŇÍŠKOVO-KAKAOVÝCH POMAZÁNEK.....	28
7.1 RECEPTURA POMAZÁNEK	28
7.2 ÚPRAVA SUROVIN	28
7.3 VÝROBA POMAZÁNEK	29
7.4 TEMPERACE.....	29
7.5 METODA TESTOVÁNÍ	29
8 VÝSLEDKY A DISKUZE	31
8.1 STANDARD	31
8.2 10 % INULIN S 10% SLADIVOSTÍ.....	34
8.3 10 % INULIN S 30% SLADIVOSTÍ.....	37
8.4 VLIV SLADIVOSTI INULINU PŘI NÁHRADĚ 10 % CUKRU	39
8.5 20 % INULIN S 10% SLADIVOSTÍ.....	39

8.6	VLIV MNOŽSTVÍ INULINU S 10% SLADIVOSTÍ	41
8.7	20 % INULINU S 30% SLADIVOSTÍ.....	42
8.8	VLIV SLADIVOSTI INULINU PŘI NÁHRADĚ 20 % CUKRU.....	45
8.9	VLIV MNOŽSTVÍ INULINU S 30% SLADIVOSTÍ	45
ZÁVĚR.....		47
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		48
SEZNAM OBRÁZKŮ		53
SEZNAM TABULEK.....		54
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		55
SEZNAM PŘÍLOH.....		56

ÚVOD

Lískooříškovo-kakaové pomazánky (dále jen pomazánky) jsou oblíbenou pochoutkou pro mnoho spotřebitelů po celém světě. Chuť lískových oříšku a kakaa v kombinaci s jemnou texturou si snadno získala oblibu u konzumentů napříč všemi věkovými kategoriemi. Mnoho lidí je konzumuje nejen jako součást snídaně na pečivu, ale také jako samostatnou pochoutku nebo součást různých dezertů.

Se vzrůstajícím zájmem o zdravější možnosti v oblasti potravinářství spotřebitelé čím dál častěji dávají přednost zdravějším a méně kalorickým variantám. Z toho důvodu jsou výrobci nuceni hledat nové inovativní přístupy k výrobě produktů s cílem zlepšit jejich nutriční hodnotu. Inulin je přírodní vláknina, která se díky svým příznivým účinkům na zdraví a schopnosti zlepšit texturu potravin dostává do popředí jako potenciální náhrada cukru.

Tato diplomová práce se zaměřuje na zkoumání texturních vlastností jako je pevnost a roztíratelnost. V rámci práce byl sledován vliv částečné náhrady cukru inulinem na texturní vlastnosti pomazánek.

Teoretická část je zaměřená na vlastnosti jednotlivých surovin, které se používají pro výrobu pomazánek. Dále jsou popsány postupy výroby a metody testování.

Praktická část je zaměřena na postup výroby. V diskusi se zabývám porovnáním naměřených dat jednotlivých vzorků s různými přísadami inulinu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SUROVINY PRO VÝROBU LÍSKOŘÍŠKOVO-KAKAOVÝCH POMAZÁNEK

V rámci výroby pomazánek hraje množství a výběr surovin klíčovou roli v konečných vlastnostech produktu. Kvalita a typ použitých surovin ovlivňují texturní vlastnosti pomazánek, což má přímý dopad na spotřebitelskou akceptaci. Mezi nejdůležitější složky patří tuky, jako je kakaové máslo a rostlinné oleje, které určují strukturu a stabilitu výrobku. Dalšími surovinami jsou cukr a sladidla. Sladidla, jako je inulin, se využívá k nahrazení cukru. Tím se dosáhne snížení kalorické hodnoty. Součástí pomazánky je také kakaový prášek, lískové ořechy, sušené mléko, vanilín a emulgátor lecitin (Čížková, 2013).

1.1 Inulin

Inulin je ve vodě rozpustný polysacharid, který se řadí mezi nestravitelné sacharidy neboli fruktanty. Byl objeven v 19. století vědcem Valentinem Rosem z kořene *Elecampne (inula helenium)*. Mezi nejčastější přírodní zdroj inulinu se řadí kořen čekanky (*Cichorium intybus*) a hlíza topinambury (*Helianthus tuberosus*). Inulin se však vyskytuje v mnoha dalších rostlinách jako chřest, banán, ječmen, ale také česnek. Komerčně je většina přírodního inulinu vyráběna z čekanky. Čekanka je dvouletá rostlina patřící do čeledi hvězdnicovitých. V prvním roce růstu je rostlina ve vegetativním stavu a tvoří listy, v druhém roce zakládá podlouhlé kořeny, ze kterých se inulin získává (Shoaib, 2016). Kořen čekanky obsahuje 16 %-18 % inulinu a hlíza topinambury obsahuje 14 %-19 % inulinu (BeMiller, 2019a).

Fruktanty inulinového typu lze připravit synteticky ze sacharózy. Syntetický inulin má podobné vlastnosti jako přírodní, téměř se neliší v pH, tepelné stabilitě, Maillardovy reakce, liší se v polydisperzitě neboli v délce inulinového řetězce. Syntetický inulin má užší rozsah polymerace fruktózy. Z toho důvodu disponuje lepší rozpustností ve vodě a nižší viskozitou než přírodní inulin (Wada, 2005).

Inulin se v potravinářství často používá jako náhrada cukru nebo k dosažení požadovaných technologických vlastností. Má pozitivní nutriční i zdravotní přínosy. V žaludku ani v tenkém střevě není tráven žádnými enzymy. Vykazuje podobné vlastnosti jako rozpustná vláknina. Inulin má glykemický index 0, tudíž nezvyšuje hladinu glukózy a ani neovlivňuje hladinu inzulínu v krvi (BeMiller, 2019a). Je výborným substrátem pro prospěšné střevní bakterie. Tyto bakterie v tlustém střevě rozkládají inulin pomocí

aerobního procesu fermentace. Během tohoto procesu vznikají krátké mastné kyseliny, které jsou tělem absorbovány. Tento proces poskytuje tělu energii v přibližně 6,28 kJ/g. Inulin je považován za potravinovou složku, tudíž nemá přiřazené žádný E-kód (Phillips, 2000). Jeho míra sladkosti odpovídá 10 % sacharózy. Díky těmto vlastnostem je považován za vhodnou surovinu pro přípravu nízkokalorických jídel nebo pro diabetiky (Shoab, 2016).

1.2 Lískové ořechy

Líska se pěstuje primárně pro produkt lískových ořechů. Tato dřevina roste do výšky 3-4 metrů. Má opadavé listy, s zaobleným tvarem s dvojitým pilovitým okrajem. Plod (lískový ořech) je složen z dřevnatého oplodí (skořápky), které obsahuje jádro obalené hnědou slupkou. Mezi odpady vznikající při průmyslovém zpracování lískových ořechů patří skořápky a slupky. Skořápky tvoří 50 % a slupky 2,5 % z celkové hmotnosti plodu (Allegrini, 2022). Největším světovým producentem lískových ořechů je Turecko. Mezi další producenty patří země jako je Itálie, Spojené státy Americké, Španělsko, Ázerbájdžán a Gruzie. (Polat, 2021; Alasalvar, 2003a).

Lískové ořechy patří mezi nutričně zajímavé potraviny. Jejich kalorická hodnota na 100 gramů se pohybuje kolem 2510-2710 kJ. Obsahují 10-22 % sacharidů, 1-3 % celulózy a pektinu, 10-22 % bílkovin, 50-73 % tuku (Köksal, 2006). Mezi mastnými kyselinami převládá kyselina olejová, která může být zastoupena až v 80 % ve všech mastných kyselin, dále pak kyselina linolová, linolenová, palmitová, stearová. Olej z lískových ořechů obsahuje fytosteroly, které mohou napomáhat k snížení hladiny cholesterolu v krvi. Naopak fenoly mohou hrát klíčovou roli v prevenci rakovinného onemocnění. Obsažená vláknina může předcházet či zmírňovat kardiovaskulární onemocnění a rakovinu tlustého střeva. Olej je bohatým zdrojem minerálních látek a vitamínů B a E. Aktivní forma vitamínu E pomáhá snižovat riziko některých chronických onemocnění jako jsou například diabetes typu 2, srdeční choroby, hypertenze, dokáže bojovat s některými negativními účinky stárnutí (Allegrini, 2022; Köksal, 2006).

V dnešní době se lískové ořechy konzumují suché a nepražené tzv. v syrovém stavu, nebo pražené. Během pražení dochází k odstranění hnědé slupky z povrchu jádra a vzniku senzoricky aktivních látek. Tento proces má vliv na zlepšení texturních vlastností. Těnkavé sloučeniny, které se při pražení zvyšují, mohou přispívat k charakteristické chuti a vůni pražených lískových ořechů. Mezi vznikající senzoricky aktivní látky patří pyraziny. Právě pyraziny přispívají k žádoucí pražené, oříškové a nasládlé vůni, která je pro lískové ořechy typická. Tyto sloučeniny jsou tvořeny Maillardovou reakcí během pražení. Aldehydy

se vyskytují v syrových lískových oříšcích, ale pražením se jejich koncentrace zvýší. Většina aldehydů v potravinách přispívá ke sladké květinové a ovocné vůni. Obecně jsou aldehydy považovány za produkty autooxidace lipidových látek. Prostřednictvím Maillardových a Streckerových degradačních reakcí při pražení vznikají furany z aminokyselin a cukrů (Alasalvar, 2003b).

1.3 Kakao

Kakaový prášek se vyrábí z plodů kakaovníku (*Theobroma cacao*). Plody rostou na větších větvích nebo přímo na kmenu kakaovníku. Každý strom může vyprodukovat 50-60 plodů za rok. Barva zralých plodů se pohybuje od žlutohnědé až do červené barvy. Plody dozrávají 4-8 měsíců a každý plod obsahuje 30 oválných semen. Tato semena bývají často označována jako kakaové boby. Semena jsou v plodu obalena dužinou. Fermentačními procesy se dužina odstraňuje ze semene. Po fermentaci kakaové boby obsahují přibližně 60 % vody. Vlhkost je snižována sušením o 5-7 %, aby se dalo s kakaovými boby obchodovat.

Sušené kakaové boby obsahují 54 % kakaového másla, 11,5 % bílkovin, 9 % škrobu a 5 % vody, ve zbylých procentech jsou zastoupeny minerální látky, teobromin, aromatické oleje a další prospěšné látky. Teobromin má podobné účinky na lidský organismus jako kofein. Právě z toho důvodu by děti neměly konzumovat velké množství čokolády, která je z kakaových bobů vyráběna.

Dalším krokem ve výrobě kakaového prášku je pražení kakaových bobů, které zahrnuje teploty 98 °C po dobu 10 až 15 minut. Pražení je nezbytné pro rozvoj jedinečné chuti a aroma kakaa. Během doby pražení může docházet ke zvýšení hořkosti kakaa. Po pražení jsou z kakaových bobů odstraněny slupky a následuje drcení (Kutz, 2019). Kakaová drť je podrobena procesům alkalizace. Hlavním účelem alkalizace je zlepšení rozpustnosti kakaového prášku. Procesem ale také dochází k požadovaným změnám barvy a chuti. K alkalizaci kakaa se nejčastěji využívá uhličitán draselný, sodný a amonný, nebo jejich roztoky. Alkalická látka reaguje s kakaovou drtí a za určitých podmínek teploty, tlaku a času proniká do buněčné tkáně. Tento proces mění žlutohnědou barvu prášku na odstíny červenohnědé, hnědé a tmavohnědé. (García, 2020). Následuje proces mletí, který se skládá ze dvou fází. V první fázi dochází ke mletí kakaových bobů na velikost 100 µm. Vzniká tekutá kakaová hmota zvaná kakaový likér. Tento kakaový likér se lisuje a při lisování dochází k oddělení kakaového másla od pevné části připomínající suchý koláč. Nyní nastává

druhá fáze mletí, při kterém je zpracována pevná část po lisování, která se následně mele na kakaový prášek (Kutz, 2019).

1.4 Cukr

Cukr je ve společnosti používán už po tisíciletí k výrobě sladkých jídel. Před rokem 1750 byl cukr vyráběn z cukrové třtiny, která se pěstovala v tropických a subtropických oblastech. Následně byl rozvážen po celém světě. Během roku 1880 německý chemik Andreas Marggraf extrahoval cukr z řepy (*Beta vulgaris L.*). V Evropě záhy cukrová řepa nahradila cukrovou třtinu jako zdroj cukru. Cukr patří mezi jednu z nejvíce obchodovaných surovin na mezinárodním potravinářském trhu, pouze 5 % cukru se používá k výrobě nepotravinářských výrobků. Cukr neboli sacharóza je sacharid, jenž se přirozeně vyskytuje v ovoci a zelenině. Jedná se o hlavní produkt fotosyntézy, kdy energie slunečního světla je rostlinami přetvářena na využitelné produkty pro rostlinu, jako je cukr. Sacharóza je disacharid složený ze dvou monosacharidů, a to z glukózy a fruktózy (Duraism, 2017). Cukrová řepa obsahuje 18-20 % cukru, 75 % vody a 5 % celulózy. Při zpracování cukrové řepy na cukr vznikají vedlejší produkty, mezi které patří melasa, která může být fermentována za účelem výroby etylalkoholu, a celulózy. Celulóza se často využívá jako krmivo pro zvířata (Taleghani, 2022). Sacharóza může mít vliv na sladkou chuť, texturu, viskozitu i vodní aktivitu výrobku. Kalorická hodnota cukru je 16,74 kJ/g (Cosar, 2024).

Čokoláda obsahuje stabilní částice cukru rozptýlené v tukové fázi. Rozmístění a velikost těchto částic je pro texturu velmi důležitá. Odvíjí se od ní to, jak bude čokoláda v ústech vnímána. V Evropě je průměr velikosti částic cukru v čokoládě okolo 20-23 µm, s maximální velikostí částic 40 µm, naopak nejmenší části mohou mít velikost menší než 1 µm. Lidská ústa nedokážou zjistit částice menší než 12-15 µm. Malé částice vyžadují větší množství tuku v produktu k pokrytí jejich povrchu (BeMiller, 2019b). Stejně jako u čokolády se podobné chování předpokládá i u pomazánek (Lončarević, 2016).

Pro regulaci tělesné hmotnosti je nutné snížit celkový energetický příjem. Za účelem řešení obezity a nadváhy je omezení cukrů v potravinách úspěšné pouze tehdy, pokud je snížen příjem kalorií prostřednictvím cukrů. Ty pak budou nahrazeny jinými živinami, například tuky, poskytující energii pro funkci těla. (Cosar, 2024).

1.5 Tuk

Tuk je jednou z hlavních složek v pomazánce. Bývá zastoupen až v 25-40 % hmotnosti výrobku. Jedná se o důležitou surovinu, která ovlivňuje chování pomazánek během jejich výroby. Přispívá ke kvalitě a také ke mnoha charakteristickým vlastnostem, mezi které patří chuť, tání, pocit v ústech, textura a další fyzikální vlastnosti výrobků. Tuk v čokoládě je obvykle zastoupen kakaovým máslem. Krystalizace kakaového másla hraje klíčovou roli ve výrobě čokolády. Kakaové máslo může vytvářet různé krystalické formy, a temperace je proces, který zajišťuje vznik stabilní krystalické formy, která má požadované vlastnosti. Správně provedená temperace zlepšuje texturu, lesk a trvanlivost čokolády (Chen, 2021). Kakaové máslo je však poměrně drahou surovinou. Proto se z ekonomických důvodů v pomazánkách často nahrazuje rostlinnými tuky. Mezi takové tuky patří i palmový olej ale samozřejmě i další. Mohou zcela nebo částečně nahradit tradiční čokoládový tuk – kakaové máslo. Temperování výrobků není nutné v případě použití rostlinných olejů (Popov-Raljić, 2013).

Palmový olej se získává ze zralých plodů palmy olejné (*Elaeis guineensis*), která má svůj původ na africkém kontinentu. Dobře se jí daří ve vlhkých tropických oblastech. Plantáže s palmou olejnou patří mezi nejziskovější využití půdy ve vlhkých tropických oblastech. Roční výnos získaný z palmy olejné na hektar je 8-10krát vyšší než u konkurenčních olejnin např. u řepky olejné. Plody palmy olejné jsou peckovice, které rodí se ve velkém trsu. Z plodu lze získat dva typy olejů, surový palmový olej a palmojádrový olej. Surový palmový olej se vyrábí z dužiny obklopující endosperm plodu a palmojádrový olej lze získat z jádra endospermu (Maba, 2015; Campos, 2017). Potravinářský průmysl využívá asi 90 % produkce palmového oleje, zbylých 10 % nachází uplatnění v mýdlové a oleochemické výrobě. V potravinářství je tak hojně využíván díky obsahu nasycených i nenasycených mastných kyselin a triacylglycerolů. Komerční prodávané pomazánky často obsahují palmový tuk. V posledních letech však došlo k negativnímu vnímání produktů obsahujících palmový olej. Tento trend je způsoben zejména jeho nepříznivými dopady na ekosystémy. Kromě toho se objevily obavy spojené s vysokým obsahem nenasycených mastných kyselin. Konzumace potravin s palmovým olejem je silně ovlivněna tím, jak spotřebitelé vnímají zdravotní účinky potravin a dopad výroby na životní prostředí (Kovács, 2021). Tuk může mít významný vliv na texturu výrobků, v závislosti na krystalové formě, ve které vykrystalizuje. Krystaly tuku se liší velikostí v závislosti na typu. Například velikost

krystalů typu beta se pohybuje v rozmezí 1-5 μm , zatímco velikost krystalů typu alfa mají velikost mezi 20-100 μm (Zhang, 2013).

1.6 Lecitin

Lecitin je lipidová molekula, která je klíčovou složkou všech živých buněk. Má jedinečnou molekulární strukturu, díky čemuž umožňuje plnit různé funkce. Bývá široce používán ve farmaceutickém, kosmetickém a potravinářském průmyslu. Především v potravinářském průmyslu slouží lecitin k mnoha funkcím, jako je emulgace, smáčení, snížení viskozity, separační činidlo, řízení krystalizace a dalšími. Lecitin disponuje potenciálními zdravotními přínosy. Je zdrojem cholinu – látky nezbytné pro správnou funkci jater, nervů a svalů. Napomáhá při léčbě některých neurologických a kognitivních poruch. Zároveň zlepšuje hladinu cholesterolu. Lecitin je směsí fosfolipidů, především fosfatidylcholin, fosfatidylethanolamin, fosfatidylinositol a dalších látek, jako jsou glykolipidy, triglyceridy a mastné kyseliny (Cabezas, 2009; Harasymová, 2024). Lecitin se extrahuje z rostlinných, živočišných a mikrobiálních zdrojů. V dnešní době se rostlinný lecitin získává z olejních semen jako jsou sójové boby, řepková a slunečnicová semena. Rostlinné lecitiny jsou získávány především jako vedlejší produkt z procesu rafinace rostlinného oleje (Cabezas, 2009). Během zpracování oleje musí být z olejů odstraněny fosfolipidy a glykolipidy, aby byla zajištěna stabilizace proti sedimentaci, a tak umožnily další rafinační kroky při zpracování oleje. Živočišný lecitin lze získat z vaječných žloutků. Lecitin lze definovat jako směs polárních lipidů nerozpustných v acetonu. (Harasymová, 2024)

Funkční vlastnosti lecitinu jsou způsobeny především povrchově aktivním charakterem jeho fosfolipidů. Ty se skládají z glycerolového hlavního řetězce esterifikovaného dvěma mastnými kyselinami a fosfátovými skupinami. Právě ta může být esterifikována jednomocnými alkoholy jako jsou cholin nebo etanolamin nebo polyvalentními alkoholy, tj. glycerol nebo inositol. Molekuly lecitinu se váží na hranici mezi nemísitelnými kapalinami, jako je olej a voda. Díky tomu snižuje mezifázové napětí a vytváří stabilní emulze (Harasymová, 2024; Lončarević, 2016). Molekula s těmito vlastnostmi má uplatnění především jako emulgátor a stabilizátor v potravinářském průmyslu. Lecitin je využíván pro zajištění hladké textury potravin. Je emulgátorem při výrobě čokolády, pekařských výrobků, margarínů a majonéz. Jednou z tradičnějších využití lecitinu je výroba čokolády. Čokoláda představuje komplexní dispergovanou matici cukru, mléčných složek, kakaového

prášku a kakaového másla. Pomazánky také obsahují cukr, mléčnou složku a kakaové částice. Na rozdíl od čokolády neobsahují kakaové máslo, nýbrž levnější rostlinné tuky, či oleje, které mohou přispět k lepší roztíratelnosti. Pomazánky se v ideálním případě vyznačují dobrou roztíratelností v širokém teplotním rozsahu, bohatou krémovou chutí s hladkou homogenní strukturou bez oddělování tukové fáze. Pomazánka podobně jako čokoláda, má nerovnoměrnou distribuci velikosti částic. Přidání lecitinu do suspenze na bázi oleje způsobuje adsorpci povrchově aktivních složek na povrchu suspendovaných částic, tím se sníží drsnost povrchu. Lecitin se do potravin přidává v malém množství okolo 0,1-2 % jako emulgátor. Takové množství nemá vliv na barvu, vůni a chuť produktů (Lončarević, 2016).

Při výrobě slunečnicového oleje ze slunečnicových semen vzniká vedlejší produkt slunečnicový lecitin. Ten může představovat alternativu k sójovému lecitinu, který může být méně vhodný pro osoby s alergií na sóju. Slunečnicový lecitin je považován za produkt bez geneticky modifikovaných organismů (GMO), což je v souladu s preferencemi některých spotřebitelů vítané. Přibližné složení slunečnicového lecitinu činí 33 % objemu. Olej obsahuje především kyselinu linolovou, palmitovou, linolenovou, stearovou a olejovou. Z 24 % obsahuje ostatní sloučeniny, jako jsou glykolipidy, komplexní sacharidy a fosfolipidy. Fosfolipidy (43 %) jsou složeny z 16 % fosfatidylcholinu, 17 % fosfatidylinositolu, 5 % fosfatidylethanolaminu a minoritní fosfolipidy jsou zastoupeny v 5 %. (Cabezas, 2009)

1.7 Sušené mléko

Mléko je považováno za jednu z nejkompexnějších potravin. Přirozeně poskytuje široké spektrum živin nezbytných pro růst a vývoj lidského těla. Sušené mléko je potravinářský produkt získávaný odpařováním běžného mléka, což napomáhá k jeho konzervaci a prodlužuje trvanlivost. Tento výrobek lze získat různými metodami, jako jsou sušení rozprašováním, sušení v bubnových sušárnách a lyofilizace. Sušené mléko obsahuje důležité aminokyseliny a stavební kameny bílkovin a vyznačuje se vysokým obsahem rozpustných vitamínů a minerálů. Často se používá při výrobě kojenecké výživy, cukrovinek jako jsou čokolády a karamelové bonbóny. Sušené mléko je obecně považováno za produkt vysoké mikrobiologické kvality, ale jeho skladovatelnost a tím i obchodní hodnota mohou být ovlivněny fyzikálními a chemickými faktory (Olagunju, 2013).

Hlavní fyzikální a funkční vlastnosti, které ovlivňují kvalitu sušeného mléka, zahrnují strukturu prášku, distribuci a velikost částic, hustotu částic, vzduch zabudovaný v částicích a mezi částicemi, spálené části, schopnost rekonstrukce, hygroskopii, tepelnou stabilitu a stabilitu emulgate. Stabilita rekonstrukce zahrnuje klíčové charakteristiky prášku, jako jsou rozpustnost a schopnost zvlhčování. Sušené mléko, používané v cukrářském průmyslu, zlepšuje nutriční hodnotu produktů a zlepšuje jejich vlastnosti textury, vůně a chutě. (Popov-Raljić, 2013).

1.8 Vanilin

Vanilin je jedním nejoblíbenějším ochucovacím činidlem a je široce používán v různých aplikacích. Běžně se používá jako potravinářská přísada do potravin a nápojů. Obecně jsou na trhu dostupné tři druhy vanilinu – přírodní, biotechnologický a syntetický. Avšak pouze přírodní a přírodně identické vaniliny jsou považovány za potravinářské přísady. Přírodně identický vanilín je biotechnologicky vyráběn z kyseliny ferulové. Vanilin je organoleptická sloučenina přírodní vanilky získaná z lusků orchideje (*Vanilla planifolia*). Patří do skupiny fenolických sloučenin. Jedná se o aromatický aldehyd 3-methoxy-4-hydroxybenzaldehyd. Obsahuje funkční skupiny jako aldehyd, ether a fenol. Fyzikálně je vanilin bílý, pevný a rozpustný ve vodě (Banerjee, 2018). Vanilín má antimikrobní vlastnosti a dobrou antioxidační kapacitu. Nadměrné množství by však mohlo vyvolat nevolnost, zvracení, bolest hlavy a také nepříznivě působit na ledviny a játra (Shao, 2023).

2 VÝROBNÍ PROCESY

Při výrobě pomazánek je cílem spojení pevných sypkých částic s tukovou částí. Hladká textura pomazánek se tvoří hlavně během mísení surovin v melanžeru, kde dochází ke zmenšení a propojení těchto částic. Pro výrobu pomazánek neexistuje žádná norma ani předpis. Pomazánky lze vyrábět podle různých struktur (Polat, 2021).

2.1 Melanžér

Melanžér je speciální mlýn, složený ze dvou válcových žulových kamenů, které se při svém otáčení pohybují po žulové desce. Pevné suroviny, jako lískové ořechy, kakao, cukr a sladidlo jsou vystaveny smykovým silám. Tyto síly způsobují, že pevné částice se drtí a zmenšují svou velikost. Dochází ke tření mezi žulovými mlecími válci a mlecí směsí, což má za následek tvorbu homogenní směsi, kde jsou pevné části efektivně spojovány s tukem. Při dostatečném mísení surovin v melanžeru dochází ke vzniku hladké a jednotné textury. Přidání lecitinu během mísení surovin dojde k lepšímu pokrytí částic cukru a kakaa tukem díky emulgačním schopnostem lecitinu. Dochází k vytvoření většího volného prostoru mezi pevnými částicemi. Tento prostor je vyplněn tukem. Přidání emulgátoru během mísení surovin napomáhá k vytvoření hladší textury výrobku (Glicerina, 2013).

2.2 Temperace

Temperace se provádí především u kakaového másla, aby došlo ke krystalizaci triacylglycerolu v krystalizačních jádrech beta. Temperace začíná úplným roztavením lipidové fáze při 40 °C. Následuje řízené chlazení za stálého míchaní, aby se vyvolala krystalizace triacylglycerolu. Rychlost chlazení by měla být pozvolná přibližně okolo 2 °C za minutu. Během chlazení dochází ke tvorbě dalších nežádoucích typů krystalů triacylglycerolu, například alfa a beta v primární formě. Tyto krystaly mají nižší teplotu tání než krystaly typu beta, a proto mohou být eliminovány opětovným zahřátím na 30-32 °C (Quast, 2013).

3 TEXTURA

Jedná se o skupinu fyzikálních vlastností, které se odvíjejí od strukturních částí potravin. Texturu můžeme u potravin vnímat především prostřednictvím dotyku, a to přímo v ústech. Nesouvisí s chemickými smysly, jako jsou chuť nebo vůně (Bourne, 2002). Textura může být jedním z pozorovaných parametrů v čerstvých a zpracovaných potravinách pro posouzení kvality a přijatelnosti produktu. Pomazánky se vyznačují svou jemnou texturou, která se příjemně rozplývá v ústech. To je důležité pro spotřebitelskou přitažlivost výrobků. V rámci textury můžeme sledovat roztíratelnost a pevnost výrobku. Roztíratelnost je termín používaný v souvislosti s texturou a mohla by být definována jako síla potřebná k vytvoření rovnoměrného rozložení mezi dvěma povrchy (Acan, 2021a). Nízké hodnoty roztíratelnosti znamenají, že k rozetření pomazánky mezi nožem a dalším povrchem je zapotřebí vynaložit malou sílu. Pevnost je síla potřebná k získání dané deformace při dané síle. Výsledná pevnost a roztíratelnost jsou ovlivněny velikostí částic, čím silnější je interakce částic-částic, tím vyšší bude pevnost vzorku (Acan, 2021a; Acan, 2021b). Roztíratelná konzistence pomazánek by měla zůstat v teplotním intervalu od 8 °C do 20 °C (Popov-Raljić, 2013).

4 NUTRIČNÍ HODNOTA LÍSKOOŘÍŠKOVO-KAKAOVÝCH POMAZÁNEK

Znalost nutričních hodnot potravin může být klíčem ke zdravému stravování. Energetická hodnota potravin se skládá především z vody (0 kJ/g), tuku (13,36 kJ/g), bílkovin (16,74 kJ/g) a sacharidů (16,74 kJ/g). Potraviny bohaté na vlákninu, jako je ovoce a zelenina, disponují přibližně 9,62 kJ/g. Pro regulaci tělesné hmotnosti je důležité dbát na celkové snížení energetického příjmu z potravy (Pirinz, 2019). U spousty spotřebitelů postupně roste poptávka po zdravějších alternativách oblíbených produktů. Výrobci, kteří chtějí této skupině spotřebitelů vyhovět, upravují složení svých produktů pro dosažení nižší kalorické zátěže. Pomazánky nejsou výjimkou. Jelikož jsou oblíbenou pochutinou u většiny spotřebitelů různých věkových kategorií zejména u dětí, mohou rodiče pro své ratolesti vyhledávat zdravější varianty těchto pomazánek. Chuť s texturou ovlivňují spotřebitelskou přijatelnost pomazánky. Tyto senzorické vlastnosti jsou ovlivněny obsahem cukru. Světové zdravotnické organizace o příjmu cukru pro dospělé a děti důrazně doporučují u dětí a dospělých snížit příjem cukru pod 10 % celkového energetického příjmu. Tímto rostou požadavky spotřebitelů na výrobky „s nízkým obsahem cukru“ a „bez cukru“. Výrobci reagují na zvyšující se poptávku po alternativních výrobcích s částečnými nebo úplnými náhradami cukru, aniž by se změnila jejich senzorické vlastnosti. Vývoj nízkokalorické pomazánky se zvýšenou nutriční hodnotou a zdravotními benefity by mohla zaujmout cílovou skupinu spotřebitelů se zájmem o zdravou výživu (Cosar, 2024).

Sacharóza je běžné sladidlo používané v pomazánce. Energetická hodnota sacharózy je 16,74 kJ/g. Sacharóza bývá nahrazována v některých čokoládách sladidly s nižší kalorickou hodnotou. Mezi takové sladidla patří stévie, xylitol, sorbitol, maltitol, inulin atd. Stejně jako u čokolády, tak i u pomazánek, je možné sacharózu nahradit umělými sladidly (Cosar, 2024).

U komerčních pomazánek, výrobci uvádějí složení pomazánek, které obsahuje 20 % palmového tuku, 13 % lískových ořechů, 9 % sušeného mléka, 7,5 % kakaového prášku, 0,5 % aromat a emulgátorů a především 50 % cukru, je výsledná kalorická hodnota 2121,30 kJ na 100 gramů. Při změně receptury, kde by došlo k nahrazení 10 % cukru inulinem, sníží se kalorická hodnota o 104,60 kJ na 100 gramů. Při nahrazení 20 % cukru 20 % inulinu, sníží se kalorická hodnota o 209,20 kJ na 100 gramů. V případě přidání inulinu

do pomazánky, dojde, ke zvýšení obsahu vlákniny. Cukr nahrazený inulinem zajistí zvýšení příjmu vlákniny ve stravě. Pomazánky, jejichž složení obsahuje 1,5 g vlákniny na 418,40 kJ, mohou být označovány jako zdroj vlákniny. Označení „zdroj vlákniny“ na obalu pomazánky by tak mohlo zajistit vyšší pozornost zákazníků hledajících zdravější alternativy se zaměřením na příjem vlákniny ve stravě a snížené kalorické hodnotě (Reißnerové, 2023).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo pozorování rozdílů mezi různými pomazánkami, ve kterých došlo k náhradě klasického cukru inulinem. V rámci práce byl použit inulin jako zdravější alternativa s cílem nahradit 10 % a 20 % obsahu cukru. K dosažení tohoto cíle byly použity dva typy inulinu, které se od sebe lišily sladivostí. Konkrétně byl použit inulin s 10% sladivostí a s 30% sladivostí.

V rámci práce byl sledován vliv podmínek výroby a temperace na vlastnosti vyrobených vzorků. Všechny reformulované pomazánky byly vyrobeny ve dvou šaržích a testovány v netemperovaném a temperovaném stavu. Cílem bylo posoudit, zda temperace vzorků ovlivňuje texturní vlastnosti. V rámci hodnocení měření texturních parametrů, jako je roztíratelnost a pevnost vzorku, které mají zásadní roli na celkový dojem a kvalitu výsledných pomazánek, byl sledován rozdíl mezi jednotlivými vzorky.

Cílem bylo získání poznatků o možnostech náhrady cukru inulinem v pomazánkách a podpoře orientace populace na zdravější potravinářské alternativy. Výsledky by mohly pomoci při rozvoji produktů s lepší nutriční hodnotou a zvýšeným povědomím o přínosech inulinu jako náhradního sladidla v potravinách.

6 CHARAKTERISTIKA SUROVIN

Jako tuk byl při výrobě pomazánek použit 100 % palmový olej, který byl zakoupen od výrobce FABIO PRODUKT spol. s.r.o., Holín 92, Jičín 506 01, Česká republika. Nadále byl použit kakaový prášek Gerkens GT78 tmavý s 10-12 % kakaového másla, který byl zakoupen od prodejce Monaco Int. s.r.o., Mladoboleslavská 209, Praha 9, Česká republika. Sušené odtučněné mléko s maximálním obsahem tuku 1,5 % bylo zakoupeno od výrobce MADETA a.s. Rudolfovská tř. 246/83, 370 01 České Budějovice, Česká republika. Jako emulgátor byl využit práškový slunečnicový lecitin bez GMO. Zemí původu je Indie. Během výroby byl použit 100 % práškový vanilín. Zemí původu byla Itálie. Výrobce lískových ořechů byl K-servis Praha, a.s. K Vypichu 503 252 16, Nučice, Česká republika. Výrobce cukru krupice je Cukrovar Vrbátky a.s. 798 13 Vrbátky č.p. 65, Česká republika. U prodejce Monaco Int. s.r.o., Mladoboleslavská 209, Praha 9, Česká republika byl zakoupen inulin s 10% sladivostí. Zemí původu bylo Nizozemsko. Výrobek neobsahuje a nepochází z geneticky modifikovaných surovin. Byl použit inulin s 30% sladivostí zakoupen od stejného prodejce jako u inulinu s 10% sladivostí – Monaco Int. s.r.o., Mladoboleslavská 209, Praha 9, Česká republika. Zemí původu byla Belgie. Výrobek neobsahoval a nepocházel z geneticky modifikovaných surovin.

7 VÝROBA A METODA TESTOVÁNÍ LÍSKOŘÍŠKOVÝCH POMAZÁNEK

7.1 Receptura pomazánek

Byl vyroben standard a čtyři typy reformulací, do kterých byl přidán inulin jako alternativa cukru. Standardní vzorek sloužil jako kontrolní vzorek, kde byl použit běžný cukr. V první reformulaci byl nahrazen 10 % cukru inulinem s 10% sladivostí, čímž bylo záměrem zjistit změny v texturních vlastnostech při mírném nahrazení obsahu cukru. Druhá reformulace obsahovala také 10 % cukru, který byl nahrazen inulinem, avšak s 30% sladivostí. Tento přístup měl prověřit vliv vyšší sladivosti inulinu na texturu pomazánky. Třetí reformulace znamenala nahrazení 20 % cukru inulinem s 10% sladivostí, což umožnilo posoudit vliv větší náhrady na texturu pomazánky. Ve čtvrté reformulaci, byla zvolena 20 % náhrada cukru inulinem s 30% sladivostí. Všechny varianty pomazánek byly vyrobeny ve dvou šaržích.

Receptura vychází z informací na etiketách komerčních pomazánek, které jsou k dispozici na webových stránkách (Heritage, *n.d.*). Přesná receptura v této práci nebude uvedena z důvodu know-how univerzitního pracoviště.

7.2 Úprava surovin

Před výrobou pomazánek bylo nutné provést přípravné práce u lískových ořechů a u palmového tuku.

Lískové ořechy byly zakoupeny v nepražené formě, a proto bylo potřeba provést pražení, aby došlo k rozvinutí aromatických vlastností a k odstranění povrchových slupek. Pražení ořechů probíhalo při teplotě 145 °C po dobu 20 až 28 minut (Schlörmann, 2015). Po vychladnutí byly pražené lískové ořechy vloženy do mixéru, kde proběhlo jejich rozsekání na drob.

Palmový tuk byl před použitím tepelně upraven. V původním balení od výrobce tuk obsahoval pevné shluky. Tyto shluky tuku by mohly mít za následek nerovnoměrné složení tuku ve všech vyráběných pomazánkách. Z toho důvodu byl tuk temperován, obdobně jako později všechny pomazánky, aby se zajistilo, co nejvíce homogenní konzistence palmového tuku. Tuk byl zahříván ve vodní lázni za stálého míchání na 40 °C. Po dosažení této teploty bylo zahájeno chlazení. Tuk byl chlazen za stálého míchání na teplotu 23 °C.

Tato teplota byla udržována po dobu 15 minut. Poté byl tuk opět ve vodní lázni zahřát na teplotu 31 °C (Quast, 2013).

7.3 Výroba pomazánek

Pomazánky jsou připravovány v melanžeru, kde nejprve dojde ke smíchání všech sypkých surovin jako jsou cukr, popřípadě inulin, sušené mléko, kakaový prášek a vanilín. Výjimkou je lecitin, který se ve výrobním procesu přidává až později. Po promíchání sypkých surovin je přidána větší část palmového tuku. Poté dochází k promíchání sypkých surovin s tukem. Ve zbylé části palmového tuku je rozmíchán lecitin a tato směs je přidána do směsi. Proces mísení pokračuje, dokud nedojde ke vzniku homogenní pomazánky.

Důležitou součástí výrobního procesu bylo dodržení stejné doby mísení pro všechny typy pomazánek, aby se zajistila stejná konzistence a kvalita vyráběných pomazánek. Po smísení sypkých surovin probíhá mísení s tukem po stejnou dobu pro všechny varianty, stejně tak i moment přidání lecitinu se zbylým tukem a ukončení míchání v melanžeru je u všech pomazánek shodný.

Po dokončení výroby byla polovina vyrobené pomazánky odebrána a uložena k následné testování, druhá polovina byla podrobena temperaci.

7.4 Temperace

Pomazánka byla zahřívána ve vodní lázni za stálého míchání až k dosažení teploty 40 °C. Jakmile bylo dosaženo teploty, následovalo chlazení vzorků na chladicí desce, přičemž byla pomazánka stále míchána. Chlazení probíhalo, dokud nebyla teplota snížena na 23 °C, kterou bylo nutné udržovat po dobu 15 minut. Následně byly vzorky opět zahřívány ve vodní lázni na teplotu 31 °C. Během tohoto posledního kroku temperace bylo pečlivě dbáno, aby nedošlo k překročení teploty 31 °C (Quast, 2013).

7.5 Metoda testování

Pro stanovení textury pomazánek byl použit texturometr TAXTplus, zakoupený od firmy Stable Micro Systems, UK. Pevnost a roztíratelnost byly měřeny pomocí sady spárovaných akrylových kuželů o úhlu 90°. Před zahájením měření byla provedena kalibrace přístroje za pomoci kalibrovaného závaží.

Vzorky pomazánek byly vždy před testem temperovány na teplotu, při které byly vzorky testovány. Po dosažení této teploty byl odebrán vzorek, který byl uložen do spodního kužele.

Následně byl spuštěn měřicí program. Testovací rychlost byla nastavena na 3 mm/s a počáteční horní kužel byl ve vzdálenosti 23 mm. Každá pomazánka byla měřena při třech různých teplotách, a to při 10 °C, 20 °C a 30 °C. Pro každou temperovanou i netemperovanou pomazánku proběhla měření při každé teplotě čtyřikrát. Z naměřených křivek bylo možné jasně vyčíst pevnost vzorku pomazánky [N], která odpovídá nejvyšší dosažené síle během testu. Roztíratelnost [N·mm] byla zjištěna z dat o měřené síle [N] a posunu aparatury [mm].

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tato část práce je zaměřena na prezentaci výsledků získaných z experimentálních měření, která se soustředila na analýzu texturních vlastností pomazánek vyrobených s různými formami a množstvím inulinu. Stanovení textury, provedené pomocí texturometru TAXTplus, poskytuje důležitá data týkající se pevnosti a roztíratelnosti pomazánek. Tato data jsou prezentována pro jednotlivé typy pomazánek v tabulkách č. 1 až 10.

V rámci diskuse byl sledován vliv teploty, množství přidaného inulinu a jeho sladivost na texturní vlastnosti pomazánek. Měření textury probíhalo při třech různých teplotách (10 °C, 20 °C a 30 °C).

8.1 Standard

Byly vyrobeny dva vzorky se standardním složením. Následně byly změřeny a výsledky z měření pro standard č. 1 jsou v tabulce 1 a naměřené výsledky pro druhou šarži jsou v tabulce č. 2.

Tabulka 1 naměřené hodnoty u standardu č. 1

Standard č. 1		
	pevnost [N]	Roztíratelnost [N·mm]
bez teploty 10 °C	36 ± 5	18 ± 3
bez teploty 20 °C	24 ± 3	11 ± 3
bez teploty 30 °C	7 ± 1	$0,6 \pm 0,2$
s teplotou 10 °C	70 ± 8	53 ± 8
s teplotou 20 °C	18 ± 1	6 ± 1
s teplotou 30 °C	$8 \pm 0,3$	$1 \pm 0,1$

V tabulce 1 lze pozorovat, že při teplotě 10 °C byla pevnost netemperovaného vzorku 36 ± 5 N. S rostoucí teplotou pevnost klesla až na 7 ± 1 N, což bylo naměřeno u pomazánky zahřáté na 30 °C. U temperovaného vzorku byla zaznamenána pevnost 70 ± 8 N při 10 °C. S nárůstem teploty došlo k poklesu pevnosti na $8 \pm 0,3$ N, což bylo naměřeno při 30 °C. Roztíratelnost netemperovaného vzorku byla při 10 °C 18 ± 3 N·mm, přičemž s rostoucí teplotou klesla na $0,6 \pm 0,2$ N·mm při 30 °C. U temperovaných vzorků byla roztíratelnost při 10 °C 53 ± 8 N·mm, avšak s rostoucí teplotou se tato hodnota snížila na $1 \pm 0,1$ N·mm, což bylo naměřeno při 30 °C.

V tabulce 1 můžeme pozorovat trend klesající pevnosti a roztíratelnosti v závislosti na zvyšující se měřicí teplotě první šarže standardu. Z hodnot naměřených v tabulce 1

vyplývá, že u temperovaných vzorků měřených při 10 °C došlo k nárůstu pevnosti (70 ± 8 N), tak roztíratelnost (53 ± 8 N·mm) oproti netemperovaných vzorků měřených při stejné teplotě (pevnost 36 ± 5 N, roztíratelnost 18 ± 3 N·mm). Při teplotě 20 °C u netemperované pomazánky byla naměřena pevnost (24 ± 3 N) a roztíratelnost (11 ± 3 N·mm). U temperovaného vzorku měřeného opět při 20 °C byla naměřena pevnost (18 ± 1 N) a roztíratelnost (6 ± 1 N·mm) nižší než u netemperovaných vzorků. U měření při teplotě 30 °C nebyl pozorován výrazný rozdíl mezi hodnotami naměřenými pro netemperované vzorky (pevnost 7 ± 1 N, roztíratelnost $0,6 \pm 0,2$ N·mm) a temperované vzorky (pevnost $8 \pm 0,3$ N roztíratelnost $1 \pm 0,1$ N·mm).

Tabulka 2 naměřené hodnoty u standardu č. 2

Standard č. 2		
	pevnost [N]	roztíratelnost [N·mm]
bez temperace 10 °C	152 ± 24	162 ± 39
bez temperace 20 °C	12 ± 1	4 ± 1
bez temperace 30 °C	$6 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,2$
s temperací 10 °C	151 ± 15	186 ± 36
s temperací 20 °C	$20 \pm 0,2$	11 ± 1
s temperací 30 °C	$7 \pm 0,4$	$1 \pm 0,1$

V tabulce 2 je uvedeno, že při teplotě 10 °C byla pevnost netemperovaného vzorku 152 ± 24 N. Jakmile teplota vzrostla na 30 °C, pevnost klesla na $6 \pm 0,1$ N. U temperovaného vzorku byly zaznamenány hodnoty pevnosti při 10 °C 151 ± 15 N, které s nárůstem teploty na 30 °C poklesly na $7 \pm 0,4$ N. Roztíratelnost netemperovaného vzorku dosahovala při 10 °C hodnoty 162 ± 39 N·mm, avšak s rostoucí teplotou klesla na $0,4 \pm 0,2$ N·mm, jak bylo změřeno při 30 °C. U temperovaných vzorků byla roztíratelnost při 10 °C 186 ± 36 N·mm, nicméně s nárůstem teploty se tato hodnota snížila na $1 \pm 0,1$ N·mm, naměřenou při 30 °C.

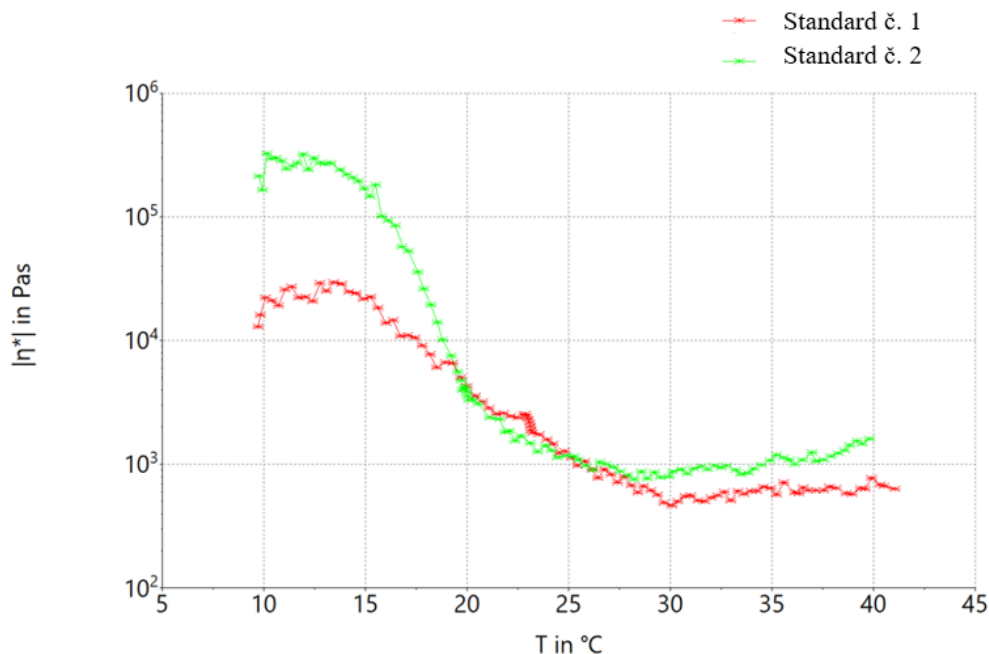
Z tabulky 2 je patrné, že se zvyšující teplotou měření docházelo k naměření nižších hodnot pevnosti a roztíratelnosti u vzorku druhé šarže standardu. Při teplotě 10 °C byla naměřena pevnost vzorků bez temperace (152 ± 24 N) srovnatelná s hodnotami temperovaných vzorků (151 ± 15 N). Roztíratelnost byla u temperovaných vzorků vyšší (186 ± 36 N·mm) oproti netemperovaným (162 ± 39 N·mm).

Při 20 °C byla naměřena pevnost netemperovaných vzorků (12 ± 1 N) nižší než pevnost temperovaných vzorků ($20 \pm 0,2$ N). Roztíratelnost u netemperovaných vzorků (4 ± 1 N·mm) byla také nižší ve srovnání s temperovanými vzorky ($0,4 \pm 0,2$ N·mm).

U měření při teplotě 30 °C byla pevnost netemperovaných vzorků ($6 \pm 0,1$ N) a pevnost temperovaných vzorků ($7 \pm 0,4$ N) srovnatelná, přičemž roztíratelnost byla vyšší u temperovaných vzorků ($1 \pm 0,1$ N·mm) ve srovnání s netemperovanými vzorky ($0,4 \pm 0,2$ N·mm).

Vyrobené standardy se mezi sebou výrazně liší. První šarže standardu vykazuje nižší hodnoty pevnosti i roztíratelnosti ve srovnání se druhou šarží standard. Vzorky byly vyráběny v odlišné dny, což mohlo ovlivnit kvalitu vyrobených vzorků. Řádově vyšší naměřené hodnoty pevnosti a roztíratelnosti u druhé šarže standardu mohou být výsledkem jemnějších částic, které mohly vzniknout během výroby (Afoakwa, 2008).

Pokud jde o vliv teploty na texturní vlastnosti, výsledky z obou šarží standardů v tabulce 1 a 2 naznačují, že by teplota mohla mít pozitivní dopad. Porovnání naměřených hodnot z obou standardů naznačuje, že kvalita zpracování může ovlivnit vlastnosti pomazánek. Pro potvrzení rozdílnosti mezi šaržemi byla změřena viskozita. Naměřené výsledky viskozity potvrzují odlišnosti mezi vyrobenými šaržemi. V obrázku 1 je zobrazen záznam naměřené viskozity a vyplývá z něj, že hodnota viskozity netemperovaných vzorků měřená při 10 °C je u druhé šarže standardu vyšší (více než 10^5 Pa·s) než u první šarže standardu (více než 10^4 Pa·s).



Obrázek 1 Viskozita standardu bez temperace pro první a druhou šarži

8.2 10 % inulin s 10% sladivostí

Byly vyrobeny dva vzorky, kde došlo k nahrazení cukru 10 % inulinem s 10% sladivostí. Následně byly změřeny texturní vlastnosti, pro vzorek první šarže s přidavkem 10 % inulinu s 10% sladivostí, výsledky z měření viz tabulka 3. Měření pro vzorek druhé šarže s přidavkem 10 % inulinu s 10% sladivostí jsou umístěná v tabulce 4.

Tabulka 3 Naměřené hodnoty u vzorku s přidavkem 10 % inulinu s 10% sladivostí č. 1

10 % inulin s 10% sladivostí č. 1		
	pevnost [N]	roztíratelnost [N·mm]
bez temperace 10 °C	128 ± 5	121 ± 7
bez temperace 20 °C	30 ± 2	15 ± 2
bez temperace 30 °C	5 ± 2	0,1 ± 0,07
s temperací 10 °C	88 ± 12	72 ± 11
s temperací 20 °C	44 ± 2	30 ± 3
s temperací 30 °C	8 ± 0,2	1 ± 0,4

V tabulce 3 jsou uvedeny naměřené hodnoty pro pevnost a roztíratelnost. Při teplotě 10 °C dosáhla pevnost netemperovaného vzorku hodnoty 128 ± 5 N, která klesla na 5 ± 2 N při zahřátí na 30 °C. U temperovaného vzorku byla pevnost při 10 °C 88 ± 12 N, následně klesla na 8 ± 0,2 N při 30 °C. Roztíratelnost netemperovaného vzorku dosahovala

$121 \pm 7 \text{ N}\cdot\text{mm}$ při 10°C , avšak poklesla na $0,1 \pm 0,07 \text{ N}\cdot\text{mm}$ při 30°C . Temperované vzorky měly roztíratelnost $72 \pm 11 \text{ N}\cdot\text{mm}$ při 10°C , která se snížila na $1 \pm 0,4 \text{ N}\cdot\text{mm}$ při 30°C .

Z analýzy údajů uvedených v tabulce 3 vyplývá, že při teplotě 10°C dosahovaly vzorky bez temperace vyšší pevnosti ($128 \pm 5 \text{ N}$) než temperované vzorky ($88 \pm 12 \text{ N}$), přičemž rozdíl činil 40 N . Podobně byla roztíratelnost vzorků bez temperace ($121 \pm 7 \text{ N}\cdot\text{mm}$) také vyšší než u temperovaných vzorků ($72 \pm 11 \text{ N}\cdot\text{mm}$), přičemž rozdíl činil $50 \text{ N}\cdot\text{mm}$.

Při zvýšení teploty na 20°C se však situace obrací. Vzorky bez temperace vykázaly nižší pevnost ($30 \pm 2 \text{ N}$) v porovnání s těmi temperovanými ($44 \pm 2 \text{ N}$). Tento trend potvrzují i naměřené hodnoty roztíratelnosti, kde bez temperace byly naměřeny hodnoty $15 \pm 2 \text{ N}\cdot\text{mm}$, zatímco temperované vzorky měly $30 \pm 3 \text{ N}\cdot\text{mm}$.

Při měření na teplotě 30°C se vzorky bez temperace se vyznačovaly nižšími hodnotami: pevnost byla $5 \pm 2 \text{ N}$, zatímco temperované vzorky dosáhly $8 \pm 0,2 \text{ N}$. Také u roztíratelnosti byly hodnoty netemperovaných vzorků ($0,1 \pm 0,07 \text{ N}\cdot\text{mm}$) nižší než temperovaných vzorků ($1 \pm 0,4 \text{ N}\cdot\text{mm}$).

Tabulka 4 Naměřené hodnoty u vzorku s přidavkem 10 % inulinu s 10% sladivostí č. 2

10 % inulin s 10% sladivostí č.2		
	pevnost [N]	roztíratelnost [N·mm]
bez temperace 10°C	177 ± 7	192 ± 11
bez temperace 20°C	19 ± 2	7 ± 2
bez temperace 30°C	$7 \pm 0,5$	$0,3 \pm 0,2$
s temperací 10°C	156 ± 18	154 ± 33
s temperací 20°C	21 ± 1	9 ± 1
s temperací 30°C	$7 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,1$

Podle tabulky 4 byla pevnost netemperovaného vzorku při 10°C byla $177 \pm 7 \text{ N}$. S nárůstem teploty na 30°C se pevnost snižuje na $7 \pm 0,5 \text{ N}$. U temperovaného vzorku se při 10°C naměřila pevnost $156 \pm 18 \text{ N}$, která poklesla na $7 \pm 0,3 \text{ N}$ při 30°C . Roztíratelnost netemperovaného vzorku při 10°C činila $192 \pm 11 \text{ N}\cdot\text{mm}$ a při 30°C klesla na $0,3 \pm 0,2 \text{ N}\cdot\text{mm}$. U temperovaných vzorků byla roztíratelnost $154 \pm 33 \text{ N}\cdot\text{mm}$ při 10°C , došlo ke snížení na $0,5 \pm 0,1 \text{ N}\cdot\text{mm}$ při 30°C .

Z měření uvedených v tabulce 4 vyplývá, že při 10°C nebyl u vzorků bez temperace ($177 \pm 7 \text{ N}$) a temperovaných vzorků ($156 \pm 18 \text{ N}$) prokázán významný rozdíl v pevnosti, neboť intervaly nejistot se překrývají. Stejný závěr platí pro roztíratelnost, kdy vzorky

bez temperace ($192 \pm 11 \text{ N}\cdot\text{mm}$) a temperované vzorky ($154 \pm 33 \text{ N}\cdot\text{mm}$) vykazuje shodný výsledek díky překrývání intervalů nejistoty.

Při měření na 20°C se opět neprokázal významný rozdíl mezi pevnostními vzorky bez temperace ($19 \pm 2 \text{ N}$) a temperovaných vzorků ($21 \pm 1 \text{ N}$), jelikož jejich intervaly nejistoty se rovněž překrývají. Roztíratelnost vzorku bez temperace ($7 \pm 2 \text{ N}\cdot\text{mm}$) se podobně neliší od roztíratelnosti temperovaných vzorků ($9 \pm 1 \text{ N}\cdot\text{mm}$) z důvodu shodného překrývání intervalů.

U měření při 30°C byla pevnost vzorků bez temperace ($7 \pm 0,5 \text{ N}$) shodná s pevností temperovaných vzorků ($7 \pm 0,3 \text{ N}$), což naznačuje, že mezi nimi neexistuje významný rozdíl. Roztíratelnost vzorku bez temperace ($0,3 \pm 0,2 \text{ N}\cdot\text{mm}$) a roztíratelnost temperovaných vzorků ($0,5 \pm 0,1 \text{ N}\cdot\text{mm}$) se rovněž neliší, neboť jejich intervaly nejistoty se překrývají.

Na základě naměřených dat uvedených v tabulce 4, při porovnání temperovaných a netemperovaných vzorků v rámci jednotlivých teplot nebyly pozorovány statistické rozdíly. Tímto se nepodařilo prokázat statisticky významný vliv temperace na texturní vlastnosti vzorků (Popov-Raljić, 2013).

Z naměřených výsledků u vzorků s 10 % náhradou cukru za inulin s 10% sladivostí lze pozorovat nejednotné chování mezi jednotlivými šaržemi vzorku nelze jednoznačně prokázat vliv temperace. U první šarže byl pozorován vliv temperace, avšak u druhé šarže tento vliv nebyl patrný. Rozdíly v charakteristikách pomazánek mohly být způsobeny odlišnostmi ve výrobních procesech (Afoakwa, 2008) nebo nevhodným postupem temperace (Quast, 2013).

Rozdíly mezi šaržemi byly patrné při měření roztíratelnosti u netemperovaného vzorku při 10°C , kdy byla naměřena hodnota první šarže ($121 \pm 7 \text{ N}\cdot\text{mm}$), která byla o $70 \text{ N}\cdot\text{mm}$ nižší než u druhé šarže ($192 \pm 11 \text{ N}\cdot\text{mm}$). Podobný trend se projevil i u roztíratelnosti temperovaného vzorku při 10°C , kde první šarže ($72 \pm 11 \text{ N}\cdot\text{mm}$) vykázala hodnotu o $80 \text{ N}\cdot\text{mm}$ nižší než u druhé šarže ($154 \pm 33 \text{ N}\cdot\text{mm}$). Tyto rozdíly naznačují variabilitu v texturních vlastnostech vzorků a ukazují, že i po temperaci mohou být vlastnosti ovlivněné.

Při teplotě 10°C byla naměřena nižší pevnost u netemperovaného vzorku první šarže ($128 \pm 5 \text{ N}$) ve srovnání s druhou šarží ($177 \pm 7 \text{ N}$), přičemž rozdíl činil přibližně 50 N . U temperovaných vzorků při stejné teplotě byla pevnost šarže ($88 \pm 12 \text{ N}$) rovněž nižší než přibližně u druhého vzorku první šarže ($156, \pm 7 \text{ N}$ rozdílu). Pomazánky s 10 % náhradou

cukru inulinem s 10% sladivostí mohou být významně ovlivněny procesem výroby (Afoakwa, 2008) anebo přítomností inulinu v receptuře.

8.3 10 % inulin s 30% sladivostí

Byly připraveny dva vzorky, u nichž došlo k náhradě cukru 10 % inulinem s 30% sladivostí. Po této úpravě byly změřeny jejich texturní vlastnosti. Výsledky pro vzorek první šarže s přidavkem 10 % inulinu s 30% sladivostí jsou v tabulce 5, zatímco měření vzorku druhé šarže je v tabulce 6.

Tabulka 5 Naměřené hodnoty u vzorku s přidavkem 10 % inulinu s 30% sladivostí č. 1

10 % inulin s 30% sladivostí č. 1		
	pevnost [N]	roztíratelnost [N·mm]
bez temperace 10 °C	141 ± 21	115 ± 26
bez temperace 20 °C	21 ± 2	8 ± 2
bez temperace 30 °C	$7 \pm 0,3$	$0,4 \pm 0,2$
s temperací 10 °C	155 ± 13	134 ± 17
s temperací 20 °C	17 ± 1	5 ± 1
s temperací 30 °C	$8 \pm 0,02$	$1 \pm 0,1$

V tabulce 5 je zaznamenáno, že při teplotě 10 °C měla pevnost netemperovaného vzorku hodnotu 141 ± 21 N. Se zvýšením teploty na 30 °C klesla pevnost na $7 \pm 0,3$ N. U temperovaného vzorku byla při 10 °C pevnost 155 ± 13 N, která s rostoucí teplotou na 30 °C, klesla na $8 \pm 0,02$. Roztíratelnost netemperovaných vzorků měřených při 10 °C odpovídá 115 ± 26 N·mm, avšak s rostoucí teplotou klesla na $0,4 \pm 0,2$ N·mm při 30 °C. Pro temperované vzorky byla roztíratelnost při 10 °C 134 ± 17 N·mm, zatímco při 30 °C se snížila na $1 \pm 0,1$ N·mm.

Z měření uvedených v tabulce 5 vyplývá, že při 10 °C byla u vzorků bez temperace (141 ± 21 N) naměřena pevnost srovnatelná s hodnotami temperovaných vzorků (155 ± 13 N), neboť jejich intervaly nejistoty se překrývají. Roztíratelnost vzorku bez temperace (115 ± 26 N·mm) byla rovněž srovnatelná s hodnotou temperovaných vzorků (134 ± 17 N·mm) ze stejného důvodu překrývání intervalů nejistoty.

Při měření na 20 °C byla pevnost netemperovaných vzorků (21 ± 2 N) vyšší než pevnost temperovaného vzorku (17 ± 1 N), což by mohlo naznačovat vliv temperace na texturní vlastnosti. Roztíratelnost netemperovaného vzorku při 20 °C (8 ± 2 N·mm) byla srovnatelná s hodnotou temperovaných vzorků (5 ± 1 N·mm), protože jejich intervaly

nejistoty se opět překrývají, což naznačuje, že vliv teploty na texturní vlastnosti není prokázán.

U měření při 30 °C nebyl významný rozdíl mezi pevností netemperovaného vzorku ($7 \pm 0,3$ N) a temperovaného vzorku ($8 \pm 0,02$ N), protože se intervaly nejistoty obou hodnot překrývají. Stejně tak roztíratelnost vzorku bez teploty ($0,4 \pm 0,2$ N·mm) byla mírně nižší než naměřená hodnota u temperovaného vzorku ($1 \pm 0,1$ N·mm).

Tyto výsledky měření neprokazují vliv teploty (Popov-Raljić, 2013).

Tabulka 6 Naměřené hodnoty u vzorku s přídavkem 10 % inulinu s 30% sladivostí č. 2

10 % inulin s 30% sladivostí č. 2		
	Pevnost [N]	Roztíratelnost [N·mm]
bez teploty 10 °C	134 ± 8	170 ± 19
bez teploty 20 °C	19 ± 2	8 ± 1
bez teploty 30 °C	$8 \pm 0,3$	$0,7 \pm 0,5$
s teplotou 10 °C	135 ± 28	173 ± 55
s teplotou 20 °C	20 ± 2	8 ± 2
s teplotou 30 °C	$8 \pm 0,4$	$0,8 \pm 0,3$

Podle dat v tabulce 6 byla při teplotě 10 °C pevnost netemperovaného vzorku 134 ± 8 N. Při zvýšení teploty na 30 °C došlo k poklesu pevnosti na $8 \pm 0,3$ N. Temperovaný vzorek měl při 10 °C 135 ± 28 N, a tato hodnota se snížila na $8 \pm 0,3$ N po zvýšení teploty na 30 °C. Roztíratelnost netemperovaného vzorku činila při 10 °C 170 ± 19 N·mm klesla na $0,7 \pm 0,5$ N·mm při 30 °C. U temperovaných vzorků dosahovala roztíratelnost při 10 °C 173 ± 55 N·mm, avšak s rostoucí teplotou na 30 °C klesla na $0,8 \pm 0,3$ N·mm.

Z měření v tabulce 6 vyplývá, že při 10 °C byla pevnost vzorků bez teploty (134 ± 8 N) srovnatelná s hodnotou temperovaných vzorků (135 ± 28 N) díky překrývání intervalů nejistoty. Roztíratelnost u netemperovaných vzorků (170 ± 19 N·mm) byla obdobná jako u temperovaných (173 ± 55 N·mm).

Při teplotě 20 °C byla pevnost netemperovaných vzorků (19 ± 2 N) srovnatelná s temperovanými (20 ± 2 N) z důvodu překrývajících se intervalů nejistoty. Roztíratelnost netemperovaného vzorku (8 ± 1 N·mm) odpovídá hodnotě temperovaných vzorků (8 ± 2 N·mm).

Pro měření při 30 °C nebyl zjištěn významný rozdíl mezi pevností netemperovaných vzorků ($8 \pm 0,3$ N) a temperovaných vzorků ($8 \pm 0,4$ N). Rovněž roztíratelnost neprokázala rozdíly mezi vzorky bez teploty ($0,7 \pm 0,5$ N·mm) a temperovaných ($0,8 \pm 0,3$ N·mm).

Hodnoty naměřené u druhé vyrobené šarže, uvedené v tabulce 6, jsou podobné, jako u první šarže, viz tabulce 5. Tato data tedy opět naznačují, že teplota nemá vliv na texturní vlastnosti pomazánek, ve kterých byl cukr nahrazen 10 % inulinem s 30% sladivostí (Popov-Raljić, 2013).

Naměřená data obou šarží pomazánek s 10 % náhradou cukru inulinem s 30% sladivostí v tabulkách 5 a 6 potvrzují, že teplota zřejmě nemá vliv na pevnost pomazánek (Popov-Raljić, 2013). Naměřené hodnoty roztíratelnosti obou šarží v tabulce 5 a 6 se mezi sebou neshodují. Vzniklé naměřené rozdíly u roztíratelnosti mohly způsobit rozdílné velikosti částic, které mohly vzniknout během výroby jednotlivých šarží (Afoakwa, 2008).

8.4 Vliv sladivosti inulinu při náhradě 10 % cukru

Měření pomazánek, kde bylo nahrazeno 10 % cukru inulinem o různé sladivosti jsou uvedené v tabulkách 3, 4, 5 a 6. Měřením texturních vlastností bylo prokázáno, že u pomazánek s 10 % náhradou cukrem inulinem s 30% sladivostí byly optimální výrobní podmínky a vyrobené šarže se od sebe prakticky nelišily, také nebyl pozorován vliv teploty viz tabulky 5 a 6. U pomazánek, kde bylo nahrazeno 10 % cukru inulinem s 10% sladivostí, zřejmě došlo k nerovnoměrné distribuci částic během výroby pomazánky (Afoakwa, 2008). Při porovnání vzorků s hodnotami standardu, které jsou v tabulce 1 a 2, se vzorky s 10 % náhradou cukru za inulin se nejeví jako shodné.

8.5 20 % inulin s 10% sladivostí

Byly vyrobeny dva vzorky, kde došlo k nahrazení 20 % cukru inulinem s 10% sladivostí. Po jejich výrobě byly měřeny texturní vlastnosti obou vzorků. Výsledky měření pro první vzorek s přidavkem 20 % inulinu s 10% sladivostí jsou uvedeny v tabulce 7. Zatímco pro druhý vzorek jsou naměřená data uvedena v tabulce 8.

Tabulka 7 Naměřené hodnoty u vzorku s přidavkem 20 % inulinu s 10% sladivostí č. 1

20 % inulin s 10% sladivostí č. 1		
	Pevnost [N]	Roztíratelnost [N·mm]
bez teploty 10 °C	137 ± 5	147 ± 26
bez teploty 20 °C	23 ± 5	10 ± 4
bez teploty 30 °C	10 ± 1	2 ± 0,2
s teplotou 10 °C	152 ± 8	2 ± 0,2
s teplotou 20 °C	27 ± 3	17 ± 3
s teplotou 30 °C	10 ± 0,4	3 ± 0,2

V tabulce 7 jsou uvedeny hodnoty, které ukazují, že při teplotě 10 °C byla pevnost netemperovaného vzorku 137 ± 5 N. S nárůstem teploty na 30 °C klesla pevnost na 10 ± 1 N. Temperovaný vzorek při 10 °C ukázal pevnost 152 ± 8 N, která se snižovala na $10 \pm 0,4$ N při 30 °C. Roztíratelnost netemperovaného vzorku dosahovala při 10 °C hodnoty 147 ± 26 N·mm, a klesla na $2 \pm 0,2$ N·mm při 30 °C. U temperovaných vzorků byla roztíratelnost $2 \pm 0,2$ N·mm při 10 °C, přičemž s rostoucí teplotou došlo ke snížení na $3 \pm 0,2$ N·mm při 30 °C.

Na základě naměřených dat v tabulce 7 se ukazuje, že při 10 °C byla pevnost vzorků bez temperace (137 ± 5 N) nižší než pevnost temperovaných vzorků (152 ± 8 N). Roztíratelnost vzorku bez temperace (147 ± 26 N·mm) byla srovnatelná s temperovanými vzorky (194 ± 27 N·mm), jelikož se intervaly nejistoty překrývají.

Při 20 °C byla pevnost netemperovaného vzorku (23 ± 5 N) srovnatelná s temperovanými vzorky (27 ± 3 N) díky překrývání intervalů nejistoty. Roztíratelnost netemperovaného vzorku (10 ± 4 N·mm) byla podobná výsledkům temperovaným vzorkům (17 ± 3 N·mm), protože se intervaly nejistoty překrývají.

Při měření při 30 °C nebyl zjištěn významný rozdíl v pevnosti mezi netemperovanými vzorky (10 ± 1 N) a temperovanými vzorky ($10 \pm 0,4$ N). Rovněž roztíratelnost vzorku bez temperace ($2 \pm 0,2$ N·mm) byla podobná hodnotám u temperovaných vzorků.

Toto měření tak neprokazuje vliv temperace (Popov-Raljić, 2013) na pevnost a roztíratelnost u vlastností první šarže vzorku, kde bylo nahrazeno 20 % cukru inulinem s 10% sladivostí.

Tabulka 8 Naměřené hodnoty u vzorku s přidavkem 20 % inulinu s 10% sladivostí č. 2

20 % inulin s 10% sladivostí č. 2		
	Pevnost [N]	Roztíratelnost [N·mm]
bez temperace 10 °C	158 ± 29	200 ± 58
bez temperace 20 °C	$17 \pm 0,4$	7 ± 1
bez temperace 30 °C	$8 \pm 0,2$	$1 \pm 0,4$
s temperací 10 °C	155 ± 9	191 ± 12
s temperací 20 °C	$20 \pm 0,3$	$9 \pm 0,4$
s temperací 30 °C	$8 \pm 0,4$	$1 \pm 0,3$

V tabulce 8 jsou uvedeny hodnoty, které ukazují, že při teplotě 10 °C byla pevnost netemperovaného vzorku 158 ± 29 N. S nárůstem teploty na 30 °C klesla tato pevnost na $8 \pm 0,2$ N. U temperovaného vzorku byla při 10 °C naměřena pevnost 155 ± 9 N, která se při 30 °C snižuje na $8 \pm 0,4$ N. Roztíratelnost netemperovaného vzorku dosahovala při 10 °C hodnoty 200 ± 58 N·mm, avšak poklesla na $1 \pm 0,4$ N·mm při 30 °C. U

temperovaných vzorků byla naměřena hodnota $191 \pm 12 \text{ N}\cdot\text{mm}$ při 10°C , přičemž se zvýšením teploty na 30°C se tato hodnota snížila na $1 \pm 0,3 \text{ N}\cdot\text{mm}$.

Z měřených dat pro druhou šarži vzorku pomazánky, kde bylo nahrazeno 20 % cukru inulinem s 10% sladivostí, uvedených v tabulce 8, vyplývá, že při 10°C byla naměřená pevnost vzorků bez temperace ($158 \pm 29 \text{ N}$) srovnatelná s hodnotou temperovaných vzorků ($155 \pm 9 \text{ N}$), neboť se intervaly nejistoty překrývají. Roztíratelnost netemperovaného vzorku ($200 \pm 58 \text{ N}\cdot\text{mm}$) byla rovněž srovnatelná s hodnotou u temperovaných vzorků ($191 \pm 12 \text{ N}\cdot\text{mm}$) z důvodu překrývání intervalů nejistoty.

Při měření na 20°C byla naměřená pevnost netemperovaného vzorku ($17 \pm 0,4 \text{ N}$) nižší než u temperovaných vzorků ($20 \pm 0,3 \text{ N}$), což naznačuje vliv temperace. Roztíratelnost netemperovaného vzorku při 20°C ($7 \pm 1 \text{ N}\cdot\text{mm}$) byla také nižší ve srovnání s hodnotou temperovaných vzorků ($9 \pm 0,4 \text{ N}\cdot\text{mm}$), což opět poukazuje na vliv temperace.

U měření při 30°C nebyl mezi pevnostmi netemperovaného vzorku ($8 \pm 0,2 \text{ N}$) a pevnostmi temperovaného vzorku ($8 \pm 0,4 \text{ N}$) významný rozdíl, protože se intervaly nejistoty obou překrývají. Roztíratelnost vzorku bez temperace ($1 \pm 0,4 \text{ N}\cdot\text{mm}$) byla srovnatelná s hodnotou u temperovaného vzorku ($1 \pm 0,3 \text{ N}\cdot\text{mm}$), z důvodu překryvu intervalů nejistoty. Z naměřených dat pro druhou šarži pomazánky, kde bylo nahrazeno 20 % cukru inulinem s 10% sladivostí, vyplývá, že temperace neměla vliv na texturní vlastnosti u měření při 10°C a 30°C (Popov-Raljić, 2013). Ale u měření, které probíhalo při 20°C , došlo u netemperovaných vzorků k naměření nižších hodnot roztíratelnosti ($7 \pm 1 \text{ N}\cdot\text{mm}$) a pevnosti ($17 \pm 0,4 \text{ N}$) oproti roztíratelnosti ($9 \pm 0,4 \text{ N}\cdot\text{mm}$) a pevnosti ($20 \pm 0,3 \text{ N}$) temperovaným vzorkům, viz tabulka 8.

Výsledky měření texturních vlastností ukázaly, že u pomazánek s 20 % náhradou cukru inulinem s 10% sladivostí byly optimální výrobní podmínky, protože vyrobené šarže se od sebe prakticky nelišily a nebyl pozorován významný vliv temperace. Ve srovnání se standardy v tabulkách 1 a 2 se vzorky shodují pouze se druhou šarží standardu v tabulce 2.

8.6 Vliv množství inulinu s 10% sladivostí

Měření pomazánek, ve kterých bylo nahrazeno 10 % a 20 % cukru inulinem o 10% sladivosti, jsou uvedeny v tabulkách 3, 4, 7 a 8. Výsledky měření texturních vlastností ukázaly, že u obou pomazánek s 20 % náhradou cukru inulinu s 10% sladivostí jsou výsledky srovnatelné se druhou šarží standardu v tabulce 2.

Naopak u pomazánek, kde bylo nahrazeno 10 % cukru inulinem s 10% sladivostí, zřejmě došlo k nerovnoměrné distribuci částic během výroby (Afoakwa, 2008). Při porovnání těchto vzorků s hodnotami ze standardů uvedených v tabulkách 1 a 2, se vzorky, kde byl použit inulin s 10% sladivostí, neshodují.

8.7 20 % inulinu s 30% sladivostí

Byly vyrobeny dva vzorky pomazánky, kde došlo k nahrazení 20 % cukru inulinem s 30% sladivostí. Po jejich výrobě byly měřeny texturní vlastnosti obou vzorků. Výsledky měření pro první šarži vzorku s přidavkem 20 % inulinu s 30% sladivostí jsou uvedeny v tabulce 9, zatímco pro druhou šarži vzorku jsou naměřená data uvedena v tabulce 10.

Tabulka 9 Naměřené hodnoty u vzorku s přidavkem 20 % inulinu s 30% sladivostí č. 1

20 % inulin s 30% sladivostí č. 1		
	Pevnost [N]	Roztíratelnost [N·mm]
bez temperace 10 °C	97 ± 13	103 ± 22
bez temperace 20 °C	16 ± 1	$6 \pm 0,3$
bez temperace 30 °C	$8 \pm 0,2$	$0,9 \pm 0,1$
s temperací 10 °C	146 ± 9	187 ± 20
s temperací 20 °C	17 ± 1	7 ± 1
s temperací 30 °C	$8 \pm 0,3$	$1 \pm 0,2$

V tabulce 9 jsou uvedeny hodnoty, které naznačují, že při teplotě 10 °C byla pevnost netemperovaného vzorku 97 ± 13 N. Se zvýšením teploty na 30 °C klesla tato pevnost na $8 \pm 0,2$ N. U temperovaného vzorku byla při 10 °C naměřena pevnost 146 ± 9 N, která se při 30 °C snížila na hodnotu $8 \pm 0,3$ N. Při teplotě 10 °C vzorku bez temperace byla roztíratelnost 103 ± 22 N·mm, avšak s nárůstem teploty na 30 °C klesla na $0,9 \pm 0,1$ N·mm. U temperovaných vzorků byla roztíratelnost na úrovni 187 ± 20 N·mm při 10 °C, a při rostoucí teplotě došlo k poklesu na $1 \pm 0,2$ N·mm.

V tabulce 9 jsou uvedeny naměřené hodnoty pro pevnost a roztíratelnost první šarže pomazánky, kde byl 20 % cukru nahrazen inulinem s 30% sladivostí. Při teplotě 10 °C byla pevnost vzorků bez temperace (97 ± 13 N) přibližně o 50 N·mm nižší než u temperovaných vzorků (146 ± 9 N). Roztíratelnost vzorku bez temperace (103 ± 22 N·mm) byla rovněž nižší ve srovnání s temperovanými vzorky (187 ± 20 N·mm) o takřka 80 N·mm.

Při měření na 20 °C byla pevnost netemperovaného vzorku (16 ± 1 N) srovnatelná s pevností temperovaných vzorků (17 ± 1 N), protože se jejich intervaly nejistot překrývají.

Roztíratelnost netemperovaného vzorku při 20 °C ($6 \pm 0,3 \text{ N}\cdot\text{mm}$) byla také porovnatelná s temperovanými vzorky ($7 \pm 1 \text{ N}\cdot\text{mm}$), protože opět docházelo k překrývání intervalů nejistot.

U měření při 30 °C nebyl významný rozdíl pevnosti netemperovaného vzorku ($8 \pm 0,2 \text{ N}$) a temperovaného vzorku ($8 \pm 0,3 \text{ N}$). Také roztíratelnost vzorku bez teploty ($0,9 \pm 0,1 \text{ N}\cdot\text{mm}$) se ukázal být srovnatelný s hodnotou temperovaného vzorku ($1 \pm 0,2 \text{ N}\cdot\text{mm}$).

Naměřená data pro první šarži pomazánky s 20 % inulinu s 30% sladivostí jednoznačně neprokazují vliv teploty na pevnost a roztíratelnost u této šarže. U roztíratelnosti, kde došlo k nárůstu hodnot po teplotě u měření, které probíhalo při 10 °C. Hodnoty se zvýšily přibližně o 80 N·mm v grafickém znázornění, které je přiloženo jako příloha 1 je zřejmý rozdíl naměřených ploch pod křivkou u měření při 10 °C.

Tabulka 10 Naměřené hodnoty u vzorku s přísadkou 20 % inulinu s 30% sladivostí č. 2

20 % inulin s 30% sladivostí č. 2		
	Pevnost [N]	Roztíratelnost [N·mm]
bez teploty 10 °C	224 ± 7	333 ± 4
bez teploty 20 °C	17 ± 2	8 ± 1
bez teploty 30 °C	$8 \pm 0,3$	$1 \pm 0,2$
s teplotou 10 °C	171 ± 21	261 ± 43
s teplotou 20 °C	$18 \pm 0,3$	8 ± 1
s teplotou 30 °C	$8 \pm 0,5$	$1 \pm 0,4$

V tabulce 10 jsou uvedeny naměřené hodnoty, ze kterých vyplývá, že při teplotě 10 °C byla pevnost netemperovaného vzorku $224 \pm 7 \text{ N}$. Při zvýšení teploty na 30 °C klesla tato pevnost na $8 \pm 0,3 \text{ N}$. U temperovaného vzorku byla při 10 °C naměřena pevnost $171 \pm 21 \text{ N}$, která při teplotě 30 °C klesla na $8 \pm 0,5 \text{ N}$. Roztíratelnost vzorku bez teploty dosahovala při 10 °C hodnoty $333 \pm 4 \text{ N}\cdot\text{mm}$, avšak klesla na $1 \pm 0,2 \text{ N}\cdot\text{mm}$ při 30 °C. U temperovaných vzorků byla roztíratelnost na úrovni $261 \pm 43 \text{ N}\cdot\text{mm}$ při 10 °C, přičemž s rostoucí teplotou došlo ke snížení roztíratelnosti na $1 \pm 0,4 \text{ N}\cdot\text{mm}$ při 30 °C.

V tabulce 10 jsou uvedeny naměřené hodnoty pro pevnost a roztíratelnost druhé šarže pomazánky, kde byl 20 % cukru nahrazen inulinem s 30% sladivostí. Při teplotě 10 °C byla pevnost vzorků bez teploty ($224 \pm 7 \text{ N}$) vyšší přibližně o 50 N ve srovnání s temperovanými vzorky ($171 \pm 21 \text{ N}$). Roztíratelnost vzorku bez teploty ($333 \pm 4 \text{ N}\cdot\text{mm}$)

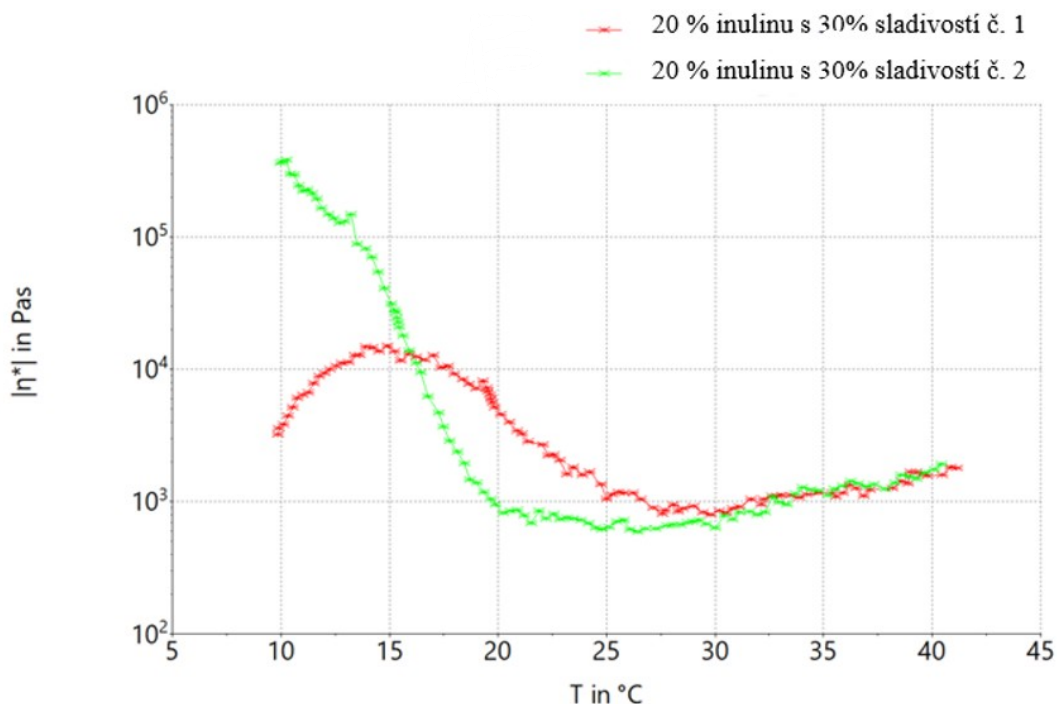
byl rovněž vyšší přibližně o 70 N·mm ve srovnání s temperovanými vzorky (261 ± 43 N·mm).

Při měření na 20 °C byla pevnost netemperovaného vzorku (17 ± 2 N) srovnatelná s hodnotami temperovaných vzorků ($18 \pm 0,3$ N), neboť se intervaly nejistoty překrývají. Roztíratelnost netemperovaného vzorku při 20 °C (8 ± 1 N·mm) byla shodná s temperovanými vzorky (8 ± 1 N·mm).

U měření při 30 °C nebyl prokázán rozdíl mezi pevností netemperovaného vzorku ($8 \pm 0,3$ N) a temperovaného vzorku ($8 \pm 0,5$ N). Také roztíratelnost vzorku bez temperace ($1 \pm 0,2$ N·mm) je shodná s hodnotou temperovaného vzorku ($1 \pm 0,4$ N·mm).

V grafickém znázornění, které je přiložené jako příloha 2, zřejmý kolísavý nárůst pevnosti u netemperovaného vzorku pomazánky druhé šarže. To mohlo být způsobeno shlukem částic, které tvořily odpor při měření, ale pod tlakem se mohly rozpadnout, což by odpovídalo mírnému poklesu pevnosti v této části měření. Díky tomu mohlo dojít ke zkreslení hodnot roztíratelnosti měřených při 10 °C. Pomazánky jsou vyrobeny ze směsi sypkých surovin. Každá použitá surovina při výrobě mohla způsobit tento děj při měření. Během temperování a zahřívání vzorku mohlo dojít k rozpadu těchto shluků, a proto nebylo zaznamenáno stejné kolísavé chování z počátku měření u vzorku, který byl temperován.

Při analýze vzorků pomazánek obsahujících 20 % inulinu s 30% sladivostí se ukazuje, že s rostoucí měřicí teplotou opět dochází k poklesu pevnosti a roztíratelnosti. Naměřená data z obou šarží uvedených v tabulkách 9 a 10 vykazují opačná chování u měření při 10 °C. U první šarže dochází k nárůstu hodnot pevnosti i roztíratelnosti, ale u druhé šarže při stejné teplotě dochází k nárůstu hodnot po temperaci vzorku. Pro potvrzení rozdílnosti mezi šaržemi byla změřena viskozita. Naměřené výsledky viskozity potvrzují odlišnosti mezi vyrobenými šaržemi netemperované pomazánky s náhradou 20 % cukru inulinem s 30% sladivostí. V obrázku 2 je zobrazen záznam naměřené viskozity a vyplývá z něj, že hodnota viskozity měřená při 10 °C je u netemperované druhé šarže (více než 10^5 Pa·s) vyšší než u první šarže netemperovaných vzorků (více než 10^3 Pa·s).



Obrázek 2 Viskozita pomazánky s 20 % náhradou cukru inulinem s 30% sladivostí bez temperace pro první a druhou šarži.

8.8 Vliv sladivosti inulinu při náhradě 20 % cukru

Naměřené hodnoty pro pomazánky, kde bylo nahrazeno 20 % cukru inulinem o různé sladivosti, jsou uvedené v tabulkách 7, 8, 9 a 10. Měřením texturních vlastností bylo prokázáno, že u pomazánek s 10% sladivostí byly optimální výrobní podmínky. Vyrobené šarže se od sebe prakticky nelišily, a také nebyl pozorován významný vliv temperace. U pomazánek, kde byl nahrazen inulin s 30% sladivostí, zřejmě došlo k nerovnoměrné distribuci částic během výroby pomazánky (Afoakwa, 2008). Při porovnání vzorků s hodnotami standardů, které jsou v tabulkách 1 a 2, se pomazánka s 20 % náhradou cukru inulinem s 10% sladivostí v tabulce 7 a 8 pouze shoduje s druhou šarží standardu v tabulce 2. Druhá šarže pomazánky s 20 % náhradou cukru inulinem s 30% sladivostí viz tabulka 10, je shodná svou pevností s naměřenými hodnotami pevnosti u standardu druhé šarže, viz tabulka 2.

8.9 Vliv množství inulinu s 30% sladivostí

Naměřené hodnoty pomazánek, ve kterých bylo nahrazeno 10 % a 20 % cukru inulinem o 30% sladivosti, jsou uvedeny v tabulkách 5, 6, 9 a 10. Výsledky měření pevnosti ukázaly, že vyrobená první šarže s 20 % inulinu v tabulce 10 se shodují s hodnotami pevnosti naměřených u obou šarží pomazánky, kde bylo pro výrobu použito 10 % inulinu, viz tabulka

5 a 6, a se druhou šarží standardu viz tabulka 2. Shoda v datech roztíratelnosti byla pouze u druhé šarže s 10 % přídavkem inulinu v tabulce 6 a u druhé šarže standardu v tabulce 2. Mezi vzorky, kde byl použit inulin s 30% sladivostí, jinak nedošlo ke shodě naměřených hodnot roztíratelnosti.

ZÁVĚR

Pomazánky z lískových ořechů se vyznačují komplexním vícefázovým systémem, který zahrnuje různé rozptýlené pevné částice, jež jsou spojeny tukovou fází. Pomazánka je vysoce kalorická, a její varianty s nižší kalorickou hodnotou by mohly být atraktivnější pro spotřebitele. Jednou z variant, jak snížit kalorickou hodnotu, je částečné nahrazení cukru inulinem. Tato myšlenka vedla ke vzniku této práce a ke snaze nahradit část cukru inulinem a sledovat, jak různé přísady inulinu s různou sladivostí ovlivňují texturní vlastnosti pomazánek.

Cílem této diplomové práce bylo sledovat rozdíly mezi pomazánkami s různým složením, kde byla nahrazena část cukru inulinem. V rámci této práce byl inulin použit jako zdravější alternativa cukru s cílem nahradit 10 % a 20 % obsahu cukru. Byly použity dva typy inulinu, které se liší sladivostí. Jeden s 10% sladivostí a druhý s 30% sladivostí. Zároveň byl sledován vliv podmínek výroby a teploty vzorků pomazánky.

Zřejmě nejméně náchylným vzorkem na výrobu byla pomazánka, kde bylo nahrazeno 20 % cukru inulinem o 10% sladivosti. U tohoto vzorku nebyl pozorován vliv teploty na měření texturních vlastností. Také byla pozorována shoda s druhou šarží standardu.

Pro další výzkum by bylo užitečné zahrnout podrobnější analýzu mikroskopické struktury, abychom lépe porozuměli interakci částic inulinu s ostatními složkami, které mají pravděpodobně vliv na produkt při výrobě. Dále by mohla být užitečná senzorická analýza pro optimální recepturu, která by lépe odpovídala spotřebitelským preferencím. Celkově se ukazuje, že inulin představuje zajímavou alternativu, která může přispět k rozvoji zdravějších pomazánek.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ACAN, Betul Gizem, Mahmut KILICLI, Kubra BURSA, et al., 2021a. Effect of grape pomace usage in chocolate spread formulation on textural, rheological and digestibility properties. *ScienceDirect* [online]. Volume 138. [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110451>

ACAN, Betul Gizem, Omer Said TOKER, Ibrahim PALABIYIK, et al., 2021b. Physicochemical properties of chocolate spread with hazelnut cake: Comparative study and optimization. *ScienceDirect* [online]. LWT - Food Science and Technology Volume 147. [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111548>

AFOAKWA, Emmanuel Ohene, Alistair PATERSON, Mark Fowler FOWLER a Joselio VIEIRA, 2008. Particle size distribution and compositional effects on textural properties and appearance of dark chocolates. *Journal of Food Engineering* [online]. 87(2), 181-190 [cit. 2025-04-08]. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.11.025](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.11.025)

ALASALVAR,, Cesarettin a Fereidoon Shahidi and Keith R. Cadwallader CESARETTIN ALASALVAR, 2003b. *Porovnání přírodních a pražených tureckých lískových ořechů Tombul (Corylus avellana L.) těkavých látek a chuti pomocí DHA/GC/MS a deskriptivní senzorické analýzy* [online]. American Chemical Society [cit. 2025-03-30]. Dostupné z: https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/jf0300846?ref=article_openPDF. 5067 - 5072.

ALASALVAR,, Cesarettin, Fereidoon SHAHIDI,, Toshiaki OHSHIMA a Fereidoon Shahidi CESARETTIN ALASALVAR, 2003a. Turecký Tombul Lískový ořech (*Corylus avellana* L.). 1. Kompoziční charakteristika. *American Chemical Society* [online]. Volume 51, Issue 13. [cit. 2025-03-30]. Dostupné z: https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/jf0212385?ref=article_openPDF

ALLEGRINI, Agnese, Pietro SALVANESCHI, Bartolomeo SCHIRONE, Alessandro DI MICHELE a , 2022. Multipurpose plant species and circular economy: *Corylus avellana* L. as a study case. *IMR Press* [online]. 27(1), 11. Landmark Ed [cit. 2025-03-30]. Dostupné z: <https://www.imrpress.com/journal/FBL/27/1/10.31083/j.fbl2701011>

BANERJEE,, Goutam a Pritam CHATTOPADHYAY, 2018. Biotechnologie vanilin: perspektivya budoucn. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. (Volume 99, 2), 499 - 506 [cit. 2025-04-10]. ISSN 0022-5142. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1002/jsfa.9303](https://doi.org/10.1002/jsfa.9303)

BEMILLER, James N, 2019a. Carbohydrate Chemistry for Food Scientists (3rd Edition). In: *Knovel* [online]. 3rd Edition. Elsevier. Retrieved, s. 254-257 [cit. 2025-03-21]. ISBN 978-0-12-812069-9. Dostupné z: https://app-knovel-com.proxy.k.utb.cz/web/view/khtml/show.v/rcid:kpCCFSE003/cid:kt011Y83G3/viewerType:khtml/root_slug:carbohydrate-chemistry/url_slug:inulin-konjac-glucomannan?&b-toc-cid=kpCCFSE003&b-toc-root_slug=carbohydrate-chemistry&b-toc-title=Carbohydrate%20Chemistry%20for%20Food%20Scientists%20%283rd%20Edition%29&b-toc-url_slug=monosaccharides&kpromoter=marc&view=collapsed&zoom=1&page=3

BEMILLER, James N., 2019b. Carbohydrate Chemistry for Food Scientists: (3rd Edition). *Knovel* [online]. [cit. 2025-04-05]. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/view/khtml/show.v/rcid:undefined/cid:kt011Y8085/viewerType:khtml/root_slug:beet-sugar/?view=collapsed&zoom=1&page=19. (62-68) ISBN: 978-0-12-812069-9.

BOURNE, Malcolm, 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. *Elsevier* [online]. 2nd Edition. [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: <https://books.google.com/books/about/Food Texture and Viscosity.html?hl=cs&id=S2HNnvSOuf8C>

CABEZAS, Dario M., Bernd DIEHL a Mabel C. TOMÁS, 2009. Effect of processing parameters on sunflower phosphatidylcholine-enriched fractions extracted with aqueous ethanol. *Nenalezený vydavatel* [online]. Volume 111, Issue 10. [cit. 2025-04-05]. Dostupné z: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ejlt.200900001?saml_referrer. (993 - 1002).

CAMPOS, Hugo a Peter D.S. CALIGARI, 2017. Genetic Improvement of Tropical Crops. *Google Books* [online]. [cit. 2025-03-27]. Dostupné z: <https://books.google.com/books/about/Genetic Improvement of Tropical Crops.html?hl=cs&id=njE8DwAAQBAJ>

COSAR, Sumeyye, Mecit H OZTOP a Berkay BERK, 2024. Textural, rheological, melting properties, particle size distribution, and NMR relaxometry of cocoa hazelnut spread with inulin-stevia addition as sugar replacer. *Wiley Online Library* [online]. [cit. 2025-04-03]. Dostupné z: <https://onlinelibrary-wiley-com.proxy.k.utb.cz/doi/10.1111/jtxs.12834>. Volume55, Issue2.

ČÍŽKOVÁ, Helena, Aleš RAJCHL, Jitka ŠNEBERGROVÁ a Michal VOLDŘICH, 2013. Filbertone as a Marker for the Assessment of Hazelnut Spread Quality. *Czech Journal of Food Sciences* [online]. **31**(1), 81-87 [cit. 2025-04-28]. ISSN 12121800. Dostupné z: doi:10.17221/493/2011-cjfs

DUR AISAM, Ramesh, Ketemaw SALELGN a Abiyu Kerebo BEREKETE, 2017. Production of Beet Sugar and Bio-ethanol from Sugar beet and it Bagasse: A Review. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)* [online]. Volume-43 Number-4. [cit. 2025-04-05]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Ketemaw-Salelgn/publication/315462766_Production_of_Beet_Sugar_and_Bio-ethanol_from_Sugar_beet_and_it_Bagasse_A_Review/links/58e74913a6fdcc1fda2b16da/Production-of-Beet-Sugar-and-Bio-ethanol-from-Sugar-beet-and-it-Bagasse-A-Review.pdf. (222-225).

GARCÍA, Damián Valverde, Édgar Pérez ESTEVE a José Manuel Barat BAVIERA, 2020. Changes in cocoa properties induced by the alkalization process: A review. *Institute of Food Technologists* [online]. Volume 19, Issue 4. [cit. 2025-04-28]. Dostupné z: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.12581>. 2200-2221.

GLICERINA, Virginia, Federica BALESTRA, Marco Dalla ROSA a Santina ROMANI, 2013. Rheological, textural and calorimetric modifications of dark chocolate during process.

Journal of Food Engineering [online]. **119, Issue 1**, 173-179 [cit. 2025-04-12]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.05.012>

HARASYMOVÁ, Joanna a Karol BANAS, 2024. Lecithin's Roles in Oleogelation. *MDPI* [online]. [cit. 2025-04-04]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2310-2861/10/3/169.118/120>, 53-345.

HERITAGE, italy. Historie Nutelly. *Italyheritage.com* [online]. [cit. 2025-04-23]. Dostupné z: <https://www.italyheritage.com/cuisine/food/nutella.htm>

CHEN, Jay, Saeed M. GHAZANI, Jarvis A. STOBBS a Alejandro G. MARANGONI, 2021. Tempering of cocoa butter and chocolate using minor lipidic components. *Nature* [online]. [cit. 2025-04-28]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-25206-1>. Nat Commun 12 , 5018.

KÖKSAL, A. İlhami, Nevzat ARTIK, Atila ŞİMŞEK a Nurdan GÜNEŞ, 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *ScienceDirect.com od Elsevier: Food Chemistry* [online]. Volume 99, Issue 3. [cit. 2025-03-30]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/journal/food-chemistry/vol/99/issue/3>. 509-515.

KOVÁCS, Anikó, Lilla KÖRMENDIOVÁ a Katalin Badakné KERTI, 2021. Palm oil substitution in hazelnut spread. *AKJournals* [online]. **17: Issue S1**, 111–117 [cit. 2025-04-10]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1556/446.2021.30013>

KUTZ a MYER, 2019. Příručka inženýrství zemědělských, mléčných a potravinářských strojů (3. vydání) Nejnovější vydání na Knovel. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering (3rd Edition)* [online]. [cit. 2025-03-24]. Dostupné z: <https://app.knovel.com/kn/resources/kpHFDME01/toc>

LONČAREVIĆ, Ivana, Biljana PAJIN, Jovana PETROVIĆ, Danica ZARIĆ, Marijana SAKAČ, Aleksandra TORBICA, David M. LLOYD a Radovan OMORJAN, 2016. *The impact of sunflower and rapeseed lecithin on the rheological properties of spreadable cocoa cream* [online]. [cit. 2025-04-05]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877415300029>

MABA, Ogan I., Marie-Josée DUMNTOVÁ a Michael NGADI, 2015. Palmový olej: Zpracování, charakterizace a využití v potravinářském průmyslu – přehled. *ScienceDirect* [online]. [cit. 2025-03-28]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221242921500005X>

OLAGUNJU, A., S., S. ALIYU, S.B. MADA, R. ISAH, S.A. ABDULLAHI a Z.O. AUDU, 2013. Nutritional Values of Powdered Milk Commercially Consumed in West Africa. *International Journal of Food Nutrition and Safety* [online]. **4(2)**, 55-61 [cit. 2025-04-10]. ISSN 2165-896X.

PHILLIPS, G. O. a P. A. WILLIAMS, 2000. Handbook of Hydrocolloids. In: *Knovel* [online]. England: Woodhead Publishing Limited, s. 379- 394 [cit. 2025-03-21]. Dostupné z: <https://app-knovel-com.proxy.k.utb.cz/web/view/khtml/show.v/rcid:kpHH000001/cid:kt0017U982/viewerType>

[e:khtml/root_slug:handbook-hydrocolloids/url_slug:frutafit-inulin?&b-toc-cid=kpHH000001&b-toc-root-slug=handbook-hydrocolloids&b-toc-title=Handbook%20of%20Hydrocolloids&b-toc-url-slug=list-of-contributors&kpromoter=marc&view=collapsed&zoom=1&page=1](https://www.nature.com/articles/s41430-019-0407-z)

PIRINZ, Philip, 2019. The role of dietary sugars in health: molecular composition or just calories? *Nature* [online]. European Journal of Clinical Nutrition volume 73,. [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s41430-019-0407-z>. Pages1216–1223.

POLAT, Suleyman, 2021. COMPARISON OF SOME CHEMICAL, TEXTURAL AND SENSORIAL PROPERTIES OF COMMERCIAL HAZELNUT-CACAO SPREADS. *GIDA THE JOURNAL OF FOOD* [online]. 2021(46), 190-200 [cit. 2025-03-30]. ISSN 1300-3070. Dostupné z: doi:10.15237/gida.GD20132

POPOV-RALJIĆ, Jovanka V., Jovanka G. LALIČIĆ-PETRONIJEVIĆ, Etelka B. DIMIĆ, Vladimir S. POPOV, Vesna B. VUJASINOVIĆ, Ivana V. BLEŠIĆ a Milijanko J. PORTIĆ, 2013. Change of sensory characteristics and some quality parameters of mixed milk and cocoa spreads during storage up to 180 days. *Nenalezený vydavatel* [online]. Hem. Ind. 67 (5) 781–793. [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: <https://aspace.agrif.bg.ac.rs/handle/123456789/3262>

QUAST, Leda B., Valdecir LUCAS, Ana Paula B. RIBEIRO, Lisandro P. CARDOSO a Theo G. KIECKBUSCH, 2013. Physical properties of tempered mixtures of cocoa butter, CBR and CBS fats. *International Journal of Food Science and Technology Cover Image for Volume 48, Issue 8* [online]. (Volume 48), 1579-1588 [cit. 2025-04-06]. Dostupné z: doi:10.1111/ijfs.12127

REISSNEROVÉ, Anne-Marie, Harald ROHM a Susanne STRUCK, 2023. Sustainability on Bread: How Fiber-Rich Currant Pomace Affects Rheological and Sensory Properties of Sweet Fat-Based Spreads. *MDPI* [online]. [cit. 2025-04-03]. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/6/1315>. Foods 2023, 12(6), 1315.

SHAO, Tong, Xiaolei Song SONG, Yufeng JIANG, Chenchen WANG, Peng LI, Shihao Sun SUN, Dingzhong WANG a Wei WEI, 2023. Vanillin-Catalyzed highly sensitive luminol chemiluminescence and its application in food detection. *ScienceDirect: Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* [online]. Volume 294. 2023(Volume 294), 1386-1425 [cit. 2025-04-10]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.saa.2023.122535>

SHOAIB, Muhammad, Aamir SHEHZAD, Mukama OMAR, et al., 2016. Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers* [online]. 147, 444-454 [cit. 2025-03-05]. ISSN 01448617. Dostupné z: doi:10.1016/j.carbpol.2016.04.020

SCHLÖRMANN, W., M. BIRRINGER, V. BÖHM, et al., 2015. Influence of roasting conditions on health-related compounds in different nuts. *Food Chemistry* [online]. Volume 180. 77-85 [cit. 2025-04-06]. ISSN 0308-8146. 0308-8146. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.017>

TALEGHANI, Dariush, Abazar RAJABI, Saeed Sadeghzadeh HEMAYATI a Ali SAREMIRAD, 2022. Improvement and selection for drought-tolerant sugar beet (Beta

vulgaris L.) pollinator lines. *ScienceDirect.com od Elsevier: Results in Engineering* [online]. Volume 13. [cit. 2025-04-05]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123022000378>

WADA, Tadashi, Junko SUGATANI, Etsuko TERADA, Masao OHGUCHI a Masao MIWA, 2005. Physicochemical Characterization and Biological Effects of Inulin Enzymatically Synthesized from Sucrose. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2005-02-01, **53**(4), 1246-1253 [cit. 2025-03-05]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf048711u

ZHANG, Xia, Lin LI, on XIE, Zhili LIANG, Jianyu SU, Guoqin LIU a Bing LI, 2013. Effect of Temperature on the Crystalline Form and Fat Crystal Network of Two Model Palm Oil-Based Shortenings During Storage. *Food and Bioprocess Technology* [online]. **7**, 887–900 [cit. 2025-04-10]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1007/s11947-013-1078-8>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Viskozita standardu bez temperace pro první a druhou šarži.....	34
Obrázek 2 Viskozita pomazánky s 20 % inulinu s 30% sladivostí bez temperace pro první a druhou šarži.....	45

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 naměřené hodnoty u standardu č. 1.....	31
Tabulka 2 naměřené hodnoty u standardu č. 2.....	32
Tabulka 3 Naměřené hodnoty u vzorku s přídavkem 10 % inulinu s 10% sladivostí č. 1...34	
Tabulka 4 Naměřené hodnoty u vzorku s přídavkem 10 % inulinu s 10% sladivostí č. 2...35	
Tabulka 5 Naměřené hodnoty u vzorku s přídavkem 10 % inulinu s 30% sladivostí č. 1...37	
Tabulka 6 Naměřené hodnoty u vzorku s přídavkem 10 % inulinu s 30% sladivostí č. 2...38	
Tabulka 7 Naměřené hodnoty u vzorku s přídavkem 20 % inulinu s 10% sladivostí č. 1...39	
Tabulka 8 Naměřené hodnoty u vzorku s přídavkem 20 % inulinu s 10% sladivostí č. 2...40	
Tabulka 9 Naměřené hodnoty u vzorku s přídavkem 20 % inulinu s 30% sladivostí č. 1...42	
Tabulka 10 Naměřené hodnoty u vzorku s přídavkem 20 % inulinu s 30% sladivostí č. 2.43	

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

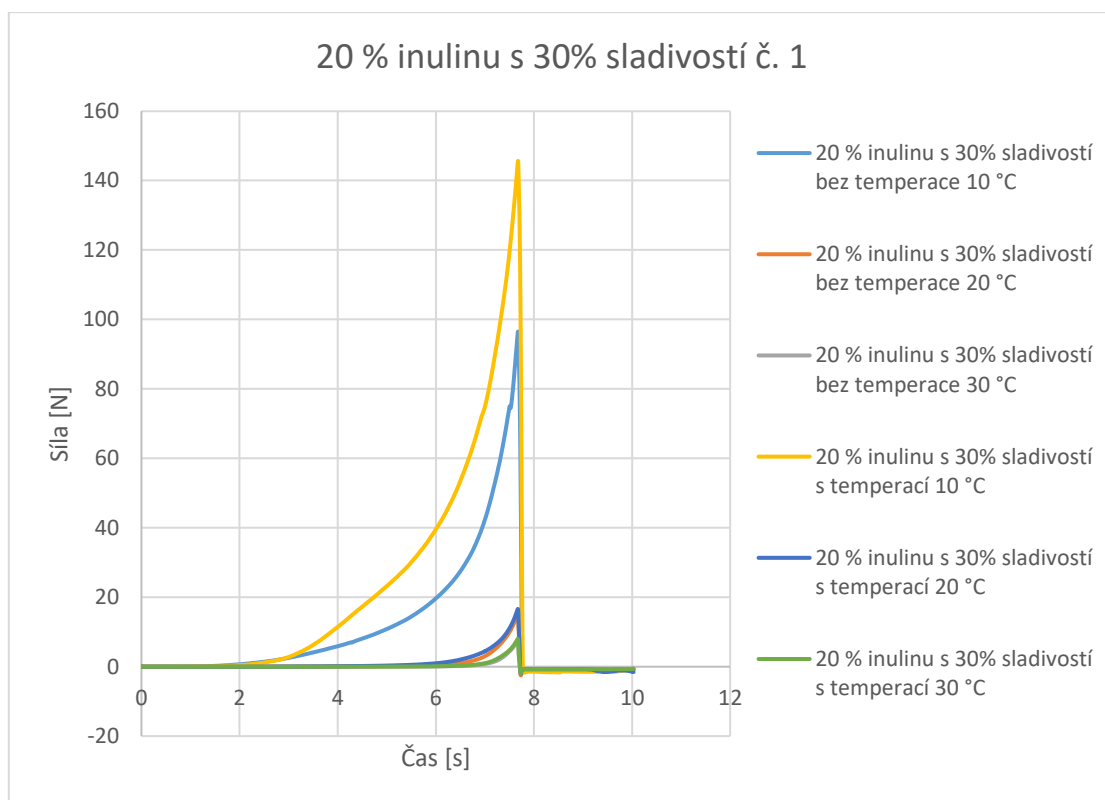
η Viskozita

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Záznam z měření pevnosti a roztíratelnosti první šarže pomazánky s 20 % náhradou cukru za inulin s 30% sladivostí

Příloha P II: Záznam z měření pevnosti a roztíratelnosti druhé šarže pomazánky s 20 % náhradou cukru za inulin s 30% sladivostí

**PŘÍLOHA P I: ZÁZNAM Z MĚŘENÍ PEVNOSTI A
ROZTÍRATELNOSTI PRVNÍ ŠARŽE POMAZÁNKY S 20 %
NÁHRADOU CUKRU ZA INULIN S 30% SLADIVOSTÍ**



**PŘÍLOHA P 2: ZÁZNAM Z MĚŘENÍ PEVNOSTI A
ROZTÍRATELNOSTI DRUHÉ ŠARŽE POMAZÁNKY S 20 %
NÁHRADOU CUKRU ZA INULIN S 30% SLADIVOSTÍ**

