

Utjecaj dodatka kore mandarine na svojstva kakaovih krem-proizvoda

Tisai, Patricija

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:826731>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

Patricija Tisai

**UTJECAJ DODATKA KORE MANDARINE NA SVOJSTVA KAKAOVIH
KREM-PROIZVODA**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan, 2023.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Zavod za prehrambene tehnologije
Katedra za tehnologiju ugljikohidrata
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

Sveučilišni diplomski studij Prehrambeno inženjerstvo**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija**Nastavni predmet:** Tehnologija ugljikohidrata i konditorskih proizvoda**Tema rada** je prihvaćena na VIII. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2022./2023. održanoj 22. svibnja 2023.**Mentor:** prof. dr. sc. *Drago Šubarić***Pomoć pri izradi:** izv. prof. dr. sc. *Antun Jozinović***Utjecaj dodatka kore mandarine na svojstva kakaovih krem-proizvoda**

Patricija Tisai, 0113147339

Sažetak: Cilj ovog diplomskog rada bio je ispitati utjecaj primjene kore mandarine na svojstva kakaovih krem-proizvoda proizvedenih na bazi lješnjakove paste. Osušena i samljevena kora mandarine je dodavana u proizvodnji s ciljem pripreme krem-proizvoda s udjelom kore mandarine od 0, 3, 6, 9 i 12 %. Krem-proizvodi su pripremljeni na bazi 500 g u kugličnom mlinu pri temperaturi 50 °C s 3 kg kuglica i pri brzini okretaja 60 o/min. Na gotovim krem-proizvodima su provedene analize boje, koloidne stabilnosti, teksture i reoloških svojstava. Utvrđeno je da dodatak kore mandarine povećava domenu crvene i žute boje, a uzorci postaju tamniji. Koloidna stabilnost opada proporcionalno s dodatkom mandarine. Uzorku s najvećim udjelom mandarine je utvrđena i najveća mazivost. Dodatak kore mandarine povećava granicu tečenja i plastičnu viskoznost.

Ključne riječi: krem-proizvodi, kora mandarine, koloidna stabilnost, reološka svojstva, tekstura**Rad sadrži:** 34 stranice
23 slike
2 tablice
0 priloga
64 literaturnih referenci**Jezik izvornika:** hrvatski**Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:**

- | | |
|--|---------------|
| 1. prof. dr. sc. <i>Đurđica Ačkar</i> | predsjednik |
| 2. prof. dr. sc. <i>Drago Šubarić</i> | član-mentor |
| 3. izv. prof. dr. sc. <i>Antun Jozinović</i> | član |
| 4. prof. dr. sc. <i>Jurislav Babić</i> | zamjena člana |

Datum obrane: 26. rujna 2023.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Food Technologies
Subdepartment of Carbohydrates Technology
Franje Kuhača 18, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program Food Engineering

Scientific area: Biotechnical sciences

Scientific field: Food technology

Course title: Carbohydrate and confectionery technology

Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session no. VIII. held on May 22, 2023.

Mentor: *Drago Šubarić*, PhD, prof.

Technical assistance: *Antun Jozinović*, PhD, associate prof.

The Influence of the Addition of Mandarin Peel on the Properties of the Cocoa Spread

Patricija Tisai, 0113147339

Summary: The aim of this thesis was to examine the influence of the application of mandarin peel on the properties of cocoa sweet spreads produced on the basis of hazelnut paste. Dried and ground mandarin peel was added in production with the aim of preparing a sweet spread with a mandarin peel content of 0, 3, 6, 9 and 12 %. The sweet spreads were prepared on the basis of 500 g in a ball mill at a temperature of 50 °C with 3 kg of balls and at a rotation speed of 60 rpm. Analyzes of color, colloidal stability, texture and rheological properties were performed on the finished sweet spreads. It was found that the addition of mandarin peel increases the red and yellow color domain and the samples become darker. Colloidal stability decreases proportionally with the addition of mandarin. The sample with the highest proportion of mandarin was found to have the highest spreadability. The addition of mandarin peel increases the yield strength and plastic viscosity.

Key words: sweet spreads, mandarin peel, colloidal stability, rheological properties, texture

Thesis contains: 34 pages
23 figures
2 tables
0 supplements
64 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | |
|--|--------------|
| 1. <i>Đurđica Ačkar</i> , PhD, prof. | chair person |
| 2. <i>Drago Šubarić</i> , PhD, prof. | supervisor |
| 3. <i>Antun Jozinović</i> , PhD, associate prof. | member |
| 4. <i>Jurislav Babić</i> , PhD, prof. | stand-in |

Defense date: September 26, 2023

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek.

Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Dragi Šubariću na prihvaćanju mentorstva.

Posebno hvala izv. prof. dr. sc. Antunu Jozinoviću na uloženom trudu i velikoj pomoći prilikom izrade eksperimentalnog i teorijskog dijela diplomskog rada.

Zahvaljujem se i ostalim profesorima Prehrambeno-tehnološkog fakulteta na susretljivosti i prenesenom znanju tijekom preddiplomskog i diplomskog studija.

Zahvaljujem se obitelji i prijateljima na pruženoj podršci i motivaciji tijekom studiranja.

Sadržaj

| | |
|---|-----------|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. TEORIJSKI DIO | 3 |
| 2.1. SIROVINE ZA PROIZVODNJU KAKAOVIH KREM-PROIZVODA | 4 |
| 2.2. INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA KREM-PROIZVODA | 10 |
| 3. EKSPERIMENTALNI DIO | 13 |
| 3.1. ZADATAK..... | 14 |
| 3.2. MATERIJALI..... | 14 |
| 3.3. METODE | 15 |
| 3.3.1. Laboratorijski postupak proizvodnje krem-proizvoda | 15 |
| 3.3.2. Određivanje boje | 16 |
| 3.3.3. Određivanje koloidne stabilnosti..... | 17 |
| 3.3.4. Određivanje teksture..... | 18 |
| 3.3.5. Reološka svojstva..... | 19 |
| 4. REZULTATI I RASPRAVA | 21 |
| 4.1. BOJA KAKAOVIH KREM-PROIZVODA | 22 |
| 4.2. KOLOIDNA STABILNOST | 23 |
| 4.3. TEKSTURA KAKAOVIH KREM-PROIZVODA | 24 |
| 4.4. REOLOŠKA SVOJSTVA..... | 26 |
| 5. ZAKLJUČCI | 29 |
| 6. LITERATURA | 31 |

1. UVOD

Krem-proizvodi su polu-tekući proizvodi koji se proizvode na bazi šećera, kakao praha, biljnih masti te različitih dodataka u svrhu poboljšanja okusa. Često se kao dodatak koristi voće, pogotovo orašasto, poput komadića lješnjaka. U ovome radu će biti ispitana mogućnost dodatka kore citrusa, odnosno mandarine.

Agrumi su široko rasprostranjeni na tržištu zbog prihvatljivih senzorskih, ali i zdravstvenih svojstava. Glavni predstavnici obitelji *Rutaceae* su naranče (*Citrus sinensis*), mandarine (*Citrus reticulata*), limete, limun i grejp. Prerađuju se u različite proizvode poput sokova ili pića na bazi voća, džemove i marmelade. Njihova industrijska prerada otvara problem velike količine otpada kojeg čine kora, pulpa i sjemenke, a obuhvaćaju čak 50 – 60 % mase voća. Budući da industrije nastoje smanjiti otpad i gubitak hrane, ovaj se organski „otpad“ jedne industrije može primijeniti kao sirovina za drugu industriju, pri čemu se razvija novi proizvod. Primjer je proizvodnja kakaovog krem-proizvoda s dodatkom kore mandarine, gdje otpad iz industrije prerade voća služi kao sirovina u konditorskoj industriji. Šafranko i sur. (2021) navode sljedeće: „Kore citrusa sadrže visok sadržaj vitamina C, vlakana, pektina, eteričnih ulja i polifenola (fenolnih kiselina i flavonoida) te imaju veliki potencijal u proizvodnji proizvoda s dodanom vrijednošću.“ Prema Wedamulla i sur. (2022): „Najzastupljeniji fenolni spojevi u kori citrusa su p-cimetna kiselina, ferulinska kiselina, izoferulinska kiselina, vanilična i 2-oksibenzojeva kiselina.“ Flavonoidi sadržani u kori imaju antioksidativno i protuupalno djelovanje te sprječavaju oksidaciju lipida. Poznato je da masna faza krem-proizvoda utječe na mazivost, a obuhvaća 25 % gotovog proizvoda. Može se zaključiti kako je zbog svog velikog udjela masna faza izrazito važna za održanje stabilnosti i kvalitete krem-proizvoda. Važno je, dakle, osigurati komponente koje će djelovati kao antioksidansi i spriječiti oksidaciju masti. Ukratko, kora citrusa je bogat izvor šećera, vlakana, organskih kiselina, minerala, lipida, polifenola i vitamina te ima veliki potencijal u prehrambenoj industriji.

Cilj ovog diplomskog rada bio je ispitati utjecaj primjene kore mandarine na svojstva kakaovih krem-proizvoda proizvedenih na bazi lješnjakove paste. Dobivenim proizvodima određeni su sljedeći parametri: boja, koloidna stabilnost, tekstura i reološka svojstva.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. SIROVINE ZA PROIZVODNJU KAKAOVIH KREM-PROIZVODA

Prema Pravilniku o proizvodima sličnim čokoladi, krem-proizvodima i bombonskim proizvodima (MPŠVG, 2005) krem-proizvodi moraju ispunjavati opće zahtjeve kakvoće, a to su:

1. „Kakaov krem-proizvod mora sadržavati najmanje 4 % bezmasne suhe tvari kakaovih dijelova i 25 % ukupne masnoće, računato na gotov proizvod;
2. Mliječni krem-proizvod mora sadržavati najmanje 15 % suhe tvari mlijeka i 25 % ukupne masnoće, računato na gotov proizvod;
3. Lješnjak, badem, kikiriki ili slični krem-proizvod je proizvod dobiven od jednog od krem-proizvoda uz dodatke po kojem nose ime;
4. Krem-proizvod s dodatkom ... je proizvod dobiven od jednog od krem-proizvoda uz dodatak različitih sastojaka.“

Lješnjak pasta

Lješnjak je plod koji se vrlo često koristi u pripremi konditorskih proizvoda. Budući da pripada skupini orašastih plodova, nosi i odlike te skupine, što znači da je vrlo dobar izvor masti, polarnih i nepolarnih komponenata lipida. U svome sastavu sadrži velike količine esencijalnih masnih kiselina te vitamine i minerale koji sprječavaju njihovu oksidaciju, poput vitamina E i vitamina A (Šupuković, 2020). Predstavlja dobar izvor vitamina B skupine, a od minerala se ističu mangan, selen i cink. Aroma lješnjaka posebno dolazi do izražaja ukoliko se plod prži. Svrha je razviti aromu te omogućiti lakše uklanjanje ljuske. Oljušteni lješnjaci se zatim melju u mlinu kako bi se dobila lješnjak pasta. Potrebno je naglasiti kako se mljevenje lješnjaka mora provesti tako da ne zaostaju krupne čestice ploda, odnosno bitno je dobiti finu teksturu (poput one prikazane na **Slici 1**) i osloboditi ulje iz lješnjaka. Dakle, posljedica nepravilnog mljevenja bi bila neodgovarajuća tekstura gotovog krem-proizvoda.



Slika 1. Pasta lješnjaka (web izvor 1)

Obrano mlijeko u prahu

Obrano mlijeko u prahu (**Slika 2**) je higroskopi praškasti proizvod bijele boje. Prema Pravilniku o ugušćenom mlijeku i mlijeku u prahu (MPŠVG, 2007): „Mlijeko u prahu je proizvod dobiven isparavanjem vode iz mlijeka, djelomično ili potpuno obranog mlijeka, vrhnja ili smjese ovih proizvoda, u kojemu maseni udio vode iznosi najviše 5 % u gotovom proizvodu.“ Mlijeko u prahu se proizvodi sušenjem na valjcima ili raspršivanjem. Mlijeko u prahu sušeno na valjcima ima određene negativne karakteristike, uključujući teže miješanje s vodom i sklonost mikrobiološkom kvarenju, ali sadrži relativno visok udio slobodne mliječne masti koja snižava viskoznost čokoladne mase (Jozinović, 2012). Prednost se daje sušenju raspršivanjem zbog veće stabilnosti i bolje strukture, bržeg sušenja i niže temperature, što u konačnici daje i kvalitetniji proizvod. Količina mliječne masti u obranom mlijeku iznosi maksimalno 1,5 %. Mliječna mast se uklanja centrifugalnim separatorima pri čemu se prilikom okretanja bubnja globule mliječne masti koje su manje gustoće kreću prema osi rotacije, dok obrano mlijeko zbog veće gustoće teče prema obodu bubnja i izlazi van. Naravno, porastom centrifugalne sile je i jače izdvajanje mliječne masti iz mlijeka.



Slika 2. Obrano mlijeko u prahu (web izvor 2)

Kakaov prah

Polazna sirovina za proizvodnju kakaovog praha je zrno kakaovca, osušeno i fermentirano. Kakaov prah (**Slika 3**) je proizvod dobiven mljevenjem kakaovca u struji temperiranog zraka. Pogača se najprije hladi na 30 – 35 °C, a potom drobi i melje u mlinovima čekićarima. „Ovisno o postupku prešanja, sadrži najmanje 8 %, odnosno 10 % kakaovog maslaca, a ne može se proizvoditi s više od 28 % kakaovog maslaca“ (Jozinović, 2012).



Slika 3. Kakao prah (web izvor 3)

Morska sol

Sol, odnosno natrijev klorid (**Slika 4**), služi kao sirovina za poboljšavanje okusa i kao konzervans. Morska se sol smatra vrlo zdravom sirovinom, budući da sadržava minerale koji su potrebni za normalno funkcioniranje organizma: jod, magnezij, kalcij. Zanimljivo je da se u jednom gramu soli nalazi čak 393,4 mg natrija (WHO, 2007). Osim što utječe na senzorske karakteristike namirnica, sol je vrlo važna i u inaktivaciji neželjenih mikroorganizama te zadržavanju stabilnosti hrane.



Slika 4. Sol (web izvor 4)

Emulgator

Emulgatori su tvari koje smanjuju površinsku napetost između dvije faze koje se međusobno ne miješaju i na taj način omogućavaju nastanak homogenog sustava. Lecitin je najpoznatiji prirodni emulgator u prehrambenoj industriji. Biljni se lecitini proizvode iz sjemenki uljarica, a one sadržavaju fosfolipide poput fosfatidilkolina (PC), fosfatidietanolamina (PE) i fosfatidilinozitola (PI) (Džakić, 2016). Na **Slici 5** je prikazan lecitin suncokreta. Lecitin je potreban kako bi povezo tekuću fazu (masnu fazu) s čvrstom (krute čestice šećera, kakaovog praha, mlijeka u prahu, aditiva i dodataka, poput kore mandarine i sl.). „Fosfatidilna skupina lecitina je hidrofilna komponenta koja preferira vodenu fazu i zato se orijentira prema hidrofilnim krutim česticama šećera, a lanac s dvije molekule masnih kiselina je lipofilna molekula orijentirana prema disperznoj (masnoj) fazi“ (Anić, 2019; Weyland i Hartel, 2008).



Slika 5. Lecitin suncokreta (web izvor 5)

Aroma

Vanilin (**Slika 6**) je aroma vanilije, ekstrahiran etanolom iz mahune vanilije (*Vanilla planifolia*). „Dobiva se sintezom iz eugenola, sastojka eteričnog ulja karanfilčića, kao i iz gvajakola koji se nalazi u smoli tropskog drveta te iz lignina“ (Jozinović, 2012). Vanilin pripada prirodno identičnim aromatičnim tvarima, odnosno organskim spojevima dobivenim prilikom prerade prirodnih sirovina. Ima karakterističan miris vanilije te je topljiv u etanolu.



Slika 6. Vanilin (web izvor 6)

Masti

Palmina mast (**Slika 7**) se proizvodi iz palminih koštica, njihovim prešanjem i ekstrakcijom iz biljnog tkiva. Karakterizira ju bijela do žutonarančasta boja te visok sadržaj laurinske kiseline koji varira između 40 % i 52 % (Džakić, 2016). Botunac (2021) i Gunstone (2004) navode sljedeće: „Trigliceridi čine oko 95 % palmine masti, a najdominantniji je 2-oleodipalmitat (POP), dok su glavne masne kiseline: palmitinska (44 - 45 %), oleinska (39 - 40 %) i linolna kiselina (10 - 11 %).“

Kokosova mast (**Slika 8**) je u čvrstom stanju na sobnoj temperaturi, međutim ima nisku točku tališta (30 °C), zbog čega je njezina primjena u konditorskoj industriji raznolika. Dobiva se ekstrakcijom po jednom od dva postupka. „Mokri postupak podrazumijeva ekstrakciju ulja iz sirovog kokosa, odnosno iz kokosovog mlijeka, ali je taj postupak neekonomičan, stoga se koristi suhi postupak koji podrazumijeva sušenje jezgre kokosa i stvaranje kopre koja se onda preša kako bi se dobilo ulje, ili se ulje ekstrahira otapalom“ (Puhec, 2021; Moslavac, 2020). Vrlo je stabilna u pogledu oksidacijskog kvarenja, jer je odlikuje visok sadržaj zasićenih masnih kiselina koji ponekad prelazi i 90 %. Kokosova mast pripada skupini laurinskih ulja jer je upravo laurinska kiselina glavni sastojak ovog ulja (Anić, 2019).



Slika 7. Palmina mast (web izvor 7)



Slika 8. Kokosova mast (web izvor 8)

Šećer

Šećer služi kao poboljšivač okusa jer daje slatkoću, a najčešće se koristi šećer u prahu (**Slika 9**). Konzumni šećer sadržava najmanje 99,8 % saharoze, disaharida izgrađenog iz monosaharida glukoze i fruktoze. Ima veliku sposobnost adsorpcije vlage, što je temeljni preduvjet za stvaranje aglomerata s ostalim česticama u smjesi. Kao zamjena za saharozu često se koriste i

drugi zaslađivači poput šećernih alkohola (poliola) i to manitola, ksilitola ili sorbitola, a njihova se slatkoća neznatno razlikuje (manitol, sorbitol) ili ne razlikuje (ksilitol) od saharoze; slatkoća saharoze iznosi 1,0, dok manitola 0,8 i sorbitola 0,6.



Slika 9. Šećer u prahu (web izvor 9)

Liofilizirana kora mandarine

Mandarina (*Citrus reticulata*) pripada citrusima, najuzgajanim voću u svijetu. Njihova je kora izvor bioaktivnih spojeva, poput karotenoida, polifenola i flavonoida te prehrambenih vlakana. Ukupan sadržaj pigmenata je veći u kori, nego u pulpi citrusa, a glavni pigmenti su β -karoten, likopen i antocijanini (Wedamulla i sur., 2022). Sadrži velike količine vitamina C i tiamina, a od minerala su značajni kalcij, kalij, fosfor, magnezij i natrij.

Liofilizacija je postupak dehidracije, odnosno sušenja namirnice u zamrznutom stanju. Postupak liofilizacije se sastoji od zamrzavanja proizvoda iz kojeg se kristali leda (vode) uklanjaju sublimacijom djelovanjem topline pod vakuumom. Prema Lovriću (2003), budući da se uklanjanje vrši direktnim prijelazom vode iz čvrstog u plinovito stanje, isključena je migracija topljivih sastojaka, poput šećera, kiselina, mineralnih soli i aminokiselina prema površini proizvoda, čime se sprječava stvaranje krute površinske kore koja usporava proces dehidracije. Temperatura na kojoj se provodi liofilizacija se kreće između 30 °C i 40 °C. Primjenom ovako sniženih temperatura se usporavaju kemijske reakcije i ne dolazi do promjena boje, okusa i gubitka termolabilnih sastojaka (vitamina). Prednosti liofilizacije u odnosu na klasičnu, toplinsku dehidraciju su velika trajnost, održanje strukture i vanjskog oblika, neznatne promjene proizvoda, porozna struktura pogodna za bubrenje i dobra rekonstitucija kod ponovnog primanja vode (Lovrić, 2003). Na **Slici 10** je prikazan izgled liofilizirane kore mandarine.



Slika 10. Liofilizirana kora mandarine (web izvor 10)

2.2. INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA KREM-PROIZVODA

U industrijskoj proizvodnji krem-proizvoda vidljiva su tri glavna proizvodna procesa: miješanje sirovina, valcanje i končiranje.

U prvoj je fazi, nakon što se odabere željena receptura, potrebno izmiješati sirovine u homogenizatoru, cilindričnoj posudi s miješalicom. Najprije se vrši otapanje masti zagrijavanjem na temperaturu iznad temperature taljenja (oko 50 °C), a zatim se dodaje emulgator, čija je svrha osigurati poželjnu teksturu. Ovako otopljenoj masti se, osim emulgatora, dodaju šećer i arome, čime se postižu željene senzorske karakteristike. Odabrane arome su u praškastom ili tekućem obliku, a osnovni je zahtjev da budu topljive u masti, kako bi se osigurala homogenizacija. Pravilo miješanja u melanžeru je da se krute sirovine dodaju ručno, dok se tekuće sirovine dovode cjevovodom iz odgovarajućeg spremnika. Cirkuliranje tople vode temperirane na 50 do 60 °C omogućavaju duple stjenke zidova i dna homogenizatora, a temperatura vode se usklađuje prema temperaturi potrebnoj za otapanje masti (Pavličević, 2021; Pajin, 2014).

Druga faza je valcanje, usitnjavanje krutih čestica bezmasne suhe tvari. Cilj valcanja je postizanje glatke teksture, čime se postiže bolja topljivost i punoća okusa čokoladne mase. Ovaj se tehnološki postupak dijeli na dvije podfaze: predvalcanje na dvovaljcima i valcanje na petovaljcima (tzv. kakao valjci). Kako navode Milošević (2020) i Beckett (2009), dvovaljak usitnjava čestice na veličinu od 100 do 150 μm i krem-masa dobiva finiju strukturu, a zatim se petovaljcima čestice usitnjavaju na veličinu od 15 do 35 μm. Petovaljak se sastoji od pet

valjaka, pri čemu se najdonji kreće najmanjom brzinom, a brzina okretanja valjaka povećava se sa svakim sljedećim valjkom prema gore. Budući da se donji, prvi, valjak kreće najsporije, on prihvaća krem-masu te je prenosi na sljedeći valjak. Razvlačenjem mase po valjcima, ona postaje sve tanja te se čestice bezmasne suhe tvari usitnjavaju postupno i vrlo učinkovito. Valjci su šuplji, izgrađeni od čelika, imaju glatku površinu, a unutar njih cirkulira topla voda. Temperatura vode je iznimno značajna, jer ukoliko nije ispravno podešena doći će do lijepljenja mase na površinu valjaka, što rezultira lošim prijelazom s jednog valjka na idući i lošim učinkom valcanja. Temperatura prvog i petog valjka je oko 25 °C, drugog i trećeg oko 35 °C, a četvrtog valjka oko 40 °C (Džakić, 2016; Škrabal, 2009).

Zadnja faza proizvodnje krem-proizvoda je končiranje. Ovaj se postupak provodi na temperaturi od 40 do 50 °C, a masa se končira, odnosno miješa uz zagrijavanje, 2 - 8 sati. Svrha končiranja je oblaganje svih čestica slojem masti, pri čemu praškasta masa prelazi u tekuću suspenziju, a naziva se još i fazom oplemenjivanja, budući da se krem-masi poboljšava aroma uslijed raznih termičkih i oksidacijskih promjena. Masa se dodatno homogenizira, poboljšava se viskoznost i tečenje, otparavaju neželjeni hlapljivi spojevi i višak vode. Važno je napomenuti da se tijekom končiranja sadržaj vlage krem-mase smanji s 2 do 3 % na ispod 1 do 1,4 % (Banović, 2017). Miješanjem se provodi prozračivanje mase, što uzrokuje oksidaciju tanina, a time nestaje njihova trpkost i smanjuje se gorčina mase. Končiranje se provodi u 3 faze: suha, pastozna i tekuća. Prilikom suhe faze dolazi do otparavanja vode i hlapljivih tvari zbog povećanja temperature mase, te se vrši oblaganje bezmasnih čestica suhe tvari mastima. U pastoznoj fazi se ovi procesi nastavljaju pri optimalnoj temperaturi, dok se u tekućoj fazi primjećuje prijelaz mase u tekuće stanje. Uređaji u kojima se provodi končiranje se nazivaju konče, a mogu biti uzdužne (valjčane), rotacijske (okrugle) i kontinuirane.

Uzdužna konča je izgrađena od posude školjkastog oblika i granitnog valjka koji se kreće naprijed-nazad. Puni se masom u pastoznom ili tekućem obliku. Ova se konča slabije koristi budući da ima dugo vrijeme končiranja, slabiju kontrolu temperature te mali kapacitet. Voda se u ovoj konči ne može otpariti, a utrošak energije je prevelik (Ačkar, 2013).

Clover konča ima oblik djeteline, vanjsku posudu dvostrukih stjenki i 4 odjeljka, te unutarnju posudu. U vanjskoj se posudi vrši suho, dok u unutrašnjoj posudi mokro končiranje. Za razliku od uzdužne, ova konča vrši dobro prozračivanje i otparavanje vode i nepoželjnih hlapljivih spojeva (Ačkar, 2013).

Primjer rotacijske konče je i Petzholdt super konča koja ima u sredini okomito postavljenu cijev s mješačem, a na gornjem dijelu nalazi se rotirajući uređaj za mokro končiranje (Pukec, 2021).

Osim petovaljaka i konči, za proizvodnju krem-proizvoda može se koristiti i kuglični mlin. U navedenom uređaju se sve faze proizvodnje provode odjednom, a proces proizvodnje je znatno kraći i traje 2 do 3 sata.

Na kraju proizvodnje, nužno je oblikovati masu krem-proizvoda u karakterističan oblik. Pri tome se masa istiskuje kroz dozator u posudice od plastike ili stakla. Proces je automatiziran, tako da se odmah po punjenju posudice zatvaraju poklopcima od aluminijske folije. „Krem-proizvodi se skladište na isti način kao i čokolada, na drvenim paletama u podnom ili regalnom skladištu pri temperaturi od 15 do 18 °C i relativnoj vlažnosti zraka 50 %“ (Džakić, 2016; Gavrilović, 2000). Bitno je da krem-proizvod održi najznačajnije karakteristike kvalitete, sjajnu i glatku površinu te dobru mazivost, a da ne dođe do izdvajanja ulja na površinu gotovog proizvoda.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog diplomskog rada je ispitati utjecaj primjene kore mandarine na svojstva kakaovih krem-proizvoda proizvedenih na bazi lješnjakove paste, pri čemu su se radile sljedeće analize:

- boja,
- koloidna stabilnost,
- tekstura,
- reologija.

3.2. MATERIJALI

Za proizvodnju uzoraka kakaovih krem-proizvoda s dodatkom kore mandarine korištene su sljedeće sirovine:

1. orahovački lješnjak, PP Orahovica d.o.o., Hrvatska, iz kojeg je proizvedena lješnjak pasta u istraživačkom laboratoriju Katedre za tehnologiju ugljikohidrata na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Osijek. Najprije se lješnjaci prže u laboratorijskom pržioniku na 170 °C u trajanju od 10 minuta kako bi se lakše uklonila ljuska i dobila bolja aroma. Očišćeni lješnjaci (s uklonjenom ljuskom) se melju u laboratorijskom mlinu IKA MF20 do dobivanja lješnjak paste.
2. obrano mlijeko u prahu, Dukat, Hrvatska,
3. kakao u prahu, Kandit, Hrvatska,
4. kuhinjska morska paška sol - sitna, Solana Pag, Hrvatska,
5. lecitin suncokreta, na tržište stavlja Zadruga `Z BILJA, Hrvatska, porijeklo: Poljska,
6. vanilin,
7. palmina mast,
8. kokosova mast, Zvijezda plus d.o.o., Hrvatska,
9. šećer u prahu, distributer: Franck d.d., Hrvatska, porijeklo: Mađarska,
10. liofilizirana kora mandarine.

3.3. METODE

3.3.1. Laboratorijski postupak proizvodnje krem-proizvoda

Laboratorijskim postupkom, uzorci kakaovih krem-proizvoda na bazi lješnjaka su proizvedeni u kugličnom mlinu. Kuglični mlin Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek (PTF-a), prikazan na **Slici 11**, je izrađen u suradnji PTF-a s D&D metal Osijek. Primjenjuje se za usitnjavanje materijala pomoću kuglica koje se dodaju u mlin i u njemu rotiraju (**Slika 12**), a pokretane su miješalicom u sredini mlina. Najčešća primjena kugličnog mlina je za homogenizaciju kremastih proizvoda i čokolade. U potpunosti je izrađen od nehrđajućeg čelika, a uključuje dvije posude sa dvostrukom stjenkom (5 L i 10 L), 2 mješača i 17 kg kuglica promjera 9,525 mm (Babić i sur., 2023). Mlin se pokreće motorom snage 1,3 kW, a temperatura materijala se regulira pomoću cirkulirajuće vodene kupelji.



Slika 11. Prikaz kugličnog mlina



Slika 12. Prikaz kuglica za kuglični mlin

Potrebno je postaviti posudu i mješač kugličnog mlina te spojiti posudu s protočnom kupelji, čija je temperatura podešena na 50 °C. Zamjes je rađen na 500 g, a u tu svrhu je korišteno 3 kg kuglica. U posudu za miješanje se dodaju kuglice i izvagane sirovine; lješnjak pasta, palmina i kokosova mast, šećer u prahu, mlijeko u prahu, kakaov prah, sol i liofilizirana kora mandarine. Miješanje se provodi u tri dijela: najprije dva sata pri brzini 60 Hz, zatim se dodaje lecitin i miješanje se nastavlja pri istoj brzini 30 minuta, dok se u zadnjoj fazi dodaje vanilin i miješa još 30 minuta. U **Tablici 1** je prikazana receptura za pripremu uzoraka krem-proizvoda u ovome radu.

Tablica 1. Receptura za proizvodnju kakaovih krem-proizvoda s dodatkom kore mandarine

| SIROVINE | w (%) | | | | |
|-----------------|------------------|------|------|------|------|
| | Kontrolni uzorak | M-3 | M-6 | M-9 | M-12 |
| Šećer u prahu | 52,0 | 49,0 | 46,0 | 43,0 | 40,0 |
| Palmına mast | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Kokosova mast | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Lješnjak pasta | 17,0 | 17,0 | 17,0 | 17,0 | 17,0 |
| Kakaov prah | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| Mlijeko u prahu | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 | 4,1 |
| Sol | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Lecitin | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Vanilin | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Kora mandarine | 0,0 | 3,0 | 6,0 | 9,0 | 12,0 |

3.3.2. Određivanje boje

Prilikom određivanja boje uzoraka namaza korišten je kromametar Konica Minolta CR-400. Prikladan je za mjerenje reflektirane svjetlosti i razlike boje krutih, praškastih i tekućih uzoraka. Sastoji se od mjerne glave s otvorom kroz koji pulsirajuća ksenonska lampa baca difuzno svjetlo okomito na površinu uzorka, a reflektirana se svjetlost s površine uzorka detektira pomoću šest fotoćelija (Babić i sur, 2023). Uređaj je najprije potrebno kalibrirati bijelom kalibracijskom pločicom. Zatim se uzorak puni u odgovarajuću posudicu (**Slika 13**) na koju se prisloni kromametar (**Slika 14**) i sa zaslona se očitaju vrijednosti za parametre L^* , a^* , b^* iz mjernog sustava $L^*a^*b^*$, te C i h^* iz mjernog sustava L^*Ch . Analiza boje se vrši u 5 ponavljanja iz kojih se rezultat dobiva računanjem srednje vrijednosti sa standardnom devijacijom.

Ukupna promjena boje proizvoda računata je po **formuli (1)**:

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_0)^2 + (b - b_0)^2 + (a - a_0)^2} \quad (1)$$

pri čemu se parametri tumače kao:

- ΔE – ukupna promjena boje,
- L^* – svjetlina, 0 označava crnu, a 100 bijelu boju,
- L_0 – svjetlina uzoraka bez kore mandarine (tzv. kontrolnog uzorka),
- a^* – crvena boja (pozitivna vrijednost) ili zelena boja (negativna vrijednost),
- a_0 – crvena ili zelena boja kontrolnog uzorka,
- b^* – žuta boja (pozitivna vrijednost) ili plava boja (negativna vrijednost),
- b_0 – žuta ili plava boja kontrolnog uzorka,
- C – zasićenje boje i
- h^* – ton boje.



Slika 13. Punjenje mjerne posude



Slika 14. Određivanje boje kromametrom

3.3.3. Određivanje koloidne stabilnosti

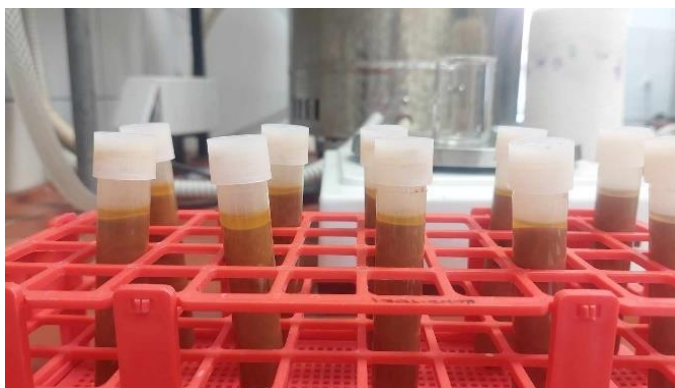
Koloidni sustavi jesu disperzni sustavi koji se sastoje iz dvije ili više faza. Jedna faza predstavlja disperzno sredstvo, medij u kojem je druga faza raspršena u obliku čestica (disperzna faza). Koloidna stabilnost uzoraka krem-proizvoda predstavlja udio ulja u uzorcima (disperzne faze)

koje se izdvoji zbog narušavanja homogeniziranosti. Određivanje koloidne stabilnosti se vrši u plastičnim epruvetama od 15 mL s 15 g uzorka u svakoj, a rade se dvije paralele. Uzorci se najprije zagriju u vodenoj kupelji (Julabo, model SW22) na 80 °C, 30 minuta. Zatim se uzorci hlade na sobnoj temperaturi tijekom 15 minuta te se centrifugiraju u termostatiranoj centrifugi (IEC Cenra-MP4R, SAD) na 2900 g pri 20 °C kroz 20 minuta. Centrifugiranje omogućava izdvajanje ulja na površinu, koje se potom odstrani ubrusima. Prikaz izdvojenog ulja nakon centrifugiranja dan je na **Slici 15**. Masa izdvojenog ulja se važe, a koloidna stabilnost se određuje prema **formuli (2)**:

$$CS = \frac{M_0}{M_u} * 100 \quad (2)$$

gdje su:

- CS – koloidna stabilnost (%),
- M_0 – masa uzorka bez izdvojenog ulja (g),
- M_u – masa uzorka sa izdvojenim uljem, ukupna masa uzorka (g).



Slika 15. Izdvajanje ulja na površinu uzorka krem-namaza nakon centrifugiranja

3.3.4. Određivanje teksture

Tekstura krem-proizvoda je određena na analizatoru teksture TA.XT Plus, Stable Micro systems. Uzorak se puni u mjernu posudu, odnosno nastavak konusnog oblika, pri čemu se drugi nastavak (TTC) postavlja na sam analizator i služi za prodiranje u uzorak. Analiza se provodi u pet paralela brzinom 3 mm/s, a mjerenje je provedeno s visine 25 mm. **Slika 16** prikazuje korišteni nastavak i princip mjerenja teksture.



Slika 16. Prikaz analizatora teksture TA.XT Plus, Stable Micro systems

3.3.5. Reološka svojstva

Reološka svojstva krem-proizvoda i čokoladnih masa se definiraju Casson-ovim modelom, čime se provodi određivanje granice tečenja (τ u Pa) i plastičnog viskoziteta (η_p u Pas). Najprije se uzorci zagrijavaju u vodenoj kupelji termostatiranoj na 50 °C radi lakše manipulacije. Za određivanje reoloških parametara mjerna posudica se puni uzorkom, a analiza se vrši u dvije paralele za svaki uzorak. Mjerenje se provodi pri temperaturi od 40 °C na rotacijskom reometru HAAKE Viscotester iQ (Slika 17) mjerenjem napona smicanja u ovisnosti o brzini smicanja. Određivanje se provodi u dvije faze: uzorci se prvo drže u reometru 5 minuta na 40 °C pri brzini okretaja 5 s⁻¹, a zatim slijedi druga faza u kojoj se vrši mjerenje pri brzini smicanja koja se povećava od 2 do 50 s⁻¹ tijekom 180 sekundi, zatim se održava 60 sekundi pri brzini 50 s⁻¹, a potom se brzina smicanja smanjuje od 50 s⁻¹ na 2 s⁻¹ u trajanju od 180 sekundi i mjerenje završava.



Slika 17. Prikaz reometra HAAKE Viscotester iQ

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. BOJA KAKAOVIH KREM-PROIZVODA

U nastavku su prikazani rezultati promjene boje kakaovih krem-proizvoda s obzirom na udio kore mandarine (**Tablica 2**).

Tablica 2. Utjecaj dodatka kore mandarine na boju kakaovih krem-proizvoda

| Uzorak | L* | a* | b* | C | h° | ΔE |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|
| Kontrolni uzorak | 38,71 ± 0,01 | 10,10 ± 0,05 | 18,39 ± 0,04 | 20,98 ± 0,04 | 61,23 ± 0,12 | |
| M-3 | 37,63 ± 0,00 | 10,12 ± 0,02 | 21,16 ± 0,03 | 23,45 ± 0,03 | 64,44 ± 0,05 | 2,97 |
| M-6 | 37,41 ± 0,01 | 10,22 ± 0,05 | 23,66 ± 0,05 | 25,78 ± 0,05 | 66,64 ± 0,09 | 5,43 |
| M-9 | 36,73 ± 0,01 | 10,28 ± 0,05 | 26,31 ± 0,06 | 28,34 ± 0,05 | 68,18 ± 0,10 | 8,16 |
| M-12 | 36,32 ± 0,01 | 10,53 ± 0,04 | 27,72 ± 0,06 | 29,56 ± 0,06 | 69,65 ± 0,09 | 9,64 |

Prilikom uspoređivanja recepture (**Tablica 1**) i rezultate boje iz **Tablice 2** primjećuje se kako se L* vrijednost smanjuje što je udio kore mandarine veći. Iz navedenog se može zaključiti da je svjetlina uzoraka krem-proizvoda obrnuto proporcionalna udjelu kore mandarine u uzorcima, odnosno uzorci postaju tamniji s povećanjem udjela dodane kore mandarine. Parametar a* je za sve uzorke pozitivan, što znači da su uzorci u domeni crvene boje. Kontrolnom uzorku (bez mandarine) je analizirani parametar a* najmanji, a za uzorak M-12 pokazuje najveću vrijednost. Prema tome, crvena boja raste porastom udjela mandarine, što se može objasniti velikim udjelom karotenoida, pigmenata topljivih u lipidima te antocijanina u kori. Ukupni sadržaj karotenoida u kori mandarine iznosi $70,99 \pm 3,01 \text{ mg g}^{-1}$, a mjerenje su proveli Costanzo i sur. (2020) uspoređujući različite sorte citrusa kako bi kvantificirali sadržaj bioaktivnih spojeva kore, pulpe i sjemenki. Wedamulla (2022) u svome radu navodi da se karotenoidi ekstrahirani iz epikarpa mandarine ekstrakcijom potpomognutom ultrazvukom koriste kao prirodna bojila u pekarskim proizvodima. Ordóñez-Santos i sur. (2021) zaključuju da postoji mogućnost smanjenja upotrebe tartrazina, umjetnog žutog azo-bojila, u pekarskim proizvodima uz dodatak ekstrakta karotenoidnih lipida dobivenih iz epikarpa mandarine. Nadalje, Reißner i sur. (2023) su ispitivali mogućnost primjene komine ribizle u krem-proizvodima, pri čemu zaključuju da će antocijanini komine dati proizvodima privlačnu crvenu

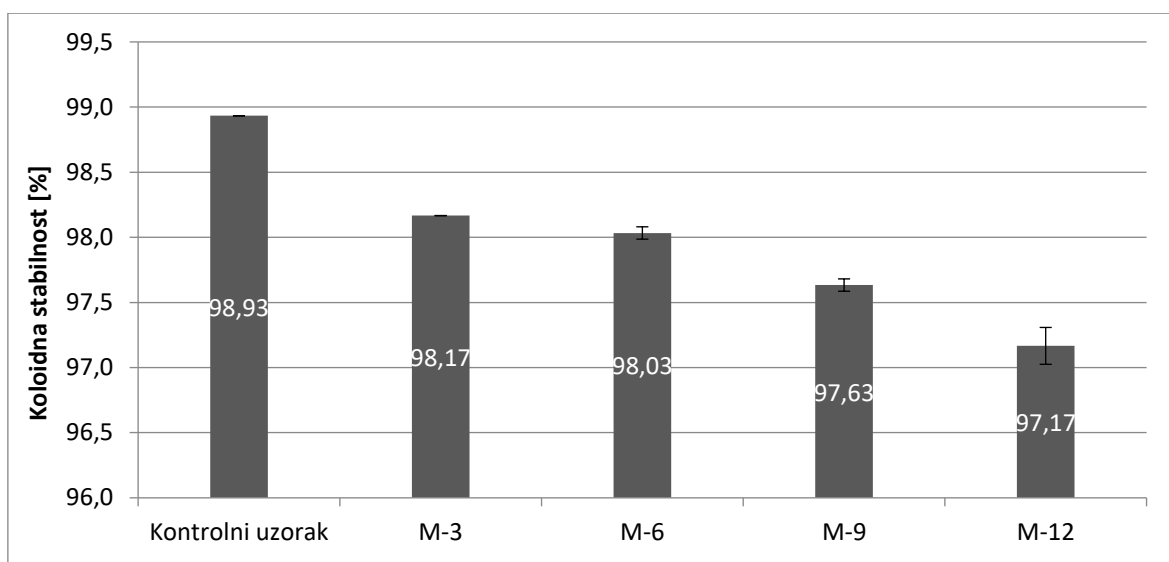
ili ljubičastu boju. Parametar b^* , budući da je pozitivan, označava žutu boju, a uzorcima se žuta boja povećava proporcionalno s udjelom kore mandarine. Navedeno je posljedica žutih pigmenata topljivih u vodi, flavonoida i flavona, koji su sadržani u kori citrusa. Naime, polimetoksilirani flavoni, nobiletin i tangeretin, obilno se nalaze u kori agruma, a prisutne su i male količine flavona (2-fenilkromen-4-on) (Wedamulla, 2022). Bogadi (2021) navodi da su ključni flavonoidi u kori mandarine hesperidin, narirutin, naringin i eriocitrin. Vrijednosti za C i h° također rastu, čime je dokazano da se zasićenje boje i ton boje u uzorcima povećavaju. Prema Mokrzycki i Tatol (2011) vrijednosti ukupne promjene boje (ΔE) označavaju sljedeće:

- a) $0 < \Delta E < 1$ - ukupna promjena boje nije vidljiva,
- b) $1 < \Delta E < 2$ - iskusni promatrači primijete promjenu boje,
- c) $2 < \Delta E < 3,5$ - neiskusni promatrači primijete razliku boje,
- d) $3,5 < \Delta E < 5$ – jasna je razlika u promjeni boje i
- e) $5 < \Delta E$ – promatrač primjećuje različite boje.

Prema tome može se zaključiti da je ukupna promjena boje u uzorku s 3 % kore mandarine vidljiva samo iskusnim promatračima, a za uzorke M-6 sa 6 %, M-9 sa 9 % i M-12 sa 12 % kore mandarine promatrač može primijetiti razliku boje.

4.2. KOLOIDNA STABILNOST

Analizom su utvrđeni rezultati za koloidnu stabilnost uzoraka krem-proizvoda te su prikazani na **Slici 18**. Vidljivo je da najveću koloidnu stabilnost ima kontrolni uzorak kojemu nije dodana kora mandarine (98,93 %), a rezultati opadaju povećanjem udjela mandarine. Uzorak s 12 % mandarine (M-12) ima i najmanju koloidnu stabilnost (97,17 %). Kora mandarine je izvor ulja, a povećanjem njezine količine u uzorcima se povećava i količina ulja koja se izdvaja nakon centrifugiranja. Kolarević (2020) i Kimball (1996) tvrde da je sadržaj lipida u kori mandarine 2,3 g/100 g svježe mase.

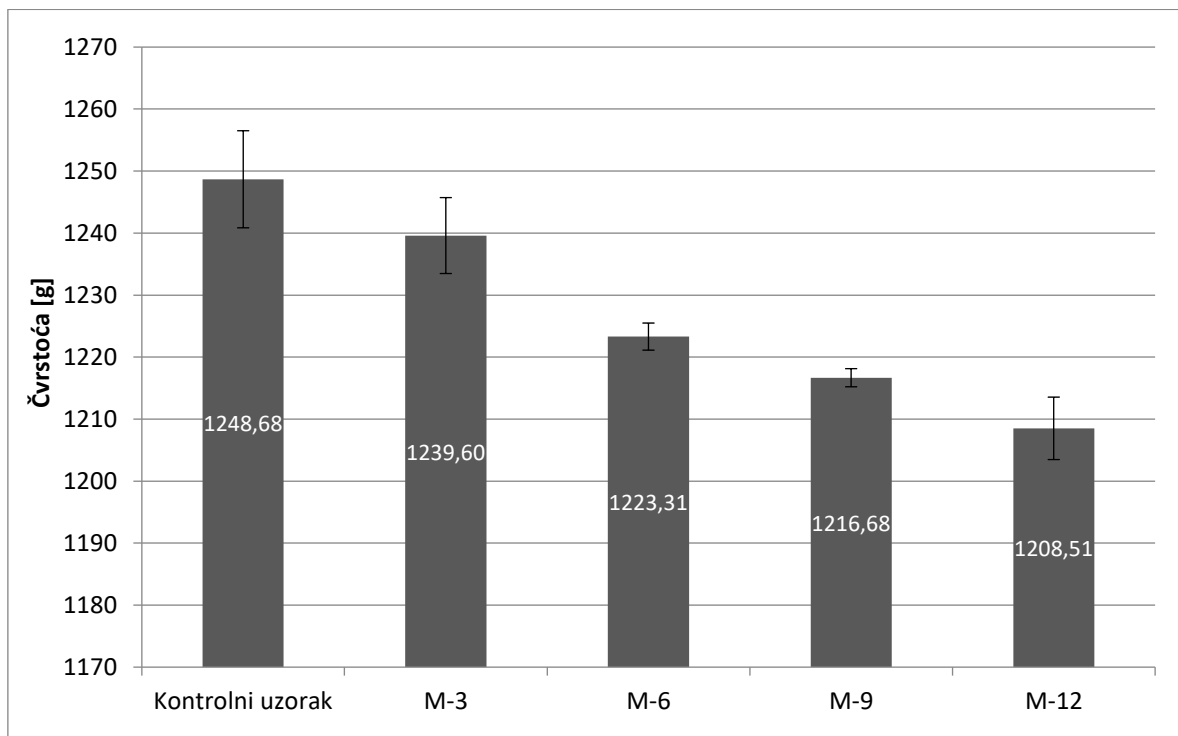


Slika 18. Utjecaj dodatka kore mandarine na koloidnu stabilnost kakaovih krem-proizvoda

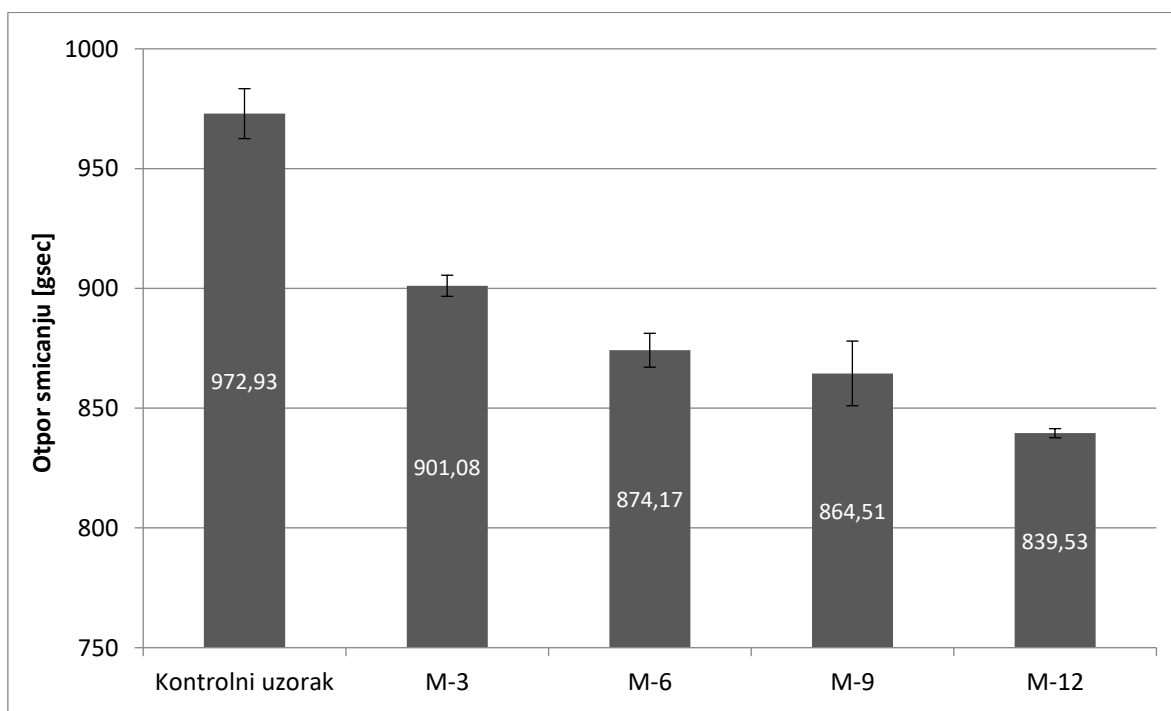
4.3. TEKSTURA KAKAOVIH KREM-PROIZVODA

Analizom teksture kakaovih krem-proizvoda dobiveni su rezultati za određivanje čvrstoće (**Slika 19**) i otpora smicanja, odnosno mazivosti (**Slika 20**). Kontrolni uzorak ima najveću čvrstoću i otpor smicanju. U usporedbi s njim, uzorak M-3 koji sadržava 3 % mandarine ima nešto niže vrijednosti, dok uzorak s 12 % kore mandarine pokazuje najniže rezultate. Utvrđeno je kako čvrstoća uzoraka opada povećanjem udjela kore mandarine, a iste rezultate je pokazao i otpor smicanju. Uzorak bez kore mandarine (kontrolni uzorak) je imao najveću čvrstoću i otpor smicanju, pri čemu valja zaključiti da mu je mazivost najmanja. Potrebno je zaključiti da je povećanje udjela kore mandarine rezultiralo linearnim povećanjem udjela masti u namazima, što je posljedica ulja sadržanog u kori mandarine. Kako je već navedeno, količina ulja u kori mandarine iznosi 2,3 g/100 g (Kolarević, 2020; Kimball, 1996). Rezultati su u skladu sa istraživanjem kojeg je proveo Afoakwa (2010), a analizirao je učinke raspodjele veličine čestica na reološka svojstva, teksturu i svojstva topljenja tamne čokolade. Navodi da je povećanje masnoće smanjilo gustoću kristalne rešetke koju tvore krute čestice, stvorilo je otvorenije i praznije prostore između čestica koji su se punili masnoćom, pri čemu smanjuju otpor smicanju i povećavaju mazivost čokoladi. Lončarević i sur. (2022) također ukazuju da masna faza utječe na čvrstoću namaza provedbom istraživanja u kojemu su analizirali namaze s uljem sjemenki grožđa i inkapsuliranim ekstraktom sjemenki. Analizom tvrdoće su utvrdili da

se u uzorcima s 10 i 15 % inkapsuliranog ekstrakta sjemenki grožđa povećala tvrdoća, a kao uzrok navode smanjenje količine masne faze.



Slika 19. Utjecaj dodatka kore mandarine na čvrstoću kakaovih krem-proizvoda

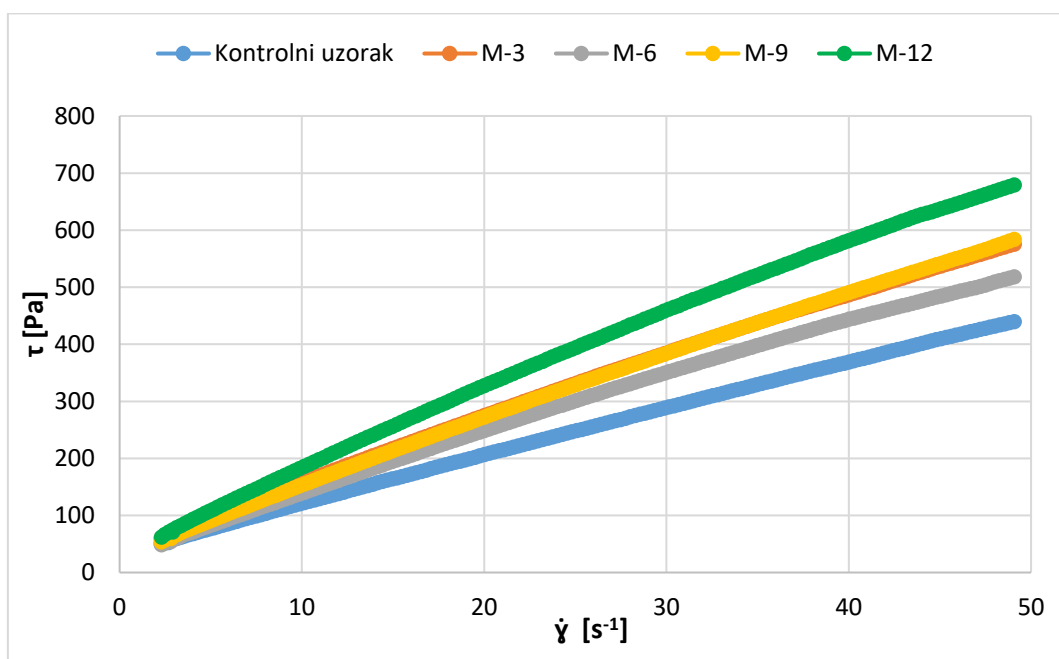


Slika 20. Utjecaj dodatka kore mandarine na otpor smicanju kakaovih krem-proizvoda

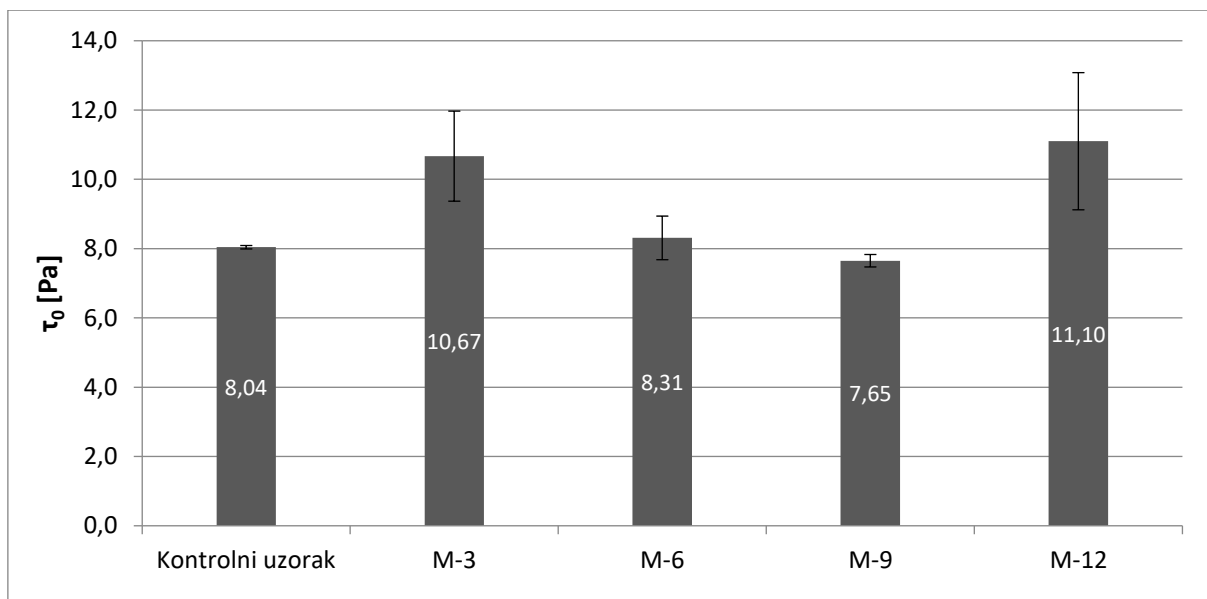
4.4. REOLOŠKA SVOJSTVA

Uzorci kakaovih krem-proizvoda su analizirani u svrhu utvrđivanja utjecaja kore mandarine na sljedeća reološka svojstva: krivulje tečenja, granice tečenja prema Casson-u te vrijednosti plastične viskoznosti prema Casson-u. „Granica tečenja je količina energije koja je potrebna da bi došlo do tečenja, dok je plastična viskoznost energija potrebna za održavanje tečenja“ (Vincek, 2020).

Rezultati reoloških svojstava potvrđuju teoriju, odnosno krem-proizvodi pripadaju ne-Newtonovskim plastičnim tekućinama te imaju binghamovska svojstva (vremenski su nezavisne). Binghamovske tekućine (idealno plastične), kao što su krem-proizvodi, pripadaju stacionarnim ne-Newtonovskim tekućinama koje karakterizira promjena napona smicanja s promjenom brzine smicanja. Vremenski su nezavisne, budući da se napon smicanja ne mijenja s vremenom smicanja. Iz **Slike 21** je vidljivo da krivulje tečenja uzoraka ne idu iz ishodišta jer je potrebno postići određeni granični napon smicanja (prag naprezanja). Tek kada je postignut prag naprezanja tekućina će poteći, a prestankom djelovanja smicanja će poprimiti prvobitni oblik.

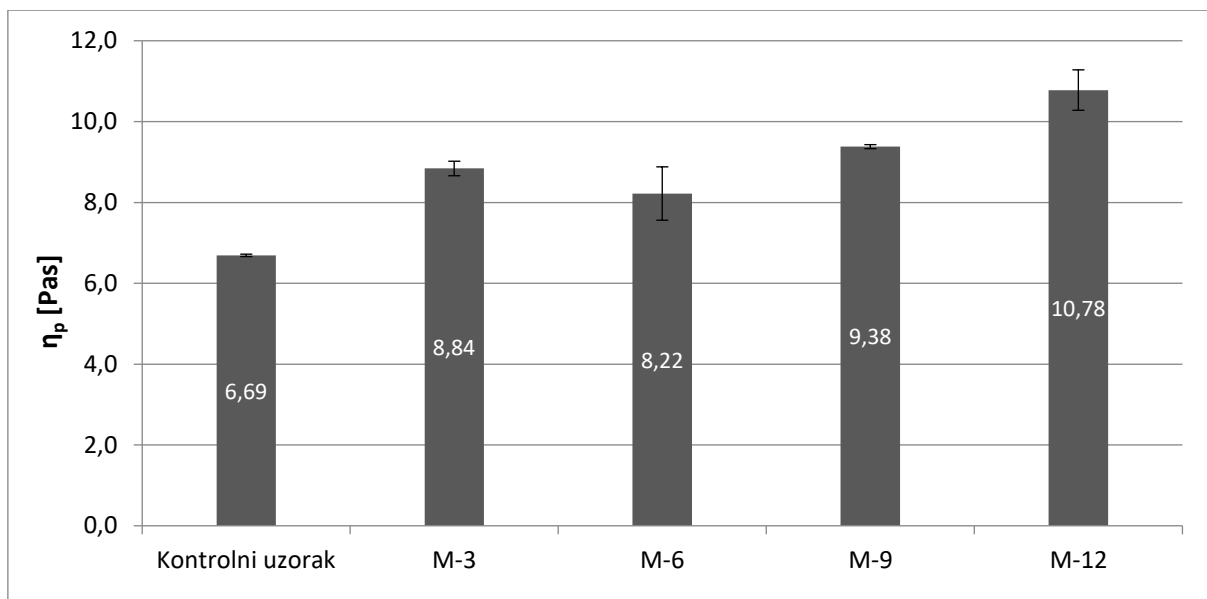


Slika 21. Utjecaj dodatka kore mandarine na krivulje tečenja kakaovih krem-proizvoda



Slika 22. Utjecaj dodatka kore mandarine na vrijednosti granice tečenja prema Casson-u

Iz **Slike 22** je vidljivo kako kontrolni uzorak ima granicu tečenja 8,04 Pa. U odnosu na njega, uzorak s 3 % kore mandarine ima veću granicu tečenja i to 10,67 Pa. Također, uzorak M-6 (6 % kore mandarine) ima veću granicu tečenja od kontrolnog uzorka, dok za uzorak M-9 ona opada (7,65 Pa). Uzorak s najvećim udjelom kore mandarine, M-12, ima najveću granicu tečenja. Za zaključiti je kako se uzorcima povećava vrijednost granice tečenja dodatkom kore mandarine u odnosu na kontrolni uzorak, uz izuzetak uzorka M-9. Ovakvo povećanje granice tečenja i plastične viskoznosti može se pripisati veličini čestica liofilizirane kore mandarine. Afoakwa (2010) dovodi do zaključka da se zbog sitnijih čestica povećava i broj dodirnih točaka između njih, a time i plastična viskoznost. Manje čestice imaju i veću ukupnu površinu koju masna faza treba obaviti što dovodi do povećane viskoznosti i granice tečenja.



Slika 23. Utjecaj dodatka kore mandarine na vrijednosti plastične viskoznosti prema Casson-u

Uzorak bez dodane kore mandarine (kontrolni uzorak) ima najnižu vrijednost plastične viskoznosti prema Casson-u (**Slika 23**). S druge strane, uzorak s najvećim udjelom mandarine (M-12) ima i najveću plastičnu viskoznost (10,78 Pas). Dakle, dodatak kore mandarine svim uzorcima kakaovih krem-proizvoda povećava plastičnu viskoznost. Ovi se rezultati slažu s navodima Kiumarsi-a i sur. (2020) koji objašnjava porast plastične viskoznosti zamjenom saharoze s inulinom u uzorcima čokolade na način da je plastična viskoznost povezana s konzistencijom, pri čemu dodatak krutih čestica povećava i njihovu interakciju, smanjuje im mogućnost pokretanja te time posljedično povećava i viskoznost. Vincek (2020) navodi da je uzorcima tamne čokolade s 15 % netretirane kakaove ljske povećana vrijednost plastične viskoznosti kao posljedica većeg udjela bezmasne suhe tvari. Nadalje, Lončarević i sur. (2022) također navode da je veća količina krutih čestica povezana s viskoznošću; smanjenje količine masti dodatkom inkapsuliranog ekstrakta sjemenki grožđa kakao namazu dovodi do veće interakcije između čestica, što otežava protok i povećava viskoznost obogaćenih uzoraka namaza u skladu s dodanom količinom inkapsuliranog ekstrakta. Milošević (2020) je analizirala utjecaj dodatka kore kakaove ljske na uzorke namaza, pri čemu je vidljivo da veći udio čvrstih čestica dovodi do porasta viskoznosti jer kakaov maslac ne može obaviti sve čestice.

5. ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Dodatak kore mandarine je utjecao na promjenu boje namaza. Uzorak koji sadrži najveći udio liofilizirane kore mandarine (M-12) je pokazao i najveću promjenu boje. Uzorci tamne proporcionalno s dodatkom mandarine, a intenzitet crvene i žute boje povećava im se zbog pigmentata sadržanih u kori mandarine.
2. Kora mandarine je utjecala na koloidnu stabilnost uzoraka. Najveću koloidnu stabilnost pokazuje kontrolni uzorak, a svaki sljedeći ima sve manju vrijednost. Dakle, koloidna stabilnost uzoraka smanjuje se dodatkom liofilizirane kore mandarine.
3. Tekstura krem-proizvoda mijenja se ovisno u udjelu kore mandarine. Vrijednosti za parametre teksture (čvrstoća, otpor smicanju) rastu proporcionalno s udjelom kore mandarine. Najveću čvrstoću i otpor smicanju pokazuje uzorak s najvećom količinom kore mandarine (M-12), što ujedno znači da on ima i najveću mazivost.
4. Najveću vrijednost granice tečenja ima uzorak s najvećim udjelom kore mandarine, odnosno potrebno je dovesti najveću količinu energije kako bi došlo do tečenja. Budući da je potrebno postići određeni prag naprezanja, krem-proizvodi pripadaju ne-Newtonovskim plastičnim (bingamovskim) tekućinama. Dodatkom kore mandarine proporcionalno se povećavala i vrijednost plastične viskoznosti uzoraka.

6. LITERATURA

- Ačkar Đ: Materijali s predavanja na kolegiju „Tehnologija ugljikohidrata i konditorskih proizvoda“. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2013.
- Afoakwa E: Chocolate science and technology. Blackwell Publishing, UK, 2010.
- Anić I: Utjecaj dodatka kakao maslac ekvivalenta na svojstva tamne i mliječne čokolade. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2019.
- Babić J, Ačkar Đ, Jokić S, Strelec I, Jozinović A: Katalog opreme. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2023.
- Banović M: Utjecaj emulgatora poliglicerol poliricinoleata na svojstva krem namaza od kikirikija. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2017.
- Beckett ST : Industrial chocolate manufacture and use, 4th edition. Blackwell Publishing, UK, 2009.
- Bogadi D: Ekstrakcija fenolnih spojeva iz kore mandarine primjenom visokonaponskog električnog pražnjenja. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2021.
- Botunac M: Utjecaj dodatka kokosove i palmine masti na svojstva krem-namaza bez šećera. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2021.
- Costanzo G, Iesce MR, Nviglio D, Ciaravalo M, Vitale E, Arena C: Comparative studies on different citrus cultivars: A revaluation of waste mandarin components. *Antioxidants*, 9(6), 517, 2020.
- Džakić M: Utjecaj lecitina na namaz od kikirikija. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2016.
- Gavrilović M: Tehnologija konditorskih proizvoda. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2000.
- Gunstone F: The Chemistry of Oils and Fats. Blackwell Publishing Ltd, Oxford/Victoria, 2004.
- Jozinović A: Materijali s predavanja na kolegiju „Tehnologija ugljikohidrata i konditorskih proizvoda“. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2012.
- Kimball D: Oranges and Tangerines: Processing fruits, Lancaster, 1996.
- Kiumarsi M, Majchrzak D, Yeganehzad S, Jäger H, Shahbazi M: Comparative study of instrumental properties and sensory profiling of low-calorie chocolate containing hydrophobically modified inulin. Part 1: Rheological, thermal, structural and external preference mapping. *Food Hydrocolloids*, 105698, 2020.
- Kolarević F: Primjena eutektičkih otapala u ekstrakciji hisperidina iz kora mandarina. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2020.

- Lončarević I, Petrović J, Teslić N, Nikolić I, Maravić N, Pajin B, Pavlić B: Cocoa spread with grape seed oil and encapsulated grape seed extract: Impact on physical properties, sensory characteristics and polyphenol content. *Foods* 11(18), 2730, 2022.
- Lovrić T: *Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva*. Hinus, Zagreb, 2003.
- Milošević I: Utjecaj dodatka kakaove ljuske na svojstva mliječne čokolade. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2020.
- MPŠVG, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva: Pravilnik o proizvodima sličnim čokoladi, krem-proizvodima i bombonskim proizvodima. *Narodne Novine* 73/05, 2005.
- MPŠVG, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva: Pravilnik o ugušćenom (kondenziranom) mlijeku i mlijeku u prahu. *Narodne Novine* 80/07, 2007.
- Mokrzycki W, Tatol M: Color difference Delta E- A Survey. *Machine Graphics and Vision* 20:383-411, 2011.
- Moslavac T: Materijali s predavanja na kolegiju „Tehnologija ulja i masti“. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2020.
- Ordóñez-Santos LE, Esparza-Estrada J, Vanegas-Mahecha P: Ultrasound assisted extraction of total carotenoids from mandarin epicarp and application as natural colorant in bakery products. *Lwt*, 139, 110598, 2021.
- Pajin B: *Tehnologija čokolade i kakao proizvoda*. Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu 2014.
- Pavličević K: Utjecaj dodatka različitih emulgatora na svojstva krem-namaza smanjene kalorijske vrijednosti. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2021.
- Pukec A: Utjecaj dodatka kazeina na svojstva nutritivno poboljšanih krem-namaza. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2021.
- Reißner AM, Rohm H, Struck S: Sustainability on bread: How fiber-rich currant pomace affects rheological and sensory properties of sweet fat-based spreads. *Foods* 12(6), 1315, 2023.
- Šafranko S, Ćorković I, Jerković I, Jakovljević M, Aladić K, Šubarić D, Jokić S: Green extraction techniques for obtaining bioactive compounds from mandarin peel (*Citrus unshiu* var. Kuno): Phytochemical analysis and process optimization. *Foods*, 10(5), 1043, 2021.
- Škrabal S: Utjecaj sastojaka na reološko ponašanje čokoladnih masa i stabilnost čokolade. *Doktorski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2009.
- Šupuković D: Utjecaj udjela sastojaka na reološka svojstva i prihvatljivost namaza od lješnjaka. *Završni specijalistički*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2010.

- Vincek I: Utjecaj dodatka kakaove ljuske na svojstva tamne čokolade. *Diplomski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2020.
- WEB 1: <https://dessertisans.com/recipe/deep-roasted-hazelnut-paste/> [19.8.2023.]
- WEB 2: <https://hr.andamanislandtrip.com/mlijeko-u-prahu-korist-i-steta-556> [19.8.2023.]
- WEB 3: <https://www.thespruceeats.com/what-is-cocoa-powder-520351> [19.8.2023.]
- WEB 4:
<https://www.canr.msu.edu/news/what-is-the-difference-between-table-salt-and-sea-salt> [19.8.2023.]
- WEB 5: <https://draxe.com/nutrition/sunflower-lecithin/> [19.8.2023.]
- WEB 6: <https://innesto.group/products/vaniline> [19.8.2023.]
- WEB 7: <https://www.elburgglobal.nl/products/products/vegetable-fats/hydrogenated-palm-kernel-oil/> [19.8.2023.]
- WEB 8: <https://www.tctmd.com/news/coconut-oil-ups-ldl-cholesterol-compared-other-fats-meta-analysis> [19.8.2023.]
- WEB 9: <https://www.loveandlemons.com/how-to-make-powdered-sugar/> [19.8.2023.]
- WEB 10: <https://lioflor.com/product/2990/> [19.8.2023.]
- Wedamulla NE, Fran M, Choi YJ, Kim EK: Citrus peel as a renewable bioresource: Transforming waste to food additives. *Journal of Functional Foods* 95, 105163, 2022.
- Weyland M, Hartel R: Emulsifiers in confectionery. *U Food emulsifiers and their applications*, str. 285-306. Springer, New York, SAD, 2008.
- WHO, World Health Organization: Reducing salt intake in populations. Report of a WHO forum and technical meeting. WHO, Geneva, 2007.