

# Praćenje promjena kvalitativnih svojstava čajnog peciva s dodatkom liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa sorte Cabernet Sauvignon

---

Jelić, Ivana

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:109:733009>

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

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

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**

Ivana Jelić

**PRAĆENJE PROMJENA KVALITATIVNIH SVOJSTAVA ČAJNOG PECIVA  
S DODATKOM LIOFILIZIRANOG EKSTRAKTA TROPA GROŽĐA SORTE  
*Cabernet Sauvignon***

DIPLOMSKI RAD

Osijek, srpanj, 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 20, 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 IX. redovitoj sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek u akademskoj godini 2021./2022. održanoj 29. lipnja 2022..

**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 promjena kvalitativnih svojstava čajnog peciva s dodatkom liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa sorte *Cabernet Sauvignon***

*Ivana Jelić*, 0113144870

### Sažetak:

Trop grožđa predstavlja visokovrijedni otpad koji zaostaje u velikim količinama nakon procesa proizvodnje vina. Neispravnim odlaganjem predstavlja ekološku opasnost, ali i ekonomske gubitke. Budući da se radi o visokovrijednom otpadu s brojnim bioaktivnim sastojcima kao što su fenoli i vlakna, istražuje se njegova upotreba u proizvodnji funkcionalnih i nutritivno obogaćenih prehrambenih proizvoda. U skladu s navedenim, cilj ovog diplomskog rada bio je pripremiti te pratiti utjecaj dodatka liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa u različitim udjelima na kvalitativna svojstva čajnih peciva, odnosno udio vode, volumen, koeficijent širenja, boju, teksturu te senzorska svojstva. Prema dobivenim rezultatima utvrđeno je da se s povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa smanjuje udio vode, volumen, dužina, visina, ukupna promjena boje te čvrstoća čajnog peciva. Čajna peciva s dodatkom liofiliziranog ekstrakta na natrijevom alginatu, želatini i gum arabici kao nosačima imali su manji volumen, dužinu, visinu te koeficijent širenja, ali veću čvrstoću nego kontrolni uzorak čajnog peciva.

**Ključne riječi:** liofilizirani ekstrakt tropa grožđa, čajna peciva, funkcionalni proizvod, natrijev alginat

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:** 54 stranice  
26 slika  
5 tablica  
0 priloga  
40 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:** 15. srpnja, 2022.

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u** Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 20, 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 20, 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 no. IX. held on June 29, 2022.

**Supervisor:** *Daliborka Koceva Komlenić*, PhD, prof.

**Co-supervisor:** *Jasmina Lukinac Čačić*, PhD, associate professor

**Technical assistance:** *Ana Šušak*, mag. ing.

### **Monitoring the Change in Qualitative Properties of Biscuits Made with Added Lyophilized Grape Pomace Extract of the *Cabernet Sauvignon* Variety**

*Ivana Jelić*, 0113144870

#### **Summary:**

Grape pomace is a high-value waste produced in large quantities after the wine production. Improper disposal represents both an environmental hazard and an economic loss. Since grape pomace is a high-value waste containing numerous bioactive ingredients such as phenols and fibres, efforts are being made to investigate its use for the production of functional and nutrient-enriched foods. Therefore, the aim of this study was to investigate the addition of lyophilized grape pomace extract in different proportions on the qualitative properties of bakery products, i.e. water content, volume, spreading factor, colour, texture and sensory properties. The results show that as the proportion of lyophilized grape pomace extract increases, the water content, volume, width, thickness, overall colour change and firmness of biscuits decrease. Biscuits with the addition of lyophilized extract on sodium alginate, gelatine and gum arabic had lower volume, width, thickness and spreading factor, but higher hardness than the control biscuit sample.

**Key words:** lyophilized grape pomace extract, biscuits, functional food, sodium alginate,

*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:** 54 pages  
26 figures  
5 tables  
0 supplements  
40 references

**Original in:** Croatian

#### **Defense committee:**

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

**Defense date:** July 15, 2022

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in** Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, Osijek.

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	<b>3</b>
2.1. Čajno pecivo.....	4
2.2. Sirovine u proizvodnji čajnih peciva.....	5
2.2.1. Pšenično brašno.....	7
2.2.2. Masnoće .....	8
2.2.3. Šećeri .....	9
2.2.4. Trop grožđa.....	10
2.2.4.1. Fenolni spojevi .....	10
2.2.4.2. Prehrambena vlakna .....	12
2.2.4.3. Ekstrakcija tropa grožđa.....	13
2.2.4.4. Liofilizacija ekstrakta tropa grožđa .....	13
2.2.4.5. Inkapsulacija bioaktivnih spojeva .....	14
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	<b>16</b>
3.1. Zadatak .....	17
3.2. Materijali i metode .....	17
3.2.1. Postupak izrade čajnog peciva.....	18
3.2.2. Određivanje udjela vlage tijesta i čajnog peciva.....	19
3.2.3. Određivanje volumena čajnog peciva.....	20
3.2.4. Ispitivanje dimenzija čajnog peciva .....	20
3.2.5. Određivanje boje tijesta i čajnog peciva .....	21
3.2.6. Određivanje teksture čajnih peciva .....	23
3.2.7. Senzorsko ocjenjivanje čajnih peciva.....	23
<b>4. REZULTATI</b> .....	<b>25</b>
4.1. Rezultati određivanja udjela vode, volumena i parametara koeficijenta širenja .....	26
4.2. Rezultati određivanja boje.....	29
4.3. Rezultati određivanja teksture .....	32
4.4. Rezultati senzorske ocjene čajnih peciva.....	34
<b>5. RASPRAVA</b> .....	<b>36</b>
<b>6. ZAKLJUČCI</b> .....	<b>44</b>
<b>7. LITERATURA</b> .....	<b>46</b>

## Popis oznaka, kratica i simbola

AACC - American Association of Cereal Chemists

Odv - uzorak s dest. vodom bez dodatka

Oet - uzorak s 50 %-tnim etanolom bez dodatka

lio10 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa)

lio20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa)

lio30 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa)

GAN20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu

NA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu

ŽNA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču

## **1. UVOD**

Posljednih godina se kao glavni trend modernog društva pojavljuje sve veći interes za funkcionalnim i prirodnim prehrambenim proizvodima. Činjenica da navedeni proizvodi smanjuju ili u potpunosti uklanjaju rizik od raznih bolesti predstavlja temelj ovoga trenda. No, osim poboljšanja nutritivne vrijednosti, proizvodnja funkcionalnih prehrambenih proizvoda značajna je i u ekološkom i ekonomskom pogledu budući da se sve češće raznim istraživanjima nastoji osmisliti nove načine upotrebe jeftinih, lako dostupnih nusproizvoda prehrambene industrije (Šubarić i sur., 2013; Kuchtová i sur., 2018).

Trop grožđa, koji zaostaje u velikim količinama nakon proizvodnje vina, jedan je od primjera spomenutih nusproizvoda čija je upotreba široko rasprostranjena budući da predstavlja i potencijalni izvor raznih visokovrijednog produkata poput bioaktivnih spojeva (fenolni spojevi, prehrambena vlakna), vitamina, minerala, proteina, lipida... Trenutno, najveća pažnja usmjerena je prema korištenju tropa grožđa u proizvodnji raznih pekarskih proizvoda poput kruha, muffin-a (Walker i sur., 2014) te čajnih peciva (Mildner-Szkudlarz i sur., 2013). Mogućnost izrazito lakog obogaćivanja te pristupačna cijena, dobra nutritivna kvaliteta, dostupnost u različitim okusima te dulji rok trajanja svrstava čajna peciva u skupinu vrlo popularnih prehrambenih proizvoda koje u svakodnevnoj prehrani konzumira većina svjetskog stanovništva.

No, obogaćivanjem navedenih proizvoda tropom grožđa dolazi i do određenih promjena u senzorskim karakteristikama proizvoda poput okusa, boje, teksture te udjela vode. Prema tome, cilj ovog diplomskog rada bio je procijeniti utjecaj dodatka različitih udjela liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa na kvalitativna svojstva čajnih peciva.



## **2. TEORIJSKI DIO**

## 2.1. Čajno pecivo

Prema Pravilniku o žitaricama i proizvodima od žitarica, NN 81/2016 (MP, 2016) fini pekarski proizvodi su definirani kao proizvodi specifičnih senzorskih svojstava proizvedeni različitim tehnološkim procesima, a sastoje se od mlinskih proizvoda, šećera, masnoća i drugih sastojaka kojima se ističe njihova specifičnost. U skladu s navedenom definicijom, fini pekarski proizvodi se osim pod nazivom čajno pecivo, na tržište stavljaju i pod sljedećim nazivima:

- trajno slano pecivo,
- vafel list,
- vafel proizvod,
- medenjak,
- kolač,
- paprenjak,
- makronen,
- biskvit te
- piškota (MP, 2016).



**Slika 1** Čajno pecivo izrađeno u laboratoriju

Pojam čajno pecivo se značajno mijenjao kroz povijest napretkom društva, točnije samim razvojem tehnologije i većom dostupnošću sirovina za proizvodnju kao i promjenama u načinu prehrane ljudi i njihovim željama. Iako je temelj proizvodnje ostao nepromijenjen, odnosno korištenje brašna i vode kao osnovnih sirovina, prerada do niskog sadržaja vlage te činjenica

da takvi proizvodi imaju relativno dug vijek trajanja, danas postoji cijeli niz čajnih peciva s raznim dodacima, punjenjima, prelijevima i ukrasima koji zauzimaju važno mjesto u prehrambenoj industriji. Osim dugog vijeka trajanja, njihov uspjeh pripisujemo i relativno dobroj cijeni, pogodnosti te ljudskoj naklonosti prema šećeru i čokoladi. Koriste se kao grickalice, dijetalni proizvodi, luksuzni darovi, hrana za djecu, a također i kao hrana za životinje (Manley, 2011).

Prema prethodno navedenom Pravilniku o žitaricama i proizvodima od žitarica, NN, 81/2016 (MP, 2016), danas čajno pecivo definiramo kao proizvod dobiven pečenjem oblikovanog tijesta, a sadrži najmanje 10% masti ili ulja i najviše 5% vode, računato na ukupnu masu gotovog proizvoda. S obzirom na udio masnoća u gotovom proizvodu s najviše 5% vlage, čajna peciva dijelimo u tri kvalitetne skupine:

- desertna čajna peciva s najmanje 20% masnoće,
- čajna peciva prve kvalitete s najmanje 15% masnoće te
- čajna peciva druge kvalitete s najmanje 10% masnoće.

Nadalje, čajna peciva dijelimo i prema sastavu i svojstima sirovina te prema načinu obrade i oblikovanja na:

- prešana čajna peciva,
- sječena čajna peciva,
- oblikovana (formirana) čajna peciva te
- istisnuta (dresirana) čajna peciva (Gavrilović, 2011).

### **2.2. Sirovine u proizvodnji čajnih peciva**

Sirovine koje se koriste za proizvodnju finih pekarskih proizvoda dijele se na osnovne i dodatne. U osnovne sirovine ubrajaju se mlinski proizvodi, masnoće, šećer, voda te sredstva za narastanje, dok dodatnim sirovinama pripadaju sol, emulgatori, mlijeko, med, boje, sredstva za aromatizaciju, jaja, slavno brašno i sladni ekstrakt, voće, začini, sjemenke i konzervansi. U **Tablici 1** navedene su recepture za različite vrste čajnih peciva.

**Tablica 1** Sirovine potrebne za izradu različitih čajnih peciva (Gavrilović, 2011)

Sirovine (kg)	prešano	sječeno	oblikovano	Istisnuto
Brašno	100	100	100	100
Biljna mast	15-23	10-17	18-25	10-20
Margarin	-	-	-	6-10
Šećer u prahu	20-30	30-40	18-25	25-35
Invertni šećer	2-3	2-5	1-5	0-3
Med	0-2	-	-	1-2
Mlijeko u prahu	1-2	0-2	2-3	2-3
Sol	0,5	0,5	0,5	0,5
NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>	0,4-0,5	0,6-0,8	0,3-0,8	0,3-0,6
NaHCO <sub>3</sub>	0,2-0,3	0,3-0,4	-	-
Vinska kiselina	0,01	0,01	-	-
Aroma, začini	+	+	+	+
Voda	+	+	+	+

No, lista sirovina odnosno sastojaka koji se koriste u proizvodnji čajnih peciva podvrgava se stalnim promjenama jer istovremeno dolazi do neprestanog razvoja tehnologije te promjena u načinu života potrošača. Razlog tomu su brojna istraživanja koja su usmjerena prema raznim bolestima suvremenog svijeta poput prekomjerne tjelesne mase, pretilosti te dijabetesa direktno povezanih uz neodgovarajuću prehranu te istraživanja kojima se nastoji podići svijest potrošača o zaštiti okoliša. Stoga prehrambena industrija nastoji osmisliti i razviti proizvode koji su obogaćeni nutritivno vrijednim sastojcima poput polifenola, vitamina i prehrambenih vlakana te također funkcionalne proizvode koji pozitivno utječu na zdravlje ljudi (Šubarić i sur., 2013). Čajna peciva s dodatkom liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa, detaljnije opisana u ovome radu, idealan su primjer takvog proizvoda. Dodatkom liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa predstavlja se mogućnost korištenja tropa grožđa, nusproizvoda nakon proizvodnje vina, kao jeftine početne sirovine u proizvodnji čajnih peciva. Osim što se na ovaj način smanjuje količinu otpada prehrambene industrije, dolazi i do razvoja novog, funkcionalnog proizvoda budući da je trop grožđa izrazito bogat važnim bioaktivnim sastojcima poput fenolnih spojeva (Kuchtová i sur., 2018).

### 2.2.1. Pšenično brašno

Mlinski proizvodi dobivaju se od očišćenih, oljuštenih i pripremljenih žitarica, postupcima usitnjavanja, odnosno mljevenja i njihovog razvrstavanja te uključuju:

- prekrupu,
- krupicu i
- brašno (MP, 2016).

Najčešće korištena žitarica za proizvodnju mlinskih proizvoda je pšenica. Pripada porodici trava *Poaceae*, rodu *Triticum* te uključuje više od 20 vrsta dok su ekonomski najznačajnije *Triticum aestivum* te *Triticum durum*. Već tisućama godina postoji veliki interes za pšenicu zbog njezinog specifičnog okusa, nutritivne vrijednosti te lakoće uzgoja i skladištenja. Danas zauzima oko jedne trećine svjetske proizvodnje žitarica, a procijenjena godišnja proizvodnja iznosi 690 milijuna tona. Prema tome, pšenica ima ključnu ulogu u prehrani ljudi u obliku raznih proizvoda, a prvenstveno u obliku pšeničnog brašna koje osigurava oko 20% ukupne energije koju troši ljudska populacija (Manley, 2011; Grundas, 2003).

**Tablica 2** Proizvodnja nekih žitarica 2010. godine ( Koehler i Wieser, 2013)

Vrsta žitarice	Obrađena površina ( milijuni ha)	Proizvodnja žitarica ( milijuni t)
Kukuruz	1621	844
Riža	154	672
Pšenica	217	651

Pšenično brašno je glavni sastojak gotovo svih čajnih peciva, ali i većine drugih finih pekarskih proizvoda. Iako nema veliki utjecaj na okus čajnog peciva, značajno mijenja teksturu, tvrdoću i oblik pa je vrlo važno odabrati odgovarajući tip pšeničnog brašna. To se prvenstveno odnosi na sadržaj proteina i kvalitetu glutena između različitih, ali i istih vrsta pšenice uzgojenih u različitim uvjetima. Tako sorte pšenice sijane u proljeće u toplijim klimama daju tvrda zrna s visokim sadržajem proteina i elastičan gluten te brašno dobiveno od ovih sorti nazivamo jakim brašnom. Suprotno tome, sorte pšenice sijane zimi daju mekša zrna, niži sadržaj proteina i manje elastičan gluten te takvo brašno nazivamo slabim. Upravo slaba brašna sa prosječnim sadržajem proteina između 8,5% i 10,5% su najčešće korištena u industriji čajnih peciva. Osim proteina, vrlo važno svojstvo prilikom odabira brašna je sposobnost upijanja vode odnosno

mjera količine vode koja je potrebna za proizvodnju tijesta određene konzistencije, a određuju ju sljedeći čimbenici:

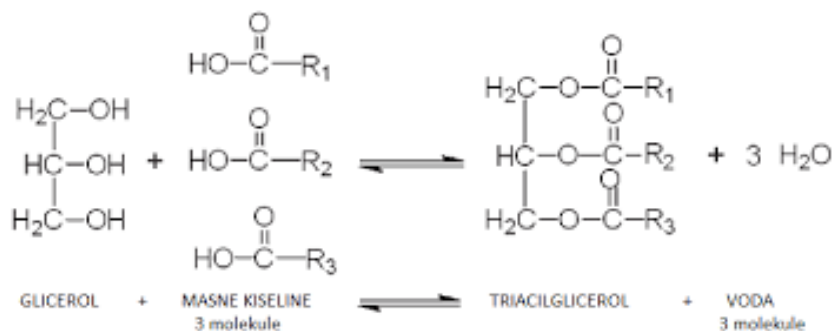
- sadržaj vlage u brašnu (što je brašno vlažnije, potrebno je manje vode za izradu tijesta),
- sadržaj proteina (što je veći sadržaj proteina, potrebno je više vode),
- sadržaj oštećenog škroba (oštećeni škrob upija više vode) te
- veličina čestica brašna (veća apsorpcija kod brašna sitnijih čestica) (Manley, 1998).

**Tablica 3** Parametri tehnološke kvalitete brašna za proizvodnju čajnih peciva (Gavrilović, 2011)

Parametar	
Pepeo (% s.t.)	0,35-0,65
Vlažni gluten (%)	23-26
Upijanje vode na 500 FJ (%)	50-55
Maksimalni otpor (EJ)	220-350
Rastezljivost (mm)	150-200
Granulacija (%)	
→ iznad 145 µm	0-10
→ iznad 250 µm	do 10

### 2.2.2. Masnoće

Masti i ulja su po kemijskom sastavu triacilgliceroli (**Slika 2**), odnosno esteri masnih kiselina i trovalentnog alkohola glicerola. Prema porijeklu se dijele na biljne i životinjske, dok se prema konzistenciji odnosno agregatnom stanju pri sobnoj temperaturi razlikuju ulja koja su tekuća te krute masti. Izrazito su važan dio ljudske prehrane budući da su značajan izvor energije i esencijalnih nutrijenata (Čorbo, 2008) te su ključan sastojak brojnih prehrambenih proizvoda. Čajna peciva također pripadaju skupini proizvoda s visokim sadržajem masti te je njihova cjelokupna kvaliteta uvelike određena tipom korištene masti (Mamat i Hill, 2014).



**Slika 2** Reakcija nastanka triacilglicerola (Maslarević, 2016)

Glavna funkcija masti prilikom proizvodnje čajnih peciva koja doprinosi povećanju plastičnosti tijesta odnosi se na sprječavanje razvoja glutenske mreže (Maache-Rezzoung i sur., 1998). Prilikom miješanja tijesta, masti stvaraju tanki sloj oko čestica brašna, odnosno vežu se s proteinima brašna hidrofobnim vezama tvoreći lipoproteine. Na taj način masti onemogućuju vezanje čestica brašna i vode što bi dovelo do stvaranja vrlo rastezljivog odnosno elastičnog glutena te na kraju tvrdog, lomljivog i nekusnog konačnog proizvoda (Gavrilović, 2011; Manley, 2011). Osim povezivanja s proteinima, masti imaju i sposobnost zadržavanja mjehurića zraka čime omogućavaju jednaku raspodjelu plinova i vodene pare prilikom pečenja što utječe na povećanje volumena čajnih peciva (Lai i Lin, 2006).

### 2.2.3. Šećeri

Najčešće korišteni šećer u prehrambenoj industriji je disaharid saharoza, sastavljena od jedne molekule glukoze i jedne molekule fruktoze, a kao glavni izvori navode se šećerna trska, *Saccharum officinarum* i šećerna repa, *Beta vulgaris* (Davidson i Sykes, 2020). Osim što utječe na slatkoću, šećer je također vrlo važan za razvoj teksture čajnih peciva. Prilikom proizvodnje čajnih peciva dolazi do potpunog ili djelomičnog otapanja šećera, ovisno o količini prisutne vode te nakon pečenja do rekristalizacije ili nastanka amorfnih slaklenih oblika što značajno mijenja teksturu čajnih peciva. Na teksturu čajnih peciva utječe i količina korištene saharoze na način da povećanjem količine dolazi do povećanja tvrdoće konačnog proizvoda, kao i veličina kristala šećera i njihova brzina otapanja što djeluje na izgled i hrskavost pečenog čajnog peciva.

Otapanjem šećera dolazi do povećanja tekuće faze tijesta te smanjenja potrebne količine vode. Saharoza povećava i temperaturu želatinizacije škroba, odnosno usporava bubrenje škroba kao i razvoj glutena što rezultira usporavanjem procesa stvaranja strukture tijesta

budući da je tijestu omogućeno više vremena za dizanje tijekom pečenja (Manley, 2011; Davidson i Sykes, 2020; Gavrilović, 2011).

### **2.2.4. Trop grožđa**

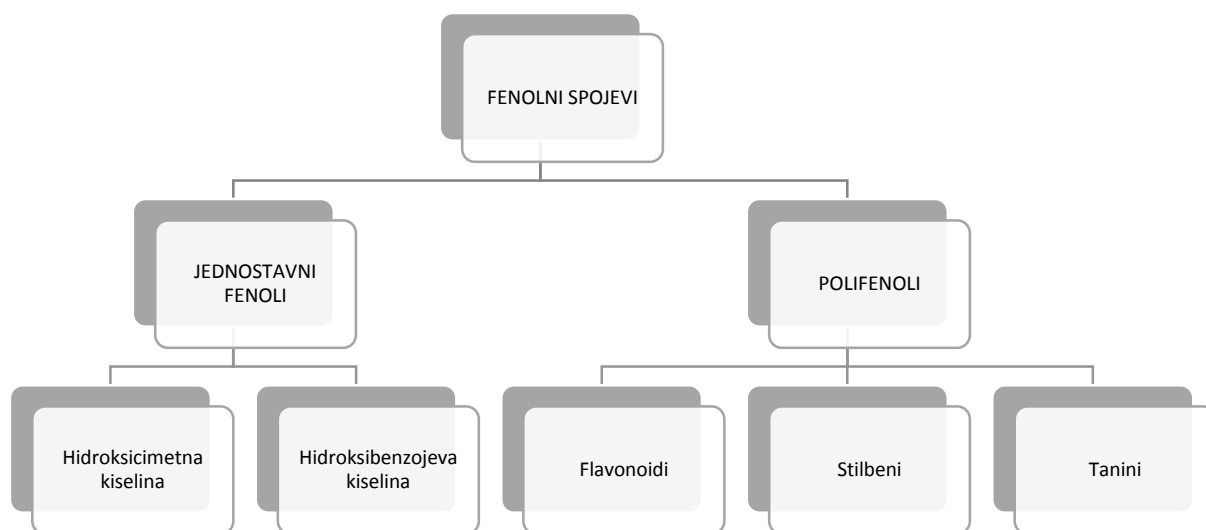
Vinova loza, *Vitis vinifera*, pripada najčešće uzgajanim kulturama u svijetu sa više od 60 milijuna tona godišnje proizvodnje. Procijenjuje se da se gotovo 70-80% od ukupne godišnje proizvodnje grožđa prerađuje u vino pri čemu otprilike 20-30% korištenog grožđa zaostaje u obliku čvrstog otpada, tzv. tropa koji se sastoji od kožice, sjemenki i stabljike (Bucić-Kojić, 2017; Zhu i sur, 2015). Budući da se radi o vrlo velikim količinama otpada, njegovo odlaganje može predstavljati ozbiljan ekološki, ali i ekonomski rizik. Christ i Burrit (2013) navode glavne kritične točke prilikom proizvodnje vina koje mogu uzrokovati ekološke probleme, a uključuju korištenje pesticida, gnojiva i vode tijekom samog uzgoja vinove loze, zatim raznu ambalažu koja se koristi za pakiranje, električnu energiju i vodu utrošenu prilikom procesa proizvodnje, gorivo utrošeno za transport te otpad koji ostaje nakon same proizvodnje. U skladu s navedenim, povećan je interes za održivu vinarsku djelatnost te također održivo gospodarenje otpadom odnosno nusproizvodima koji nastaju prilikom proizvodnje, prvenstveno tropom grožđa. Budući da je ovaj otpad i potencijalni izvor raznih visokovrijednih produkata poput bioaktivnih spojeva, bioetanola, ulja, šećera te proteina, brojna istraživanja usmjerena su prema razvoju novih načina njegova iskorištavanja. Neke mogućnosti iskorištavanja su proizvodnja enzima, bioetanola, stočne hrane te od posebnog, rastućeg interesa, korištenje tropa grožđa kao izvora bioaktivnih fenolnih spojeva i prehrambenih vlakana (Bucić-Kojić, 2008; Beres i sur., 2017).

#### **2.2.4.1. Fenolni spojevi**

Fenolni spojevi predstavljaju jednu od najvažnijih skupina spojeva koji su prirodno prisutni u gotovo svim biljkama i namirnicama biljnog podrijetla kao sekundarni metaboliti sintetizirani tijekom normalnog razvoja biljke ili kao odgovor na stres (oštećenja, infekcije, UV zračenje). Njihova količina razlikuje se ovisno o vrsti, sorti, uvjetima i tehnikama uzgoja, dozrijevanju, ali i uvjetima procesiranja i skladištenja. Gledano s kemijskog stajališta, radi se o vrlo heterogenoj skupini koja uključuje spojeve od jednostavnih fenola do visokopolimeriziranih spojeva, ali njihovim osnovnim obilježjem smatra se prisutnost jednog ili više hidroksiliranih benzenskih prstenova (Berend i Grabarić, 2008; Beres i sur., 2017). Beres i sur. (2017) podijelili su fenolne spojeve u vinu, grožđu te tropu grožđa u nekoliko glavnih skupina koje su prikazane



na **Slici 3**, a kao najznačajniji navedeni su flavonoidi ( antocijanini, flavan-3-oli, flavonoli), hidroksibenzojeva i hidroksicimetna kiselina te stilbeni.



**Slika 3** Glavni fenolni spojevi u tropu grožđa (Beres i sur. 2017)

Navedeni spojevi su široko rasprostranjeni u svim dijelovima grožđa, no prilikom ekstrakcije jedne sorte njihov sastav se mijenja ovisno o dijelu grožđa iz kojeg se ekstrahiraju. S obzirom na ukupni sadržaj fenola koji se mogu ekstrahirati, najveća količina nalazi se u sjemenkama (60 – 70%), zatim kožici (28 – 35%) te pulpi (10%) (Shi i sur., 2003). Povećani interes te primjena ovih spojeva u proizvodnji različitih proizvoda pripisuje se njihovim pozitivnim biološkim učincima koji su dokazani kroz brojna istraživanja. Bagchi i sur. (2000) utvrdili su da ekstrakt procijanidina sjemenki grožđa ima visoku bioraspodivnost i pruža bolju zaštitu od slobodnih radikala, oksidacije lipida izazvane slobodnim radikalima te oštećenja DNA u odnosu na vitamin C, E, te  $\beta$ -karoten. Nadalje, Jang i sur. (1997) te drugi autori (Shankar i sur., 2007) svojim istraživanjima dokazali su da resveratrol, kao sredstvo za kemoprevenciju inhibira početak i napredovanje u razvoju tumora. Dokazana je i pozitivna funkcija u prevenciji različitih drugih degenerativnih bolesti poput ateroskleroze, raka, kardiovaskularnih bolesti te dijabetesa (Yu i sur. 2012; Lou i sur. 2021). Kao najznačajniju biološku aktivnost ovih spojeva Xia i sur. (2010) navode antioksidativnu aktivnost, koja uključuje hvatanje slobodnih radikala, inhibiciju oksidacije lipida te smanjenje formiranja hidroperoksida. Osim toga, utvrdili su i antimikrobno, protuupalno, antikancerogeno te kardioprotektivno djelovanje fenolnih spojeva.

#### 2.2.4.2. Prehrambena vlakna

Osim fenolnih spojeva, trop grožđa sadrži i značajne količine prehrambenih vlakana. Iako je industrija žitarica uobičajeni izvor ovih spojeva, Gonzalez-Centeno i sur. (2010) navode kako su nusproizvodi koji nastaju preradom voća također potencijalni izvori vlakana uz veći udio topljivih vlakana, bolji omjer topljiva/netopljiva vlakna, niži kalorijski sadržaj te bolja funkcionalna svojstva. Zbog kompleksnosti građe, sastava, svojstava i metoda analize postoje različite definicije prehrambenih vlakana te se njihov broj neprestano povećava. U širem smislu definiraju se kao oligosaharidi, polisaharidi i hidrofilni derivati koje probavni enzimi humanog probavnog sustava ne mogu razgraditi na sastojke koji se mogu apsorbirati u gornjem dijelu probavnog sustava. S obzirom na topivost, razlikujemo u vodi topive neškrobne polisaharide i oligosaharide te u vodi netopive polimere (pektini, celuloza, hemiceluloza i lignin) (Ljubičić i sur., 2019). Prehrambena vlakna također pokazuju različite korisne fiziološke funkcije koje ovise o jedinstvenoj kemijskoj i fizikalnoj strukturi te količini pojedinih komponenti vlakana, što se posebno odnosi na udio topivih i netopivih frakcija. Topiva vlakna karakterizira njihova sposobnost povećanja viskoznosti, smanjenja glikemijskog odgovora i kolesterola u plazmi kao i zaštita od upalnih bolesti crijeva te prebiotičko djelovanje dok su netopiva vlakna okarakterizirana velikom poroznošću, niskom gustoćom te sposobnošću smanjenja rizika od pojave dijabetesa (Yu i sur., 2012). Osim pozitivnog djelovanja na zdravlje, prehrambena vlakna kao sastojak hrane poboljšavaju teksturu proizvoda, inhibiraju sinerezu, stabiliziraju emulzije te produžuju vijek trajanja (Karovičová i sur., 2015).

Posljednih godina, koncept funkcionalne i prirodne prehrane postaje izrazito značajan među potrošačima te zbog pozitivnog djelovanja na zdravlje, mogućnosti smanjenja ili potpunog uklanjanja rizika od određenih bolesti razlog je brojnih istraživanja. Prethodno opisani fenolni spojevi i prehrambena vlakna, odnosno trop grožđa kao izvor ovih spojeva, zbog svojih svojstava u posljednje vrijeme posjeduje veliki značaj te se istražuju razne mogućnosti njegove primjene u određenim pekarskim proizvodima. Primjer takvog proizvoda su izrazito prihvaćena i u gotovo svim dijelovima svijeta rasprostranjena čajna peciva koja se vrlo lako mogu obogatiti navedenim sastojcima. Osim prehrambene industrije, korištenje tropa grožđa kao funkcionalnog sastojka rašireno je i u kozmetičkoj te farmaceutskoj industriji (Beres i sur., 2017; Kuchtová i sur., 2018).

### 2.2.4.3. Ekstrakcija tropa grožđa

Ekstrakcija je metoda izolacije spojeva koju određuje prijenos tvari iz otopine, krute smjese ili suspenzije u otapalo. Temelji se na različitoj topljivosti tvari u različitim otapalima, odnosno činjenici da ciljana tvar treba biti topljivija u otapalu nego u početnoj fazi. S obzirom na početnu fazu iz koje se tvar ekstrahira, proces ekstrakcije se dijeli na:

- ekstrakciju kruto-tekuće (ekstrakcija otapalom) gdje se prijenos tvari odvija iz krute faze te
- ekstrakciju tekuće-tekuće gdje se prijenos odvija iz tekuće faze (Bucić-Kojić, 2008).

Postupak kruto-tekuće ekstrakcije je najčešće korištena metoda izolacije aktivnih tvari iz biljnog materijala koji predstavlja ekstrakciju jedne ili više topljivih komponenti iz čvrstog materijala pomoću otapala te se provodi u nekoliko osnovnih koraka:

- ulazak otapala u krutu tvar,
- otapanje komponenti,
- transport otapala s otopljenom tvari na površinu krute tvari,
- transport otopine s površine krute tvari u glavnu masu otopine,
- razdvajanje ekstrakta i krutog ostatka uzorka te
- uklanjanje otapala iz ekstrakta (Mujić, 2006).

### 2.2.4.4. Liofilizacija ekstrakta tropa grožđa

Liofilizacija predstavlja jedinstveni proces sušenja namirnice u zamrznutom stanju pri čemu omogućava uklanjanje vode iz osjetljivog materijala koji se primjenom standardnih postupaka sušenja ne mogu sušiti ili se nedovoljno suše. Princip procesa liofilizacije temelji se na uklanjanju vode iz prethodno zamrznutog proizvoda postupkom sublimacije leda ili drugim riječima, neposrednim prijelazom iz čvrstog u plinovito stanje što se provodi podvrgavanjem zamrznutog proizvoda djelovanju topline pod odgovarajućim podtlakom (vakuumom). Sam proces uklanjanja vode odvija se u dva stadija:

- u stadiju primarne dehidratacije, odnosno sublimacije uklanja se voda koja se nalazi u vidu leda ili tzv. slobodna voda zagrijavanjem prethodno zaleđenog proizvoda što uzrokuje sublimaciju kristala leda pri čemu se ne pojavljuje voda u tekućem stanju te
- u stadiju sekundarne dehidratacije, odnosno izotermne desorpcije uklanja se kapilarna voda ili ona voda koja nije bila izdvojena u obliku leda zagrijavanjem proizvoda na +30°C do +60°C kroz određeno vrijeme pod vakuumom (Lovrić, 2003).



**Slika 4** Uređaj za liofilizaciju korišten za izradu diplomskog rada

#### **2.2.4.5. Inkapsulacija bioaktivnih spojeva**

Bioaktivni spojevi su izrazito podložni inaktivaciji i degradaciji u gastrointestinalnom traktu kao i tijekom procesa prerade i skladištenja (svjetlost, temperatura, kisik). Prema tome, glavni razlog njihove inkapsulacije je usporavanje ili sprječavanje navedenih procesa sve dok bioaktivni spojevi ne dospiju na mjesto gdje je apsorpcija poželjna. Neki od tih spojeva su lipidi, vitamini, masne kiseline, peptidi, antioksidansi te minerali. Sljedeća prednost inkapsulacije obuhvaća manje isparavanje i razgradnju aktivnih tvari poput arome koje proizvođači nastoje što više sačuvati upravo zbog visoke cijene aromatskih dodataka (de Vos i sur., 2010; Nedović i sur., 2011; Salević i sur., 2018). Nadalje, primjenom inkapsulacije mogu se modificirati fizikalna svojstva izvornog materijala u cilju:

- lakšeg rukovanja,
- odvajanja komponenti smjese koji bi inače međusobno reagirale te
- osiguravanja odgovarajuće koncentracije i ravnomjerne raspodjele aktivne tvari (Nedović i sur., 2011).

Inkapsulacija se može definirati kao proces oblaganja ili zarobljavanja čistog materijala ili smjese u tekućem, krutom ili plinovitom stanju u drugi materijal. Obloženi, odnosno zarobljeni materijal naziva se još i temeljni materijal, aktivni materijal, ispunja ili unutarnja faza, dok materijal koji služi za oblaganje odnosno zarobljavanje nazivamo kapsula, membrana, ljuska ili nosač, a može biti izrađen od šećera, guma, proteina, prirodnih i modificiranih polisaharida,

lipida te sintetskih polimera (Timilsena i sur., 2020; Fang i sur., 2010; Gibbs i sur., 1999). Također postoje i različite metode inkapsulacije no, općenito svaka od njih se sastoji od tri osnovna koraka:

- stvaranje membrane (stijenke) oko materijala koji se inkapsulira,
- sprječavanje neželjenog istjecanja
- zaštita od nepoželjnih materijala.

Trenutno, neke od metoda koje se koriste za inkapsulaciju su sušenje raspršivanjem, hlađenje raspršivanjem, ekstruzija, oblaganje fluidiziranim slojem, koacervacija, centrifugalno odvajanje suspenzije, kokristalizacija te liofilizacija (Fang i sur., 2010).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3.1. Zadatak

Zadatak ovog diplomskog rada bio je pripremiti čajna peciva i pratiti utjecaj dodatka liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa kao zamjene za 10%, 20% i 30% tropa grožđa sorte *Cabernet Sauvignon* te čajnih peciva s dodatkom liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa kao zamjene za 20% tropa grožđa sorte *Cabernet Sauvignon* uz natrijev alginat, natrijev alginat i želatinu te natrijev alginat i gum arabiku kao korištene nosače. Utjecaj navedenih dodataka praćen je u vidu promjena u udjelu vlage, volumenu, visini, dužini, boje i teksture čajnih peciva.

### 3.2. Materijali i metode

Čajna peciva korištena u ovom radu pripremljena su u skladu s AACC metodom 10-50.05. (AACC, 1999) koja je prilagođena zahtjevima provedenog istraživanja. Prvo su pripremljena kontrolna čajna peciva s dodatkom destilirane vode te zatim kontrolna čajna peciva uz dodatak etanola prema sljedećoj osnovnoj recepturi:

- 56,88 g shortening-a (margarin)
- 115,54 g šećera kristal
- 1,86 g NaCl
- 2,22 g NaHCO<sub>3</sub>
- 14,66 g otopine glukoze (8,9 g glukoze otopljene u 75 cm<sup>3</sup> destilirane vode)
- 28,90 g destilirane vode ( 28, 90 g smjese etanol – voda),
- 200 g brašna.



**Slika 5** Laboratorijska vaga korištena za izradu diplomskog rada

Promjene u navedenoj recepturi se odnose na smanjenje količine brašna odnosno korištenje smjese brašna i liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa sorte *Cabernet Sauvignon* kao zamjene za 10%, 20% i 30% tropa grožđa navedene sorte te nadalje, korištenje smjese brašna i inkapsuliranog liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa sorte *Cabernet Sauvignon* kao zamjene za 20% tropa grožđa navede sorte s natrijevim alginatom, natrijevim alginatom i želatinom te natrijevim alginatom i gum arabikom kao nosačima.



**Slika 6** Čajna peciva bez i sa dodatkom liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa u različitim udjelima

### 3.2.1. Postupak izrade čajnog peciva

Sukladno prethodno navedenoj metodi te recepturi odnosno sirovinama, postupak izrade čajnog peciva započinje vaganjem sastojaka na vagi uz točnost  $\pm 0,01$  g. Nakon toga slijedi miješanje masnoće, šećera, soli i  $\text{NaHCO}_3$  u laboratorijskoj miješalici najsporijom brzinom tijekom 3 minute uz struganje sastojaka sa stijenki posude svake minute. Sljedeći korak je dodatak otopine glukoze i destilirane vode te miješanje tijekom jedne minute najsporijom brzinom, a zatim još jednu minutu uz povećanje brzine miješanja na srednju brzinu korištene laboratorijske miješalice. Na kraju slijedi dodatak cjelokupne količine brašna ili prethodno pripremljene smjese pšeničnog brašna i tropa grožđa te miješanje tijekom 2 minute uz čišćenje stijenki posude svakih 30 sekundi. Nakon završetka, dobiveno tijesto se sakuplja i okruglo oblikuje, stavlja u PVC vrećicu te zatim u hladnjak na hlađenje do  $8^\circ\text{C}$  u trajanju od 30-60 minuta. Slijedi postupak valjanja tijesta na debljinu od 7 mm, izrezivanje 6 okruglih oblika promjera 60 mm i vaganje dobivenih oblikovanih komada čija se prosječna masa kreće oko 35 g. Pečenjem tijesta pri temperaturi od  $205^\circ\text{C}$  tijekom 10 minuta te hlađenjem u trajanju od 30 minuta dobiva se finalni proizvod, odnosno čajno pecivo spremno za daljnje postupke ispitivanja.





**Slika 7** Laboratorijska miješalica korištena za izradu diplomskog rada

### 3.2.2. Određivanje udjela vlage tijesta i čajnog peciva

Postupak određivanja udjela vlage provodi se na uzorcima tijesta prije pečenja te čajnim pecivima nakon pečenja. Za potrebe ovog diplomskog rada korišten je uređaj Shimadzu MOC-120H prikazan na **Slici 8**.



**Slika 8** Uređaj za određivanje vlage Shimadzu MOC-120H korišten za izradu diplomskog rada

Navedeni uređaj se koristi za mjerenje sadržaja vlage u uzorcima pod različitim uvjetima (prah, čestice, pasta, tekućina) pomoću niza načina sušenja:

- način brzog sušenja
- način sporog sušenja
- način sušenja u koracima
- predvidljiv način mjerenja.

Veća količina uzorka se ravnomjerno, u tankom sloju raspoređuje u veliku posudu za uzorak promjera 130 mm kako bi se dobili što točniji rezultati. Metoda se temelji na mjerenju mase uzorka nakon infracrvenog toplinskog sušenja, odnosno mjerenju mase nakon zagrijavanja i isparavanja slobodne vode iz uzorka.

### 3.2.3. Određivanje volumena čajnog peciva

Određivanje volumena čajnog peciva u ovom diplomskom radu provedeno je na uređaju imena VolScan Profiler (Stable Micro Systems, Velika Britanija) prikazan na **Slici 9**.



**Slika 9** Uređaj za određivanje volumena VolScan Profiler korišten za izradu diplomskog rada

VolScan Profiler je laserski skener koji koristi beskontaktnu metodu za stvaranje 3D modela proizvoda te brzo i precizno mjerenje volumena, specifičnog volumena, gustoće, mase, visine, dužine i brojnih drugih parametara raznih pekarskih proizvoda uključujući i čajna peciva (Web 1).

### 3.2.4. Ispitivanje dimenzija čajnog peciva

Određivanje dimenzija čajnog peciva odnosi se na mjerenje mase, dužine i visine pečenog čajnog peciva. Mjerenje mase čajnog peciva provodi se vaganjem 6 oblikovanih komada tijesta prije samog pečenja te vaganje istih tih komada kao gotovih čajnih peciva nakon pečenja u cilju praćenja promjene mase. Dužina odnosno širina čajnih peciva određuje se slaganjem 6 čajnih peciva jedno do drugog te mjerenja ravnalom. U cilju dobivanja što preciznijih rezultata mjerenje se ponavlja nakon okretanja svakog čajnog peciva za 90° (AACC, 1999). Uz pomoć navedenih podataka računa se prosječan promjer čajnog peciva prema **formuli (1)**:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{12} \quad (1)$$

gdje je:  $d$  – prosječan promjer čajnog peciva [cm]

$d_1$  – dužina (širina) 6 komada čajnih peciva [cm]

$d_2$  – dužina (širina) 6 komada čajnih peciva (90°) [cm]

Određivanje visine čajnih peciva sastoji se od slaganja 6 komada čajnih peciva određenim redoslijedom te mjerenja ravnalom. Nakon toga mjerenje se ponavlja nakon promjene redoslijeda 6 komada čajnih peciva slučajnim odabirom te se zatim računa prosječna visina čajnog peciva prema sljedećoj **formuli (2)**:

$$h = \frac{h_1 + h_2}{12} \quad (2)$$

gdje je:  $h$  – prosječna visina čajnog peciva [cm]

$h_1$  – visina 6 komada čajnih peciva [cm]

$h_2$  – visina 6 komada čajnih peciva nakon promjene redoslijeda [cm]

Podaci dobiveni podaci, odnosno prosječna visina i prosječan promjer čajnog peciva se zatim koriste za izračun koeficijenta širenja čajnog peciva prema **formuli (3)**:

$$SP = \frac{d}{h} \times 10 \quad (3)$$

gdje je:  $SP$  – faktor širenja

$d$  – prosječan promjer [cm]

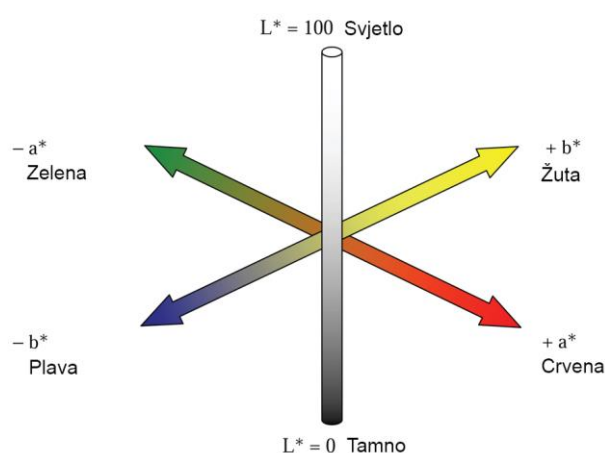
$h$  – prosječna visina [cm]

### 3.2.5. Određivanje boje tijesta i čajnog peciva

Mjerenje boje u ovom radu provedeno je na oblikovanom tijestu, pečenom čajnom pecivu te usitnjenom čajnom pecivu primjenom dvije različite metode, odnosno kolorimetrijskom analizom pomoću kolorimetra Konica Minolta Chroma Meter CR-400 (**Slika 11**) te računalnom analizom slike nakon procesa digitalizacije odnosno nakon skeniranja tijesta i čajnih peciva. Kolorimetar je uređaj koji se sastoji od mjerne glave s otvorom promjera 8 mm, dok se princip

### 3. Eksperimentalni dio

određivanja temelji na komponentama trodimenzionalnog prostora boja koji se naziva CIE  $L^*a^*b^*$  prostor boja i bazira na percepciji boje standardnog promatrača. Boje u ovom sustavu opisane su pomoću dvije kromatske osi gdje  $a^*$  komponenta opisuje odnos između crvene (pozitivne vrijednosti) i zelene boje (negativne vrijednosti), a  $b^*$  komponenta odnos između žute (pozitivne vrijednosti) i plave boje (negativne vrijednosti) te akromatske  $L^*$  komponente koja određuje svjetlinu i mjeri se od 0 (vrijednost za crnu) do 100 (vrijednost za bijelu). Pomoću izmjerenih vrijednosti  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$  komponenti boje, izračuna se ukupna promjena boje ( $\Delta E$ ) (Lukinac-Čačić, 2012).



**Slika 10** Grafički prikaz CIE  $L^*a^*b^*$  prostora boja (Komugović, 2015)



**Slika 11** Uređaj za mjerenje boje Konica Minolta Chroma Meter CR-400 korišten za izradu diplomskog rada

Postupak mjerenja boje računalnom analizom slike proveden je na oblikovanom tijestu te pečenom čajnom pecivu, a sastoji se od nekoliko koraka. Prvi korak je digitalizacija uzorka koja je provedena uz pomoć stolnog skenera smještenog u tamnu komoru, u kontroliranim uvjetima rasvjete. Na plohu skenera smješteni su uzorci tijesta, odnosno pečenih čajnih peciva nakon čega je provedeno skeniranje te zatim prihvata, obrada i analiza dobivene slike (Lukinac-Čačić, 2012).

#### **3.2.6. Određivanje teksture čajnih peciva**

Postupak određivanja teksture čajnih peciva u ovom diplomskom radu proveden je uz pomoć uređaja TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Velika Britanija) nakon čega su dobiveni podaci analizirani s Texture Exponent 32 softverom. Postupak započinje fiksiranjem uzoraka čajnih peciva na opremu za savijanje odnosno lomljenje uzoraka te zatim njihovo podvrgavanje kompresiji prema sljedećim parametrima:

- brzina prije mjerenja: 1 mm/s,
- brzina mjerenja: 3 mm/s,
- brzina poslije mjerenja: 10 mm/s,
- dubina probijanja: 6 mm,
- sila potrebna za početni signal: 50 g,
- razmak između dva oslonca: 24 mm.

Nakon provedenog mjerenja, softver prezentira kompresiju uzorka u određenom vremenu putem krivulje te se iz dobivenih rezultata očitavaju vrijednosti čvrstoće koju predstavlja maksimalna visina prvog pika izražena u gramima (g) te lomljivosti koja je definirana pomoću udaljenosti od koje se vrši kompresija do trenutka pucanja čajnog peciva i izražava se u mm (Jukić i sur, 2022).

#### **3.2.7. Senzorsko ocjenjivanje čajnih peciva**

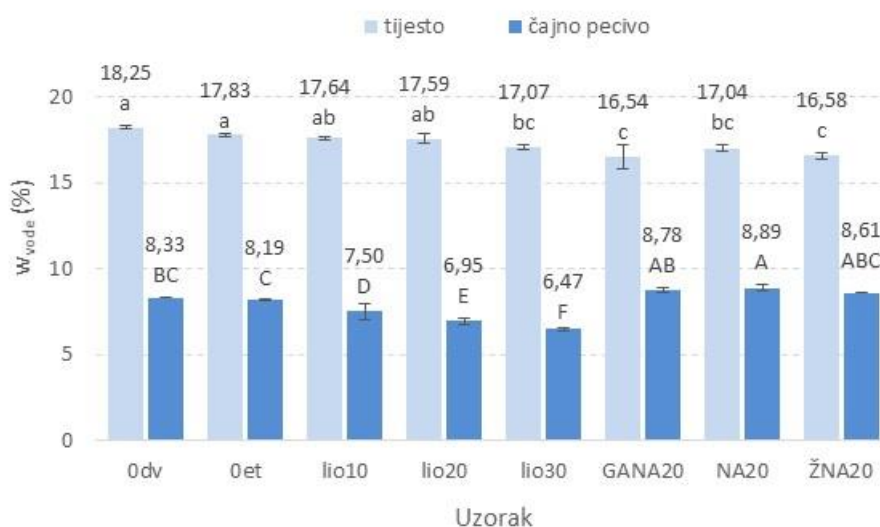
Za procjenu kvalitete prehrambenih proizvoda koristi se niz postupaka među kojima se značajno ističe senzorska analiza. Prema definiciji, senzorska analiza je znanstvena disciplina koja kao mjerni instrument koristi ljudska osjetila ili jednostavnije, definira one informacije o proizvodu koje su zapažene osjetilom njuha, dodira, vida, okusa i sluha (Mitrić, 2019). Skup ljudi koji su trenirani za provođenje senzorske analize ili senzorski panel, u ovom radu proveo je senzorsku analizu te ocjenjivanje boje, površine i oblika, strukture prijeloma, mirisa,

### 3. Eksperimentalni dio

teksture u ustima, okusa te ukupnog dojma. Senzorska svojstva čajnog peciva ocijenjena su na linijskoj ljestvici od 0 do 10 cm (0-odsustvo – 10-izrazita prisutnost senzorskog svojstva). (Yamsaengsung i sur., 2012). Istraživanje je provedeno na uzorcima čajnih peciva koji su pripremljeni prema osnovnoj recepturi ili točnije bez dodataka, na čajnim pecivima s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa sorte *Cabernet Sauvignon* te na čajnim pecivima s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu, natrijevom alginatu i želatini te natrijevom alginatu i gum arabici kao nosačima.

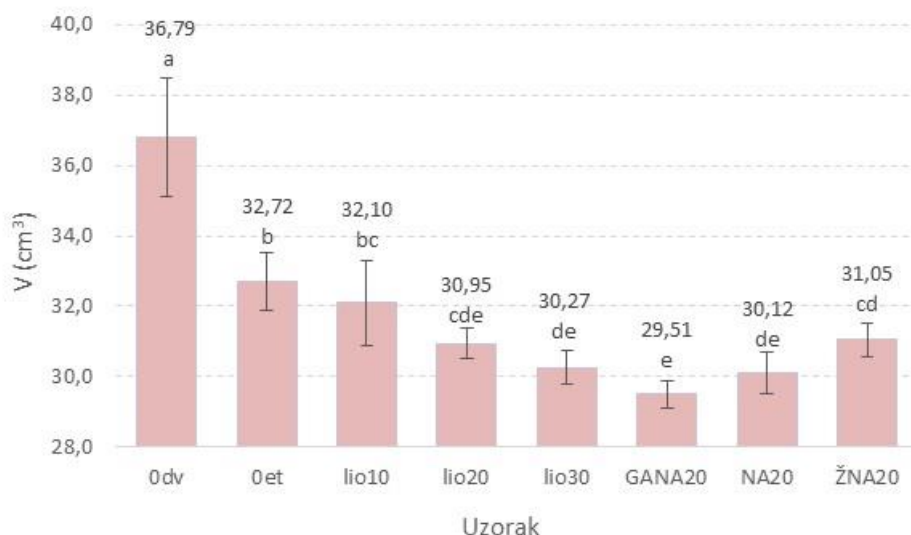
## **4. REZULTATI**

#### 4.1. Rezultati određivanja udjela vode, volumena i parametara koeficijenta širenja

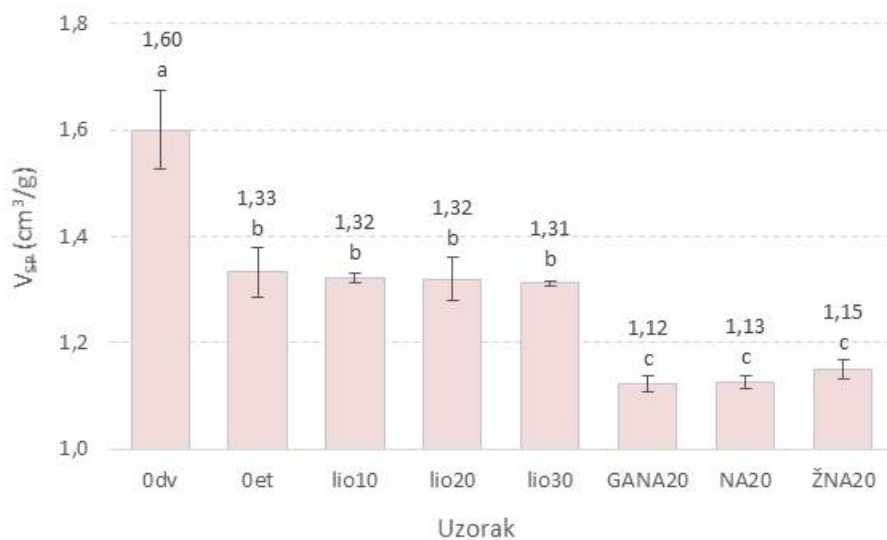


**Slika 12** Udio vode u tijestu za čajno pecivo i čajnom pecivu: Odv - uzorak s dest. vodom bez dodatka; Oet - uzorak s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom, a koje su prikazane istom nijansom boje, nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike; mala su razlikovna slova tijesta, a velika tiskana su razlikovna slova čajnog peciva)

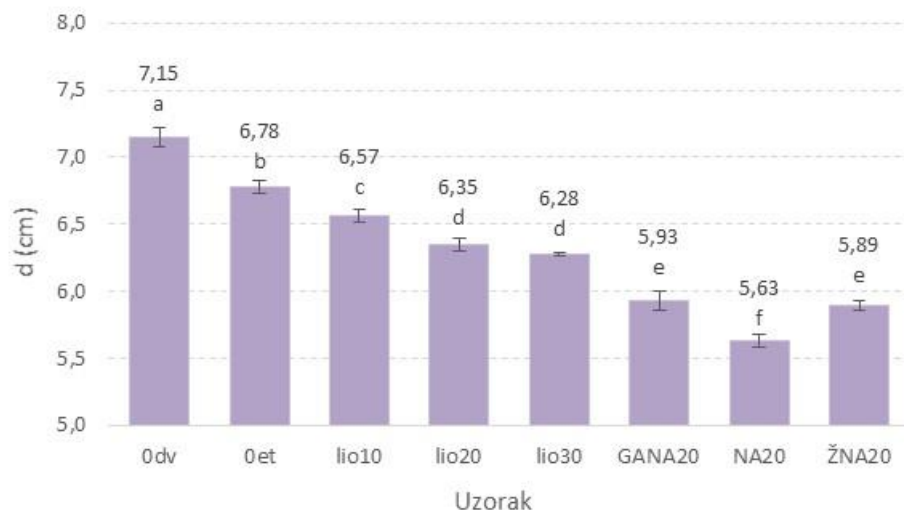




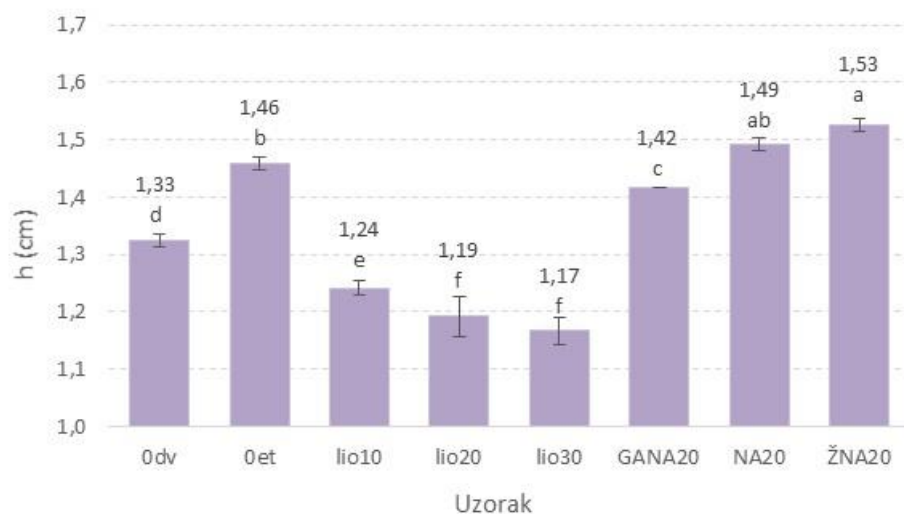
**Slika 13** Volumen čajnog peciva: 0dv - čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; 0et - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



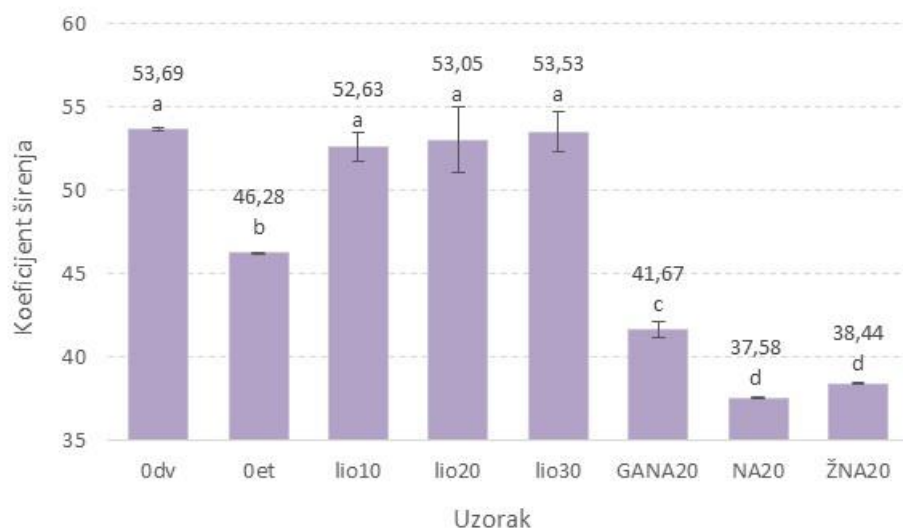
**Slika 14** Specifični volumen čajnog peciva: 0dv - čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; 0et - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 10% tropa grožđa; lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 20% tropa grožđa; lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 30% tropa grožđa; GANA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



**Slika 15** Dužina čajnog peciva: 0dv – čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; 0et - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 10% tropa grožđa; lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 20% tropa grožđa; lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 30% tropa grožđa; GANA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

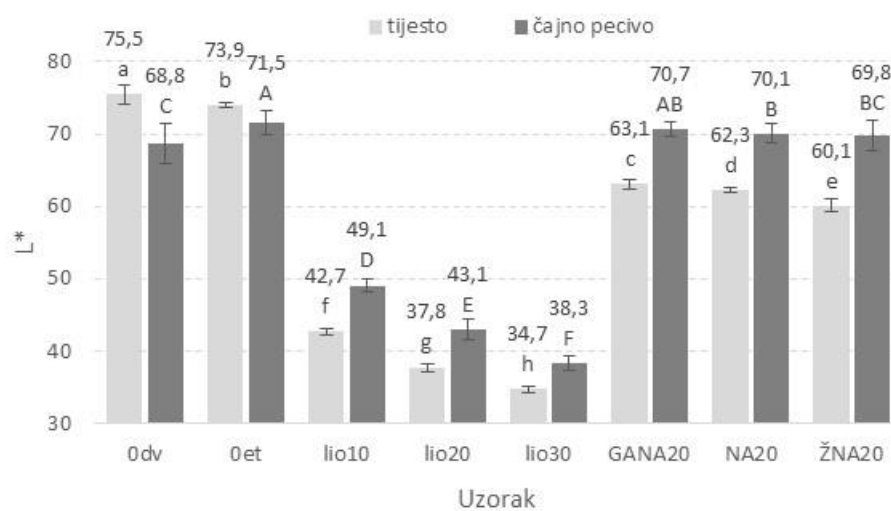


**Slika 16** Visina čajnog peciva: 0dv - čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; 0et - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 10% tropa grožđa; lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 20% tropa grožđa; lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 30% tropa grožđa; GANA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

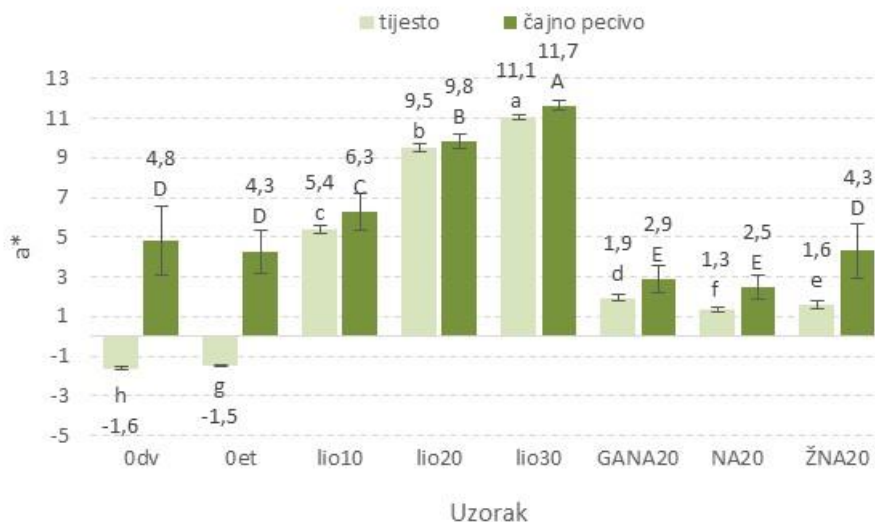


**Slika 17** Koeficijent širenja čajnog peciva: 0dv - čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; 0et - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 10% tropa grožđa; lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 20% tropa grožđa; lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom, odgovara dodatku 30% tropa grožđa; GANA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

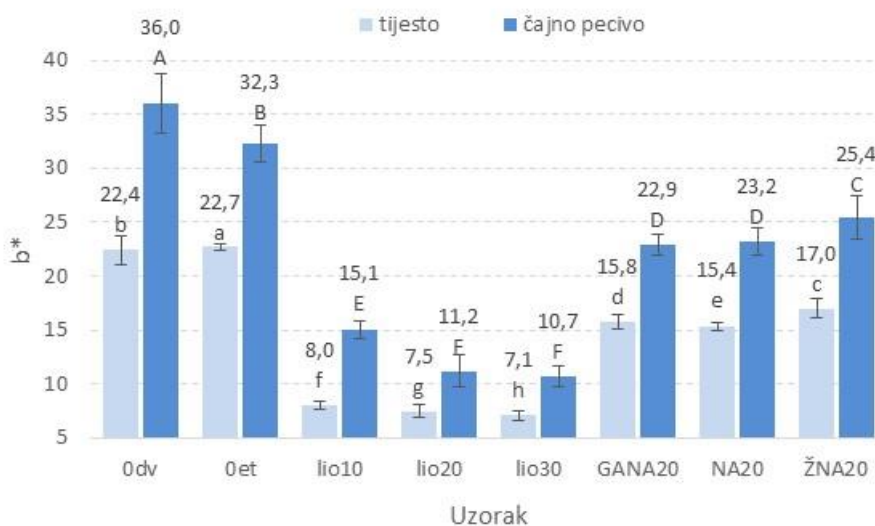
#### 4.2. Rezultati određivanja boje



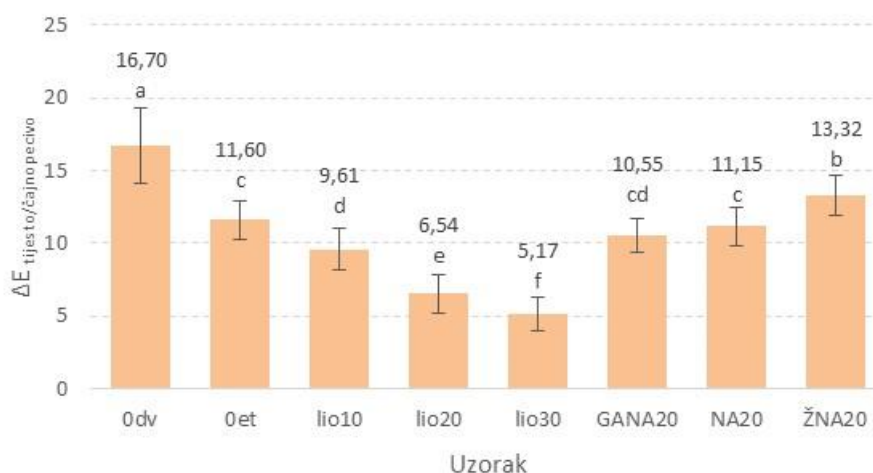
**Slika 18** Vrijednosti svjetline tijesta za čajno pecivo i čajnog peciva: 0dv - uzorak s dest. vodom bez dodatka; 0et - uzorak s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom, a koje su prikazane istom nijansom boje, nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike; mala su razlikovna slova tijesta, a velika tiskana su razlikovna slova čajnog peciva)



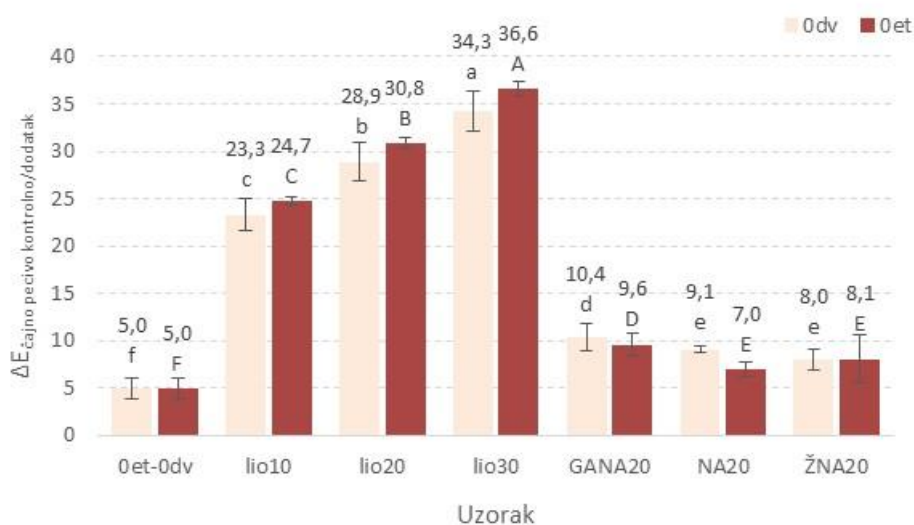
**Slika 19** Vrijednosti kromatske komponente crveno-zelene boje  $a^*$  mjerene na površini tijesta i čajnog peciva: 0dv - uzorak s dest. vodom bez dodatka; 0et - uzorak s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom, a koje su prikazane istom nijansom boje, nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike; mala su razlikovna slova tijesta, a velika tiskana su razlikovna slova čajnog peciva)



**Slika 20** Vrijednosti kromatske komponente žuto-plave boje  $b^*$  mjerene na površini tijesta i čajnog peciva: 0dv - uzorak s dest. vodom bez dodatka; 0et - uzorak s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom, a koje su prikazane istom nijansom boje, nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike; mala su razlikovna slova tijesta, a velika tiskana su razlikovna slova čajnog peciva)

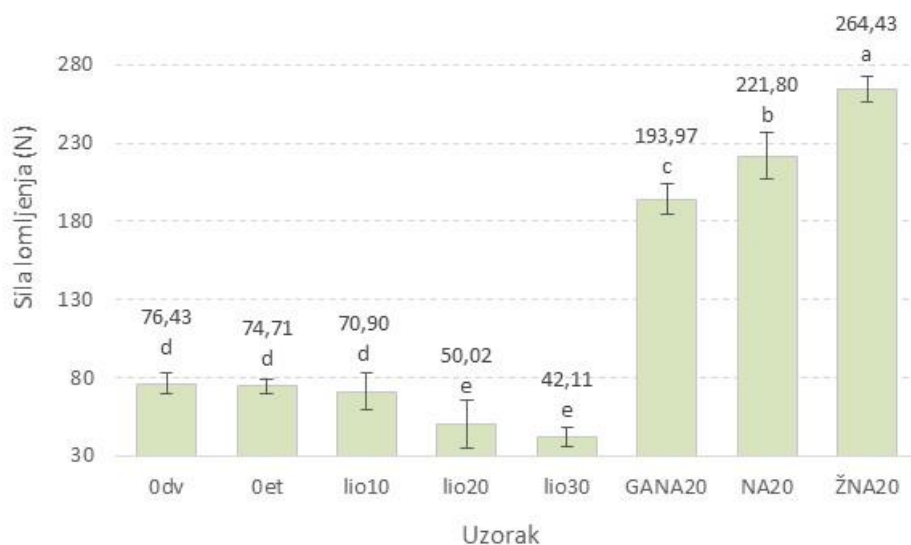


**Slika 21** Ukupna promjena boje čajnog peciva u odnosu na tijesto: 0dv - uzorak s dest. vodom bez dodatka; 0et - uzorak s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - uzorak s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

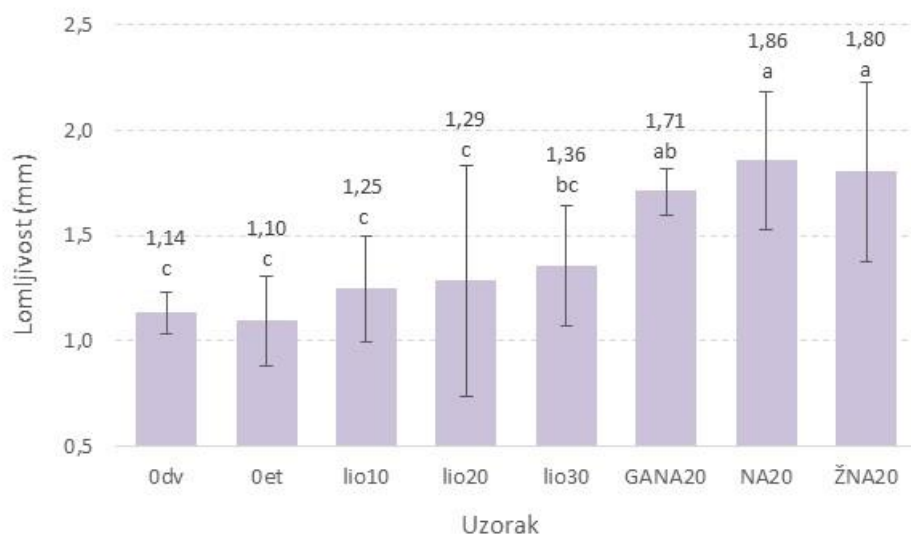


**Slika 22** Ukupna promjena boje čajnog peciva s dodacima u odnosu na čajno pecivo bez dodatka (kontrolne uzorke): 0dv - čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; 0et - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom, a koje su prikazane istom nijansom boje, nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike; mala su razlikovna slova tijesta, a velika tiskana su razlikovna slova čajnog peciva)

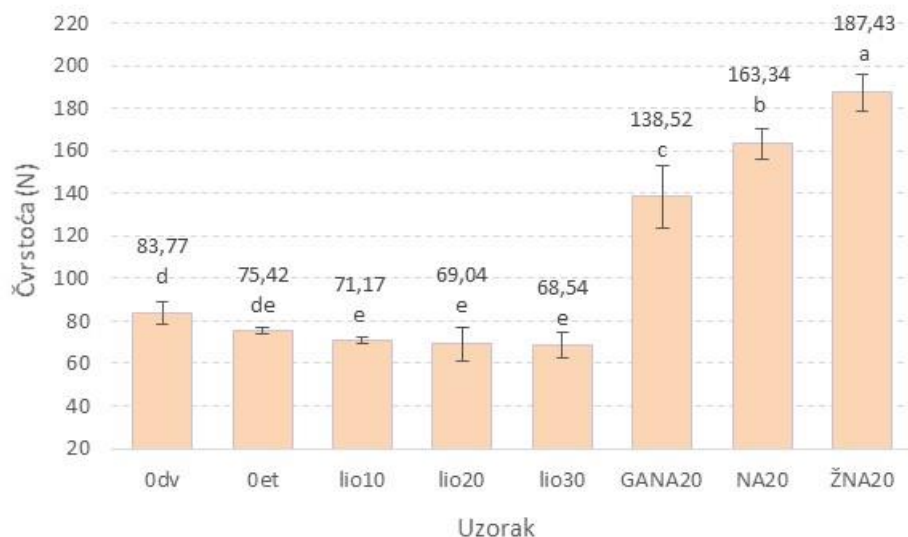
### 4.3. Rezultati određivanja teksture



**Slika 23** Sila lomljenja čajnog peciva: 0dv - čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; 0et - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

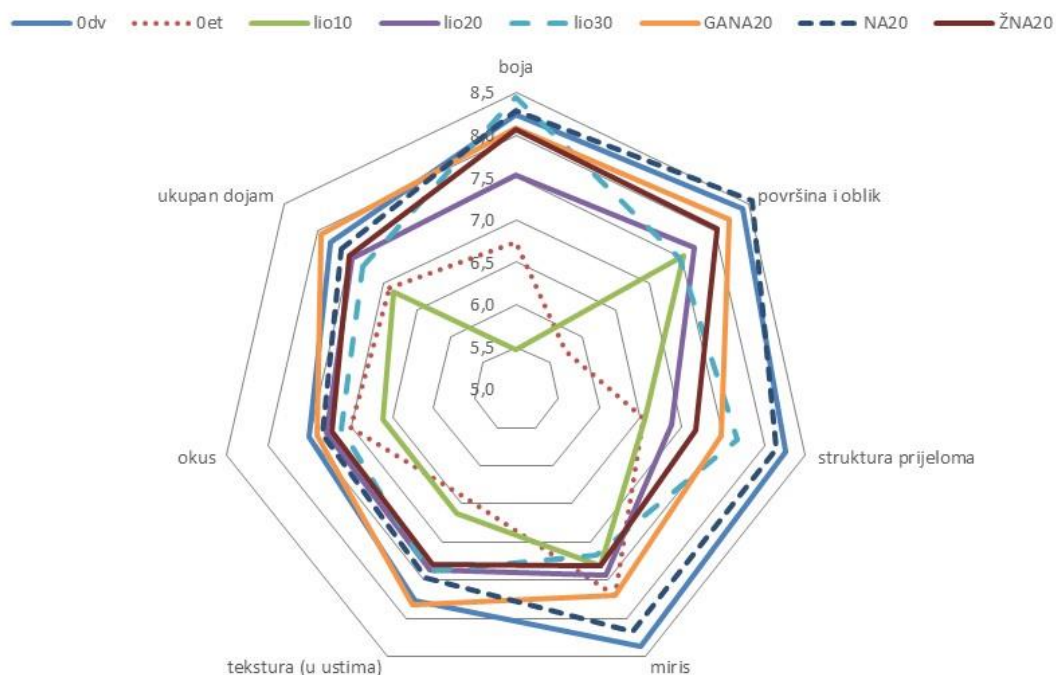


**Slika 24** Lomljivost čajnog peciva: 0dv - čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; 0et - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)



**Slika 25** Čvrstoća čajnog peciva: 0dv - čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; 0et - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču (prikazane su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike)

## 4.4. Rezultati senzorske ocjene čajnih peciva



**Slika 26** Rezultati senzorske ocjene čajnog peciva: Odv - čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; Oet - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču

**Tablica 4** Ocjene senzorske analize vanjskog izgleda čajnog peciva (boja, površina i oblik, struktura prijeloma)\*\*

uzorak čajnog peciva*	boja	površina i oblik	struktura prijeloma
Odv	8,24±0,90 <sup>a</sup>	8,41±1,42 <sup>ab</sup>	8,26±1,20 <sup>a</sup>
Oet	6,74±1,50 <sup>b</sup>	5,74±1,90 <sup>c</sup>	6,53±1,55 <sup>d</sup>
lio10	5,47±1,84 <sup>c</sup>	7,53±1,59 <sup>ab</sup>	6,56±1,84 <sup>d</sup>
lio20	7,53±1,87 <sup>ab</sup>	7,68±1,69 <sup>ab</sup>	6,88±1,83 <sup>cd</sup>
lio30	8,44±1,68 <sup>a</sup>	7,47±2,03 <sup>b</sup>	7,68±1,65 <sup>abc</sup>
GANA20	8,09±1,46 <sup>a</sup>	8,21±1,21 <sup>ab</sup>	7,47±1,37 <sup>abcd</sup>
NA20	8,29±1,49 <sup>a</sup>	8,56±1,30 <sup>a</sup>	8,15±0,96 <sup>ab</sup>
ŽNA20	8,06±1,48 <sup>a</sup>	8,03±1,15 <sup>ab</sup>	7,18±1,55 <sup>bcd</sup>

\*Odv – čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; Oet - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 – čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču

\*\*prikazane su srednje vrijednosti ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom u istom stupcu nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike



**Tablica 5** Ocjene senzorskih svojstava ( miris, tekstura, okus, ukupan dojam) čajnog peciva\*\*

uzorak čajnog peciva*	miris	tekstura	okus	ukupan dojam
Odv	8,37±1,64 <sup>a</sup>	7,76±1,48 <sup>a</sup>	7,50±1,98 <sup>a</sup>	7,79±1,26 <sup>ab</sup>
Oet	7,70±2,00 <sup>b</sup>	6,41±2,18 <sup>c</sup>	7,00±1,70 <sup>a</sup>	6,91±1,66 <sup>b</sup>
lio10	7,30±1,89 <sup>b</sup>	6,62±1,54 <sup>bc</sup>	6,62±1,90 <sup>a</sup>	6,85±1,50 <sup>b</sup>
lio20	7,43±1,87 <sup>ab</sup>	7,35±1,27 <sup>abc</sup>	7,29±1,21 <sup>a</sup>	7,47±1,23 <sup>ab</sup>
lio30	7,17±1,86 <sup>b</sup>	7,38±1,83 <sup>abc</sup>	7,12±2,47 <sup>a</sup>	7,32±2,34 <sup>ab</sup>
GANa20	7,70±1,57 <sup>ab</sup>	7,82±1,13 <sup>a</sup>	7,41±1,33 <sup>a</sup>	7,94±1,20 <sup>a</sup>
NA20	8,17±1,37 <sup>ab</sup>	7,47±1,12 <sup>ab</sup>	7,35±1,17 <sup>a</sup>	7,65±1,11 <sup>ab</sup>
ŽNA20	7,30±1,40 <sup>b</sup>	7,29±1,31 <sup>abc</sup>	7,24±1,35 <sup>a</sup>	7,53±1,12 <sup>ab</sup>

\*Odv – čajno pecivo s dest. vodom bez dodatka; Oet - čajno pecivo s 50 %-tnim etanolom bez dodatka; lio10 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 10% tropa grožđa); lio20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 20% tropa grožđa); lio30 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom (odgovara dodatku 30% tropa grožđa); GANA20 – čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu; NA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu; ŽNA20 - čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosaču

\*\*prikazane su srednje vrijednosti ± standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovom u istom stupcu nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike

## **5. RASPRAVA**

Prema rezultatima određivanja udjela vode koji su prikazani na **Slici 12**, u tijestu za čajno pecivo i čajnom pecivu vidljive se značajne razlike koje su rezultat isparavanja slobodne vode iz tijesta tijekom procesa pečenja. Najznačajnije smanjenje udjela vlage u čajnom pecivu s obzirom na udio vlage u tijestu za čajno pecivo, primjećuje se kod uzoraka s dodatkom liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa gdje je najveći gubitak vidljiv kod uzorka s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 30% tropa grožđa. Nasuprot tome, najmanji gubitak vlage vidljiv je kod čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na nosačima, odnosno kod uzorka s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu. Prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike, uzorak tijesta s destiliranom vodom bez dodatka (Odv) i uzorak tijesta s 50%-tnim etanolom bez dodatka (Oet) se međusobno statistički značajno ne razlikuju ( $p < 0,05$ ) kao i uzorci tijesta s liofiliziranim ekstraktom koji odgovaraju dodatku 10% (lio10) i 20% (lio20) tropa grožđa, zatim uzorak tijesta s liofiliziranim ekstraktom tropa grožđa koji odgovara dodatku 30% tropa grožđa (lio30) i uzorak tijesta s liofiliziranim ekstraktom tropa grožđa koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu (NA20) te na kraju uzorci tijesta s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu (GANA20) te želatini i natrijevom alginatu (ŽNA20) kao nosačima dok se svi uzorci čajnih peciva statistički značajno razlikuju. Općenito, promatrajući dobivene rezultate uočljivo je da se kod uzoraka čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa (lio10, lio20, lio30) udio vode smanjuje proporcionalno s dodatkom liofiliziranog ekstrakta što se slaže s rezultatima istraživanja koje su proveli Lou i sur. (2021) koja pokazuju smanjenje udjela vode povećanjem udjela tropa grožđa u tijestu. Mildner-Szkudlarz i sur. (2013) istraživanjem dodatka ekstrakta sjemenki grožđa također potvrđuju smanjenje udjela vode što pripisuju činjenici da sjemenke grožđa sadrže 44% lignina, koji je netopljivi dio prehrambenih vlakana te posjeduje hidrofobna svojstva. Nasuprot tome, korištenje praha kore manga (Ajila i sur., 2008), vlakana jabuke i pripravaka limuna i naranče kao dodatka pšeničnom brašnu (Kohajdová i sur., 2011) rezultira povećanjem udjela vode zbog većeg broja hidroksilnih skupina u strukturi prehrambenih vlakana što omogućava više interakcija s vodom kroz vodikove veze (Kohajdová i sur., 2011). Nadalje, rezultati dobiveni korištenjem natrijeva alginata, želatine i gum arabike kao nosača pokazuju manje smanjenje udjela vode u odnosu na uzorke bez nosača. Udio vode predstavlja vrlo važno svojstvo tijesta

budući da utječe na tvrdoću čajnih peciva, odnosno na formiranje rastezljivog glutena uz povećani udio vode što rezultira većom tvrdoćom čajnih peciva (Ajila i sur., 2008).

Prema rezultatima prikazanim na **Slici 13** vidljive su statistički značajne razlike u promjeni volumena svih čajnih peciva. Najveći volumen imaju čajna peciva pripremljena bez dodataka, odnosno čajno pecivo s destiliranom vodom bez dodatka (Odv) te čajno pecivo s 50%-tnim etanolom bez dodatka (Oet) iako i među njima primjećujemo značajnu razliku. Najmanji volumen vidljiv je kod uzorka čajnog peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu kao nosaču (GANA20). U istoj skupini slijedi povećanje volumena kod uzorka s natrijevim alginatom kao nosačem (GA20), a nastavlja se i kod uzorka sa želatinom i natrijevim alginatom (ŽNA20). Pravilniju promjenu volumena vidimo kod uzoraka s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa (lio10, lio20, lio30) gdje dolazi do smanjenja volumena čajnih peciva s povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta. Kuchtová i sur. (2018) u istraživanju o fizikalnim, teksturalnim i senzorskim svojstvima čajnih peciva s dodatkom pripravaka kože i sjemenki grožđa također dokazuju smanjenje volumena koje povezuju s višim udjelom prehrambenih vlakana. Isto potvrđuju i Walker i sur. (2014) primjenom tropa grožđa bijelih i crvenih sorti u pripremi muffin-a. Smanjenje volumena također pripisuju prehrambenim vlaknima koja oštećuju strukturu tijesta i tako smanjuju zadržavanje CO<sub>2</sub> u tijestu.

**Slika 14** prikazuje promjene specifičnog volumena čajnih peciva gdje je vidljivo da čajno pecivo s destiliranom vodom bez dodatka (Odv) ima značajno veći specifični volumen u odnosu na ostale uzorke. Nadalje, prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike čajno pecivo s 50%-tnim etanolom bez dodatka (Oet) te čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa (lio10, lio20, lio30) se međusobno statistički značajno ne razlikuju ( $p < 0,05$ ). Isto vrijedi i za čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu (GANA20), natrijevom alginatu (NA20) te želatini i natrijevom alginatu (ŽNA20) kao nosačima.

Prema rezultatima određivanja dužine čajnih peciva (**Slika 15**), najveću dužinu ima čajno pecivo s destiliranom vodom bez dodatka (Odv), nakon čega slijedi čajno pecivo s 50%-tnim etanolom bez dodatka. U skupini čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom najveću dužinu ima čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10% tropa grožđa (lio10) dok između uzoraka s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% (lio20) i 30% (lio30)

tropa grožđa prema Fisher-ovom LSD testu nema statistički značajne razlike. Najmanju dužinu ima čajno pecivo iz skupine s dodatkom nosača ili točnije čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa s natrijevim alginatom kao nosačem (NA20) dok prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne rezlike između čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa s gum arabikom i natrijevim alginatom (GANA20) te želatinom i natrijevim alginatom (ŽNA20) nema statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ). Kao što je vidljivo na **Slici 16**, prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike, svi uzorci čajnih peciva se međusobno značajno statistički razlikuju. Najveću visinu ima čajno pecivo s dodatkom liofiliziranog ekstrakta koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa s želatinom i natrijevim alginatom kao nosačima (ŽNA20). Prema navedenoj **Slici 16** vidljivo je da povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta dolazi do smanjenja visine čajnih peciva te u skladu s tim, najmanju visinu ima čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 30% tropa grožđa (lio30). Nadalje, **Slika 17** prikazuje koeficijent širenja čajnih peciva. Prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike čajno pecivo s destiliranom vodom bez dodatka (0dv) te čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa (lio10, lio20 i lio30) se međusobno značajno statistički ne razlikuju dok najmanji koeficijent širenja ima čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa s natrijevim alginatom kao nosačem (NA20). Općenito, čajna peciva s nosačima pokazala su najmanji koeficijent širenja dok je smanjenje dužine i visine čajnih peciva prikazano na **Slici 15** i **Slici 16** u skladu s rezultatima koje iznosi Kuchtová i sur. (2018), a odnose se na smanjenje dužine i visine čajnih peciva s dodatkom pripravaka kože i sjemenki grožđa. Isto potvrđuju i Ajila i sur. (2008) za čajna peciva s dodatkom praha kore manga te Kohajdová i sur. (2011) za čajna peciva s dodatkom prehrambenih vlakana jabuke i grejpa.

Prema prikazima na **Slici 18** i **Slici 20**, čajna peciva s destiliranom vodom bez dodatka (0dv) te čajna peciva s 50%-tnim etanolom bez dodatka (0et) imaju najviše vrijednosti svjetline tijesta za čajno pecivo i čajnog peciva ( $L^*$ ) kao i vrijednosti kromatske komponente žuto-plave boje ( $b^*$ ) mjerene na površini tijesta i čajnog peciva. Uspoređujući s navedenim uzorcima čajnih peciva bez dodataka, vrijednosti  $L^*$  i  $b^*$  značajno su niže u skupini čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom te se njihova vrijednost postepeno smanjuje povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta u tijestu i čajnim pecivima s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa (lio10, lio20, lio30). Na **Slici 20** vidljivo je malo odstupanje gdje se

prema Fischer-ovom LSD testu najmanje značajne razlike čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10% i 20% tropa grožđa (lio10 i lio20) statistički značajno ne razlikuju. Ostatak navedenih rezultata slaže se uz rezultate istraživanja čajnih peciva s dodatkom tropa grožđa koje su proveli Lou i sur. (2022). U radu objašnjavaju da dolazi do smanjenja svjetline i sjaja te povećanja stupnja plave boje tijesta i čajnih peciva što je rezultat prisutnosti prirodnih pigmenata u tropu grožđa poput antocijanina. Nadalje, vrijednost kromatske komponente crveno-zelene boje ( $a^*$ ) mjerene na površini tijesta i čajnog peciva koja je prikazana na **Slici 19** pokazuje suprotan trend. Kod tijesta i čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa (lio10, lio20 i lio30) dolazi do postepenog povećanja vrijednosti  $a^*$  s dodatkom sve veće količine liofiliziranog ekstrakta što ukazuje na povećani stupanj crvene boje (Lou i sur., 2021) dok se prema Fischer-ovom LSD testu najmanje značajne razlike uzorci bez dodataka (0dv i 0et) statistički značajno ne razlikuju (**Slika 19**). U skupini čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu (GANA20), natrijevom alginatu (NA20) te želatini i natrijevom alginatu (ŽNA20) kao nosačima nema vidljivih pravilnih promjena u vrijednostima  $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ . Na **Slici 18** vidljivo je da je vrijednost  $L^*$  tijesta za čajno pecivo i čajnih peciva na nosačima (GANA20, NA20, ŽNA20) smanjena u odnosu na čajna peciva bez dodatka (0dv i 0et), ali značajno viša od vrijednosti za čajna peciva s liofiliziranim ekstraktima (lio10, lio20 i lio30). Nadalje, njihove vrijednosti  $a^*$  snižene su u odnosu na ostatak čajnih peciva (**Slika 19**), dok su vrijednosti  $b^*$  (**Slika 20**) snižene u odnosu na čajna peciva bez dodatka (0dv i 0et) te povišena u odnosu na čajna peciva s liofiliziranim ekstraktima (lio10, lio20 i lio 30).

**Slika 21** prikazuje ukupnu promjenu boje čajnog peciva u odnosu na tijesto, odnosno promjenu boje do koje dolazi pečenjem. Najveća promjena vidljiva je kod čajnog peciva s destiliranom vodom bez dodatka (0dv) dok se u skupini čajnih peciva s dodatkom liofiliziranog ekstrakta (lio10, lio20 i lio30) vrijednosti  $\Delta E$  smanjuju s povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta što se slaže sa rezultatima koje iznose Kuchtová i sur. (2018) u svom istraživanju dodatka pripravaka kože i sjemenki grožđa. U radu objašnjavaju da boja čajnih peciva značajno ovisi o količini dodanih sirovina budući da je postupak pripreme i pečenja uvijek isti. Nadalje, čajna peciva s nosačima (GANA20, NA20, ŽNA20) prema **Slici 21** pokazuju višu ukupnu promjenu boje u odnosu na čajna peciva s liofiliziranim ekstraktima (lio10, lio20, lio30) dok

najvišu vrijednost ima čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosačima (ŽNA20).

Prema **Slici 22** koja prikazuje ukupnu promjenu boje čajnog peciva s dodacima u odnosu na čajno pecivo bez dodataka (kontrolne uzorke) značajno povišene vrijednosti imaju čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa. Iz rezultata je vidljivo kako se povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta povećava i vrijednost  $\Delta E$ , odnosno ukupna promjena boje. Prema Fischer-ovom LSD testu najmanje značajne razlike uzorci čajnog peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu (NA20) te želatini i natrijevom alginatu (ŽNA20) se međusobno statistički značajno ne razlikuju. Osim zbog prisutnih prirodnih pigmenta, boja čajnih peciva s dodatkom tropa grožđa mijenja se i zbog odvijanja Maillardovih reakcija između amino skupina i reducirajućih šećera tijekom procesa pečenja (Mildner-Szkudlarz i sur., 2013; Walker i sur., 2014).

Rezultati određivanja teksture čajnih peciva uključuju silu lomljenja čajnih peciva, lomljivost čajnih peciva te čvrstoću čajnih peciva te su prikazani na **Slici 23**, **Slici 24** te **Slici 25**.

**Slika 23** prikazuje vrijednosti sile lomljenja čajnih peciva. Najveću silu zahtjeva čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu kao nosačima (ŽNA20). Osim navedenog, druga čajna peciva koja pripadaju skupini čajnih peciva s nosačima (NA20, GANA20) također pokazuju vrlo visoke vrijednosti potrebne sile lomljenja. Prema Fischer-ovom LSD testu najmanje značajne razlike čajna peciva bez dodataka odnosno kontrolni uzorci (0dv i 0et) zajedno s čajnim pecivom s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10% tropa grožđa (lio10) se statistički značajno ne razlikuju kao i čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% (lio20) i 30% (lio30) tropa grožđa koja također pokazuju najmanje vrijednosti sile lomljenja.

Zatim, na **Slici 24** vidljive su vrijednosti lomljivosti čajnog peciva. Najveće vrijednosti pokazuju čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu (NA20) te želatini i natrijevom alginatu (ŽNA20) kao nosačima između kojih, prema Fischer-ovom LSD testu najmanje značajne razlike, nema statistički značajne razlike kao i za čajna peciva bez dodataka (0dv i 0et) te čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10% (lio10) i 20% (lio20) tropa grožđa. Prema vrijednostima na **Slici 23** i **Slici 24** vidljivo je da povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta dolazi do smanjenja sile lomljivosti,

odnosno povećanja lomljivosti čajnih peciva dok kod čajnih peciva s nosačima dolazi do malih odstupanja.

Uspoređivanjem rezultata prikazanih na **Slici 25** koji se odnose na čvrstoću čajnih peciva vidljivo je da značajno veću čvrstoću posjeduju čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na želatini i natrijevom alginatu (ŽNA20) s najvećim vrijednostima, zatim gum arabici i natrijevom alginatu (GANA20) te natrijevom alginatu (NA20) sa nešto manjim vrijednostima. Čvrstoće čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10% (lio10), 20% (lio20) i 30% (lio30) tropa grožđa prema Fischer-ovom LSD testu najmanje značajne razlike, statistički se značajno ne razlikuju. Rezultat promjena u teksturi čajnih peciva koje su prethodno prikazane na **Slikama 23-25** može se povezati s dodatkom tropa grožđa, odnosno njegovim utjecajem na slabljenje strukture mreže glutena. Navedeni učinak, Lou i sur. (2021) objašnjavaju kao posljedicu formiranja vodikovih veza između polisaharida tropa grožđa te molekula vode.

Rezultati senzorne ocjene čajnih peciva uključuju ocjenu površine i oblika, strukture prijeloma, mirisa, teksture (u ustima), okusa te ukupnog dojma u skladu sa prikazom na **Slici 26**.

Prilikom senzorske analize vanjskog izgleda čajnog peciva (boja, površina i oblik, struktura prijeloma) čiji su rezultati prikazani u **Tablici 4**, čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu kao nosaču (NA20) dobio je najveće ocjene s obzirom na ostala čajna peciva. Prema Fisher-ovom LSD testu, ocjene boje čajnog peciva s destiliranom vodom bez dodatka (0dv), zatim čajnog peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 30% tropa grožđa te čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa s natrijevim alginatom (NA20), gum arabikom i natrijevim alginatom (GANA20) te želatinom i natrijevim alginatom (ŽNA20) kao nosačima se statistički značajno ne razlikuju. Isto vrijedi i za ocjenu površine i oblika čajnog peciva s destiliranom vodom bez dodatka (0dv), čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10% (lio10) i 20% (lio20) tropa grožđa te čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na gum arabici i natrijevom alginatu (GANA20) te želatini i natrijevom alginatu (ŽNA20) kao nosačima dok se ocjene strukture prijeloma gotovo svih čajnih peciva značajno razlikuju.



U **Tablici 5** prikazane su ocjene senzorskih svojstava (mirisa, teksture, okusa i ukupnog dojma) čajnih peciva. Najveća ocjena s obzirom na navedene parametre pripada čajnom pecivu s destiliranom vodom bez dodatka (0dv) nakon čega slijedi čajno pecivo s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu (NA20) kao nosaču, a najlošija ocjena čajnom pecivu s liofiliziranim ekstraktom koji odgovara dodatku 10% tropa grožđa (lio10). Prema Fisher-ovom LSD testu, ocjene okusa svih čajnih peciva se statistički značajno ne razlikuju, no ocjene svih ostalih parametara uključujući miris, teksturu i ukupni dojam, gotovo svih čajnih peciva pokazuju značajne razlike. Dok Lou i sur. (2021) u svom istraživanju dodatka tropa grožđa navode čajno pecivo s dodatkom 10% tropa grožđa kao najprihvatljivije, rezultati istraživanja u ovom radu pokazuju suprotne rezultate za sve navedene parametre.

## **6. ZAKLJUČCI**

Tijekom praćenja promjena kvalitativnih svojstava čajnih peciva s dodatkom liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa te liofiliziranog ekstrakta tropa grožđa na različitim nosačima (natrijevom alginatu, gum arabici te želatini), doneseni su sljedeći zaključci:

- udio vode u čajnom pecivu s liofiliziranim ekstraktom koji dogovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa smanjuje se s povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta,
- čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji dogovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu, gum arabici i natrijevom alginatu te želatini i natrijevom alginatu kao nosačima zadržavaju značajno veći udio vode,
- volumen, dužina i visina čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji dogovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa smanjuje se s povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta u odnosu na kontrolna čajna peciva,
- čajna peciva s liofiliziranim ekstraktom koji dogovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu, gum arabici i natrijevom alginatu te želatini i natrijevom alginatu kao nosačima pokazuju smanjenje volumena u odnosu na kontrolna čajna peciva,
- vrijednosti svjetline čajnih peciva  $L^*$  te vrijednosti kromatske komponente žuto-plave boje  $b^*$  mjerene na površini čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji odogovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa pokazuju pravilno smanjenje vrijednosti s povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta te pravilno povećanje vrijednosti kromatske komponente crveno-zelene boje  $a^*$  mjerene na površini čajnih peciva s povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta,
- ukupna promjena boje čajnih peciva u odnosu na tijesto s liofiliziranim ekstraktom koji dogovara dodatku 10%, 20% i 30% tropa grožđa se pravilno smanjuje s povećanjem udjela liofiliziranog ekstrakta te pravilno povećava u odnosu na čajno pecivo bez dodataka,
- sila lomljenja, lomljivost te čvrstoća čajnih peciva s liofiliziranim ekstraktom koji dogovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu, gum arabici i natrijevom alginatu te želatini i natrijevom alginatu kao nosačima ima značajno veće vrijednosti u odnosu na ostala čajna peciva
- najveća ocjena koja obuhvaća sve parametre senzorske analize u odnosu na kontrolna čajna peciva pripada čajnom pecivu s liofiliziranim ekstraktom koji dogovara dodatku 20% tropa grožđa na natrijevom alginatu kao nosaču.



- AACC Method 10-50.05, Baking Quality of Cookie Flour, Approved Methods of Analysis, 11th Edition, American Association of Cereal Chemists, 1999.
- Ajila CM, Leelavathi K, Rao P: Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuit with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science* 48: 319-326, 2008.
- Bagchi D, Bagchi M, Stohs SJ, Das DK, Ray SD, Kuszynski CA, Joshi SS, Pruess HG: Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology* 148:187-197, 2000.
- Beres C, Costa GNS, Cabezudo I, da Silva-James NK, Teles ASC, Cruz APG, Mellinger-Silva C, Tonon RV, Cabral LMC, Freitas SP: Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process. *Waste Management*, 68:581-594, 2017.
- Bucić-Kojić A, Planinić M, Tomas S, Tišma M: Trop grožđa – otpad i visokovrijedna sirovina. U *Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije*, 111-131. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2017.
- Bucić-Kojić A.: Utjecaj procesnih uvjeta i načina kruto-tekuće ekstrakcije na ekstraktibilnost fenolnih tvari iz sjemenki grožđa. Doktorski rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2008.
- Čorbo, S. Tehnologija ulja i masti. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, 2008.
- De Vos P, Faas MM, Spasojevic M, Sikkema J: Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components. *International Dairy Journal* 20:292-302, 2010.
- Fang Z, Bhandari B: Encapsulation of polyphenols. *Trends in Food Science & Technology* 21:510-523, 2010.
- Gavrilović M.: Tehnologija konditorskih proizvoda. Zavod za izdavanje udžbenika Novi Sad, 2011.
- Gibbs B, Kermasha S, Mulligan C: Encapsulation in the food industry. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 50:213-224, 1999.
- Grundas ST: Wheat. U *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*, 6130-6146. Elsevier Science Ltd, , 2003.
- Jang M, Cai L, Udeani GO, Slowing KV, Thomas CF, Beecher CW, Fong HH, Farnsworth NR, Kinghorn AD, Mehta RG, Moon RC, Pezzuto JM: Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes. *Science* 275:218-220, 1997.
- Jukić M, Nakov G, Koceva Komlenić D, Vasileva N, Šumanovac F, Lukinac J. Quality assessment of cookies made from composite flours containing malted barley flour and wheat flour. *Plants*, 11(6), 761, 2022,
- Karovičová J, Kohajdová Z, Minarovičová L, Kuchtová V: The chemical composition of grape fibre. *Potravinarstvo* 9:53-57, 2015.
- Koehler P, Wieser H: Chemistry of Cereal Grains. U *Handbook of Sourdough Biotechnology*, 11-45, Springer, New York, 2013.

- Kohajdová Z, Karovičová J, Jurasova M, Kukurova K: Effect of the addition of commercial apple fibre powder on the baking and sensory properties of cookies. *Acta Chimica Slovaca* 4:88-97, 2011.
- Kuchtová V, Kohajdová Z, Karovičová J, Laukov M: Physical, Textural and Sensory Properties of Cookies Incorporated with Grape Skin and Seed Preparations. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 68:4, 2018.
- Lai HM, Lin TC: Bakery products: science and technology. U *Bakery products: science and technology*, 3-68, Blackwell Publishing, USA, 2006.
- Lou W, Li B, Nataliya G: The influence of Cabernet Sauvignon wine grape pomace powder addition on the rheological and microstructural properties of wheat dough. *Journal of Food* 91: 751-761, 2021.
- Lovrić T: Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva. Hinus, Zagreb, 2003.
- Lukinac Čačić, J. Matematičko modeliranje i optimiranje kinetike promjene boje kruha tijekom pečenja, doktorski rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2012.
- Ljubičić M, Sarić MM, Curin K, Marušić J: *Prehrambena vlakna - čuvari zdravlja*. G-M Pharma, Zagreb, 2019.
- Maache-Rezzoung Z, Bouvier J, Allaf K, Patras C: Effect of principal ingredients on rheological behavior of biscuit dough and on quality of biscuit. *Journal of Food Engineering* 35:23-42, 1998.
- Mamat H, Hill SE: Effect of fat types on the structural and textural properties of dough and semi-sweet biscuit. *Journal of Food Science and Technology* 51:1998-2005, 2014.
- Manley D: Biscuit, cookie and cracker manufacturing manuals, Manual 1: Ingredients. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 1998.
- Manley, D: *Manley's technology of biscuits, crackers and cookies*, fourth edition. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK, 2011.
- Maslarević N: Proizvodnja ulja iz koštica marelice. Završni rad. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2016.
- Mildner-Szkudlarz S, Bajerska J, Zawirska-Wojtasiak R, Górecka D: White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93:389-395, 2013.
- MP, Ministarstvo poljoprivrede RH: *Pravilnik o žitaricama i proizvodima od žitarica*. Narodne novine broj 81, 2016., [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016\\_09\\_81\\_1823.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016_09_81_1823.html) [26.06.2022.]
- Mujić I: Ekstrakcija i ekstraktori biljnih materijala. Biotehnički fakultet, Bihać, 2006.
- Nedović V, Kalusevic A, Manojlovic V, Levic S, Bugarski B: An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia Food Science* 1:1806-1815, 2011.
- Salević AS, Kalušević AM, Lević SM, Nedović VA: Inkapsulacija bioaktivnih jedinjenja sporednih proizvoda prerade voća. *Journal of Agricultural Sciences* 63:113-137, 2018.

- Shankar S, Singh G, Srivastava RK: Chemoprevention by resveratrol: molecular mechanisms and therapeutic potential. *Frontiers in Bioscience-Landmark* 12:4839-4854, 2007.
- Shi J, Yu J, Pohorly JE, Kakuda Y: Phenolic in grape seeds-biochemistry and functionality. *Journal of Medicinal Food* 6:291–299, 2003.
- Šubarić D, Ačkar Đ, Miličević B, Jašić M: Nusproizvodi iz prehrambene industrije kao sirovine u proizvodnji funkcionalne hrane. U *Zbornik sažetaka i radova sa šestog međunarodnog simpozija Hranom do zdravlja*, 3-3. Farmaceutski fakultet Univerziteta u Tuzli, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Tehnološki fakultet Novi Sad, Tehnološki fakultet Štip, Sor-Trondelag University Colledge, 2013.
- Timilsena PY, Haque Md. A, Adhikari B: Encapsulation in the Food Industry: A Brief Historical Overview to Recent Developments. *Food and Nutrition Sciences* 11:481-508, 2020.
- Walker R, Tseng A, Cavender GA, Ross A: Physicochemical, Nutritional, and Sensory Qualities of Wine Grape Pomace Fortified Baked Goods. *Journal of Food Science* 79, 2014
- Web 1: <https://www.stablemicrosystems.com/VolscanSoftware.html> [26.06.2022.]
- Yamsaengsung R, Berghofer E, Schoenlechner R: Physical properties and sensory acceptability of cookies made from chickpea addition to white wheat or whole wheat flour compared to gluten-free amaranth or buckwheat flour. *Food Science and Technology International*, 47:2221-2227, 2012.