

Svojstva kakaovih krem-proizvoda s dodatkom paste bučinih sjemenki

Jurišak, Dominik

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:109:699031>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-19**

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

Dominik Jurišak

SVOJSTVA KAKAOVIH KREM-PROIZVODA S DODATKOM
PASTE BUČINIH SJEMENKI

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Sveučilišni diplomski studij Prehrambeno inženjerstvo

Zavod za prehrambene tehnologije
Katedra za tehnologiju ugljikohidrata
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Tema rada: prihvaćena je na VIII. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2022./2023. održanoj 22. svibnja 2023.
Mentor: prof. dr. sc. Jurislav Babić
Pomoć pri izradi: izv. prof. dr. sc. Antun Jozinović

SVOJSTVA KAKAOVIH KREM-PROIZVODA S DODATKOM PASTE BUČINIH SJEMENKI Dominik Jurišak, 0113144891

Sažetak:

Cilj ovog diplomskog rada bio je izraditi kakaov krem-proizvod u laboratorijskim uvjetima i ispitati utjecaj primjene paste bučinih sjemenki na svojstva kakaovih krem-proizvoda proizvedenih na bazi lješnjakove paste. Lješnjaci i bučine sjemenke za pripremu pasti najprije se poprže u laboratorijskom pržioniku, a potom usitne u laboratorijskom mlinu. Lješnjakova pasta mijenja se s bučinom pastom i hladno prešanim bučnim uljem kako bi se dobili krem-proizvodi s udjelom buče od 0, 3, 6, 9 i 12 %. Krem-proizvodi su pripremljeni u količini od 500 g, u kugličnom mlinu pri temperaturi 50 °C, s 3 kg kuglica i pri brzini okretaja 60 o/min. Dobivenim kakaovim krem-proizvodima analizirana je boja, koloidna stabilnost, tekstura i reologija kako bi se utvrdio utjecaj dodatka bučine paste na ta svojstva. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da bučina pasta ima utjecaj na navedena svojstva. Kod većeg udjela buče dolazi do vidljive promjene boje. Dodatkom buče povećava se čvrstoća, smanjuje mazivost i povećava koloidna stabilnost kakaovih krem-proizvoda. Analizom reoloških svojstava vidljivo je da se dodatkom buče povećava plastična viskoznost i da kakaovi krem-proizvodi spadaju u skupinu nenuwtonskih binghamovskih tekućina.

Ključne riječi: kakaov krem-proizvod, bučine sjemenke, koloidna stabilnost, reološka svojstva, tekstura

Rad sadrži: 41 stranica
26 slika
3 tablice
0 priloga
37 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu rada:

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

Datum obrane: 27. rujna 2024.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
University Graduate Study

Department of Food Technologies
Subdepartment of Carbohydrates Technology
Franje Kuhača 18, HR-31000 Osijek, Croatia

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: Jurislav Babić, PhD, prof.
Technical assistance: Antun Jozinović, PhD, associate prof.

PROPERTIES OF THE COCOA SPREAD WITH THE ADDITION OF PUMPKIN SEED PASTE Dominik Jurišak, 0113144891

Summary:

The aim of this thesis was to develop cocoa sweet spread under laboratory conditions and to examine the effect of using pumpkin seed paste on the properties of cocoa spread products made with hazelnut paste as the base. Hazelnuts and pumpkin seeds were roasted in a laboratory roaster, then ground in a laboratory mill to prepare the pastes. Hazelnut paste was replaced with pumpkin seed paste and cold-pressed pumpkin seed oil to create spread products with a pumpkin content of 0, 3, 6, 9, and 12%. Sweet spreads were prepared in batches of 500 g using a ball mill at a temperature of 50 °C, with 3 kg of grinding balls, and at a rotation speed of 60 rpm. The obtained cocoa spread products were analysed for colour, colloidal stability, texture, and rheology to determine the impact of the addition of pumpkin seed paste on these properties. The results showed that pumpkin seed paste affects the mentioned properties. Moreover, a noticeable change in colour occurs with a higher percentage of pumpkin. The addition of pumpkin increases firmness, decreases spreadability, and enhances the colloidal stability of the cocoa spreads. Rheological analysis indicated that the addition of pumpkin increases the plastic viscosity, and the cocoa spreads fall into the category of non-Newtonian Bingham fluids.

Key words: cocoa spread, pumpkin seeds, colloidal stability, rheological properties, texture

Thesis contains: 41 pages
26 figures
3 tables
0 supplements
37 references

Original in: Croatian

Review and defence committee:

1.	Đurdica Ačkar, PhD, prof.	chair person
2.	Jurislav Babić, PhD, prof.	member
3.	Antun Jozinović, PhD, associate prof.	member
4.	Drago Šubarić, PhD, prof.	stand-in

Defense date: September 27th 2024

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek.

DIPLOMSKI RAD JAVNO JE OBRANJEN DANA

27. RUSNA 2024. GODINE

TE OCIJENJEN USPJEHOM

IZVRSTAN (5)

Pred Povjerenstvom za obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Đurđica Ačkar

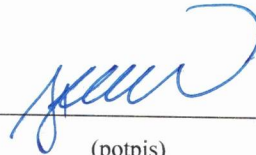
predsjednik



(potpis)

2. prof. dr. sc. Jurislav Babić

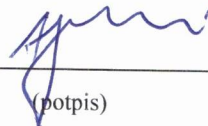
član-mentor



(potpis)

3. izv. prof. dr. sc. Antun Jozinović

član



(potpis)

Iskreno se zahvaljujem svima koji su imali bilo kakav doprinos u izradi ovog diplomskog rada. Posebno se zahvaljujem prof. dr. sc. Jurislavu Babiću na prihvaćenom mentorstvu i izv. prof. dr. sc. Antunu Jozinoviću na stručnim savjetima, strpljenju i vođenju prilikom izrade eksperimentalnog djela rada čime je unaprijeđena kvaliteta diplomskog rada.

Zahvaljujem se svim profesorima, asistentima i tehničarima koji su sudjelovali u mom obrazovanju na trudu, strpljenju i prenesenom znanju.

Posebnu zahvalnost dugujem roditeljima što su mi omogućili školovanje, pružili ljubav i bili podrška tijekom čitavog školovanja. Također se zahvaljujem svim prijateljima, kolegicama i kolegama koji su mi olakšali i uljepšali studentske dane.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. SIROVINE ZA PROIZVODNJU KREM PROZVODA	4
2.1.1. Kokosova mast	4
2.1.2. Palmina mast	5
2.1.3. Mlijeko u prahu	6
2.1.4. Šećer	7
2.1.5. Lješnjak	8
2.1.6. Kakaov prah.....	9
2.1.7. Lecitin.....	10
2.1.8. Vanilin	11
2.1.9. Sol.....	11
2.1.10. Bučine sjemenke.....	12
2.2. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE KREM-PROIZVODA	13
3. EKSPERIMENTALNI DIO	17
3.1. ZADATAK	18
3.2. MATERIJALI	18
3.3. METODE	18
3.3.1. Proizvodnja kakaovih krem-proizvoda s dodatkom paste od bučinih sjemenki	18
3.3.2. Određivanje boje kakaovih krem-proizvoda.....	21
3.3.3. Određivanje koloidne stabilnosti kakaovih krem-proizvoda	22
3.3.4. Određivanje teksture kakaovih krem-proizvoda	23
3.3.5. Određivanje reoloških svojstava kakaovih krem-proizvoda	24
4. REZULTATI I RASPRAVA	27
4.1. BOJA KAKAOVIH KREM-PROIZVODA S DODATKOM PASTE BUČINIH SJEMENKI	28
4.2. KOLOIDNA STABILNOST KREM-PROIZVODA	29
4.3. TEKSTURA KREM-PROIZVODA	30
4.4. REOLOŠKA SVOJSTVA KREM-PROIZVODA	32
5. ZAKLJUČCI	37
6. LITERATURA	39

1. UVOD

Krem-proizvodi definirani su Pravilnikom o proizvodima sličnim čokoladi, krem-proizvodima i bombonskim proizvodima (NN73/2005, NN 69/2008, NN 141/2013). Prema tom Pravilniku proizvodi slični čokoladi dobivaju se od smjese kakaovog praha ili kakaovog praha smanjene mast, pojedinačno ili u kombinaciji, šećera, biljnih masnoća, mlijeka ili mliječnih proizvoda i aditiva.

Krem-proizvodi dobivaju se odgovarajućim tehnološkim procesom od šećera, mliječnih proizvoda, biljnih masnoća, kakaovih proizvoda, drugih sirovina i aditiva. Prema svojoj konzistenciji krem-proizvodi moraju biti mazivi. Krem-proizvodi na tržište se mogu stavljati pod sljedećim nazivima:

- kakaov krem-proizvod,
- lješnjak, kikiriki, badem ili sličan krem-proizvod,
- mliječni krem-proizvod i
- krem-proizvod s dodatkom.

Prema Pravilniku (NN 73/2005, NN 69/2008, NN 141/2013), mliječni krem-proizvod mora sadržavati najmanje 15 % suhe tvari iz mlijeka i 25 % ukupne masnoće računato na gotov proizvod. Kakaov krem-proizvod mora sadržavati najmanje 25 % ukupne masnoće i 4 % bezmasne suhe tvari računato na gotov proizvod. Lješnjak, kikiriki, badem ili sličan krem-proizvod dobiven je iz kakaovog krem-proizvoda ili mliječnog krem-proizvoda uz dodatak po kojem nosi ime. Krem-proizvod s dodatkom dobiven je od mliječnog krem-proizvoda ili kakaovog krem-proizvoda uz dodatak različitih sastojaka (Pravilnik o proizvodima sličnim čokoladi, krem-proizvodima i bombonskim proizvodima NN 73/2005, NN 69/2008, NN 141/2013).

2. TEORIJSKI DIO

2.1. SIROVINE ZA PROIZVODNJU KREM PROZVODA

Kao što je u uvodu navedeno, Pravilnikom o proizvodima sličnim čokoladi, krem-proizvodima i bombonskim proizvodima (NN 73/2005, NN 69/2008, NN 141/2013) definirane su osnovne sirovine za proizvodnju krem-proizvoda. Kao sirovine za proizvodnju koriste se biljne masnoće, mliječni proizvodi, šećeri, kakaovi proizvodi, aditivi i druge sirovine.

2.1.1. Kokosova mast

Kokosova mast (**Slika 1**) dobiva se iz plodova kokosove palme (*Cocos nucifera* L.) koja zahtijeva visoke temperature za uzgoj i raste u tropskim i subtropskim krajevima, pa su tako najznačajniji proizvođači: Filipini, Šri Lanka, Malezija i Indonezija. Stanovnici Šri Lanke zbog velikog uzgoja kokosove palme u svojoj prehrani koriste 80 % kokosove masti od ukupne količine unesenih masti (Amarasiri i Dissanayake, 2006). Kokosova mast proizvodi se na način da se najprije ukloni ljuska s kokosovog oraha, a zatim se kokosovo meso suši direktno na suncu ili pomoću vrućeg zraka. Ukoliko se za sušenje koristi vrući zrak, on se često zagrijava spaljivanjem prethodno skinute ljuske. Kokosova mast uklanja se zatim iz mesa prešanjem ili ekstrakcijom pomoću heksana (da Silva Lima i Block, 2019).

Tablica 1 Sastav masnih kiselina kokosove i palmine masti

Masne kiseline	Kokosova mast (%) (da Silva Lima i Block, 2019)	Palmina mast (%) (O'Brien, 2003)
Kaprilna	7,8	0
Dekanska	6,7	0
Laurinska	47,5	0,2
Miristinska	18,1	1,1
Palmitinska	8,8	40,0
Stearinska	2,6	4,5
Oleinska	6,2	39,2
Linolna	1,6	10,1

Kao što se vidi iz **Tablice 1**, u kokosovoj masti prevladava laurinska kiselina te se ubraja u skupinu laurinskih masti koje su pri sobnoj temperaturi krutine, ali se brzo topi na tjelesnoj temperaturi. Kokosovu mast čini preko 90 % zasićenih masnih kiselina, što joj daje dobru oksidativnu stabilnost. Zbog niske točke tališta koristi se u konditorskoj industriji i proizvodnji dječje hrane jer je bogata srednjelančanim masnim kiselinama (O'Brien, 2003).



Slika 1 Kokosova mast (web izvor 1)

2.1.2. Palmina mast

Palma uljarica latinskog naziva *Elaeis guineensis* koristi za proizvodnju palmine masti. *Elaeis guineensis* potječe iz zapadne Afrike, a danas se najviše uzgaja u suptropskim i tropskim krajevima Malezije i Indonezije. Za proizvodnju palmine masti koriste se plodovi vidljivi na **Slici 2**, koji rastu u obliku grozdova. Pri sobnoj temperaturi palmina mast je u polukrutom stanju i čine ju većim dijelom trigliceridi palmitinske i oleinske kiseline. Kao što je vidljivo iz **Tablice 1**, palmina mast sadrži približno jednaku količinu zasićenih i nezasićenih masnih kiselina (O'Brien, 2003).



Slika 2 Plod palme uljarice (web izvor 2)

2.1.3. Mlijeko u prahu

Prema Pravilniku o ugušćenom (kondenziranom) mlijeku i mlijeku u prahu (NN 80/2007, NN 34/2011) mlijeko u prahu je proizvod dobiven uklanjanjem vode iz mlijeka, vrhnja, djelomično ili potpuno obranog mlijeka u kojem maseni udio vode iznosi najviše 5 % mase konačnog proizvoda. Mlijeko u prahu koje se stavlja na tržište može biti:

- ekstra-masno mlijeko u prahu u kojem je maseni udio masti najmanje 42 %,
- punomasno mlijeko u prahu kod kojeg je maseni udio masti od 26 % do 42 %,
- djelomično obrano mlijeko u prahu je mlijeko u prahu kod kojeg je maseni udio masti od 1,5 % do 26 % i
- obrano mlijeko u prahu (**Slika 3**) kod kojeg maseni udio masti iznosi najviše 1,5 % (Pravilnik o ugušćenom (kondenziranom) mlijeku i mlijeku u prahu, NN 80/2007, NN 34/2011).



Slika 3 Obrano mlijeko u prahu

Kod mlijeka u prahu voda se uklanja sušenjem na valjcima ili sušenjem raspršivanjem. Sušenje na valjcima češće se upotrebljava za proizvodnju obranog mlijeka u prahu, a provodi se pomoću dva šuplja valjka čija je unutrašnjost grijana na 130 – 150 °C. Mlijeko se nanosi u tankom sloju na valjke, a kada se osuši skida se pomoću noža (Lučan Čolić, 2022). Sušenje raspršivanjem provodi se na način da se mlijeko pomoću mlaznica rasprši u komoru za sušenje, u obliku sitnih

kapljica, gdje se suši pomoći vrućeg zraka temperature 180 – 300 °C. Vrijeme sušenja ovisi o početnoj vlažnosti mlijeka i željenoj količini vlage u finalnom proizvodu, pa tako sušenje raspršivanjem traje od 20 do 60 sekundi. Na kraju procesa osušeno mlijeko u prahu odvaja se od struje vrućeg zraka pomoću ciklona (Schuck, 2002).

2.1.4. Šećer

Šećer u prahu (**Slika 4**) dobiva se mljevenjem saharoze. Pod pojmom šećer smatra se saharoza, a ostali nazivi za saharozu su kuhinjski šećer i običan šećer. Saharoza je najzastupljeniji zaslađivač u prehrambenoj industriji. Njena molekulska formula je $C_{12}H_{22}O_{11}$ i ubraja se u skupinu disaharida, jer se sastoji od molekula glukoze i fruktoze koje su povezane glikozidnom vezom. Djelovanjem kiseline ili enzima dolazi do razdvajanja molekule saharoze na glukozu i fruktozu. Tako nastala smjesa glukoze i fruktoze naziva se invertni šećer (Krüger, 1994). Saharoza je topiva u vodi, a njezina topivost povećava se s povećanjem temperature. Točka tališta saharoze nalazi se pri 185 °C do 186 °C, a iznad 200 °C dolazi do njene karamelizacije. Glavne sirovine za proizvodnju šećera su šećerna repa (*Beta vulgaris*) iz koje se dobiva oko 30 % ukupno proizvedenog šećera u svijetu i šećerna trska (*Saccharum officinarum*) iz koje se dobiva oko 70 % ukupno proizvedenog šećera. Zbog lošeg utjecaja na zdravlje čovjeka i jer hrana koja sadrži veći postotak šećera ima visoku energetska vrijednost, saharoza se danas pokušavan zamijeniti drugim tvarima koje daju sladak okus poput šećernih alkohola i umjetnih sladila. Šećerni alkoholi imaju manju energetska vrijednost od saharoze i obično se koriste u kombinaciji s drugim sladilima. Najpoznatiji šećerni alkoholi su ksilitol, sorbitol i manitol. Umjetna sladila nemaju energetska vrijednost a najpoznatija su acesulfam K, sukraloza, ciklamat i saharin (Beckett, 2009).



Slika 4 Šećer u prahu

2.1.5. Lješnjak

Lješnjak (Slika 5) pripada u skupinu orašastog voća, a plod je lijeske koja pripada rodu *Corylus*. Lijeska je listopadna biljka koja raste u obliku grmova ili niskog drveća. Plodovi lijeske zaštićeni su ljuskom i dozrijevaju u kolovozu i rujnu. Najveći svjetski proizvođači lješnjaka su Turska i Italija, koje zajedno proizvode više od 80 % lješnjaka, zatim slijede SAD, Azerbajdžan, Španjolska i Kina (Fideghelli i De Salvador, 2009).



Slika 5 Lješnjak

Oko 90 % ukupno proizvedenog lješnjaka koristi se u prehrambenoj industriji, gdje se najviše koristi u čokoladnoj industriji (80 %) i slastičarstvu (15 %). Glavni razlog upotrebe lješnjaka u prehrambenoj industriji je što daje poželjan okus i teksturu proizvodima (Vrtodušić i sur., 2022). Lješnjak predstavlja nutritivno bogatu hranu jer daje 2629 kJ energije na 100 grama lješnjaka. Jezgra lješnjaka odličan je izvor masnih kiselina kojih ima 50 – 73 %, zatim sadrži bjelančevina 10 – 24 %, ugljikohidrata 10 – 22 %, prehrambenih vlakana 1 – 3 % i minerale, poput kalcija, magnezija i kalija. Među masnim kiselinama prevladava oleinska kiselina s udjelom od 79 %, zatim slijedi linolna s udjelom od 13 % i stearinska u udjelu od 5,3 % (Köksal i sur., 2006). Lješnjak se koristi za proizvodnju čokolade, namaza, sladoleda, u snack proizvodima i za proizvodnju ulja. Iz zdravstvenog aspekta lješnjak smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti, smanjuje razinu kolesterola u krvi i povećava čvrstoću kostiju (Ros, 2010).

2.1.6. Kakaov prah

Kakaov prah (**Slika 6**) dobiva se mljevenjem kakao-pogače i ekspeler kakao-pogače, koje zaostaju prilikom prešanja kakaovog maslaca i kakaove mase. Kakao-pogača dobiva se prešanjem pomoću hidraulične preše, a ekspeler kakao-pogača prešanjem pomoću pužne preše. U konditorskoj industriji ekspeler kakaov prah ne upotrebljava se zbog manje kvalitete. Kakaov prah sadrži najmanje 20 % kakaovog maslaca, računato na suhu tvar, kakaov prah smanjene masti manje od 20 % kakaovog maslaca na suhu tvar proizvoda (Pravilnik o kakau i čokoladnim proizvodima, NN 73/2005), dok nemasni kakaov prah sadrži najviše 10 % kakaovog maslaca (Ačkar, 2022). Postupak proizvodnje kakaovog praha započinje tako da se kakaova pogača ohladi na temperaturu 30 – 35 °C, jer pogača nakon prešanja u hidrauličnoj preši ima temperaturu 70 – 80 °C. Hlađenje se provodi s ciljem povećanja tvrdoće pogače i sprječavanja lijepljenja pogače prilikom usitnjavanja. Usitnjavanje se provodi u dva koraka. Prvo usitnjavanje se provodi u drobilici, kako bi se veličina pogače smanjila ispod 3 centimetra. Zatim se provodi fino mljevenje u mlinovima čekićarima. U toj fazi razvija se toplina koju je potrebno konstantno odvoditi kako bi u kakaovom prahu nastali poželjni stabilni β -kristali kakaovog maslaca. Ukoliko temperiranje u toj fazi nije provedeno pri odgovarajućoj temperaturi kakaov prah postane svjetlije boje, jer dolazi do cvjetanja masti. Kakao u prahu koristi se za proizvodnju sladoleda, pudinga, krem-proizvoda, proizvoda sličnih čokoladi i kolača (Beckett, 2009).



Slika 6 Kakaov prah

2.1.7. Lecitin

Lecitin je amfipatska molekula, što znači da na jednom kraju ima hidrofilnu skupinu, a na drugome kraju hidrofobnu skupinu. Zbog takve građe molekule ima odlična emulgirajuća svojstva te služi za miješanje tvari koje se inače ne miješaju. Upravo to svojstvo odgovorno je za njegovu primjenu u prehrambenoj industriji. Izvor lecitina su žumanjak jajeta, suncokretovo ulje i soja. Komercijalni sojin lecitin prikazan na **Slici 7** sastoji se od 34 % triglicerida, 65 – 75 % fosfolipida, male količine pigmenata, sterola i ugljikohidrata. Od fosfolipida prisutni su fosfatidilkolin (29 – 46 %), fosfatidilinositol (13 – 21 %) i fosfatidiletanolamin (21 – 34 %) (Deng, 2021).



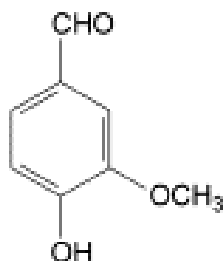
Slika 7 Sojin lecitin u prahu (web izvor 3)

U prehrambenoj industriji primjenjuje se u malim količinama u hrani, a može se naći kao emulgator u majonezi, margarinu, čokoladi, pekarskim proizvodima, sladoledu i prerađevinama

od mesa. U neprehranbenoj industriji koristi se kod krema za sunčanje, šampona, sapuna i kod deterdženata. Budući da se fosfolipidi nalaze u značajnoj količini u tkivu mozga, farmaceutska industrija ih upotrebljava za liječenje neuroloških poremećaja i drugih bolesti živčanog sustava (Rogulj, 2016).

2.1.8. Vanilin

Vanilin prikazan na **Slici 8** predstavlja trivijalno ime za spoj pod imenom 4-hidroksi-3-metoksibenzaldehid, koji predstavlja glavnu komponentu arome vanilije. Prirodnim putem se ekstrahira iz mahune tropske orhideje vanilije (*Vanilla planifolia*). Mahune vanilije danas se proizvode na području Madagaskara i Indonezije, a svaka mahuna sadrži od 2 % do 3 % vanilina. Budući da je aroma vanilije glavna aroma u svijetu i intenzivno se koristi, prirodnim putem godišnje se proizvodi svega 0,5 % vanilina od ukupne količine koja se koristi (Walton i sur., 2000). Ostatak vanilina sintetizira se kemijskim putem. Vanilin se jako puno koristi u prehrambenoj industriji u proizvodnji sladoleda, čokolada i konditorskih proizvoda. U neprehranbenoj industriji koristi se za proizvodnju mirisa, sredstava protiv pjenjenja, u farmaceutskoj industriji te u osvježivačima zraka (Walton, Mayer i Narbad, 2003).



Slika 8 Kemijska struktura vanilina (Walton, Mayer i Narbad, 2003)

2.1.9. Sol

Natrijev klorid ili sol (**Slika 9**) koristi se u prehrambenoj industriji jer daje slan okus proizvodima, potiče apetit i na taj način poboljšava okus proizvoda. Uz to može inhibirati druge loše okuse i gorčinu (Beauchamp i Stein, 2008). Ioni natrija sudjeluju u mnogim fiziološkim procesima poput održavanja acidobazne ravnoteže i u radu živčanog sustava. Prekomjeren unos soli može uzrokovati hipertenziju i kardiovaskularne bolesti. Preko 75 % unosa natrija u razvijenim zemljama dolazi iz prerađene hrane i iz restorana, pa Svjetska zdravstvena

organizacija potiče prehrambenu industriju da smanji količinu natrijeva klorida u svojim proizvodima (Dötsch i sur., 2009).



Slika 9 Sitna morska sol (web izvor 4)

2.1.10. Bučine sjemenke

Bundeve su rasprostranjene po cijelome svijetu, pa se tako mogu naći od Kine pa sve do Južne Amerike. U Europi se najviše uzgajaju u Austriji i na području Štajerske, gdje se proizvodi i najveća količina bučinog ulja. Za proizvodnju ulja najčešće se koristi sorta *Cucurbita pepo var. Styriaca*, jer ona daje sjemenke bez ljuske koje se nazivaju golice (Slika 10). Sjemenke buče sadrže 42 – 50 % ulja, 30 – 33 % bjelančevina i 6 – 8 % vode. Bučino ulje sadrži visok udio nezasićenih masnih kiselina, od kojih se posebno ističe linolna kiselina, čiji udio iznosi 46 % od ukupnog ulja i oleinska kiselina, čiji je udio 36 %. Ovo ulje predstavlja izvor vitamina topivih u mastima (A, D, E i K), bogato je karotenoidima, fenolima i sterolima. Zelena boja ulja potječe od povećane koncentracije klorofila. Bučino ulje ima pozitivan utjecaj na zdravlje, jer predstavlja izvor esencijalnih masnih kiselina, a služi i u prevenciji kardiovaskularnih bolesti, jer snižava razinu kolesterola u krvi (Delaš, 2010).



Slika 10 Sjemenka golice (web izvor 5)

2.2. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE KREM-PROIZVODA

Krem-proizvodi proizvode se na jednakim proizvodnim linijama kao i čokolada. Razlika u proizvodnji krem-proizvoda i čokolade je ta što se u proizvodnji krem-proizvoda umjesto kakaove mase koristi nemasni nealkalizirani kakaov prah koji sadrži minimalno 10 % kakaovog maslaca, a maksimalno 17,5 % kakaovog maslaca. Glavne sirovine za proizvodnju krem-proizvoda su kakaov prah, biljne masti, šećer, mlijeko u prahu, emulgatori i arome. Kao najvažniji koraci u procesu proizvodnji krem-proizvoda ističu se:

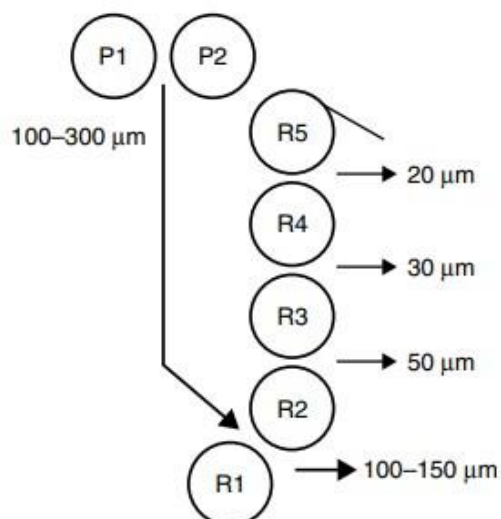
- miješanje,
- valcanje i
- končiranje (Ačkar, 2022).

Sam postupak proizvodnje započinje vaganjem određene količine sirovina propisane recepturom, nakon čega se priprema zamjes. Ukoliko se zamjes priprema u tvornicama malih kapaciteta on se provodi u melanžerima ili šaržnim miješalicama na način da se najprije dodaju masti koje se otope pri 50 °C, a zatim se dodaju ostale praškaste komponente poput šećera u prahu i mlijeka u prahu. Melanžer prikazan na **Slici 11** služi za pripremu i homogenizaciju zamjesa. Sastoji se od rotirajuće posude unutar koje se nalaze dva rotirajuća valjka od granita. Razmak između dna i valjaka može se podešavati, čime se regulira stupanj usitnjavanja i homogenizacija. Dobivena smjesa prenosi se u sljedeću fazu proizvodnje pomoću pužnog transportera. Ukoliko se proizvodnja odvija u pogonima većih kapaciteta, miješanje se odvija u kontinuiranim gnjetilicama oko 15 minuta pri 50 °C, čime se dobije smjesa donekle čvrste strukture i plastične konzistencije (Afoakwa, 2014).



Slika 11 Melanžer (web izvor 6)

U sljedećem koraku proizvodnje provodi se proces koji se naziva valcanje. Njime se usitnjavaju krute čestice bezmasne suhe tvari krem-proizvoda pomoću odgovarajućih mlinova. Cilj valcanja je postizanje odgovarajuće teksture proizvoda kako bi došlo do postizanja punoće okusa i potpunog topljenja proizvoda u ustima. Ovaj korak odvija se u kugličnim mlinovima ili se može provesti u mlinovima s valjcima (Ačkar, 2022). Ako se koriste mlinovi s valjcima valcanje se provodi u dvije faze, a to su predvalcanje na dvovaljcima i valcanje na petovaljcima. Svi valjci su dužine 2,5 metara i promjera 40 centimetara, a njihova unutrašnjost je ispunjena toplom vodom kako bi se održavala odgovarajuća temperatura tijekom procesa. Kao što je prikazano na **Slici 12**, dvovaljcima (P1 i P2) se veličina čestica smanjuje na 100 – 300 μm , čime se povećava učinkovitost i kapacitet petovaljaka za 10 – 25 % (Beckett, 2009). Prvi valjak (R1) postavljen je pod određenim kutom u odnosu su na drugi valjak (R2) i on određuje protok i krajnju veličinu čestica krem-proizvoda. Protok između ta dva valjka može se mijenjati promjenom brzine valjaka uz konstantan razmak između njih ili promjenom razmaka između valjaka uz konstantnu brzinu valjaka. Ostala četiri valjka (R2, R3, R4 i R5) posložena su okomito jedan na drugi i svaki sljedeći u nizu ima veću brzinu okretanja. Na kraju posljednjeg valjka nalazi se nož koji skida usitnjenu masu s valjka. Do usitnjavanja dolazi zbog pritiska između valjaka i smicanja koje je posljedica različite brzine valjaka (Afoakwa, 2014).



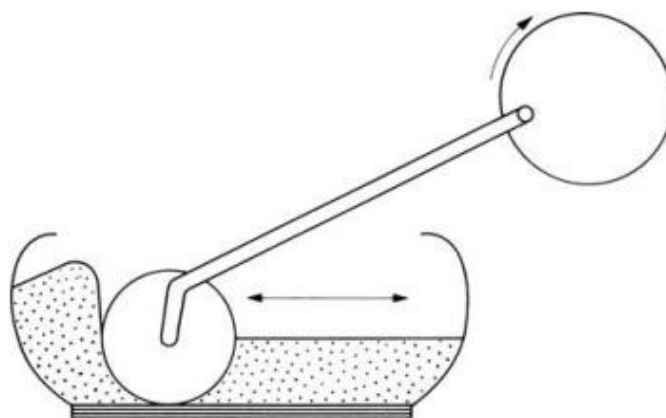
Slika 12 Princip valcanja (Beckett, 2009)

Končiranje predstavlja završnu fazu u procesu proizvodnje čokoladne mase. Tijekom končiranja dolazi do fizikalnih i kemijskih promjena koje dovode do razvoja finalne teksture, viskoznosti i okusa krem-proizvoda. Ova faza proizvodnje provodi se na temperaturi iznad 50 °C nekoliko sati, prilikom koje nastaje suspenzija bezmasne suhe tvari mlijeka, šećera i bezmasne suhe tvari kakaovih dijelova u masti. Proces končiranja može se podijeliti u tri različite faze:

- suha faza,
- pastozna faza i
- tekuća faza (Afoakwa, 2014).

Materijal koji dolazi na končiranje je praškaste strukture, a tijekom suhe faze materijal se zagrijava i postaje mrvičasta masa. Tijekom ove faze dolazi do isparavanja vode te se udio vlage s početnih oko 1,6 % smanjuje na 0,5 % za što je potrebno dobro prozračivanje (Beckett, 2009). U ovoj fazi osim isparavanja vode dolazi i do gubitka nepoželjnih hlapljivih spojeva, poput hlapljivih kiselina, kratkolančanih masnih kiselina i gubitka 80 % hlapljivih polifenola (Barišić i sur., 2019). Tijekom pastozne faze dolazi do povećanja temperature zbog energije unesene miješanjem. U ovoj fazi temperatura postaje optimalna za razvoj čokoladne arome te je potrebno održavati idealnu temperaturu pomoću vodenog omotača oko končice. Smjesa postaje pastozna zbog smanjenja viskoznosti, a to smanjenje viskoznosti uzrokovano je oblaganjem krutih čestica masnoćom. Završna tekuća faza traje kratko te se u njoj dodaju emulgatori i željene arome. Zbog dodatka emulgatora dolazi do daljnjeg smanjenja viskoznosti i

homogenizacije mase, a pastozna masa prelazi u tekuće stanje. Proces končiranja provodi se u uređajima koji se nazivaju konče, a mogu biti izvedene kao šaržne i kontinuirane konče. Primjeri šaržnih konči su uzdužna konča prikazana na **Slici 13** i rotacijska Carle–Montanari Clover konča, a kao kontinuirana konča koristi se Tourell konča (Beckett, 2009).



Slika 13 Uzdužna konča (Beckett, 2009)

Kod proizvodnje čokolade nakon končiranja slijedi temperiranje, ali kod proizvodnje kakaovih krem-proizvoda taj korak se preskače i odmah se prelazi na punjenje. Temperiranje se ne provodi budući da se u proizvodnji kakaovih krem-proizvoda umjesto kakaovog maslaca koriste biljne masnoće koje su netemperirajuće. Punjenje se u industrijskim uvjetima odvija automatski pomoću punilica koje doziraju kakaov krem-proizvod u plastičnu ili staklenu ambalažu. Za zatvaranje ambalaže koriste se plastični ili metalni čepovi. Nakon punjenja konačan proizvod pakira se u kartonske kutije i skladišti na paletama u podnim ili regalskim skladištima. Skladištenje se odvija pri temperaturnim uvjetima od 15 do 18 °C, a relativna vlažnost zraka mora biti oko 50 % (Pukec, 2021).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Cilj ovog diplomskog rada bio je u laboratorijskim uvjetima proizvesti kakaov krem-proizvod na bazi lješnjakove paste s dodatkom različitih udjela paste od bučinih sjemenki. Proizvedenim krem-proizvodima zatim se određuju svojstva kao što su boja, koloidna stabilnost, tekstura i reološka svojstva, kako bi se utvrdio utjecaj dodatka i povećanja udjela bučine paste u kakaovom krem-proizvodu.

3.2. MATERIJALI

Prilikom proizvodnje kakaovih krem-proizvoda s dodatkom paste od bučinih sjemenki korištene su sljedeće sirovine:

- kakao u prahu (Kandit d.o.o., Hrvatska)
- šećer u prahu (Franck d.o.o., Hrvatska)
- kokosova mast (Zvijezda plus d.o.o., Hrvatska)
- bučine sjemenke (na tržište stavlja Metro Cash and Carry, Hrvatska)
- lješnjak (PP Orahovica d.o.o., Hrvatska)
- bučino ulje (OPG Luka Ivoš, Hrvatska)
- palmina mast
- obrano mlijeko u prahu (Dukat d.d., Hrvatska)
- sol (Solana Pag d.d., Hrvatska)
- lecitin (stavlja na tržište Zadruga Z BILJA, Hrvatska)
- vanilin

3.3. METODE

3.3.1. Proizvodnja kakaovih krem-proizvoda s dodatkom paste od bučinih sjemenki

Sam proces proizvodnje kakaovih krem-proizvoda započinje tako da se izvaže propisana količina svih sastojaka potrebnih za proizvodnju prema pojedinoj recepturi, koje su vidljive u

Tablici 2. Proizvodnja kakaovih krem-proizvoda odvija se u laboratorijskom kugličnom mlinu prikazanom na **Slici 14**. Mlin se sastoji od centralno postavljene posude od nehrđajućeg čelika s duplom stijenkom između kojih tijekom proizvodnje cirkulira voda zagrijana na 50 °C kako bi se održavala konstantna temperatura tijekom proizvodnje. Voda se zagrijava i održava joj se konstantna temperatura pomoću vodene kupelji, a cirkulacija se postiže pomoću pumpe. Unutar posude s duplom stijenkom nalazi se 3 kilograma kuglica i miješalo. Kuglice i miješalo su odgovorni za homogenizaciju i usitnjavanje sastojaka smjese. Miješalo se tijekom proizvodnje okreće brzinom podešenom na 60 Hz pomoću elektromotora snage 1,3 kW s kojim je povezano preko osovine.



Slika 14 Laboratorijski kuglični mlin

Kakaovi krem-proizvodi korišteni za izradu diplomskog rada pripremaju se u količini od 500 grama. Najprije se u kuglični mlin stavi 3 kilograma kuglica, uključi vodena kupelj i elektromotor koji pokreće miješalo. Zatim se u kuglični mlin ubace palmina i kokosova mast, te nakon što se rastope dodaju se šećer u prahu, lješnjakova i bučina pasta, bučino ulje, kakaov prah, mlijeko u prahu i sol. Smjesa se zatim miješa 2 sata, nakon čega se dodaje lecitin koji služi kao emulgator i miješanje se nastavlja još 30 minuta. Potom se dodaje vanilin i miješanje se nastavlja još pola sata kako bi ukupno vrijeme miješanja iznosilo 3 sata. Dobiveni kakaov krem-proizvod odvoji se od kuglica preko sita i proizvod se pakira u staklenke.

Tablica 2 Recepture za proizvodnju kakovih krem-proizvoda s dodatkom buče

SIROVINE	w (%)				
	Kontrolni uzorak	B-3	B-6	B-9	B-12
Šećer u prahu	52	52	52	52	52
Palmina mast	10	10	10	10	10
Kokosova mast	10	10	10	10	10
Lješnjak pasta	17	14	11	8	5
Bučina pasta	0	2,7	5,4	8,1	10,8
Bučino ulje	0	0,3	0,6	0,9	1,2
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

Prije same proizvodnje potrebno je pripremiti pastu od lješnjaka i pastu od bučinih sjemenki na način da se lješnjaci i bučine sjemenke najprije poprže u laboratorijskom pržioniku kako bi se razvila poželjna aroma. Potom se u laboratorijskom mlinu prikazanom na **Slici 15** usitnjavaju sve dok ne prijeđu u pastu.



Slika 15 Laboratorijski mlin

3.3.2. Određivanje boje kakaovih krem-proizvoda

Boja kakaovih krem-proizvoda određuje se pomoću kromametra Konica Minolta CR-400 s nastavkom za praškaste materijale prikazanog na **Slici 16**. Ovaj kromametar mjeri reflektiranu svjetlost s površine uzorka na način da se mjerna glava koja sadrži otvor promjera 8 milimetara postavi okomito na uzorak. Unutar otvora nalazi se ksenonska lampa koja šalje pulsirajuće difuzno svjetlo na površinu uzorka. Ovisno o boji uzorka, jedan dio svjetlosti se reflektira, a drugi apsorbira. Reflektiranu svjetlost s površine uzorka detektira 6 silikonskih fotoćelija (Ćurković, 2014)



Slika 16 Kromametar Konica Minolta CR-400

Neposredno prije početka određivanja boje krem-proizvoda potrebno je provesti kalibraciju uređaja na način da se mjerna glava uređaja prisloni na bijelu kalibracijsku pločicu i izvrši kalibracija. Zatim se posudica u kojoj se vrši određivanje napuni uzorkom, pokrije stakalcem i zatvori poklopcem koji na sredini ima otvor. Okomito na uzorak postavi se mjerna glava uređaja i izvrši mjerenje u mjernom sustavu $L^*a^*b^*$ i L^*Ch . Za svaki uzorak mjerenje se provodi pet puta, te se izračuna srednja vrijednost i standardna devijacija dobivenih rezultata koji se prikazuju tablično.

Ukupna promjena boje u odnosu na kontrolni uzorak određuje se pomoću formule **(1)**:

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

gdje je: ΔE – ukupna promjena boje

L^* – svjetlina

a^* – ako je ova vrijednost pozitivna nalazi se u domeni crvene boje, a ako je negativnog predznaka nalazi se u domeni zelene boje

b^* – ako je ova vrijednost pozitivna nalazi se u domeni žute boje, a ako je negativnog predznaka nalazi se u domeni plave boje

C – zasićenost boje

h – ton boje koji se nalazi u rasponu od 0° (crvena), 90° (žuta), 180° (zelena), 270° (plava) (Jozinović, 2015).

3.3.3. Određivanje koloidne stabilnosti kakaovih krem-proizvoda

Pomoću koloidne stabilnosti krem-proizvoda određuje se koliki udio ulja se izdvoji iz proizvoda prilikom destabilizacije sustava, odnosno koliko je krem-proizvod stabilan. Postupak određivanja koloidne stabilnosti krem-proizvoda provodi se u plastičnim epruvetama u koje se važe 15 grama uzorka. Epruvete s uzorcima se stavljaju u vodenu kupelj, gdje se termostatiraju 30 minuta pri temperaturi od 80°C (Slika 17). Nakon završetka termostatiranja uzorci se hlade 15 minuta na sobnoj temperaturi. Ohlađeni uzorci se centrifugiraju 20 minuta pri 2900 g u centrifugi IEC Centra-MP4R (Slika 18) koja je termostatirana na 20°C .



Slika 17 Uzorci u vodenoj kupelji

Po završetku centrifugiranja na površini uzorka se izdvoji ulje koje se dekantira. Potom se iz razlike između mase uzorka bez izdvojenog ulja i mase uzorka s izdvojenim uljem izračuna koloidna stabilnost krem-proizvoda koja predstavlja postotak izdvojenog ulja. Izračun se vrši prema formuli (2), a određivanje se provodi u dvije paralele.

$$CS = \frac{M_0}{M_U} \cdot 100 \quad (2)$$

gdje je: CS – koloidna stabilnost u %

M_0 – masa uzorka bez izdvojenog ulja u gramima

M_U – ukupna masa uzorka u gramima



Slika 18 Centrifuga IEC Centra-MP4R

3.3.4. Određivanje teksture kakaovih krem-proizvoda

Prilikom određivanja teksture krem-proizvoda zapravo se određuje njegova mazivost. U ovom diplomskom radu analiza teksture provodila se pomoću analizatora teksture TA.XT2 Plus, Stable Micro System koji je prikazan na Slici 19. Mjerenje se provodi na način da se specijalna posudica koja ima konusno udubljenje u sredini napuni uzorkom. Zatim se posudica postavi na uređaj te se mjeri sila potrebna za prodiranje konusne sonde u ispitivani uzorak. Ispitivanje se provodi u 5 paralela za svaki uzorak, a rezultati se prikazuju grafički u stupcima koji predstavljaju srednje vrijednosti mjerenja.

Mjerenje se odvija pri sljedećim uvjetima:

- maksimalna sila prodiranja iznosi 5 kilograma,
- brzina prodiranja iznosi 3 milimetra po sekundi i
- visina prodiranja iznosi 25 milimetara.



Slika 19 Analizator teksture TA.XT2 Plus, Stable Micro System

3.3.5. Određivanje reoloških svojstava kakaovih krem-proizvoda

Reološka svojstva čokoladnih masa najčešće su definiraju Casson-ovim modelom koji je prihvaćen kao službeni model od strane International Office of Cocoa, Chocolate and Confectionary – IOCCC. Casson-ovim modelom određuju se:

- τ_0 – granica tečenja prema Casson-u [Pa];
- η_p – plastični viskozitet prema Casson-u [Pas].

Reološka svojstva kakaovih krem-proizvoda u ovom diplomskom radu određena su rotacijskim reometrom HAAKE Viscotester iQ prikazanom na Slici 20. Određivanje se provodi prema IOCCC metodi na temperaturi $40 \pm 0,1$ °C mjerenjem napona smicanja u ovisnosti o brzini smicanja. Uzorak krem-proizvoda najprije se termostatira u vodenoj kupelji na 50 °C. Zagrijani uzorak prebaci se u posudicu reometra i drži u reometru na temperaturi 40 °C, 5 minuta, pri

3. Eksperimentalni dio

brzini okretaja 5 s^{-1} kako bi se uzorak homogenizirao i istisnuli eventualno zaostali mjehurići zraka iz uzorka. Potom se provodi mjerenje, pri čemu se brzina okretaja povećava od 2 do 50 s^{-1} u trajanju od 180 sekundi, zatim se brzina okretaja održava 60 sekundi na maksimalnoj brzini od 50 s^{-1} i u završnom koraku brzina okretaja se smanjuje od 50 do 2 s^{-1} također u vremenskom intervalu od 180 sekundi.



Slika 20 Rotacijski reometar HAAKE Viscotester iQ

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. BOJA KAKAOVIH KREM-PROZVODA S DODATKOM PASTE BUČINIH SJEMENKI

Boja predstavlja jedno od najvažnijih senzorskih svojstava proizvoda. Iznimno je važna za prodaju proizvoda jer ju kupac najprije zapaža i stvara sliku o prihvatljivosti i kvaliteti proizvoda.

Tablica 3 Utjecaj dodatka buče 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	
B-3	38,14 ± 0,01	9,66 ± 0,04	19,17 ± 0,02	21,47 ± 0,02	63,25 ± 0,12	1,06
B-6	37,89 ± 0,02	8,80 ± 0,02	19,29 ± 0,05	21,20 ± 0,04	65,48 ± 0,09	1,78
B-9	37,06 ± 0,01	8,41 ± 0,05	19,67 ± 0,03	21,39 ± 0,02	66,85 ± 0,14	2,68
B-12	36,61 ± 0,02	8,05 ± 0,06	19,80 ± 0,09	21,38 ± 0,07	67,87 ± 0,19	3,26

Kontrolni uzorak – sadrži samo pastu lješnjaka u koncentraciji od 17 %, B-3 uzorak – sadrži 14 % lješnjak paste, 2,7 % bučine paste i 0,3 % bučinog ulja, B-6 uzorak – sadrži 11 % lješnjak paste, 5,4 % bučine paste i 0,6 % bučinog ulja, B-9 uzorak – sadrži 8 % lješnjak paste, 8,1 % bučine paste i 0,9 % bučinog ulja, B-12 uzorak – sadrži 5 % lješnjak paste, 10,8 % bučine paste i 1,2 % bučinog ulja

Utjecaj dodataka paste od bučinih sjemenki u kakaov krem-proizvod na promjenu boje proizvoda i usporedba promjene boje u odnosu na kontrolni uzorak koji ne sadrži bučinu pastu prikazana je u **Tablici 3**. Parametar L* označava svjetlinu te što je vrijednost parametra L* bliža nuli uzorak je tamnije boje, a što je vrijednost L* veća uzorak je svjetlije boje. Iz rezultata se vidi da dodatak paste bučinih sjemenki u kakaov krem-proizvod na bazi lješnjak paste utječe na promjenu boje uzorka na način da dolazi do potamnjenja proizvoda, jer se smanjuje vrijednost parametra L* kako se povećava udio bučine paste u uzorku. Dodatkom bučine paste smanjuje se vrijednost parametra a*, ali vrijednosti ostaju pozitivne, što znači da se svi uzorci nalaze u domeni crvene boje. Do sniženja vrijednosti parametara L* i a* dolazi zbog toga što bučine sjemenke sadrže klorofil, a kako navodi Delaš (2010), klorofil se nalazi u bučinih sjemenkama u većoj koncentraciji. Parametar b* kod svih uzoraka nalazi se u domeni žute boje, jer ima pozitivnu vrijednost, a dodatkom bučine paste vrijednost parametra b* blago raste.

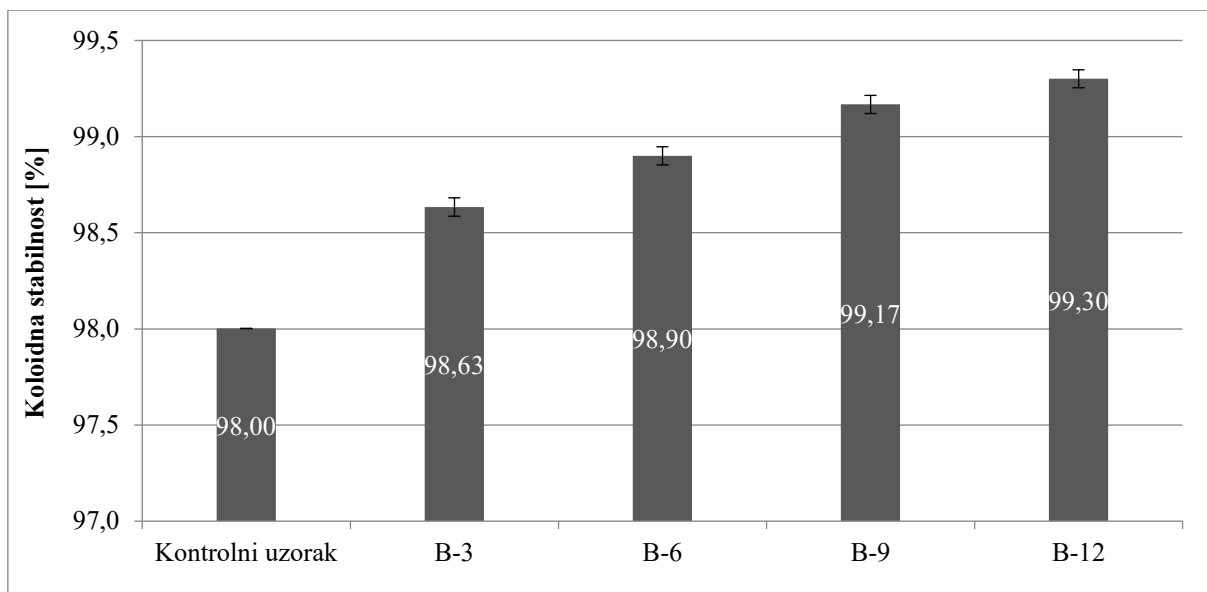
Porast vrijednosti parametra b^* posljedica je povećanja udjela karotenoida koji se nalaze u bučnim sjemenkama. Uspoređujući vrijednosti parametra b^* s istraživanjem koje je provela Tisai (2023), koja je u kakaov krem-proizvod dodala koru mandarine bogatu karotenoidima, vidljivo je kako karotenoidi imaju značajan utjecaj na povećanje parametra b^* . Zasićenost boje (parametar C) veća je kod uzoraka s dodatkom bučine paste u odnosu na kontrolni uzorak. Najveću vrijednost parametra C imao je uzorak B-3 ($21,47 \pm 0,02$), a najnižu uzorak B-6 ($21,20 \pm 0,04$). Uzorci B-9 i B-12 pokazuju približno jednaku zasićenost boje. Ton boje h° povećava se u uzorcima kako se povećava i udio bučine paste u uzorcima, jer su u njoj prisutni obojeni biljni pigmenti. Ukupna promjena boje ΔE odnosi se na promjenu boje uzoraka s dodatkom bučine paste u odnosu na kontrolni uzorak. Ukupna promjena boje ΔE može se raspodijeliti u nekoliko kategorija:

- $0 < \Delta E < 1$ – ukupna promjena boje nije vidljiva,
- $1 < \Delta E < 2$ – iskusni promatrači primijete promjenu boje,
- $2 < \Delta E < 3,5$ – neiskusni promatrači primijete razliku boje,
- $3,5 < \Delta E < 5$ – jasna je razlika u promjeni boje,
- $5 < \Delta E$ – promatrač primjećuje dvije različite boje (Mokrzycki i Tatol, 2011).

Vrijednost ukupne promjene boje ΔE proporcionalno se povećava kako se povećava udio bučine paste u uzorku, pa tako se prema Mokrzycki i Tatol (2011) može zaključiti da i neiskusni promatrači mogu primijetiti promjenu boje kod uzoraka B-9 i B-12 u odnosu na kontrolni uzorak jer je ΔE kod tih uzorka veći od 2.

4.2. KOLOIDNA STABILNOST KREM-PROIZVODA

Analizirajući rezultate koloidne stabilnosti prikazane na **Slici 21** vidljivo je da svi uzorci imaju vrlo dobru koloidnu stabilnost, a moglo bi se zaključiti da je to zbog toga što se u izradi krem-proizvoda koristio lecitin kao emulgator. Lecitin sprječava izdvajanje ulja prilikom destabilizacije sustava i time povećava koloidnu stabilnost. Uspoređujući koloidnu stabilnost kontrolnog uzorka s uzorcima gdje je dodana bučina pasta vidljivo je da dodatkom buče dolazi do linearnog povećanja koloidne stabilnosti, pa tako uzorak B-12 koji sadrži 10,8 % bučine paste i 1,2 % bučinog ulja imaju najbolju koloidnu stabilnost.



Slika 21 Utjecaj dodatka buče na koloidnu stabilnost kakaovih krem-proizvoda

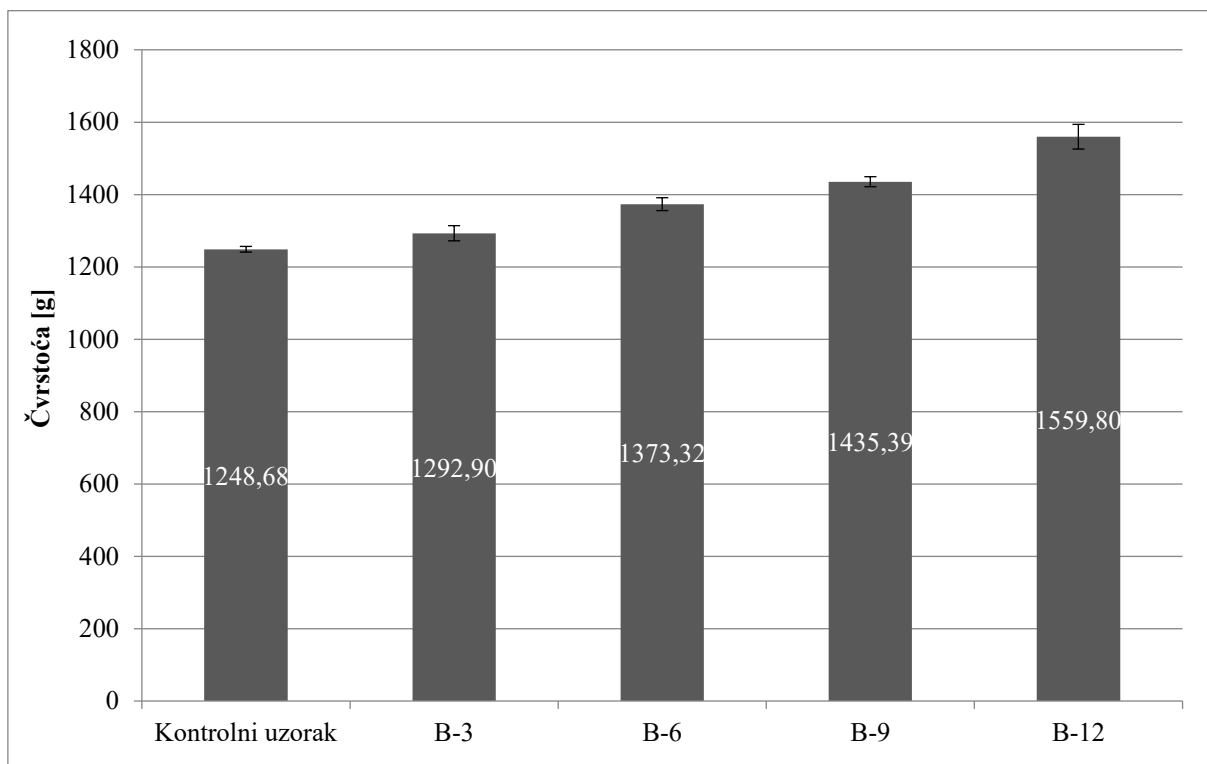
Kontrolni uzorak – sadrži samo pastu lješnjaka u koncentraciji od 17 %, B-3 uzorak – sadrži 14 % lješnjak paste, 2,7 % bučine paste i 0,3 % bučinog ulja, B-6 uzorak – sadrži 11 % lješnjak paste, 5,4 % bučine paste i 0,6 % bučinog ulja, B-9 uzorak – sadrži 8 % lješnjak paste, 8,1 % bučine paste i 0,9 % bučinog ulja, B-12 uzorak – sadrži 5 % lješnjak paste, 10,8 % bučine paste i 1,2 % bučinog ulja

Uspoređujući dobivene rezultate s drugim studijama kod kojih je ispitivana koloidna stabilnost krem-proizvoda s različitim dodacima vidljivo je da šećer kokosovog cvijeta (Šarić, 2024) smanjuje koloidnu stabilnost krem-proizvoda. Isto tako dodatak kore mandarine (Tisai, 2023) u kakaov krem-proizvod dovodi do smanjenja koloidne stabilnosti. U istraživanju u kojem je u krem-proizvod dodana kakaova ljuska i kazein (Pukec, 2021) došlo je do povećanja koloidne stabilnosti, jer je kakaova ljuska bogat izvor vlakana, a vlakna povećavaju koloidnu stabilnost.

4.3. TEKSTURA KREM-PROIZVODA

Mjerenjem čvrstoće i otpora smicanju kakaovih krem-proizvoda pomoću analizatora teksture određuje se sila potrebna za mazanje kakaovih krem-proizvoda. Mazivost je također jedan od bitnijih parametara kvalitete konačnog proizvoda i jedan od ključnih kriterija prihvatljivosti kod potrošača. Na **Slici 22** prikazana je promjena čvrstoće uzoraka s dodatkom bučine paste u odnosu na kontrolni uzorak bez bučine paste, a na **Slici 23** promjena otpora smicanju analiziranih uzoraka. Analizirajući rezultate vidljivo je da kontrolni uzorak bez dodatka buče ima najmanju čvrstoću i otpor smicanju, što dovodi do zaključka da ujedno ima i najbolju mazivost. Dodatkom bučine paste u uzorke i povećanjem njezinog udjela u uzorcima dolazi do proporcionalnog povećanja otpora smicanju i čvrstoće uzoraka u odnosu na količinu dodane

bučine paste u uzorak. Tako uzorak B-12 koji ima najveći udio bučine paste ujedno ima i najveću čvrstoću i otpor smicanju od svih uzoraka. Kako je otpor smicanju obrnuto proporcionalan mazivosti, tako dolazimo do zaključka da se dodatkom bučine paste smanjuje mazivost kakaovih krem-proizvoda. Uzrok povećanja čvrstoće i otpora smicanju leži u različitom kemijskom sastavu jezgre lješnjaka i bučinih koštica. Jezgra lješnjaka sadrži više masnoća (50 – 73 %) i manje bjelančevina 10 – 24 % (Köksal i sur., 2006), a bučine sjemenke u svom sastavu imaju manje masnoća 42 – 50 % i više bjelančevina 30 – 33 % (Delaš, 2010).

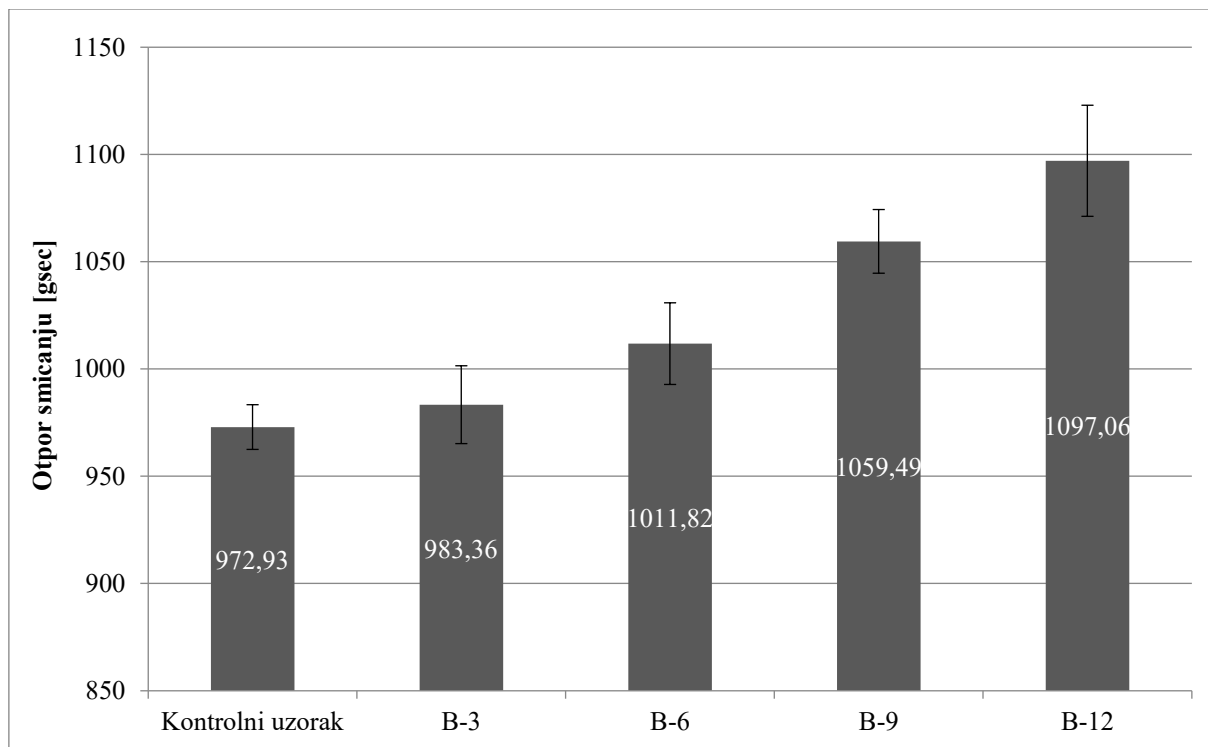


Slika 22 Utjecaj dodatka buče na čvrstoću kakaovih krem-proizvoda

Kontrolni uzorak – sadrži samo pastu lješnjaka u koncentraciji od 17 %, B-3 uzorak – sadrži 14 % lješnjak paste, 2,7 % bučine paste i 0,3 % bučinog ulja, B-6 uzorak – sadrži 11 % lješnjak paste, 5,4 % bučine paste i 0,6 % bučinog ulja, B-9 uzorak – sadrži 8 % lješnjak paste, 8,1 % bučine paste i 0,9 % bučinog ulja, B-12 uzorak – sadrži 5 % lješnjak paste, 10,8 % bučine paste i 1,2 % bučinog ulja

Uspoređujući teksturu kakaovih krem-proizvoda s drugim istraživanjima gdje su korišteni različiti dodaci prilikom proizvodnje kakaovih krem-proizvoda vidljivo je da inkapsulirani ekstrakt sjemenki grožđa povećava čvrstoću krem-proizvoda (Lončarević i sur., 2022). Zamjenom šećera u prahu s glukoznim sirupom prilikom proizvodnje krem-proizvoda dolazi do povećanja otpora smicanju, a samim tome i smanjenja mazivosti krem-proizvoda (Aydemir i sur., 2021). U istraživanju koje je proveo Šarić (2024) također dolazi do povećanja čvrstoće i

otpora smicanju ako se u krem-proizvod doda pogača od lješnjaka i šećer kokosovog cvijeta. Suprotno ovim istraživanjima, u istraživanju gdje je dodana kora mandarine (Tisai, 2023) dolazi do smanjenja čvrstoće i otpora smicanju zbog sadržaja ulja u kori mandarine čime se olakšava mazivost kakaovih krem-proizvoda.



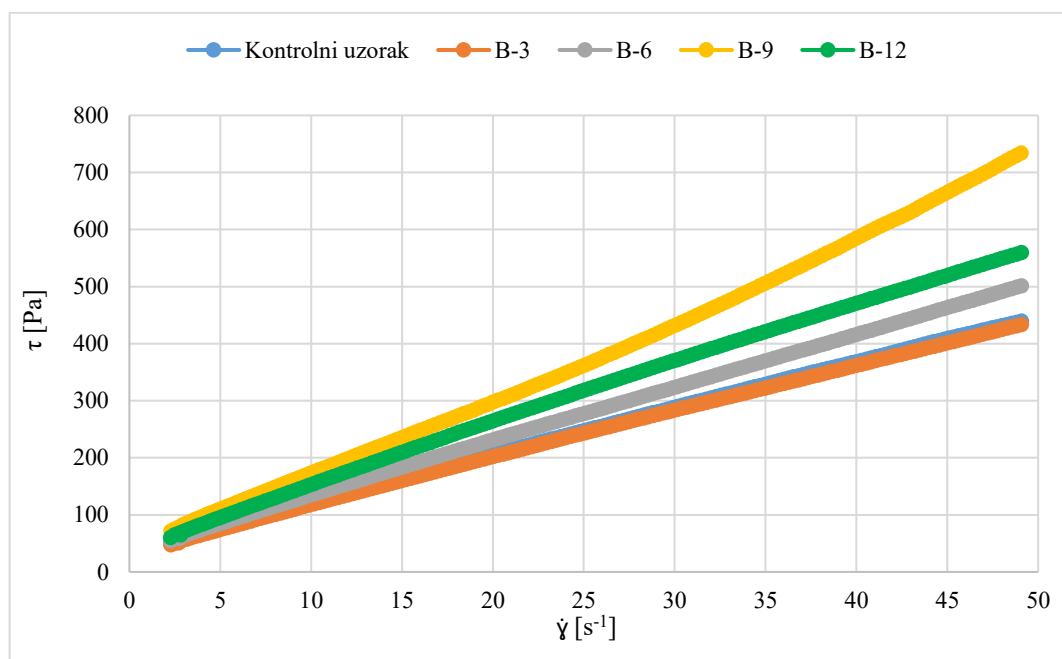
Slika 23 Utjecaj dodatka buče na otpor smicanju kakaovih krem-proizvoda

Kontrolni uzorak – sadrži samo pastu lješnjaka u koncentraciji od 17 %, B-3 uzorak – sadrži 14 % lješnjak paste, 2,7 % bučine paste i 0,3 % bučinog ulja, B-6 uzorak – sadrži 11 % lješnjak paste, 5,4 % bučine paste i 0,6 % bučinog ulja, B-9 uzorak – sadrži 8 % lješnjak paste, 8,1 % bučine paste i 0,9 % bučinog ulja, B-12 uzorak – sadrži 5 % lješnjak paste, 10,8 % bučine paste i 1,2 % bučinog ulja

4.4. REOLOŠKA SVOJSTVA KREM-PROIZVODA

Reologija je znanstvena disciplina koja se bavi tečenjem i deformacijom tekućih, praškastih i krutih granuliranih materijala. Najvažnije reološko svojstvo za tekuće i polutekuće materijale je viskoznost, a za krute materijale najvažnija reološka svojstva su elastičnost i plastičnost. Kakaovi krem-proizvodi ubrajaju se u polutekuće materijale i kod njih se proučava viskoznost, koja je definirana kao unutarnje trenje koje nastaje zbog različite brzine gibanje susjednih slojeva. Analizirajući krivulje tečenja uzlaznog mjerenja reometrom prikazane na **Slici 24** vidljivo je da krivulje tečenja, odnosno reogrami ne kreću iz ishodišta, već je potrebno postići određeni prag naprezanja kako bi se kakaov krem-proizvod doveo do tečenja. Kad se krem-

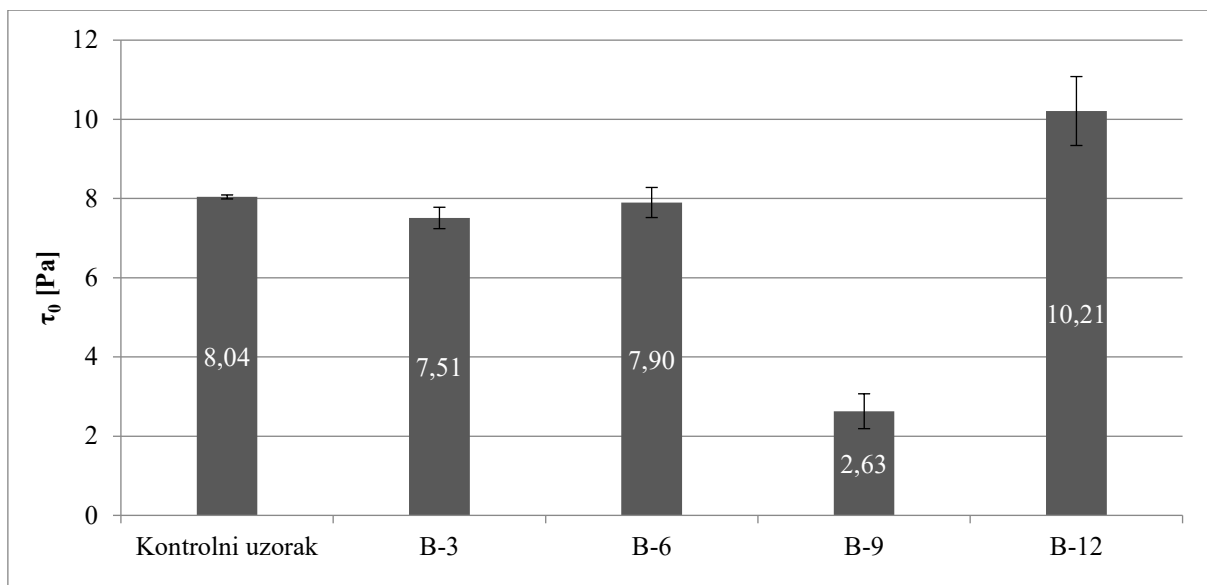
proizvod dovede do tečenja, vidljivo je, s promjenom brzine smicanja raste i napon smicanja linearno. Iz ih podataka može se zaključiti da kakaovi krem-proizvodi spadaju u grupu newtonskih binghamovskih tekućina.



Slika 24 Utjecaj dodatka buče na krivulje tečenja kakaovih krem-proizvoda

Kontrolni uzorak – sadrži samo pastu lješnjaka u koncentraciji od 17 %, B-3 uzorak – sadrži 14 % lješnjak paste, 2,7 % bučine paste i 0,3 % bučinog ulja, B-6 uzorak – sadrži 11 % lješnjak paste, 5,4 % bučine paste i 0,6 % bučinog ulja, B-9 uzorak – sadrži 8 % lješnjak paste, 8,1 % bučine paste i 0,9 % bučinog ulja, B-12 uzorak – sadrži 5 % lješnjak paste, 10,8 % bučine paste i 1,2 % bučinog ulja

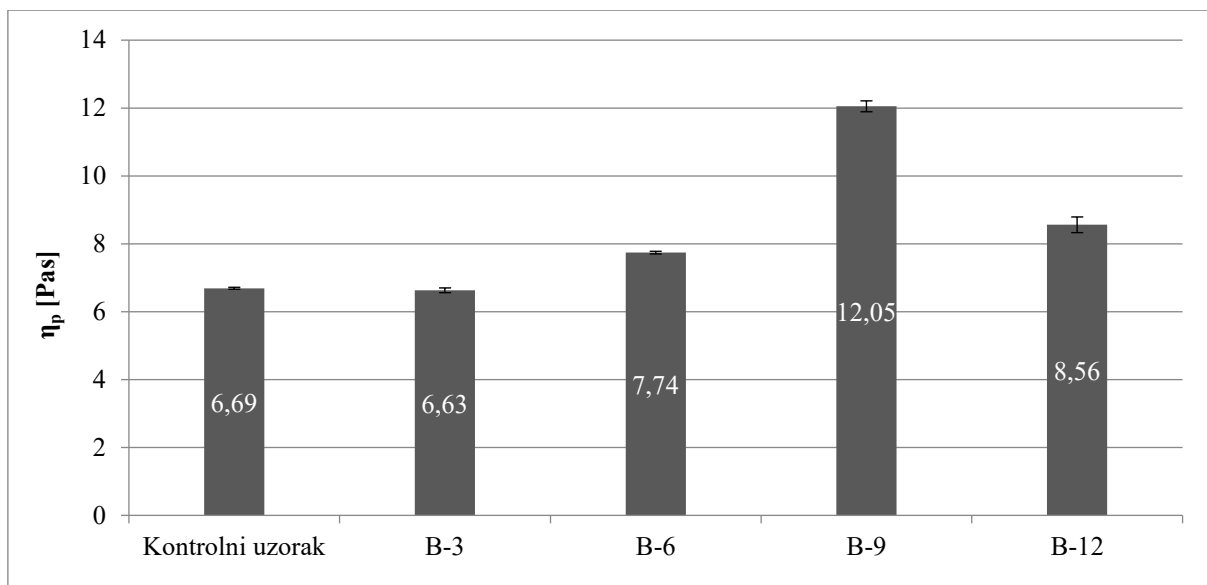
Rezultati analize granice tečenja, odnosno praga naprezanja prikazani su na **Slici 25**. Uspoređujući dodatak manje količine buče, kao što je to slučaj u uzorcima B-3 i B-6 s kontrolnim uzorkom vidljivo je da ta tri uzorka imaju približno jednaku vrijednost praga naprezanja τ_0 , pa se može zaključiti da mala količina buče ne utječe na prag naprezanja. U uzorku B-9 koji sadrži 9 % buče dolazi do smanjenja praga naprezanja, čime se taj krem-proizvod lakše dovodi do tečenja. Uzorak B-12 s 12% buče pokazuje najveću vrijednost praga naprezanja, što dovodi do zaključka da je njega najteže dovesti do tečenja.



Slika 25 Utjecaj dodatka buče na vrijednosti granice tečenja prema Casson-u

Kontrolni uzorak – sadrži samo pastu lješnjaka u koncentraciji od 17 %, B-3 uzorak – sadrži 14 % lješnjak paste, 2,7 % bučine paste i 0,3 % bučinog ulja, B-6 uzorak – sadrži 11 % lješnjak paste, 5,4 % bučine paste i 0,6 % bučinog ulja, B-9 uzorak – sadrži 8 % lješnjak paste, 8,1 % bučine paste i 0,9 % bučinog ulja, B-12 uzorak – sadrži 5 % lješnjak paste, 10,8 % bučine paste i 1,2 % bučinog ulja

Rezultati analize plastične viskoznosti prema Casson-u (**Slika 26**) pokazuju da uzorak B-3 ima približno jednaku vrijednost plastične viskoznosti kao i kontrolni uzorak, što dovodi do zaključka da mala količina buče ima zanemariv utjecaj na plastičnu viskoznost, jednako kao i na granicu tečenja. Daljnjim povećanjem udjela buče dolazi do povećanja plastične viskoznosti prema Casson-u, a uzorak B-9 s 9 % buče ima najveću vrijednost plastične viskoznosti. Razlog povećanja vrijednosti granice tečenja i plastične viskoznosti prema Cassonu-u jest u tome što se zamjenom lješnjakove paste s bučinom pastom povećava udio bjelančevina. Kako navodi Šarić (2024), povećanjem udjela krupnih krutih čestica bitno se povećava viskoznost, jer veće čestice pružaju veći otpor tečenju proizvoda. Uspoređujući plastičnu viskoznost s rezultatima drugih istraživanja u kojima je u krem-proizvod dodana kora mandarine (Tisai, 2023), šećer kokosovog cvijeta i pogača od lješnjaka (Šarić, 2024), inkapsulirani ekstrakt sjemenki grožđa (Lončarević i sur., 2022), vidljivo je da se u svim istraživanjima povećava vrijednost plastične viskoznosti prema Casson-u, jer se u svima njima dodaju krute čestice koje povećavaju plastičnu viskoznost.



Slika 26 Utjecaj dodatka buče na vrijednosti plastične viskoznosti prema Casson-u

Kontrolni uzorak – sadrži samo pastu lješnjaka u koncentraciji od 17 %, B-3 uzorak – sadrži 14 % lješnjak paste, 2,7 % bučine paste i 0,3 % bučinog ulja, B-6 uzorak – sadrži 11 % lješnjak paste, 5,4 % bučine paste i 0,6 % bučinog ulja, B-9 uzorak – sadrži 8 % lješnjak paste, 8,1 % bučine paste i 0,9 % bučinog ulja, B-12 uzorak – sadrži 5 % lješnjak paste, 10,8 % bučine paste i 1,2 % bučinog ulja

5. ZAKLJUČCI

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

1. Dodatak paste bučinih sjemenki utječe na teksturu kakaovih krem-proizvoda na način da se povećanjem udjela paste bučinih sjemenki u proizvodu proporcionalno povećava i čvrstoća i otpor smicanju, čime se smanjuje mazivost krem-proizvoda.
2. Prilikom dodatka male količine paste bučinih sjemenki dolazi do neprimjetne promjene boje krem-proizvoda, a kod većih udjela paste bučinih sjemenki veća je i promjena boje krem-proizvoda, pa ona postaje vidljiva golim okom. Zbog prisutnosti klorofila i ostalih obojenih pigmenata u buči, njezinim dodatkom krem-proizvod postaje tamniji i povećava mu se ton boje.
3. Koloidna stabilnost kakaovih krem-proizvoda s dodatkom bučine paste veća je u usporedbi s kontrolnim uzorkom bez bučine paste. Također, povećanjem udjela buče u kakaovim krem-proizvodima linearno se povećavala i koloidna stabilnost kakaovih krem-proizvoda.
4. Kakaov krem-proizvod s dodatkom buče spada u skupinu nenevtonskih binghamovskih tekućina, jer kako bi se doveo do tečenja potrebno je postići određeni prag naprezanja, a kad se dovede do tečenja linearno raste napon smicanja kako se povećava brzina smicanja.
5. Dodatak male količine buče ima neznatan utjecaj na granicu tečenja i plastičnu viskoznost prema Casson-u, dok se povećanjem udjela buče u kakaovom krem-proizvodu povećava vrijednost plastične viskoznosti, jer se povećava udio krutih čestica u proizvodu.

6. LITERATURA

- Ačkar, Đ. (2022) Materijali s predavanja na kolegiju „Osnove tehnologije ugljikohidrata“. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
- Afoakwa, E.O. (2014) Cocoa production and processing technology, *First Edition*, 1st edn. Boca Raton: CRC Press.
- Amarasiri, W.A. i Dissanayake, A.S. (2006) ‘Coconut fats.’, *The Ceylon medical journal*, 51(2), pp. 47–51.
- Aydemir, O., Beşir, A. i Aden, H.M. (2021) ‘Textural and rheological characteristics of cocoa hazelnut cream partially substituted with glucose syrup’, *European Food Science and Engineering*, 2(1), pp. 13-17.
- Barišić, V. i sur. (2019) ‘The chemistry behind chocolate production’, *Molecules*, 24(17), p. 3163.
- Beauchamp, G.K. i Stein, L.J. (2008) ‘Salt Taste’, in *The Senses: A Comprehensive Reference*, Academic Press, pp. 401–408.
- Beckett, S.T. (2009) *Industrial Chocolate Manufacture and Use: Fourth Edition*. (Industrial Chocolate Manufacture and Use: Fourth Edition), Blackwell Publishing, p. 688.
- Ćurković, I. (2014) Projektiranje bioreaktora za uzgoj mikroorganizama na polučvrstim i čvrstim supstratima. Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
- Delaš, I. (2010) ‘Zaboravljene vrijednosti - bučino ulje Forgotten Wealth - Pumpkin Seed Oil’, *Biotechnology and Nutrition*, 5(1-2), pp. 38-42.
- Deng, L. (2021) ‘Current progress in the utilization of soy-based emulsifiers in food applications—a review’, *Foods*, 10(6), p.1354.
- Dötsch, M. i sur. (2009) ‘Strategies to reduce sodium consumption: A food industry perspective’, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(10), pp. 841–851.
- Fideghelli, C. i De Salvador, F.R. (2009) ‘World hazelnut situation and perspectives’, *Acta Horticulturae*, 845, pp. 39–52.
- Jozinović, A. (2015) Svojstva kukuruznih snack proizvoda obogaćenih s nusproizvodima prehrambene industrije. Doktorska disertacija. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
- Köksal, A.İ. i sur. (2006) ‘Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey’, *Food Chemistry*, 99(3), pp. 509–515.
- Krüger, Ch. (1994) ‘Sugar’, in S.T. Beckett (ed.) *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. Boston, MA: Springer US, pp. 25–42.
- Lončarević, I. i sur. (2022) ‘Cocoa Spread with Grape Seed Oil and Encapsulated Grape Seed Extract: Impact on Physical Properties, Sensory Characteristics and Polyphenol Content’, *Foods*, 11(18), p. 2730.
- Lučan Čolić, M. (2022) Materijali s predavanja na kolegiju "Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda" Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
- Mokrzycki, W. i Tatol, M. (2011) ‘Color difference Delta E - A survey’, *Machine Graphics and Vision*, 20, pp. 383–411.
- O’Brien, R.D. (2003) *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications, Second Edition*. 2nd edn. Boca Raton: CRC Press.

- Pravilnik o proizvodima sličnim čokoladi, krem-proizvodima i bombonskim proizvodima* NN 73/2005, NN 69/2008, NN 141/2013.
- Pravilnik o ugušćenom (kondenziranom) mlijeku i mlijeku u prahu* NN 80/2007, NN 34/2011.
- Pukec, A. (2021) Utjecaj dodatka kazeina na svojstva nutritivno poboljšanih krem-namaza. Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
- Rogulj, I. (2016) Razvoj i validacija metode za određivanje fosfolipida u sojinom ulju. Diplomski rad. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb.
- Ros, E. (2010) 'Health benefits of nut consumption', *Nutrients*, 2(7), pp. 652–682.
- Schuck, P. (2002) 'Spray drying of dairy products: state of the art', *Le Lait*, 82(4), pp. 375–382.
- Šarić, D. (2024) Inovativni krem-proizvodi kao dio kružne prerade lješnjaka. Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
- Tisai, P. (2023) Utjecaj dodatka kore mandarine na svojstva kakaovih krem-proizvoda. Diplomski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.
- da Silva Lima, R. i Block, J.M. (2019) 'Coconut oil: What do we really know about it so far?', *Food Quality and Safety*, 3(2), pp. 61–72.
- Vrtodušić, R. i sur. (2022) 'Hazelnut postharvest technology: A review', *Journal of Central European Agriculture*, 23(2), pp. 423–454.
- Walton, N.J. i sur. (2000) 'Novel approaches to the biosynthesis of vanillin', *Current Opinion in Biotechnology*, 11(5), pp. 490–496.
- Walton, N.J., Mayer, M.J. i Narbad, A. (2003) 'Vanillin', *Phytochemistry*, 63(5), pp. 505–515.
- Web izvor 1: <https://www.konzum.hr/web/products/pop-kokosova-mast-za-kuhanje-250-grama-zvijezda> (12.09.2023.)
- Web izvor 2: <https://naturespath.com/blogs/posts/the-palm-oil-debate-what-you-need-to-know> (14.09.2023.)
- Web izvor 3: <https://ba.nutraonlynutritions.com/superfood-ingredients/organic-soybean-lecithin-powder.html> (12.09.2023.)
- Web izvor 4: <https://solana-pag.hr/> (11.09.2023.)
- Web izvor 5: <https://marjan-voce.hr/bucine-golice-500g-proizvod-109/> (14. 09. 2023.)
- Web izvor 6: <https://www.tomovarga.com.hr/melanzer.php> (03. 07. 2024.)