

Praćenje promjene dimenzija i boje čajnog peciva s dodatkom ekstrakta tropa grožđa sorte cabernet sauvignon računalnom analizom slike

Kercel, Antonio

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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:109:176040>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**

REPOZITORIJ

PTFS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

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



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

Antonio Kercel

**PRAĆENJE PROMJENE DIMENZIJA I BOJE ČAJNOG PECIVA S
DODATKOM EKSTRAKTA TROPA GROŽĐA SORTE CABERNET
SAUVIGNON RAČUNALNOM ANALIZOM SLIKE**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan, 2022.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

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

Diplomski sveučilišni studij Prehrambeno inženjerstvo

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Nastavni predmet: Tehnologija proizvodnje i prerade brašna
Tema rada je prihvaćena na VIII. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2020./2021 održanoj 27. svibnja 2021.
Mentor: prof. dr. sc. *Daliborka Koceva Komlenić*
Komentor: izv. prof. dr. sc. *Jasmina Lukinac Čačić*
Pomoć pri izradi: *Ana Šušak*, dipl. ing., stručni suradnik

Praćenje promjene dimenzija i boje čajnog peciva s dodatkom ekstrakta tropa grožđa sorte *Cabernet Sauvignon* računalnom analizom slike
Antonio Kercel, 0113138002

Sažetak: U ovom diplomskom radu razmatran je utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna tropom grožđa i suhim enkapsuliranim ekstraktom tropa grožđa sorte *Cabernet Sauvignon* (u udjelima 10%, 20% i 30%) na boju i promjenu dimenzija čajnog peciva. Prema dobivenim rezultatima uočeno je da povećanje udjela dodatka (tropa grožđa ili enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa) utječe na smanjenje svjetline, kromatske komponente zeleno-crvene boje te plavo-žute boje. Povećanje udjela dodatka utječe na smanjenje površine, opsega te Ferretovog promjera analiziranih uzoraka čajnog peciva. Vrsta zamjesa ima statistički značajan utjecaj na promjene dimenzija i oblika uzoraka, a uzorci pripremljeni s dodatkom tropa i destilirane vode imaju najveću površinu, opseg te najmanje promjene promjera.

Gljučne riječi: čajno pecivo, fizikalna svojstva, trop grožđa, računalna analiza slike

Diplomski rad je izrađen u okviru projekta Hrvatske zaklade za znanost "Razvoj održivog integriranog procesa proizvodnje biološki aktivnih izolata iz proizvodnih ostataka prehrambene industrije" (POPI-WinCEco) (IP-2018-01-1227)

Rad sadrži: 35 Stranica
14 Slika
1 Tablicu
0 Priloga
30 literaturnih referenci

Jezik izvornika: Hrvatski

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

1.	prof. dr. sc. <i>Marko Jukić</i>	predsjednik
2.	prof. dr. sc. <i>Daliborka Koceva Komlenić</i>	član-mentor
3.	izv. prof. dr. sc. <i>Jasmina Lukinac Čačić</i>	član-komentor
4.	prof. dr. sc. <i>Ana Bucić-Kojić</i>	zamjena člana

Datum obrane: 26. 9. 2022.

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

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Department of Food Technology
Subdepartment of grain processing technologies
Franje Kuhača 18, HR-31000 Osijek, Croatia

Graduate program Food Engineering

Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology
Course title: Technology of flour production and processing
Thesis subject was approved by the Faculty of Food Technology Osijek Council at its session VIII. held on May 27, 2021.
Supervisor: *Daliborka Koceva Komlenić*, PhD, full professor
Co-supervisor: *Jasmina Lukinac Čačić*, PhD, associate professor
Technical assistance: *Ana Šušak*, Mag. Ing.

Tracking the Changes in the Dimensions and the Colour of Tea Biscuits with Added *Cabernet Sauvignon* Grape Pomace Extract Using Computer Image Analysis

Antonio Kercel, 0113138002

Summary: In this thesis, the effects of replacing part of the wheat flour with grape pomace and encapsulated dry extract (in proportions of 10%, 20% and 30%), on the colour, and dimensions of tea biscuits were studied. According to the obtained results, it was found that an increase in the proportion of additives (grape pomace or encapsulated extract of grapes) affected the decrease in brightness, chromatic components of green-red colour and blue-yellow colour. The increase in the proportion of the additive affects the decrease in the surface area, volume and Ferret diameter of the tea biscuits samples studied. Moreover, the type of mixture has a statistically significant influence on the measured values of circularity, roundness and solidity of the analysed samples.

Key words: tea biscuits, physical properties, grape pomace, digital image analysis

Graduate thesis was supported by the Croatian Science Foundation under the project "Development of a sustainable integrated process for the production of bioactive isolates from food industry residues" (POPI-WinCEco) (IP-2018-01-1227)

Thesis contains: 35 Pages
14 Figures
1 Table
0 Supplements
30 References

Original in: Croatian

Defence committee:

- | | | |
|----|---|---------------|
| 1. | <i>Marko Jukić</i> , PhD, full professor | chair person |
| 2. | <i>Daliborka Koceva Komlenić</i> , PhD, full professor | supervisor |
| 3. | <i>Jasmina Lukinac Čačić</i> , PhD, associate professor | co-supervisor |
| 4. | <i>Ana Bucić-Kojić</i> , PhD, full professor | stand-in |

Defence date: September 26 2022

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

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. ČAJNO PECIVO	4
2.2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU ČAJNOG PECIVA	5
2.2.1. Voda.....	5
2.2.2. Masnoće	5
2.2.3. Šećer	6
2.2.4. KUHINJSKA SOL.....	6
2.2.5. SREDSTVA ZA NARASTANJE	6
2.2.6. TROP GROŽĐA	7
2.3. ODREĐIVANJE BOJE	8
2.4. RAČUNALNA ANALIZA SLIKE I PROSTOR BOJA	9
2.4.1. RGB PROSTOR BOJA	9
2.4.2. CIEL*a*b* prostor boja	10
2.4.3. SKENER	10
3. EKSPERIMENTALNI DIO	11
3.1. ZADATAK.....	12
3.2. MATERIJAL.....	12
3.3. METODE.....	12
3.3.1. Priprema uzoraka čajnog peciva	12
3.3.2. Računalna analiza slike čajnog peciva	13
3.4. Statistička obrada rezultata.....	16
4. REZULTATI I RASPRAVA	18
4.1. Rezultati mjerenja boje čajnog peciva računalnom analizom slike.....	19
4.2. Rezultati mjerenja dimenzija i oblika čajnog peciva računalnom analizom slike.....	24
5. ZAKLJUČAK.....	31
6. LITERATURA.....	33

1.UVOD

Na tržištu možemo pronaći pregršt izbora slanih i slatkih peciva. Posebna vrsta peciva je čajno pecivo koje se može puniti, prelijevati, djelomično prelivati i ukrašavati raznim suhim ili koštuničavim voćem. To je proizvod koji se dobiva od brašna ili drugih mlinskih proizvoda, masti, šećera i raznih sastojaka koji su potrebni za neodoljivu aromu i još bolji okus.

Čajno pecivo je prehrambeni proizvod na bazi brašna koji se dobiva pečenjem prhkog tijesta. Peče se oblikovano, mekano, mrvičasto tijesto koje u svom sastavu mora imati najmanje 10% masti, a konačni proizvod ne smije sadržavati više od 5% vode. Čajna peciva imaju dugi rok trajanja, konzumiraju se direktno iz pakiranja i dostupna su u slatkim i slanim varijantama.

Čajna peciva proizvode se u različitim funkcionalnim varijantama, obogaćena kalcijem, željezom i vitaminima, a namijenjena su dojenčadi, djeci i starijim osobama te u različitim prehrambenim varijantama (npr. bezglutenska).

Ovaj diplomski rad temelji se na korištenju otpada iz vinske industrije, tropa grožđa, u proizvodnji obogaćenog čajnog peciva. Budući da je grožđe bogato polifenolnim spojevima koji pozitivno djeluju na naš organizam, ovim radom će se proizvesti nutritivno obogaćeno čajno pecivo.

U diplomskom radu pratit će se utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna T-550, brašnom od tropa grožđa vinske sorte *Cabernet Sauvignon* u različitim udjelima (10, 20 i 30%), te utjecaja dodatka enkapsuliranog ekstrakta na promjene dimenzija i boje čajnog peciva s ciljem proizvodnje funkcionalnog proizvoda. Uzorci čajnog peciva proizvodit će se u laboratorijskim uvjetima. Za analizu dimenzija i oblika čajnog peciva primijenit će se računalna analiza slike.

2.TEORIJSKI DIO

2.1. ČAJNO PECIVO

Čajno pecivo se definira kao proizvod koji je dobiven pečenjem oblikovanog masnog i mekog tijesta uz sadržavanje najmanje 10 % masnoća, računato na gotov proizvod s najviše 5 % vode. (Pravilnik NN 81/16)

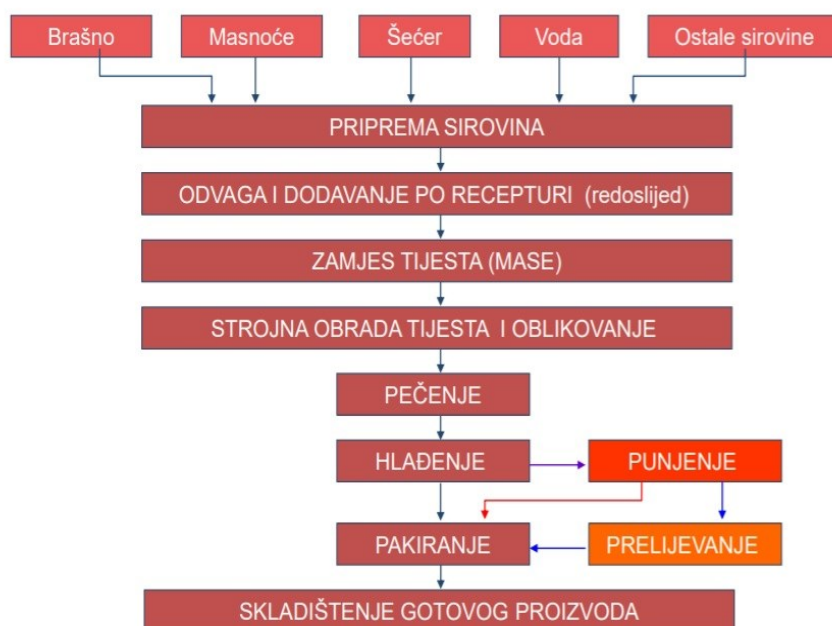
Za izradu čajnog peciva se upotrebljava brašno, šećer, masnoće te drugi dozvoljeni dodaci. Prema udjelu masti koju čajna peciva sadržavaju, ona se dijele na kvalitetne grupe, a one su:

- Desertna fina peciva s najmanje 20 % masnoće,
- Fina peciva prve kvalitete s najmanje 15 % masnoće te
- Fina peciva druge kvalitete s najmanje 10% masnoće. (Ugarčić- Hardi, 1999.)

Čajno peciva imaju podjelu prema načinu obrade, prema konstrukciji i načinu rada strojeva na oblikovanje, tada se dijele na:

- Prešano čajno pecivo
- Dresirano (istisnuto) čajno pecivo
- Rezano čajno pecivo
- Oblikovano (formirano) čajno pecivo. (Gavrilović, 2011)

Proces proizvodnje čajnog peciva je složen, a sastoji se niza različitih postupaka koji su u ovisnosti o korištenim sastojcima, temperaturi na kojim je svaki od tih postupaka vođen te o promjenama koje se odvijaju tijekom proizvodnje čajnog peciva.



Slika 1. Shema proces proizvodnje čajnog peciva (Gavrilović, 2011)

2.2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU ČAJNOG PECIVA

Pšenica (*Triticum species*) je jednogodišnja biljka iz porodice trava (Poaceae). Pšenica u svim danas poznatim kulturama te u generalnoj civilizaciji jedan od najvažnijih izvora hrane. Za proizvodnju pšeničnog brašna najznačajnije su tri vrste pšenice:

- *Triticum durum* (tvrda pšenica)
- *Triticum aestivum* (meka pšenica)
- *Triticum compactum* (patuljasta pšenica)

Pšenično brašno je proizvod dobiven meljavom mlinski očišćene i pripremljene pšenice određenim tehnološkim postupkom. (Kljusurić, 2000.)

U proizvodnji keksa i keksarskih proizvoda općenito su korištena brašna dobivena meljavom slabih pšenica, odnosno ona pšenica koja sadrži udio proteina ispod 10 %. Veliku ulogu igra granulacija brašna dok izbor brašna ovisi o sirovinskom sastavu tijesta te način upotrijebljene mehaničke obrade. (Gavrilović, 2011)

Granulacija brašna koje je upotrijebljeno pri izradi čajnog peciva, a da bi bila optimalna, mora biti oko 50 μm sa manje od 10% čestica većih od 130 μm (Manley, 2000).

2.2.1 Voda

Kod proizvodnje bilo kojeg proizvoda, a ne isključivo samo čajnog peciva, voda mora biti zdravstveno ispravna. Prema Pravilniku, voda za piće je sva voda koja je u svom izvornom stanju ili nakon obrade namijenjena za piće, kuhanje, pripremu hrane ili druge kućanske namjene. Pod zdravstveno ispravnom vodom, smatra se ona voda koja ne sadržava mikroorganizme, paraziti njihove razvojne oblike u broju koji predstavlja opasnost za zdravlje ljudi te ne sadrži tvari u koncentracijama koje same ili zajedno s drugim tvarima predstavljaju opasnost za zdravlje ljudi (Pravilnik NN 47/2008).

2.2.2. Masnoće

Masnoće u tijestu se u raspodijeljene u tankim slojevima te su povezane hidrofobnim vezama s hidrofobnim vezama proteina brašna, lipoproteini. Lipoproteini nastaju kada se polarni lipidi brašna i polarni lipidi masnoća zajedničkim djelovanjem povežu. Njihova je uloga formiranje plastično-elastičnih te elastično-plastičnih svojstva tijesta. Uloga masnoća je regulacija tijesta, odnosno kako će se ono ponašati preko sposobnosti apsorpcije zračnih mjehurića i svojstava plastičnosti. Napolarni dijelovi triglicerida masti imaju ponašanje omekšivača i kao posljedicu djeluju na omekšavanje teksture

tijesta. U proizvodnji čajnog peciva najviše su korišteni margarin, maslac te biljna mast. Najviše korištena je biljna mast (Mamat i Hill, 2014).

2.2.3. Šećer

Konzumni rafinirani šećer sadrži 99,8 % saharoze, a konzumni bijeli šećer sadrži najmanje 99,6 % saharoze do 0,15 % pepela i do 0,02 % vode. Kod sirovog šećera udio saharoze je nešto manji i on iznosi 95 % (Mičić, 1976.). Saharozna je broj jedan po pitanju uporabe u prehrambenoj industriji. Uloga šećera u proizvodnji čajnog peciva je vrlo velika. On daje šećer, utječe na strukturu, viskoznost i teksturu peciva. Povećanjem udjela saharoze, linearno se smanjuje čvrstoća čajnog peciva što je povezano s reologijom tijesta. Naime, svaki gram otopljene saharoze u gramu vode povećava volumen otopine za 0,66 ml (Bram i sur., 2009). Saharozni šećer tijekom zamjesa ima utjecaj na smanjenje osmotske aktivnosti vode što rezultira sporijim bubrenjem glutena i usporenim oblikovanjem tijesta. Što je manja veličina kristala šećera to će biti veća brzina otapanja (Manley, 1998). Također, šećer utječe na želatinizaciju škroba tako da dolazi do povećanja temperature želatinizacije i omogućuje da tijesto u pećnici raste duže vrijeme prije potpune želatinizacije (Manley, 1998).

2.2.4. KUHINJSKA SOL

Kuhinjska sol je proizvod koji se dobiva iz mora (morska sol) i iz prirodnih naslaga (kamena sol iz rudnika soli) gdje se pročišćava te suši primjenom tehnike vakuuma do kristala željene veličine. Sol se koristi u gotovo svim recepturama za fine pekarske i slične proizvode zbog poboljšanja okusa. Najčešće se dodaje u udjelima između 1 i 1,5% na masu brašna, a dodatak veći od 2,5% može izazivati neugodan osjećaj okusa. U tijestima utječe na razvoj glutena tako što ojačava gluten i daje tijesto koje je manje ljepljivo. Također, u tijestima s kvascem može usporiti brzinu fermentacije kvasca i u manjoj mjeri inhibirati djelovanje proteolitičkih enzima na gluten. Sol se koristi i za posipanje kao ukras slanih finih pekarskih i srodnih proizvoda (Manley, 2000).

2.2.5. SREDSTVA ZA NARASTANJE

Uporaba sredstva za narastanje je koristi upravo kako bi se povećao volumen gotovog proizvoda te kako bi se stvorile rahle strukture. Postoje dvije vrste sredstava koje se koriste za narastanje finih pekarskih te srodnih proizvoda a ona su biokemijska i kemijska sredstva. Biokemijsko sredstvo za narastanje je pekarski kvasac (*Saccharomyces cerevisiae*), dok se najčešće kao kemijska sredstva upotrebljavaju amonijev hidrogenkarbonat i natrijev hidrogenkarbonat. Natrijev hidrogenkarbonat (NaHCO₃) je bijeli prah, vrlo slabog mirisa te slabog alkalno-slanog okusa. U vodi se vrlo lako otapa, a tijekom zagrijavanja razlaže se na natrijev karbonat, vodu te ugljikov dioksid (Gavrilović, 2011). Natrijev

hidrogenkarbonat je vrlo poželjan kod zamjesa tijesta za gotovo većinu svih pekarskih i srodnih proizvoda potrebno nadodati u finalnoj etapi zamjesa. A ako se dodaje u praškastom obliku onda se mora raspršiti u smjesi ravnomjerno.

2.2.6. TROP GROŽĐA

Trop grožđa je proizvodni ostatak u procesu proizvodnje vina, a njegov kemijski sastav kao i zastupljenost određenih dijelova grožđa u tropu, ovisi isključivo o procesu provođenja vinifikacije, kao i o sorti grožđa te jačini prešanja. Sjemenke, peteljka te kožica grožđa čine strukturu grožđanog tropa. Udjel kožice grožđa je do 65% suhe tvari, peteljke 2-8% te sjemenki 15 – 52% suhe tvari. Sjemenke grožđa sadržavaju oko 40% prehrambenih vlakana, 16% ulja, 7% polifenolnih spojeva, 11% bjelančevina, zatim minerale, šećere te nefenolne antioksidanse kao što je β -karoten. S obzirom na prethodno navedeno da se zaključiti da je moguće iz sjemenki grožđa proizvesti ulje i ekstrakt. Ekstrakt se može koristiti kao prehrambeni ili farmaceutski dodatak. Također je dokazano da ima antibakterijski učinak što ukazuje da može biti korišten kao poboljšivač hrani u industriji prehrane. Peteljka ima ulogu držanja cijelog grozda, a može se koristiti kao dodatak u prihrani tla ili kao stočna hrana te pored toga ima potencijal biokonverzije u visokovrijedne produkte kao što su polifenoli, dijetalna vlakna i aktivni ugljen (Bucić-Kojić i sur., 2017, Antonić, 2020). Najveći udio tropa je kožica grožđa. Kao i skoro svi korisni proizvodni ostaci prehrambene industrije prvenstveno se koristilo kao stočna hrana. Ekstrakt dobiven iz kožice grožđa koristi se kao sredstvo za pojačavanje boje. Trop grožđa općenito ima visok udio celuloze te ga je moguće upotrijebiti za proizvodnju ekološkog papira te kao emulgator u farmaceutskoj te prehrambenoj industriji (Pinto, 2017; Panayiotou, 2016). Suhu tvar grožđanog tropa sačinjavaju: jednostavni šećeri, vlakna, organske kiseline, lipidi, polifenoli, voda 50 – 72 % te vitamini i minerali. Prikaz kemijskog sastava tropa je dan u Tablica 1.

Upotreba grožđanog tropa je moguća u:

- Proizvodnji enzima
- Stočnoj hrani
- Proizvodnji biogoriva
- Biognojivu
- Izvorima bioaktivnih polifenolnih spojeva
- Ulju sjemenki grožđa (Bucić-Kojić i sur.,2017.)

Tablica 1 Kemijski sastav tropa grožđa (Llobera i Cañellas, 2007)

Vinarijski otpad	Sastojak	Udio(% s.tv.)
Trop grožđa	Proteini	7,0 – 23,5
	Šećeri	2,7 – 49,1
	Lipidi	8,2 – 13,5
	Tanini	12,1 – 22,3
	Ukupna vlakna	46,2 – 74,5
	Lignin	28,7 – 42,2
	Hemiceluloza	4,0 – 10,3
	Celuloza	9,2 – 14,5
	Pektin	3,7 – 6,2
	Pepeo	4,7 – 9,5
	Ukupni dušik	1,2 – 4,5
	Ukupni ugljik	44,3 – 52,9
	Ukupni polifenoli	4,8 – 6,7

2.3. ODREĐIVANJE BOJE

Prvi doživljaj potrošača namirnice je upravo boja. Boja, u tehnološkom smislu, je indikator mogućih oštećenja i /ili anomalija proizvoda koje su mogle nastati tijekom svih postupaka prerade, proizvodnje te skladištenja (Pedrerschi i sur., 2007.a, 2007.b.). Mnogi znanstvenici su kroz svoja istraživanja doveli do razvitka dviju metoda za određivanje boje na površini pekarskih proizvoda. Postoje direktne i indirektne metode. Direktne metode imaju za cilj kvantitativno praćenje produkata Maillardovih reakcija i reakcija karamelizacije (AA, HMF i furfurala) (Ramirez-Jimenez, 2000.). Indirektne metode se temelje na zakonu mjerenja količine reflektirane svjetlosti površine uzorka analize primjenom različitih mjernih uređaja. Na tržištu postoji dosta varijacija uređaja koji se koriste za indirektno određivanje boje. Uređaje za indirektno određivanje boje se koriste za homogene uzorke. Naime, ovi instrumenti imaju manu koja se zasniva na tome da postoji ograničenje u geometriji te u veličini uzorka jer je malo područje mjerenja uzorka. Time dobivamo rezultate mjerenja koja su nereprezentativna za heterogene materijale, a većina prehrambenih proizvoda se zasniva na heterogenosti. Kako bismo dobili što objektivniju analizu, potrebno je određivati boju istog uzorka na što više različitih mjesta na samome uzorku. Za dobivanje precizne i objektivne informacije o boje, potrebno je primijeniti određivanje boje metodom koja omogućava analizu sveukupne površine uzorka u istom koraku mjerenja. To je vrlo važno za industrijsku primjenu u industriji gdje je ujednačenost boje proizvoda vrlo važna osobina.

(Pletney, 2007.; Zeng i sur.; Magdić i sur.,2009.). Najčešće korišteni instrumenti za indirektno određivanje boje u praksi su spektrofotometar, kolorimetar, denziometar te kromametar (Gokmen i sur., 2008.; Purlis i Slavadori, 2007.) dok se u današnje vrijeme više koristi sustav za računalnu analizu sliku. Prema Mendози se računalnom analizom slike može skenirati/analizirati cijela površina uzorka, što za posljedicu nam daje objektivnije rezultate te nam se predstavlja kao preciznija metoda, što se da usporediti s kolorimetrom koji kad se koristi analizira površinu od svega 2 cm² . (Mendoza i sur., 2006.)

2.4. RAČUNALNA ANALIZA SLIKE I PROSTOR BOJA

Boja površine uzorka primjenom računalne analize slike (engl. *Digital image analysis*, DIA određuje se beskontaktno. Primjenom odgovarajućih računalnih algoritama moguće je dobiti vrlo točne i pouzdane informacije o promjeni boje proizvoda koje nastaju tijekom proizvodnje. Ova metoda za praćenje boje može se koristiti kao alat za automatsko vođenje procesa u industriji (za vizualni pregled procesa proizvodnje te time poboljšati ukupnu kvalitetu proizvoda. Prednost sustava za analizu slike, nad praćenjem boje ljudskim okom je objektivnost i kontinuiranost u procjeni boje. Način na koji se definiraju, stvaraju i vizualiziraju boje naziva se prostor boja ili model boja, a njihova osnovna podjela boje je na:

- aditivni prostori boja, oni su ovisni o uređaju i boja se dobiva zbrajanjem pojedinih komponenti (npr. RGB),
- subtraktivni prostori boja koji su neovisni o uređaju i boja se dobiva oduzimanjem pojedinih komponenti (CIE prostori boja te izvedeni prostori CIE L*a*b*).

Boja je definira pomoću tri parametri, a ti parametri određuju poziciju boje unutar prostora boja koja se koristi. (Russ, 2007.; Leon i sur., 2006.; Larrain i sur., 2008.).

2.4.1. RGB PROSTOR BOJA

RGB prostor je prostor boja koji predstavlja tri aditivna primara: crvena, zelena i plava boja. Svaka od ovih boja nastaju zbrajanjem pojedinih komponenti crvene, zelene i plave boje. S pomoću kocke je predstavljen RGB model pri čemu crvene boja označava x-os, zelena boja y-os, a plava boja z-os. (Puglia, 2000.)

2.4.2. CIEL*a*b* prostor boja

CIEL*a*b* prostor boja je baziran na percepciji boje standardnog promatrača, a označava trodimenzionalni prostor boja. U ovom sustavu prednost je uvedene svjetline kao treće dimenzije. Sustav CIEL*a*b* je opisan pomoću tri osi od kojih su dvije kromatske, a^* komponenta označava odnos između crvene i zelene komponente (negativne vrijednosti predstavljaju zelenu boju, a pozitivne vrijednosti crvenu boju), a b^* komponenta označava odnos između žute i plave boje (plava je za negativne vrijednosti, a žuta za pozitivne). Svjetlinu određuje komponenta L^* pri čemu se akromatska os po vertikalnoj osi od 0 do 100. Crnu boju predstavlja 0, a bijelu boju predstavlja 100. (Hsien-Che, 2005.)

2.4.3. SKENER

Skener je uređaj koji se koristi za digitaliziranje fotografije, pošto se može prenamijeniti tada se može skenirati zasebne uzorke čajnog peciva te dobiti fotografije. Princip rada se zasniva na pretvorbi svjetlosti koja reflektira od površine objekta te putem optičkog sustava dolazi do fotosenzora koji nastaju pretvorbom električnog signala. Signal se pretvara u digitalnu informaciju te šalje u računalo. Nakon toga dolazi do pikselizacije slike, što za rezultat donosi da što veća količina to će biti veća kvaliteta slike. Očitani broj piksela se naziva razlučivosti ili rezolucija.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Zadatak ovog rada bio je analizirati utjecaja zamjene dijela pšeničnog brašna T-550, brašnom od tropa grožđa (vinske sorte *Cabernet Sauvignon*) u različitim udjelima (10, 20 i 30%), te utjecaja dodatka enkapsuliranog ekstrakta na promjene dimenzija i boje čajnog peciva s ciljem proizvodnje funkcionalnog proizvoda. Za analizu fizikalnih svojstva čajnog peciva (površina, opseg, oblik i boja) koristit će se računalna analiza slike.

3.2. MATERIJAL

Osnovna receptura za izradu čajnog peciva koja je korištena za zamjes tijesta je prema AACC metodi 10-50D (AACC, 2000) koja je prilagođena za potrebe ispitivanja provedenih u ovom diplomskom radu, pa su obzirom na navedeno uporabljene sirovine:

- 56,88 g shorteniga (margarin)
- 115,54 g šećer kristal
- 1,86 g kuhinjska sol (NaCl)
- 2,22 g NaHCO₃
- 14,66 g otopine glukoze (8,9 g glukoze otopljenje u 75 mL destilirane vode)
- 28,90 g destilirane vode
- 14,45 g etanola (ukoliko se koristi etanol pri zamjesu, u toliko se umanjuje količina masa vode za iznose mase etanola)
- 200 g brašnaste sirovine: oštro pšenično brašno T-550 (Tena, Đakovo) ili oštro pšenično brašno gdje je dio brašna zamijenjen s:
 - tropom grožđa sorte *Cabernet Sauvignon*, osušenim i usitnjenim (zamjena za pšenično brašno u udjelu 10, 20 i 30 %)
 - ekstraktom trop grožđa sorte *Cabernet Sauvignon* kao zamjena za udjele od 10, 20 i 30% grožđanog tropa sorte *Cabernet Sauvignon*
 - suhim enkapsuliranim ekstraktom tropa grožđa sorte *Cabernet Sauvignon* kao zamjena za udjele od 10, 20 i 30% grožđanog tropa sorte *Cabernet Sauvignon*

3.3. METODE

3.3.1. Priprema uzoraka čajnog peciva

Sirovinska priprema te sama izrada čajnoga peciva je bazirana na standardnoj AA CC 10-50.05 metodi. Vaganje svake sirovine odvojeno se odvija na poluautomatskoj laboratorijskoj vagi. Ponajprije se važu suhe komponentne (osim brašna), odnosno šećer, shortening (margarin), NaHCO₃ te sol prema recepturi. Poslije odvaganih sirovina, one se dodaju u laboratorijsku miješalicu te zamjes traje 3 minute i to se odvija na brzini 1. Tijekom te 3 minuta potrebno je nakon svake minute zaustaviti miješalicu te

sastrugati sastojke sa stjenke špatulom. Dok se odvija trominutno miješenje, važu se ostale sirovine. Važe se destilirana voda i glukozna otopina te dodajemo u zamjes. Nakon toga miješamo još jednu minutu brzinom 1 te još miješamo jednu minutu brzinom 2. Potom se važe brašno i dodajemo ili brašno i usitnjeni osušeni trop grožđa ili brašno i ekstrakt grožđanog tropa i brašno i enkapsulat grožđanog tropa. Nakon dodanih brašnatih komponenata provodi se miješanje u miješalici iduće 2 minute na brzini 1, na svakih pola minute se zaustavi. Dobivena izmiješana masa se ručno odvadi iz posude mijesilice, oblikuje u oblik kugle te stavlja na odvagu. Nakon što se izvagala svaka izmiješana masa, stavlja se u PVC vrećicu na hlađenje u hladnjak na temperaturu do 8°C na tridesetak minuta. Nakon tih 30-ak minuta kada se dobije ohlađeno tijesto, izvadi se iz hladnjaka te se razvija valjkom za tijesto na debljinu od 7 mm. Razvijanje se provodi u 2 poteza i to od sredine tijesta prema naprijed-nazad. Takvo razvijeno tijesto siječemo okruglim kalupom promjera 60 mm i važemo. Masa kalupiranog tijesta varira od 24,31 do 31,85 g ovisno o tijestu te koncentratu suhog tropa ili ekstrakta. Oblikovane i odvagane komade tijesta je potrebno peći na temperaturi od 205°C tijekom 10 minuta. Nakon što je pečeno čajno pecivo, ono se hladi 30 minuta te važe i analizira. Na ispitivanim uzorcima se određuje visina, dužina, volumen, boja, tekstura, udio vode, senzorska svojstva (Koceva Komlenić i sur., 2014).

3.3.2. Računalna analiza slike čajnog peciva

Fizikalni parametri (dimenzije, oblik i boja) čajnog peciva određeni su računalnom analizom slike. Analiza slike provedena je na sirovim uzorcima (tijestu) i pečenim uzorcima, na površini i donjem dijelu uzoraka u nekoliko koraka:

- Akvizicija (digitalizacija) slike – skener
- Obrada i analiza slike – računalo, programi za obradu slike
 - Segmentacija *IsoData* metodom praga
 - Analiza boje (intenzitet R, G i B vrijednosti) primjenom metode amplitudne segmentacije (algoritam *ColourHistogram*)
 - Analiza dimenzija i oblika čajnog peciva - određivanje Površine, Opsega te deskriptora oblika (*Circularity* (sferičnost), *Roundness* (zaobljenost), Feretov minimalni i maksimalni promjer, *Solidity* (ujednačenost površine)).

Akvizicija slike uzorka provedena pomoću stolnog skenera (EPSON Perfection® V500 Photo, SEIKO EPSON, Japan) programom EPSON Scan (Ver. 3.74EN). Radi kontroliranih uvjeta okolne rasvjete, skener je smješten u tamnu komoru te je uzorak osvijetljen ugrađenim donjim izvorom LED svjetlost (ReadyScan LED). Na staklenu plohu skenera položeni su uzorci te potom skenirani u rezoluciji od 800 dpi, dubini boje 24-bitna i dinamičkom rasponu 3.4, u RGB modelu boja i spremljene u TIFF formatu.

Nakon prihvata i digitalizacije slike, slijedi obrada i analiza digitalne slike programom ImageJ v1.53g (Wayne Rasband, National Institute of Health, Maryland, USA) (**Slika 2**).



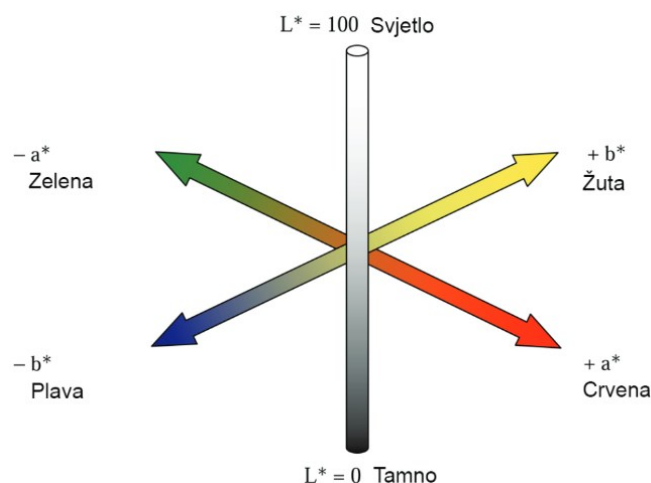
Slika 2. Prikaz početnog izbornika i inačice programa za obradu slike (*WEB 1*)

Mjerenje boje čajnog peciva računalnom analizom slike

Nakon postavljanja mjerenja unutar ImageJ programa slijedi proces segmentacije uzorka (pri čemu se postiže razdvajanje uzorka od pozadine) (Ridler, 1978; El-Zaart, 2010). Nakon segmentacije i uklanjanja pozadine slijedi analiza boje uzorka. Primjenom metode amplitudne segmentacije i histograma prvog reda, dobiveni su rezultati relativne frekvencije svjetlina točaka u slici (RGB vrijednosti točaka u slici). Dobiveni rezultati histograma boje sadržavaju prosječne vrijednosti boja (kao R,G, B vrijednosti) te standardnu devijaciju. Nakon dobivanja vrijednosti boje u RGB sustavu, navedeni parametri su konvertirani u CIE $L^*a^*b^*$ sustav boja (Leon i sur., 2006; Mendoza, 2006). CIE je 1976. godine definirala novi uniformni trodimenzionalni prostor baziran na CIEXYZ prostoru boja, Munsellovom sustavu boja te teoriji suprotnih parova boja u kojem su boje definirane sa tri osi (**Slika 2**):

- dvije kromatske osi a^* i b^* te akromatskom osi L^* (engl. *Luminance*) koja označava svjetlinu za koju vrijedi $L^* = 0$ je crno, $L^* = 100$ je bijelo.
- a^* kromatska-os ima orijentaciju crveno - zeleno. Pozitivna a -os usmjerena je u smjeru crvenog stimulusa, a negativna a -os usmjerena je u smjeru zelenog stimulusa.
- b^* kromatska-os ima orijentaciju žuto - plavo. Pozitivna b^* -os usmjerena je u smjeru žutog stimulusa a negativna b^* -os usmjerena je u smjeru plavog stimulusa.

Ti parovi boja, zeleno - crveno i plavo - žuto odgovaraju parovima boja u teoriji suprotnih procesa (engl. *Opponent color theory*) koja opisuje kako ljudsko oko vidi boje. Centar kromatskih osi je akromatičan, pomicanjem od centra raste kromatičnost boja u CIE $L^*a^*b^*$ prostoru.



Slika 3. Grafički prikaz CIELAB prostora boja (Web 2)

Ukupna razlika boja prema CIE 1976. (ΔE) izračunava se slijedećom formulom:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$\Delta L^* = L_1^* - L_2^* \quad (2)$$

$$\Delta a^* = a_1^* - a_2^* \quad (3)$$

$$\Delta b^* = b_1^* - b_2^* \quad (4)$$

gdje se veličine L_1^*, a_1^*, b_1^* odnose na boju kojoj se mjeri odstupanje (uzorak), a veličine L_2^*, a_2^*, b_2^* na referentnu boju (standard). Prema konvenciji, pozitivne vrijednosti pojedinih razlika $\Delta L^*, \Delta a^*, \Delta b^*$, znače da uzorak ima više te varijable nego standard. Na primjer, ako je razlika u svjetlini pozitivna vrijednost ($\Delta L^* > 0$) to znači da je uzorak svjetliji od standarda, i obrnuto (CIE, 1976¹). Koliko je to odstupanje u boji vidljivo/uočljivo za promatrača opisali su Mokrzycki i sur., (2012) kako slijedi

$0 < \Delta E < 1$ promatrač ne vidi razliku

$1 < \Delta E < 2$ razliku boja primjećuje iskusni promatrač

$2 < \Delta E < 3,5$ razliku boja primjećuje i neiskusni promatrač

$3,5 < \Delta E < 5$ jasno uočljiva razlika boja

$5 < \Delta E$ promatrač uočava dvije različite boje

¹ Međunarodna komisija za rasvjetu. CIE (franc. *Commission internationale de l'éclairage*) - 1976. je definirala novi uniformni trodimenzionalni prostor baziran na CIEXYZ prostoru boja, Munsellovom sustavu boja te teoriji suprotnih parova boja.

Mjerenje dimenzija i oblika čajnog peciva računalnom analizom slike

U programu za obradu slike, prije početka analize dimenzija i oblika, potrebno je podesiti postavke mjerenja i prikaza rezultata koji će se bilježiti tijekom analize slike. Dimenzije i oblik uzoraka definiraju se različitim varijablama:

DIMENZIJE UZORKA:

- **POVRŠINA, P** (engl. Area) – predstavlja područje odabira na fotografiji izražena u kvadratnim pikselima ili kvadratnim milimetrima. Vrijednosti površine izražene su u kalibriranim jedinicama.
- **OPSEG, O** (engl. Perimeter) – predstavlja duljinu vanjske granice odabira.

OBLIK UZORKA:

- **SFERIČNOST ili KRUŽNOST, **Circularity**** – je mjera za odstupanje čestice od sfere, odnosno definira se kao funkcija površine kruga i opsega. Predstavlja vrijednost kojom se oblik analizirane čestice (uzorka) uspoređuje sa savršenim krugom. Sferičnost se kreće u rasponu 0 – 1, što su vrijednosti bliže 1, to je analizirana čestica sličnija savršenom krugu. Kako se vrijednosti približava 0 to je oblik analizirane čestice izduženiji i sličniji elipsi. Izračunava se kao:

$$Circularity = \frac{4 \cdot \pi \cdot P}{O^2} \quad (6)$$

- **OKRUGLOST, **Roundness**** – se definira kao funkcija površine i duljine izračunate glavne osi (Major Axis). Predstavlja zakrivljenost bridova i uglova čestice. Razlikujemo oble rubove (Round) i uglate (nazubljena, Angular) rubove te se izračunava kao:

$$Roundness = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot Duljina\ glavne\ osi^2} \quad (7)$$

- **NAZUBLJENOST RUBOVA, **Solidity**** – mjera je za kompaktnost čestice čije se vrijednosti kreću u rasponu 0 – 1. Vrijednost 1 označava kompaktnu česticu, a vrijednost manja od 1 označava česticu nepravilnog oblika, odnosno česticu koja sadrži šupljine.

$$Solidity = \frac{P}{Konveksna\ površina} \quad (8)$$

3.4. Statistička obrada rezultata

Rezultati mjerenja boje prikazani su kao CIE $L^*a^*b^*$ parametri boje te kao ukupna promjena boje ili kolorimetrijska razlika (ΔE) između dvije boje u CIE sustavu (referentnog i uspoređivanog). Rezultati

mjerena dimenzija i oblika prikazani su kao: Površina, opseg, sferičnost ili kružnost (circularity), Feretov minimalni i maksimalni promjer, okruglost (roundness) , nazubljenost rubova, (solidity) čije su vrijednosti dobivene obuhvaćajući cjelokupnu površinu uzorka (fotografije donje i gornje površine uzorka). Dobiveni rezultati su prikazani kao srednja vrijednost \pm standardna devijacija. Analiza varijance (ANOVA) i Fisher-ov LSD test najmanje značajne razlike (engl. Least significant difference) provedeni su upotrebom programa Statistica 12 (Stat Soft Inc. Tulsa, SAD).

4.REZULTATI I RASPRAVA

U ovom diplomskom radu prikazani su rezultati utjecaja zamjene dijela pšeničnog brašna tropom grožđa te suhim enkapsuliranim ekstraktom tropa grožđa sorte *Cabernet Sauvignon* na parametre boje (CIEL a^*b^* i ΔE) i dimenzije te oblik čajnog peciva (površina, opseg, sferičnost ili kružnost (circularity), Feretov minimalni i maksimalni promjer, okruglost (roundness), nazubljenost rubova, (solidity)).

Ispitivanje se provodilo s dodacima (tropa ili suhim enkapsuliranim ekstraktom tropa grožđa) u udjelima 10%, 20% i 30%, a navedene smjese su se koristile za izradu čajnog peciva prema standardnoj AACC metodi 10- 50D.

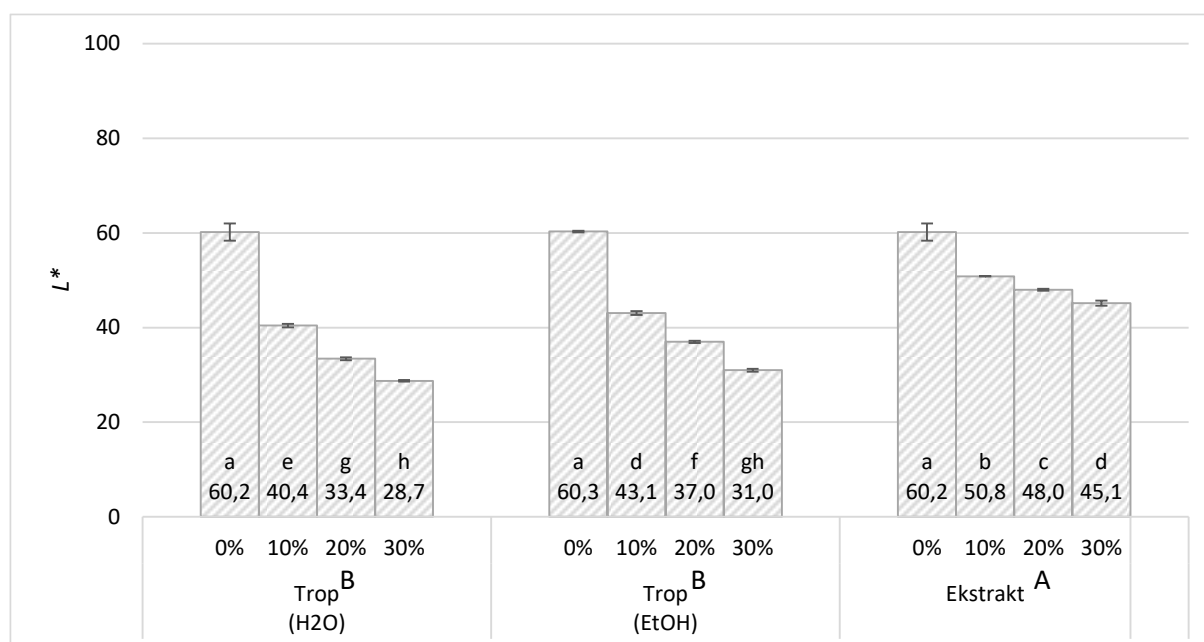
Čajno pecivo pripremljeno je u tri različita zamjesa, s dodatkom tropa grožđa i destilirane vode (Trop H₂O), s dodatkom tropa grožđa i etanola (Trop EtOH) te s dodatkom destilirane vode i suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa (Ekstrakt).

4.1. Rezultati mjerenja boje čajnog peciva računalnom analizom slike

Boja ima značajnu ulogu u procjeni kvalitete proizvoda (vanjskog izgleda) i smatra se najvažnijim fizikalnim svojstvom s obzirom da dobro korelira s drugim fizikalnim, kemijskim i senzorskim svojstvima kvalitete proizvoda (Mendoza i sur., 2006). Boja čajnog peciva određena je nedestruktivnom indirektnom metodom - računalnom analizom slike.

Mjereni parametri CIEL a^*b^* modela boje poslužili su za izračunavanje ukupne promjene boje (ΔE). Mjerenje boje obuhvaćalo je cjelokupnu površinu uzorka pri čemu je boja mjerena na donjoj i gornjoj površini uzorka prije i nakon pečenja. Rezultati mjerenja boje nepečenih uzoraka čajnog peciva (tijesta) prikazani su **Slikama 4 - 7** kao parametri CIEL a^*b^* modela boja i kao ukupna promjena boje (ΔE) uzoraka.

Prikazani podaci predstavljaju srednju vrijednost mjerenja \pm standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike.

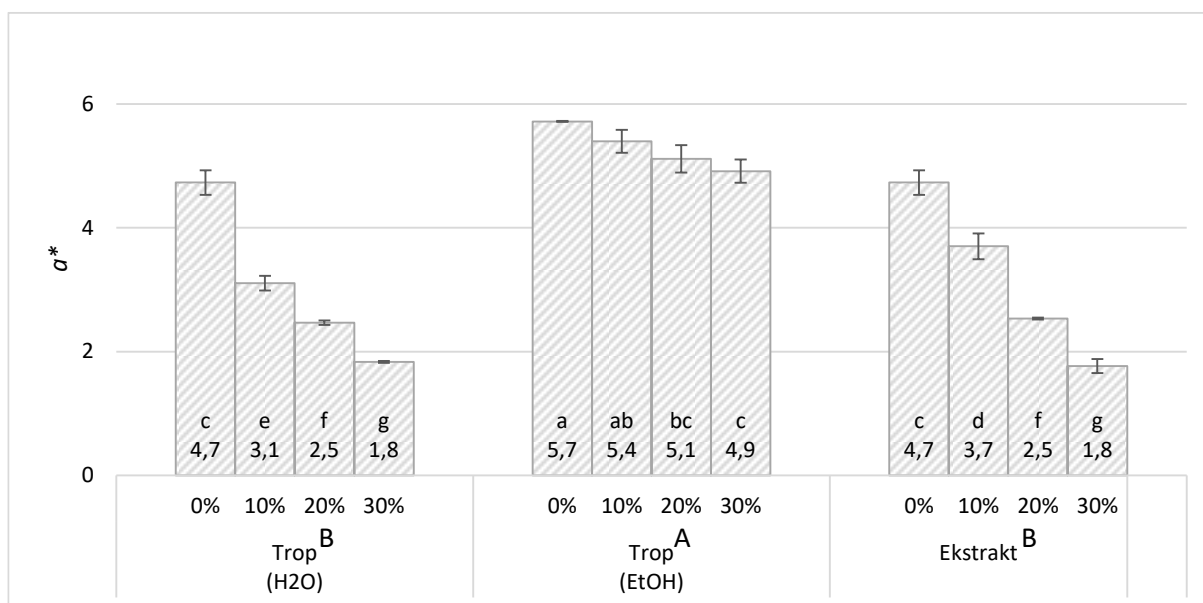


Slika 4. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te ekstrakta (Ekstrakt) na svjetlinu (L^*) uzoraka čajnog peciva

Najveće vrijednosti svjetline (L^*) zabilježene su kod uzoraka tijesta od čistog pšeničnog brašna ($L^*= 60,2$ kod zamjesa s destiliranom vodom, $L^*= 60,3$ kod zamjesa s etanolom). Povećanje udjela tropa grožđa ili suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa utjecalo je na smanjenje vrijednosti svjetline kod svih uzoraka pri čemu su veće vrijednosti svjetline zabilježene kod uzoraka s dodatkom suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa ($L^*= 45,1 - 50,8$) u odnosu na uzorke s dodatkom tropa grožđa ($L^*= 28,7 - 40,4$ u zamjesu s destiliranom vodom i $L^*= 31,0 - 43,1$ u zamjesu s etanolom)(**Slika 4**). Uspoređujući svjetlinu kontrolnog uzorka (0%) te onih sa dodatkom tropa grožđa (neovisno o vrsti zamjesa s destiliranom vodom ili etanolom) i suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa, vidljivo je da su uzorci čajnog peciva tamniji (manje svjetline) što je udio dodatka (tropa ili ekstrakta) veći. Ovaj je učinak uzrokovan prisutnošću prirodnih pigmenata (poput antocijanina) u tropu grožđa (Aksoylu i sur., 2015).

Analizirajući utjecaj vrste zamjesa na svjetlinu uzoraka vidljivo je da su se uzorci iz zamjesa s dodatkom suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa statistički značajno razlikovali od uzoraka iz zamjesa s dodatkom tropa i destilirane vode ili etanola. Neovisno o vrsti zamjesa, povećanjem udjela dodatka (tropa grožđa ili suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa) vrijednosti svjetline proporcionalno se smanjuju s povećanjem udjela dodatka što sugerira da su ti uzorci čajnog peciva bili tamniji.

Trop grožđa, nusproizvod vinarstva, sadrži brojne kemijske spojeve visoke nutritivne vrijednosti i potencijalne koristi za ljudsko zdravlje, i kao takav primjenjuje se za obogaćivanje proizvoda u različitim industrijama, od kozmetike do hrane. Brojne su primjene ovog nusproizvoda, kao antioksidanta, bojila, sredstava za modificiranje teksture te u proizvodnji funkcionalnih proizvoda. Trop grožđa sadrži bioaktivne tvari i to prehrambena vlakana (50 - 75%), polifenole (15 - 30% suhih komina), (Saura-Calixto, 1998), polinezasićene masne kiseline i tokole uglavnom prisutne u ulju sjemenki grožđa (Fiori i sur., 2014).

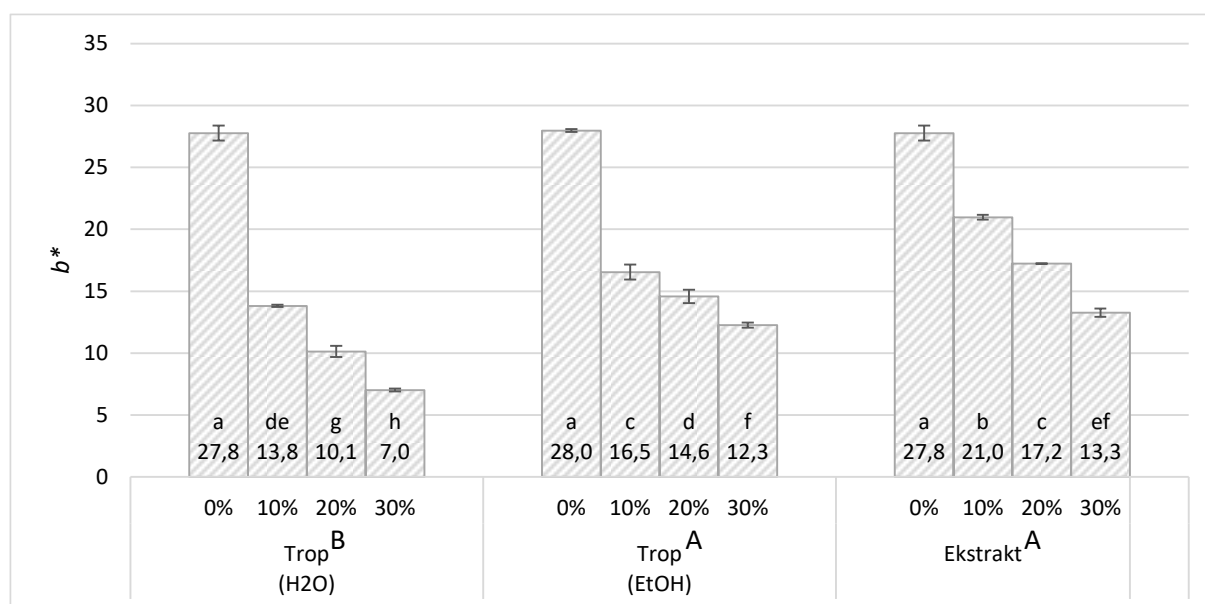


Slika 5. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa (Ekstrakt) na kromatsku komponentu zeleno-crvene boje (a^*) uzoraka čajnog peciva

Najveće vrijednosti kromatske komponente zeleno-crvene boje (a^*) su izmjerene kod uzoraka iz zamjesa tropa grožđa i etanola ($a^*=4,9-5,7$), dok su kod uzoraka s dodatkom tropa grožđa i destilirane vode odnosno ekstrakta bile manje ($a^*=1,8-4,7$) (Slika 5).

Analizirajući utjecaj udjela dodatka na vrijednosti zeleno-crvene kromatske komponente (a^*) vidljivo je da povećanjem udjela (tropa ili ekstrakta) dolazi do proporcionalnog opadanja vrijednosti a^* , te da udio dodatka statistički značajno utječe na vrijednosti kromatske komponente zeleno-crvene boje (a^*).

Uspoređujući utjecaj vrste zamjesa na mjerenu kromatsku komponentu boje a^* , vidljivo je da se uzorci iz zamjesa tropa i destilirane vode te ekstrakta statistički značajno razlikuju od onih iz zamjesa tropa i etanola.

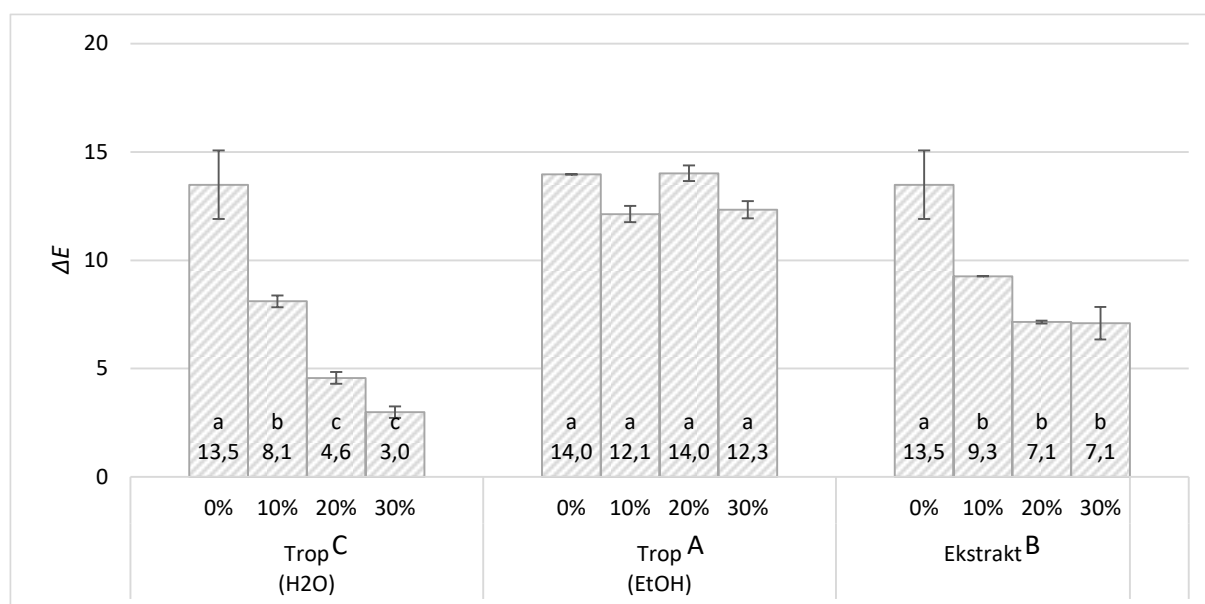


Slika 6. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa (Ekstrakt) na kromatsku komponentu plavo-žute boje (b^*) uzoraka čajnog peciva

Vrijednosti kromatske komponente plavo-žute boje (b^*) bile su u rasponu $b^*=7,00-28,00$ (**Slika 6**). Najveće vrijednost izmjerene su kod uzoraka bez dodatka (tropa ili ekstrakta) i bile su u rasponu $b^*=27,80-28,00$. Najniže vrijednosti b^* izmjerene su kod uzoraka s najvećim udjelom dodatka ($b^*=7,00-13,30$).

Analizirajući utjecaj udjela dodatka na vrijednosti plavo-žute kromatske komponente (b^*) vidljivo je da povećanjem udjela (tropa ili ekstrakta) dolazi do proporcionalnog opadanja vrijednosti b^* (uzorci su više u domeni žute boje), te da udio dodatka statistički značajno utječe na vrijednosti kromatske komponente plavo-žute boje (b^*).

Uspoređujući utjecaj vrste zamjesa na vrijednosti plavo-žute kromatske komponente (b^*), vidljivo je da se uzorci iz zamjesa tropa i etanola te ekstrakta statistički značajno razlikuju od onih iz zamjesa tropa i destilirane vode.



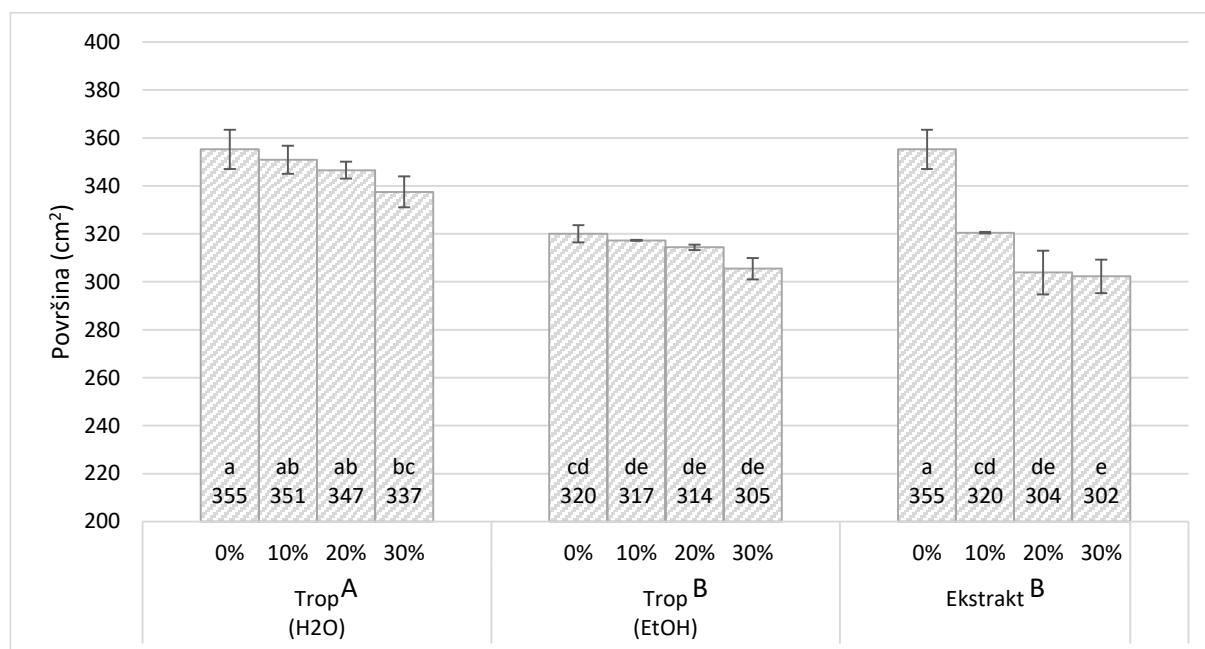
Slika 7. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa (Ekstrakt) na ukupnu promjenu boje (ΔE) uzoraka čajnog peciva

Izmjerene vrijednosti ukupne promjena boje (ΔE) kod analiziranih uzoraka bila je u rasponu $\Delta E=3,00-14,00$ (**Slika 7**). Najveća vrijednosti ukupne promjene boje čajnog peciva izmjerena je kod uzoraka s dodatkom tropa grožđa i etanola u zamjesu ($\Delta E=12,10-14,00$), a najmanje kod uzoraka u zamjesu tropa i destilirane vode ($\Delta E=3,00-13,50$).

Povećanjem udjela dodatka (tropa ili suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa) u zamjes čajnog peciva dolazi do značajnijeg utjecaja na ukupnu promjenu boje, te je ona najuočljivija kod uzoraka s najvećim udjelom dodatka. Izuzetak su uzorci koji u svom zamjesu imaju etanol. Nadalje, vrsta zamjesa imala je statistički značajan utjecaj na ukupnu promjenu boje analiziranih uzoraka.

4.2. Rezultati mjerenja dimenzija i oblika čajnog peciva računalnom analizom slike

Dimenzije i oblik čajnog peciva određeni su računalnom analizom slike. Mjerenje je provedeno na nepečenim i pečenim uzorcima te je obuhvatilo cjelokupnu površinu uzorka. Rezultati analize prikazani su kao površina, opseg, Feretov minimalni i maksimalni promjer, sferičnost ili kružnost (circularity), okruglost (roundness), te nazubljenost rubova (solidity). Utjecaj dodatka tropa grožđa i suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa (ekstrakta) u različitim udjelima (0, 10, 20, i 30%) na dimenzije i oblik čajnog peciva prikazan je **Slikama 8 – 14**. Prikazani podaci su srednja vrijednost \pm standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike.

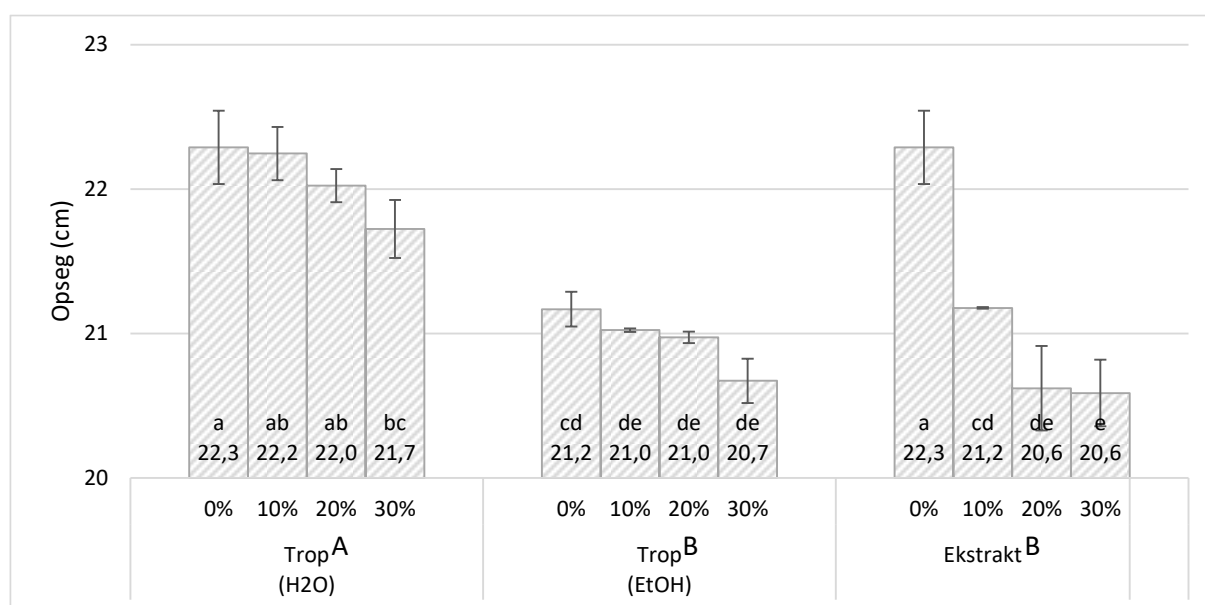


Slika 8. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa (Ekstrakt) na površinu uzoraka čajnog peciva

Površina uzoraka čajnog peciva kretala se u rasponu 302-355 cm² (**Slika 8**). Dodatak tropa grožđa utjecao je na smanjenje površine razmjerno s povećanjem udjela tropa od 10% do 30% kod svih uzoraka (u zamjesu s destiliranom vodom i etanolom). Nadalje, kod uzoraka čajnog peciva s dodatkom suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa (ekstrakta) povećanje udjela ekstrakta utjecalo je na smanjenje površine čajnog peciva.

Najveće vrijednosti površine uzoraka zabilježene su kod čajnog peciva bez dodatka tropa grožđa (355 cm² kod zamjesa s destiliranom vodom i 320 cm² kod zamjesa s etanolom). Najmanje vrijednosti površine čajnog peciva zabilježene su kod uzoraka s najvećim udjelom tropa od 30% (337 cm² u zamjesu s vodom, 305 cm² u zamjesu s etanolom) i 302 cm² u zamjesu s dodatkom ekstrakta). Povećanje udjela dodatka (tropa ili suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa) u zamjes čajnog peciva statistički značajno utječe na smanjenje površine većine analiziranih uzoraka čajnog peciva (pri većim udjelima dodatka izmjerena je manja površina uzoraka).

Uspoređujući utjecaj vrste zamjesa na površinu čajnog peciva, vidljivo je da su se uzorci s dodatkom tropa i destilirane vode statistički značajno razlikovali od uzoraka s dodatkom tropa grožđa i etanola i ekstrakta (koji se nisu statistički značajno razlikovali).

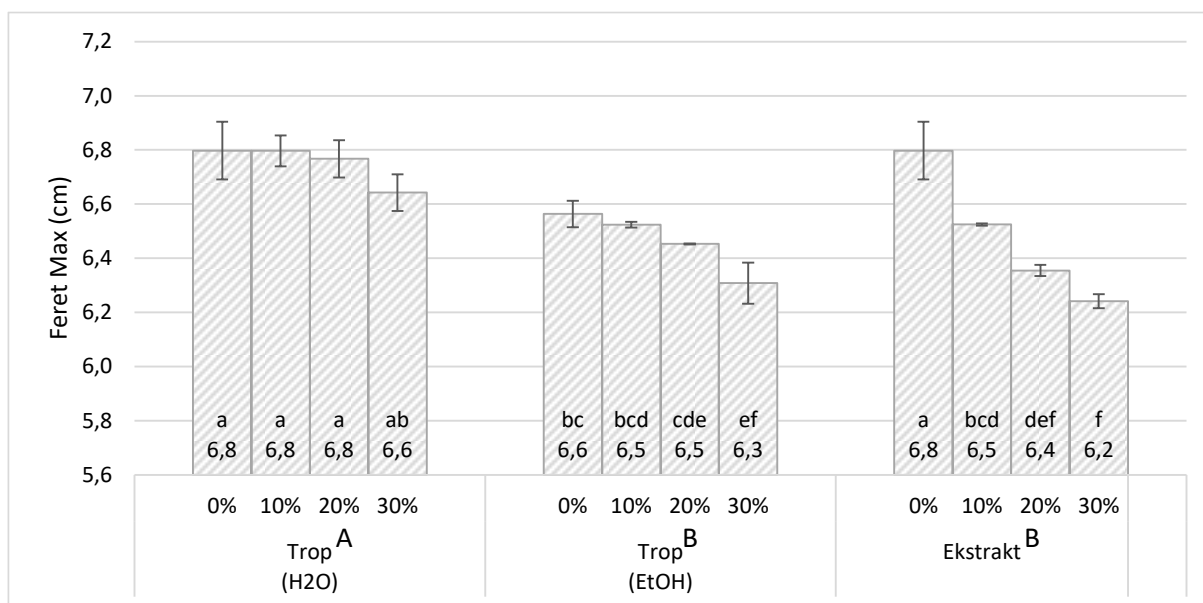


Slika 9. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa (Ekstrakt) na opseg uzoraka čajnog peciva

Opseg uzoraka čajnog peciva bio je u rasponu 20,6-22,3 cm (**Slika 9**). Dodatak tropa grožđa utjecao je na smanjenje opsega razmjerno s povećanjem udjela tropa od 10% do 30% kod većine uzoraka (te promjene značajno su manje kod uzoraka s dodatkom tropa grožđa i destilirane vode).

Najveće vrijednosti opsega uzoraka čajnog peciva zabilježene su kod uzoraka bez dodatka tropa grožđa (22,3 cm), a najmanje vrijednosti kod uzoraka s najvećim udjelom tropa od 30% (20,6 cm). Povećanje udjela dodatka (tropa ili suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa) u zamjes čajnog peciva

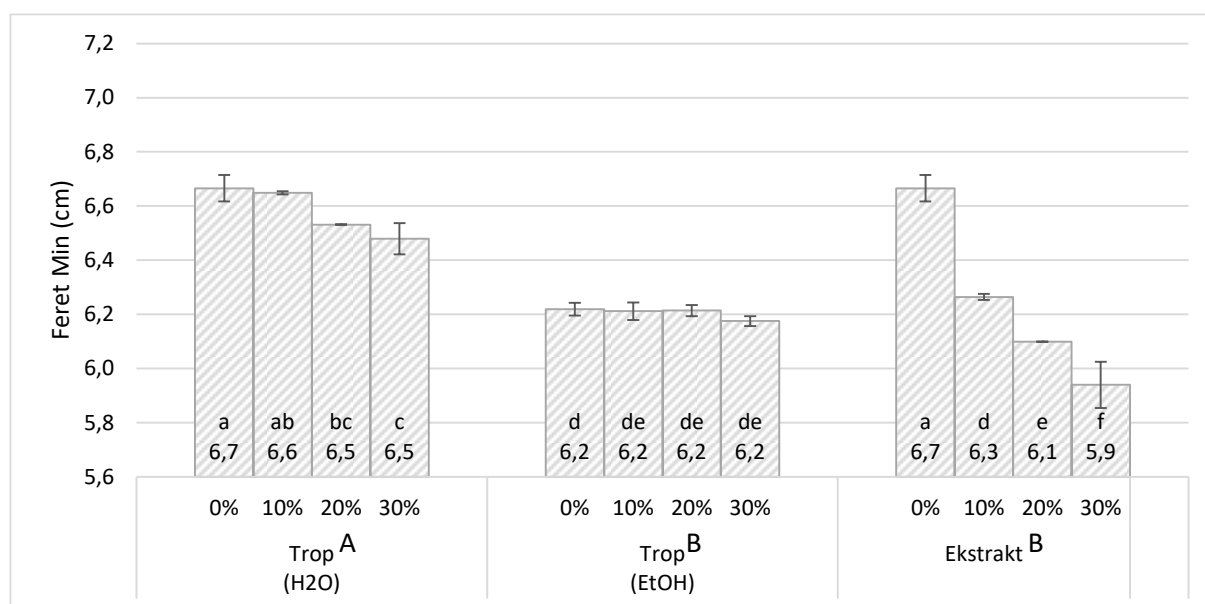
statistički značajno utječe na smanjenje opsega većine analiziranih uzoraka čajnog peciva (pri većim udjelima dodatka izmjeren je manji opseg uzoraka). Uspoređujući utjecaj vrste zamjesa na opseg čajnog peciva, vidljivo je da među uzorcima pripremljenim s dodatkom tropa i destilirane vode te tropa i etanola, postoji statistički značajna razlika, dok se uzorci s dodatkom tropa grožđa i etanola te ekstrakta nisu međusobno statistički razlikovali.



Slika 10. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa (Ekstrakt) na Feretov maksimalni promjer (*Feret Max*) uzoraka čajnog peciva

Feretov maksimalni promjer uzoraka čajnog peciva se kretao u rasponu od 6,2 do 6,8 cm (**Slika 10**). Kod uzoraka čajnog peciva s dodatkom suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa zamijećeno je najveće smanjenje maksimalnog Feretovog promjera, koje je proporcionalno povećanju udjela dodatka (6,2-6,8). Kod uzorka s dodatkom tropa grožđa i destilirane vode, zamijećena je najmanja promjena Feretovog maksimalnog promjera (6,6-6,8).

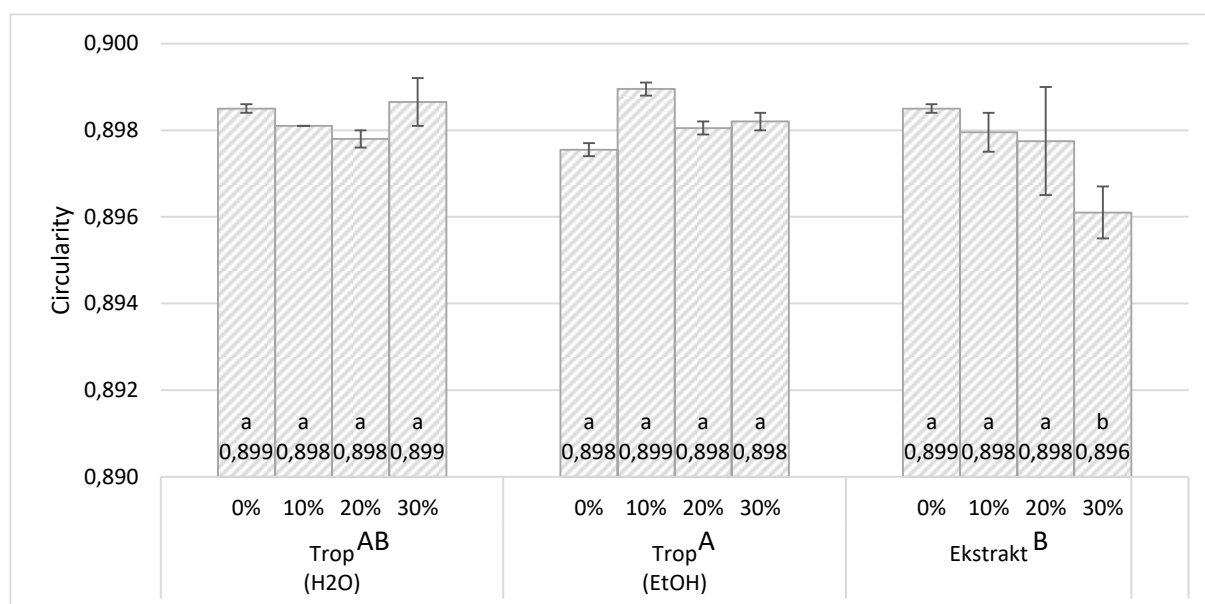
Povećanje udjela dodatka statistički značajno utječe na smanjenje maksimalnog Feretovog promjera većine uzoraka, izuzetak su uzorci s dodatkom tropa i destilirane vode. Uspoređujući utjecaj vrste zamjesa na maksimalni Feretov promjer vidljivo je da među uzorcima pripremljenim s dodatkom tropa i destilirane vode te ekstrakta, postoji statistički značajna razlika, dok se uzorci s dodatkom tropa grožđa i etanola te ekstrakta nisu međusobno statistički značajno razlikovali.



Slika 11. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa (Ekstrakt) na minimalan Feretov promjer (*Feret Min*) uzoraka čajnog peciva

Na **Slici 11.** vidljivo je da su vrijednosti minimalnog Feretovog promjera u rasponu 5,9-6,7 cm, pri čemu su najmanje vrijednosti izmjerene kod uzoraka čajnog peciva s dodatkom tropa i etanola (6,2 cm), a najveće kod uzoraka s dodatkom tropa i destilirane vode (6,5-6,7). Povećanje udjela dodatka statistički značajno utječe na smanjenje minimalnog Feretovog promjera kod većine uzoraka (izuzetak su uzorci s dodatkom tropa i etanola).

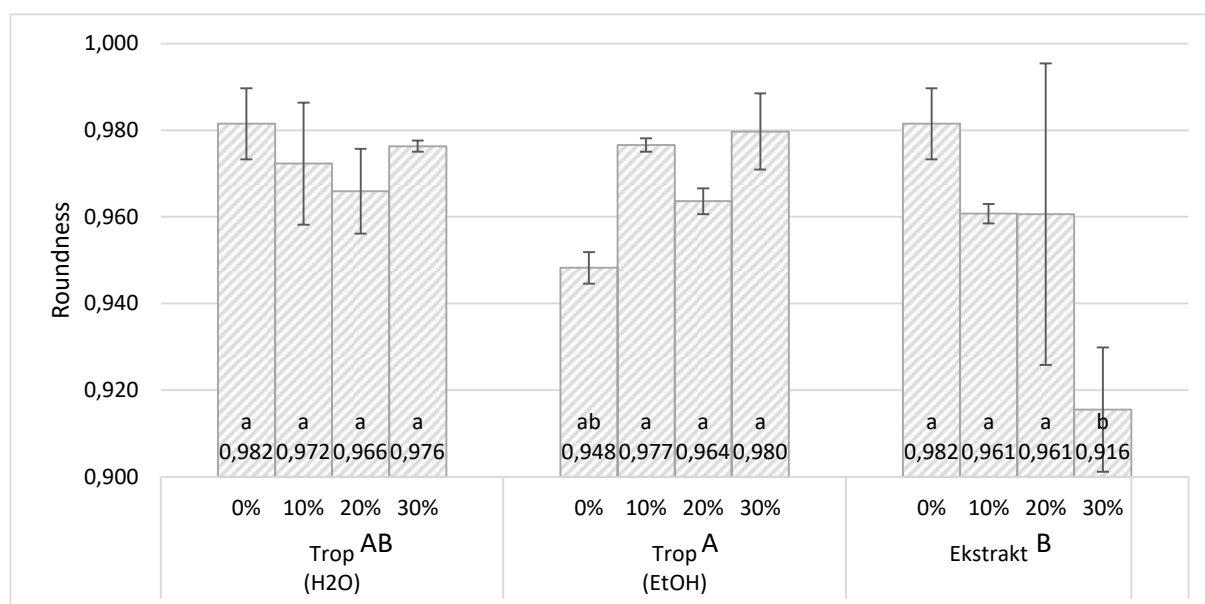
Uspoređujući utjecaj vrste zamjesa na minimalni Feretov promjer vidljivo je da među uzorcima pripremljenim s dodatkom tropa + voda i ekstrakta, postoji statistički značajna razlika, dok se uzorci s dodatkom tropa grožđa i etanola i ekstrakta nisu međusobno statistički razlikovali.



Slika 12. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa (Ekstrakt) na sferičnost (*Circularity*) uzoraka čajnog peciva

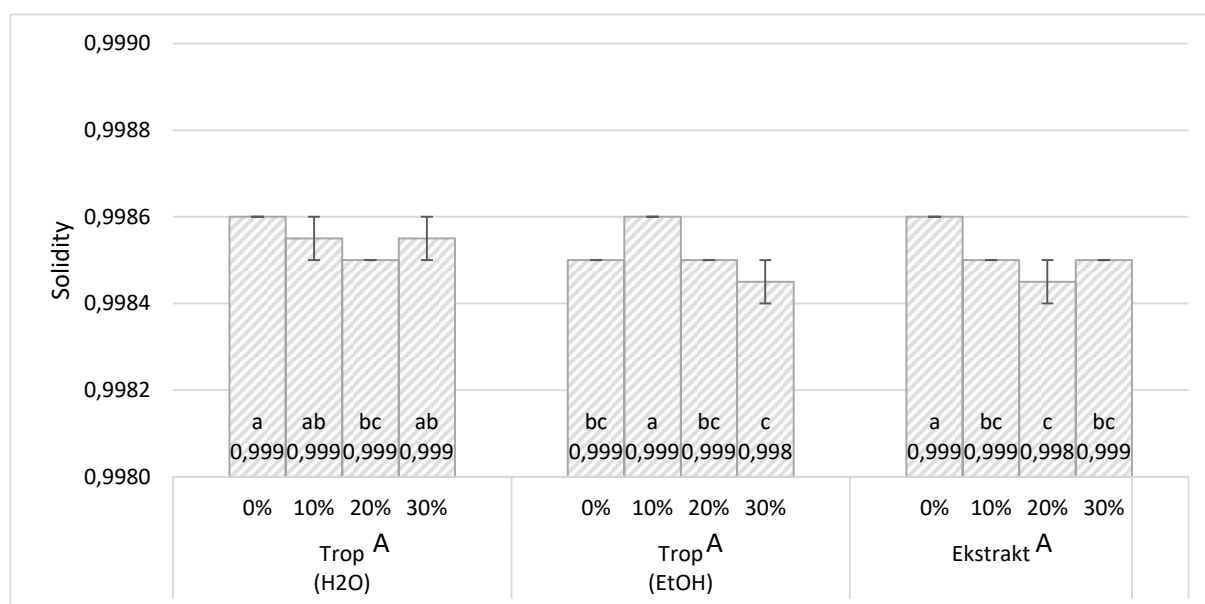
Sferičnost (kružnost ili circularity) je mjera za odstupanje uzorka od sfere, odnosno definira se kao funkcija površine kruga i opsega. Predstavlja vrijednost kojom se oblik analizirane čestice (uzorka) uspoređuje sa savršenim krugom. Sferičnost se kreće u rasponu 0 – 1, što su vrijednosti bliže 1, to je analizirani uzorak po obliku sličniji savršenom krugu. Vrijednosti sferičnosti uzoraka čajnog peciva bile su u rasponu 0,896- 0,899 (**Slika 12**). Udio dodatka nije imao statistički značajan utjecaj na promjenu sferičnosti analiziranih uzoraka. Najveća zamijećena promjena sferičnosti zabilježena je kod uzorka s ekstraktom tropa grožđa i to kod uzorka u kojem je dodano 30 % ekstrakta (0,896).

Uspoređujući utjecaj vrste zamjesa na sferičnost (circularity) čajnog peciva vidljivo je da među svim analiziranim uzorcima (neovisno o dodatku tropa, ekstrakta, destilirane vode ili etanola) postoji statistički značajna razlika.



Slika 13. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa (Ekstrakt) na okruglost (*Roundness*) uzoraka čajnog peciva

Okruglost (*roundness*) predstavlja zakrivljenost bridova i uglova čestice i kreće se u rasponu 0-1, pri čemu razlikujemo oble rubove (*Round*) (što su vrijednosti bliže 1) i uglate (nazubljena, *Angular*) rubove uzoraka (što su vrijednosti bliže 0). Vrijednosti okruglosti čajnog peciva je varirala 0,916-0,982 (**Slika 13**) što sugerira da su svi uzorci bili oblikih rubova. Udio dodatka nije imao statistički značajan utjecaj na okruglost čajnog peciva. Nadalje, uspoređujući utjecaj vrste zamjesa na okruglost (*roundness*) čajnog peciva vidljivo je da među svim uzorcima (neovisno o dodatku tropa, ekstrakta, vode ili etanola) postoji statistički značajna razlika.



Slika 14. Utjecaj dodatka tropa grožđa (u zamjesu s destiliranom vodom (H₂O) ili etanolom (EtOH)) te suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa (Ekstrakt) na nazubljenost rubova (Solidity) uzoraka čajnog peciva

Solidity (nazubljenost rubova) mjeri je za kompaktnost čestice čije se vrijednosti kreću u rasponu 0 – 1. Vrijednost 1 označava kompaktnu česticu, a vrijednost manja od 1 označava česticu nepravilnog oblika. S obzirom na vrijednosti nazubljenosti rubova uzoraka čajnih peciva (0,998-0,999) vidljivo je da su svi uzorci bili kompaktni i pravilnog oblika (**Slika 14**) te da udio dodatka nije značajno utjecao na vrijednosti nazubljenosti rubova većine analiziranih uzoraka. Uspoređujući utjecaj vrste zamjesa na nazubljenosti rubova (*solidity*) čajnog peciva vidljivo je da među uzorcima (neovisno o dodatku tropa, ekstrakta, vode ili etanola) ne postoji statistički značajna razlika.

5. ZAKLJUČCI

U ovom diplomskom radu analiziran je utjecaj zamjene dijela pšeničnog brašna tropom grožđa i suhim enkapsuliranim ekstraktom tropa grožđa u udjelima 10%, 20% i 30%, te utjecaj vrste zamjesa (1-tropa grožđa i destilirane vode; 2-tropa grožđa i etanola; 3- suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa) na boju i dimenzije i oblik čajnog peciva. Prema provedenoj analizi varijance i Fisher-ovog LSD testa najmanje značajne razlike uočeno je sljedeće:

- ✓ Povećanje udjela dodatka (tropa grožđa ili enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa) utječe na smanjenje **svjetline** (uzorci čajnog peciva najtamniji pri najvećim udjelima dodataka), smanjenje vrijednosti kromatske komponente **zeleno-crvene boje** (što sugerira da su uzorci čajnog peciva više u domeni crvene nego zelene boje), smanjenja vrijednosti kromatske komponente **plavo-žute boje** (što sugerira da su uzorci čajnog peciva više u domeni žute nego plave boje). Nadalje, vrsta zamjesa statistički značajno utječe na sve analizirane komponente boje (L^* , a^* i b^*) te su uzorci pripremljeni s dodatkom enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa bili najsvjetliji. Najuočljivije **promjene boje** vidljive su kod uzoraka s većim udjelima dodatka te u zamjesu s dodatkom tropa grožđa i destilirane vode odnosno ekstrakta.

Rezultati analize dimenzija i oblika uzoraka čajnog peciva prikazani su kao površina, opseg, sferičnost ili kružnost (*circularity*), Feretov minimalni i maksimalni promjer, okruglost (*roundness*), te nazubljenost rubova (*solidity*). Prema provedenoj analizi varijance i Fisher-ovog LSD testa najmanje značajne razlike uočeno je sljedeće:

- ✓ Povećanjem udjela dodatka tropa ili suhog enkapsuliranog ekstrakta tropa grožđa utječe na smanjenje **površine, opsega te Feretovog promjera** analiziranih uzoraka čajnog peciva;
- ✓ **Vrsta zamjesa** statistički značajno utječe na dimenzije uzoraka, te su uzorci pripremljeni s dodatkom tropa i destilirane vode imali najveću površinu, opseg te najmanje promjene Feretovog promjera;
- ✓ S obzirom na izmjerene vrijednosti **sferičnosti, okruglosti i nazubljenosti rubova** analiziranih uzoraka čajnog peciva, svi uzorci bili kompaktni, pravilnog oblika bez nepravilnih rubova. Nadalje, vrsta zamjesa imala je statistički značajan utjecaj na izmjerene vrijednosti sferičnosti, okruglosti i nazubljenosti rubova analiziranih uzoraka te su se najboljima pokazali uzorci s dodatkom destilirane vode i tropa grožđa.

6. LITERATURA

- Aksoyly Z., Çağindi Ö., Köse E., Effects of blueberry, grape seed powder and poppy seed incorporation on physicochemical and sensory properties of biscuit. *J. Food Qual.*, 38, 164–174, 2015.
- Bram P, Faisal T, Greet K, Brijs K, Goesaert H, Wevers M, Delcour A: The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *Journal of food engineering*, 90: 400-408, 2009.
- Bucić-Kojić A, Planinić M, Tomas S, Tišma M: *Trop grožđa – otpad i visokovrijedna sirovina*. Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije. Prehrambenotehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2017.
- El-Zaart: Images thresholding using ISODATA technique with gamma distribution. *Pattern Recognition and Image Analysis*, 20 (1): 29-41, 2010.
- Fiori L, Lavelli V, Duba KS, Sri Harsha PSC, Mohamed H.B., Guella G.: Supercritical CO₂ extraction of oil from seeds of six grape cultivars: modeling of mass transfer kinetics and evaluation of lipid profiles and tocol contents. *Journal of Supercritical Fluids*, 94, 71–80, 2014.
- Gavrilović, M: Tehnologija konditorskih proizvoda. Zavod za izdavanje udžbenika Novi Sad, Novi Sad, 2011.
- Gokmen V, Acar OC, Arribas-Lorenzo G, Morales FJ. Investigating the correlation between acrylamide content and browning ratio of model cookies. *Journal of Food Engineering*, 2008.
- Hill SE, Mamat H: Structural and functional properties of major ingredients of biscuit, *International Food Research Journal*, 25(2); 462-471, 2018
- Kljusurić S: *Uvod u tehnologiju mljevenja pšenice*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta J.J. Strossmayer, Osijek, 2000.
- Koceva Komlenić D, Jukić M, Kosović I, Kuleš A: *Upute za laboratorijske vježbe*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2014.
- Larrain RE, Schaefer DM, Reed JD. Use of digital images to estimate CIE color coordinates of beef. *Food Research International*, 2008.
- Leon K, Mery D, Pedreschi D, Leon D. Color measurement in $L^*a^*b^*$ units from RGB digital images. *Food Research International*, 39: 1084-1091, 2006.
- Llobera A, Cañellas J. Dietary fibre content and antioxidant activity of Manto Negro red grape (*Vitis vinifera*): pomace and stem. *Food Chemistry*, 101(2), 659–666, 2007.
- Magdić, D., Lukinac, J., Jokić, S., Čačić Kenjerić, F., Bilić, M., Velić, D. Impact analysis of different chemical pre-treatments on colour of apple discs during drying process. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 2009.
- Manley D: *Biscuit packaging and storage*, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, UK, 1998.
- Manley, DJR: *Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*, 3rd edition. Woodhead Publishing, Cambridge 2000.
- Mendoza F, Dejmeq P, Aguilera JM: Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 41(3): 285-295, 2006.

- Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva RH: Pravilnik o žitaricama mlinskim i pekarskim proizvodima, tjestenini i proizvodima od tijesta, NN br. 117/03, 130/03, **47/08**.
- Mokrzycki WS, Tatol M: Color difference Delta E - A survey. *Machine Graphics and Vision*, 20(4): 383-411, 2011.
- Panayiotou C, Pavlou A, Ritzoulis C. Emulsifiers from grape processing by-products. United States Patent Application Publication. Pub. No.: US 2016/0367958 A1, 2016. [datum preuzimanja: 25.5.2022. s: <https://patentimages.storage.googleapis.com/14/ca/9c/0cbe84be0cc0fd/US20160367958A1.pdf>]
- Pinto, A. Compositions for making paper and the processes thereof. International Patent. International Pub. No: WO 2017/103689 A1, 2017. [datum preuzimanja: 22.5.2022. s: <https://patentimages.storage.googleapis.com/af/91/64/175463e4dc6d97/WO2017103689A1.pdf>]
- Pletney VN: *Focus on Food Engineering Research and Developments*. Nova Science Publishers, Inc., New York, 2007.
- Puglia S: *Technical Primer U Handbook for Digital Projects: A Management Tool for Preservation and Access* Maxine K. Sitts. (ur.) Northeast Document Conservation Center, 2000
- Purlis E, Salvadori VO. Bread browning kinetics during baking. *Journal of Food Engineering*, 2007.
- Ramirez-Jimenez A, Guerra-Hernandez E, Garcia-Villanova B. Browning indicators in bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000.
- Ridler TW, Calvard S: Picture thresholding using an iterative selection method. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 8(8): 630-632, 1978.
- Russ JC: *The image Processing Handbook*, Taylor & Francis Group, New York, 2007.
- Saura-Calixto F: Antioxidant dietary fiber product: a new concept and a potential food ingredient. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. 46 (10), 4303–4306. 1998.
- Web(1): ImageJ. <https://imagej.nih.gov/ij/>. [datum pristupa 22.09.2022.]
- Web(2): CIEL*a*b* color model. <http://tinyurl.com/ogadmry>. [datum pristupa 22.09.2022.]