

# Utjecaj dodatka pljevice pira na kvalitativna svojstva čajnog peciva od pšeničnog brašna

---

Sršić, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:109:302477>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-29**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Repository / Repozitorij:

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



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

**Matea Sršić**

**UTJECAJ DODATKA PLJEVICE PIRA NA KVALITATIVNA SVOJSTVA  
ČAJNOG PECIVA OD PŠENIČNOG BRAŠNA**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, rujan 2019.

## 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 2018./2019. održanoj 27. lipnja 2019.

**Mentor:** prof. dr. sc. *Daliborka Koceva Komlenić*

**Pomoć pri izradi:** *Izv. prof. Jasmina Lukinac Čačić*

### Utjecaj dodatka pljevice pira na kvalitativna svojstva čajnog peciva od pšeničnog brašna

*Matea Sršić, JMBAG 0113138497*

#### Sažetak:

Zadatak rada bio je odrediti utjecaj dodatka različitih udjela mljevene pljevice pira (5, 10 i 15 %) pšeničnom brašnu pri ispitivanju kvalitativnih svojstava čajnog peciva. Čajno pecivo je proizvedeno prema standardnoj AACC metodi 10-50.05. U uzorcima čajnog peciva provedene su sljedeće analize: udio i aktivitet vode, volumen, boja površine i usitnjenog čajnog peciva, tekstura čajnog peciva i senzorska analiza. S povećanjem udjela pljevice pira dolazi do povećanja udjela vode, visine i volumena čajnog peciva, te je promjena boje najizraženija. Čajno pecivo s 15 % pljevice pira je senzorski najlošije ocjenjeno od svih uzoraka čajnih peciva.

**Ključne riječi:** čajno pecivo, pir, boja, senzorska ocjena

**Rad sadrži:** 37 stranica  
24 slike  
2 tablice  
0 priloga  
15 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          |
| 4. prof. dr. sc. <i>Mirela Planinić</i>            | zamjena člana |

**Datum obrane:** 13. rujna 2019.

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 Cereal technology**  
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. 9<sup>th</sup> held on June 27, 2019.

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

**Technical assistance:** *Jasmina Lukinac Čačić*, associate prof.

### Influence od Adding Spelt Husks on the Qualitative Properties of Wheat Flour Tea Biscuits

*Matea Sršić*, 0113138497

#### Summary:

The task of this paper was to determine the influence of different content of crushed spelt husks (5, 10 and 15 %) on wheat flour in analysing qualitative properties of tea biscuits. Tea biscuits were made according to the standard AACC method 10-50.05. In samples of tea biscuits the following analysis were carried out: water content and water activity, volume, colour of surface and crumbed tea biscuits, texture and sensory analysis. As a result, it can be concluded that the increasing of content of spelt husks causes increase in the water content, height and volume of tea biscuits and the changes in colour are the most obvious. To conclude, tea biscuits with 15 % spelt husks are the worst sensory evaluated of all samples of tea biscuits.

**Key words:** tea biscuits, spelt, colour, sensory evaluation

**Thesis contains:** 37 pages  
24 figures  
2 tables  
0 supplements  
15 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> , associate prof. | member       |
| 4. <i>Mirela Planinić</i> , PhD, prof.            | stand-in     |

**Defense date:** September 13, 2019.

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

*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)*

## Sadržaj

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. ČAJNO PECIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU ČAJNOG PECIVA .....</b>	<b>5</b>
2.2.1. Brašno.....	5
2.2.2. Masnoće .....	5
2.2.3. Šećer.....	6
2.2.4. Voda .....	6
<b>2.3. PIR.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE KEKSARSKIH PROIZVODA .....</b>	<b>8</b>
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1. ZADATAK .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. MATERIJALI.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3. METODE .....</b>	<b>12</b>
3.3.1. Određivanje dužine i visine.....	13
3.3.2. Određivanje boje.....	13
3.3.3. Određivanje volumena .....	14
3.3.4. Određivanje teksture.....	14
3.3.5. Određivanje vlage i aktiviteta vode.....	15
3.3.6. Senzorska ocjena.....	16
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1. AKTIVITET I UDIO VODE.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2. GUBITAK MASE PEČENJEM.....</b>	<b>19</b>
<b>4.3. DUŽINA, VISINA I KOEFICIJENT ŠIRENJA ČAJNOG PECIVA .....</b>	<b>20</b>
<b>4.4. VOLUMEN ČAJNOG PECIVA .....</b>	<b>22</b>
<b>4.5. BOJA ČAJNOG PECIVA .....</b>	<b>23</b>
<b>4.6. TEKSTURA ČAJNOG PECIVA .....</b>	<b>29</b>
<b>4.7. SENZORSKA OCJENA ČAJNOG PECIVA .....</b>	<b>31</b>
<b>5. ZAKLJUČCI .....</b>	<b>34</b>
<b>6. LITERATURA .....</b>	<b>36</b>

## Popis oznaka, kratica i simbola

NN	Narodne novine
AACC	<i>American Association of Cereal Chemists</i>
0	čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira
5	čajno pecivo s 5% dodatka pljevice pira
10	čajno pecivo s 10% dodatka pljevice pira
15	čajno pecivo s 15% dodatka pljevice pira
LSD test	test najmanje značajne razlike (eng. <i>Least significant difference</i> )

## **1. UVOD**



Čajno pecivo je proizvod koji se konzumira u cijelom svijetu. Prema Pravilniku (NN 81/16) čajno pecivo je proizvod dobiven pečenjem oblikovanog tijesta, a sadrži najmanje 10 % masti ili ulja, te najviše 5 % vode, računato na ukupnu masu gotovog proizvoda. Vrlo je popularno jer se može dugo skladištiti, ima dobre parametre nutritivne kvalitete te se u proizvodnji čajnog peciva mogu dodavati mnoge arome i različiti dodaci. Osnovne sirovine potrebne za zamjes čajnog peciva su pšenično brašno, masnoća, šećer i voda. Sirovine se prije dodavanja u zamjes trebaju pripremiti (prosijati, temperirati, usitniti) i odvagati po recepturi.

Pir je strna žitarica i vrlo je bliska pšenici. Jedna od najstarijih kultiviranih sorti, no zbog teže žetve potisnula ju je pšenica. Danas se ponovno prepoznaje pirov potencijal i pozitivna svojstva, te mu se povećava uzgoj, naročito u zemljama koje teže održivoj i ekološkoj poljoprivredi. Pir sadrži velike količine ugljikohidrata, proteina i vitamina B kompleksa, u usporedbi s pšenicom sadrži veće koncentracije željeza, cinka, bakra, magnezija i fosfora. Pir je pljevičasta žitarica, što znači da tijekom žetve zrno ne ispada iz pljevice, već se ona ostavlja do same prerade zrna kada se uklanja ljuštenjem na ljuštilicama za pir. Udio pljevice prosječno iznosi od 25,8% do 30,8% i najčešće se koristi kao biomasa.

Cilj ovog rada je proizvodnja čajnog peciva s dodatkom mljevene pljevice pira u udjelima 5, 10 i 15 % u laboratorijskim uvjetima, te mjerenje, usporedba i analiza uzoraka. Parametri koji su promatrani su vanjski izgled, kao što su boja, dužina i visina, te udio vode, tekstura, volumen i senzorska ocjena.

## **2. TEORIJSKI DIO**

## 2.1. ČAJNO PECIVO

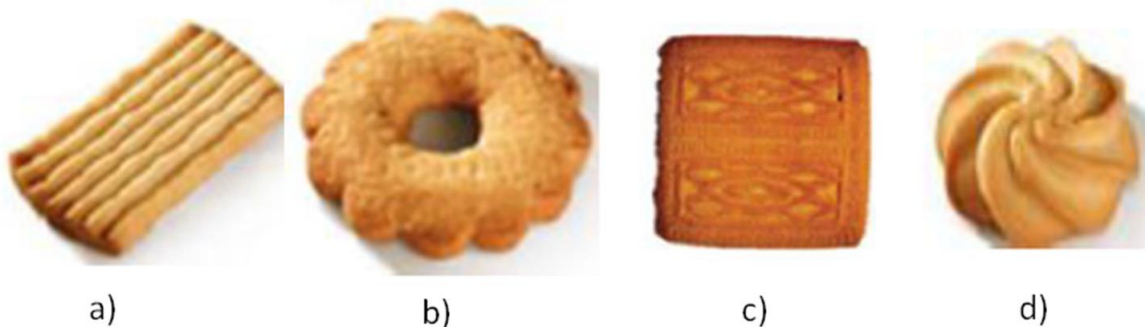
Čajno pecivo je fini pekarski proizvod specifičnih senzorskih svojstava. Dobiven je pečenjem oblikovanog tijesta, a sadrži najmanje 10 % masnoće i najviše 5 % vode, računato na ukupnu masu gotovog proizvoda (Pravilnik, NN 81/16). Čajna peciva se mogu i puniti, na način da se masa za punjenje stavlja između dva čajna peciva. Punjena čajna peciva moraju sadržavati najmanje 15 % mase za punjenje. Čajna se peciva dijele prema:

1. udjelu masnoća, računato na gotov proizvod s najviše 5 % vode:

- a) desertna čajna peciva koja sadrže najmanje 20 % masnoće,
- b) čajna peciva prve kvalitete s najmanje 15 % masnoće,
- c) čajna peciva druge kvalitete s najmanje 10 % masnoće.

2. svojstvima sirovina i sastavu tijesta, te načinu obrade i oblikovanja (**Slika 1**):

- a) prešano,
- b) sječeno,
- c) oblikovano (formirano),
- d) istisnuto (dresirano) (Gavrilović, 2011).



**Slika 1** Vrste čajnih peciva

Tijesto za čajno pecivo može imati veći udio vode i relativno malo masnoće i šećera. Tijesto je tvrdo, čvrsto i rastezljivo. Takav zamjes tijesta je tvrdi zamjes. Ukoliko se radi zamjes koji sadrži relativno visoke udjele masnoće i šećera, a manji udio vode, rastezljivost tijesta je mala i ono lako puca. Ova vrsta zamjesa se naziva meki zamjes tijesta (Manley, 2000).

Čajno pecivo je proizvod koji je vrlo popularan u svijetu, a neki od razloga popularnosti su to što je odmah spremno za upotrebu, može se dugo skladištiti, dobre je nutritivne vrijednosti, te se može zaslađivati i aromatizirati dodavanjem različitih okusa.

## **2.2. SIROVINE ZA PROIZVODNJU ČAJNOG PECIVA**

Osnovne sirovine za proizvodnju čajnih peciva su brašno, masnoće, šećer i voda. Dodatne sirovine koje se mogu koristiti u proizvodnji su: sredstva za narastanje, sol, mlijeko i mliječne prerađevine, kakao prah, čokolada, jaja, med, emulgatori, boje, voće, razni začini, konzervansi, te ostali dopušteni dodaci.

### **2.2.1. Brašno**

Najčešće korišteno brašno u proizvodnji čajnog peciva je pšenično brašno. Pšenično brašno je proizvod dobiven mljevenjem endosperma zrna pšenice nakon izdvajanja usplođa i klice, mogu biti različitih tipova i granulacije (Pravilnik, NN 81/16). Za proizvodnju čajnih peciva koristi se „slabo“ brašno mekih sorti pšenica koja sadrže ispod 10 % proteina.

Svaka podskupina čajnog peciva zahtjeva određeni tip brašna. Za prešano i oblikovano čajno pecivo upotrebljava se poluoštro brašno, za sječeno oštro brašno, dok se za dresirano čajno pecivo koristi glatko brašno.

### **2.2.2. Masnoće**

U proizvodnji čajnog peciva koristi se masnoće biljnog ili životinjskog podrijetla. Mogu biti hidrogenirane, emulgirane ili prirodne. Najčešće korištena masnoća u proizvodnji čajnih peciva je biljna masnoća dobivena hidrogenacijom biljnog ulja, tzv. *shortening*. U tijestu se ova biljna mast raspodijeli u tankim slojevima i preko svojih hidrofobnih veza povezana je s hidrofobnim vezama proteina brašna. Lipoproteini, koji nastaju interakcijom polarnih lipida brašna i masti, su odgovorni za plastično-elastična i elastično-plastična svojstva tijesta. Mast regulira ponašanje tijesta upravo preko tih plastičnih svojstava, koja imaju važnu ulogu tijekom zamjesa tijesta. Čvrsta faza triglicerida utječe na smanjenje čvrstoće glutena, a tekuća faza triglicerida utječe na pokretljivost tijesta. Masnoća smanjuje skupljanje tijesta tijekom mehaničke obrade, na način da smanjuje napetosti koje dovode do deformacije

oblikovanog komada tijesta. Mast se raspoređuje po česticama brašna i na taj način omogućava kontakt vode s proteinima i škrobom i njihovu hidrataciju.

### **2.2.3. Šećer**

Najvažniji šećer u proizvodnji finih pekarskih proizvoda je saharoza. Osnovna uloga šećera je zaslađivanje proizvoda, ali utječe i na viskoznost tijesta, teksturu, te strukturu. Količina dodanog šećera u zamjes utječe na hrskavost, boju, volumen i tvrdoću keksa (Gavrilović, 2011, Hosene, 1994). Uloga saharoze u zamjesu tijesta je smanjenje osmotske aktivnosti vode, pri čemu dolazi do sporijeg bubrenja glutena i sporijeg oblikovanja tijesta.

Osim saharoze, može se koristiti i glukoza. Ona omekšava i smanjuje krtost finih pekarskih proizvoda, ubrzava nastanak boje tijekom pečenja, te sprječava otvrdnjavanje šećera. Kao zamjena za saharozu koriste se razni zaslađivači. Prvenstveno su to šećerni alkoholi, kao što su sorbitol, manitol, ksilitol. Oni su pogodni za upotrebu u proizvodnji keksarskih proizvoda za dijabetičare (Koceva Komlenić i Jukić, 2018, Gavrilović, 2011).

### **2.2.4. Voda**

Voda koja se koristi za proizvodnju keksarskih proizvoda mora biti zdravstveno ispravna voda pogodna za ljudsku upotrebu, odnosno voda za piće. Prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 48/08), voda za piće je sva voda koja je u svojem izvornom stanju ili nakon obrade namijenjena za piće, kuhanje, pripremu hrane, kao i ona voda koja se upotrebljava za proizvodnju, preradu, konzerviranje, te prodaju proizvoda namijenjenih za konzumaciju ljudi. Voda u tijestu se nalazi u slobodnom i vezanom obliku. Udio slobodne vode u tijestu regulira visko-elastična svojstva tijesta, dok se vezana voda nalazi u sastavu glutena, te u obliku kapilarne vode koju prima škrob (Gavrilović, 2011).

### 2.3. PIR

Pravi pir ili krupnik (*Triticum spelta* L.), prikazan na **Slici 2**, je jedna od najstarijih kultiviranih biljaka poznatih čovjeku. To je vrlo polimorfna strna žitarica i zbog toga njegova sistematska pripadnost nije potpuno utvrđena. Bliski je srodnik obične ili meke pšenice, no za razliku od pšenice pripada u kultivirane pljevičaste forme s lomljivim klasnim vretenom (Mlinar i Ikić, 2012). U odnosu na pšenicu, pir se može uzgajati na siromašnijem tlu i na većim nadmorskim visinama. Također, pir je pogodan za uzgoj u hladnijim područjima, najpovoljnija temperatura za klijanje i nicanje je od 14 do 20 °C. Za razliku od ostalih strnih žitarica pir je manje osjetljiv na štetnike i bolesti (Međimurec, 2018).

Zbog teške vršidbe, prilikom koje se klasno vreteno lako lomi i odvaja, te dodatnog postupka ljuštenja pira, proizvodnju pravog pira potisnula je rodnija pšenica. Međutim, povećava se interes za uzgoj pravog pira u državama s razvijenom poljoprivrednom proizvodnjom. Razlog tome je sve veća potražnja za održivu i ekološku poljoprivredu, te za prehrambenim sirovinama koji se mogu proizvesti na taj način. Pir se po sadržaju proteina svrstava u samom vrhu među žitaricama, jer sadrži od 12,5% do 19,5% proteina u zrnju (Međimurec, 2018).



**Slika 2** Pir

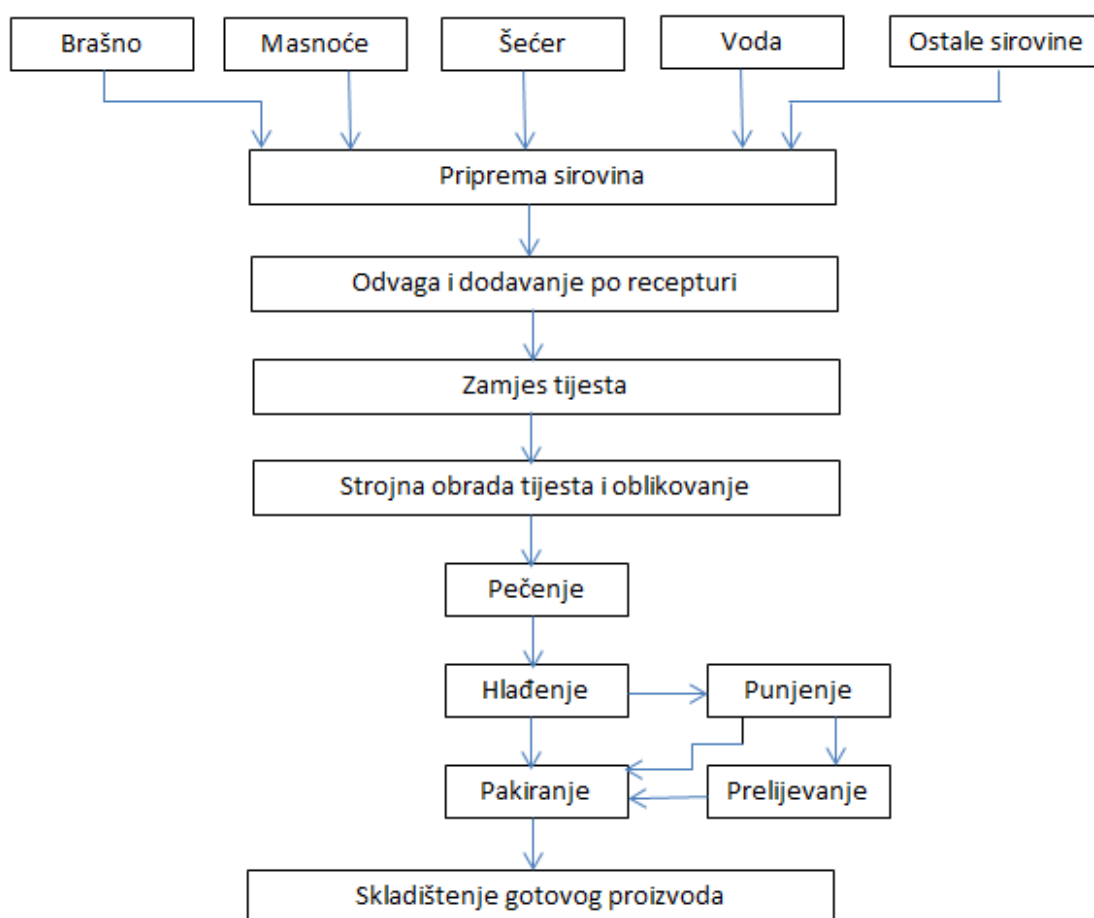
Pravi pir se sije od sredine do kraja listopada. Za sjetvu se najčešće koristi neoljušteno zrnje. Žetva se obavlja sredinom i drugom polovicom srpnja. Pir je pljevičasta žitarica, što znači da tijekom žetve zrnje ne ispada iz pljevice. Zbog lakog odvajanja i loma klasnog vretena dolazi

do osipanja, te se žetva mora prilagoditi tim specifičnostima. Žetvu pira treba započeti kada vlaga zrna bude između 12 % i 13 % (Međimurec, 2018).

Nakon žetve potrebno je oljuštiti zrna pira. Ljuštenjem se odvajaju pljevice zrna od sjemena. Prosječan sadržaj pljevice pravog pira iznosi od 25,8 % do 30,8 %. Proces ljuštenja provodi se ljuštilicom za pir i to neposredno prije mljevenja. Time se zadržava svježina i očuvanje hranjivih tvari, a također se skladištenjem neoljuštenog pira, zrno pira štiti od štetnika. Postupak ljuštenja pira je protočan. Ljuštilice su opremljene ventilatorom koji izvlači oljuštene pljevice, koje se odvajaju u zasebnom filtarskom odvajaču (Međimurec, 2018).

## 2.4. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE KEKSARSKIH PROIZVODA

Tehnološki proces proizvodnje keksarskih proizvoda shematski prikazuje **Slika 3**.



**Slika 3** Shema proizvodnje keksarskih proizvoda

Proizvodnja čajnog peciva započinje pripremom sirovina. Brašno za proizvodnju čajnog peciva potrebno je prije samog skladištenja, ali i prije procesa odvage i dodavanja u zamjes, prosijati preko sita s magnetima. Taj se postupak provodi kako bi se uklonile eventualne primjese, te kako bi brašno primilo mjehuriće zraka i time postalo rastresito i pogodno za zamjes. (Gavrilović, 2011). Šećer se po potrebi melje u prah, a masnoće se temperiraju, tako što se otapaju i ponovno hlade do početka kristalizacije.

Nakon pripreme sirovina, slijedi njihova odvaga i dodavanje po recepturi. Brašno, šećer i određena količina vode se direktno dodaju u zamjes preko automatske ili poluautomatske vage i dozirnog automata, dok se ostale sirovine dodaju naknadno i važu ručno. Veličina šarže ovisi o kapacitetu miješalice. Sirovine se mogu dodavati jednofazno i dvofazno. Kod jednofaznog dodavanja se sve sirovine dodaju odmah, na početku pripreme zamjesa. Kod dvofaznog se zamjesa dodaju sve sirovine osim brašna, koje se dodaje naknadno, nakon što se izmješaju ostale sirovine. Količina vode koja se dodaje zamjesu se određuje s obzirom na željeni udio vlage, te udio vlage u sirovinama. Udio vlage u čajnom pecivo ovisi o vrsti čajnog peciva. Tako se u oblikovanom čajnom pecivu vlaga kreće od 14 do 16 %, dresiranom od 16 do 26 %, rezanom čajnom pecivu od 18 do 15 %, te u sječenom je udio vlage od 20 do 24 % (Gavrilović, 2011). Čajna peciva s većim udjelom vlage su povezanija i mekše strukture. Temperatura sirovina je vrlo bitna i trebala bi biti između 18 i 25 °C. Više temperature povećale bi elastičnost, a samim time uzrokovale bi žilavost. Temperature niže od 18 °C otežale bi strojnu izradu tijesta. Vrijeme potrebno za izradu tijesta je od 5 do 15 minuta. Tijesto nakon zamjesa može ići na odmaranje ili se može odmah oblikovati, ovisno o sirovinskom sastavu.

Oblikovanje tijesta ovisi o vrsti čajnog peciva. Oblikovano čajno pecivo nakon zamjesa odmah ide na oblikovanje, nema odmaranja. Tijesto iz dozirnog koša dolazi do valjka s udubljenim formama, a drugi valjak utiskuje tijesto u kalup. Oblikovano se tijesto prebacuje na transportnu traku pri dodiru valjka i transportne trake. Tijesto za istisnuto čajno pecivo također ne odmara, već se odmah oblikuje. Tijesto se potiskuje pomoću dva rebrasta valjka kroz volumne dozatore. Uslijed djelovanja valjka i gravitacije tjestena se masa istiskuje na trakasti transporter. Tijesto za rezano čajno pecivo se oblikuje propuštanjem kroz kalup slobodnim padom, spušta se na trakasti transporter i reže pomoću zategnute žice. Kod



prešanog se čajnog peciva tijesto poslije propuštanja kroz kalup određenog oblika odvodi transportnom trakom do noža koji tijesto siječe na određenu dužinu (Gavrilović, 2011).

Poslije oblikovanja tijesto za čajno pecivo ide na proces pečenja. Pečenje je proces djelovanja topline, u prostoru peći, na oblikovano tijesto. Proces pečenja započinje zagrijavanjem oblikovanog tijesta, prilikom čega dolazi do isparavanja vode preko površine tijesta zajedno s nastalim plinovima i zračnim mjehurićima. Tijekom pečenja nastaju koloidne i fizikalno – kemijske promjene tijesta. Tijesto mijenja svoj izgled, dimenzije, formira aromu, okus, strukturu i boju. Vrijeme pečenja čajnog peciva je od 5 do 8 minuta na temperaturi od 190°C do 220°C (Gavrilović, 2011).

Nakon završenog procesa pečenja i vađenja čajnog peciva iz peći započinje hlađenje. Prilikom hlađenja dolazi do snižavanja temperature i povećanja čvrstoće. Hlađenje se provodi sve dok čajno pecivo ne postigne sobnu temperaturu te dok se ne postigne određena čvrstoća proizvoda. Hlađenje se može provesti na tri načina: prirodnim, umjetnim ili kombiniranim putem. Prirodno hlađenje je najbolje, njime se proizvod postepeno hladi, time se izbjegavaju nagle fluktuacije temperature, koje mogu izazvati pucanje proizvoda. Prilikom prirodnog hlađenja treba voditi računa da duljina transportne trake bude dva puta duža od duljine peći.

Posljedni korak pri proizvodnji čajnog peciva jest pakiranje. Nakon hlađenja proizvoda, on se pakira ručno ili automatski u ambalažu nepropusnu za vlagu, kutije i ambalažu za transport i skladištenje. Uloga ambalaže je čuvanje proizvoda od utjecaja svjetlosti, vlage, stranih mirisa i štetnika. Prilikom skladištenja proizvoda temperatura i vlaga prostora za skladištenje moraju biti konstantni. Oscilacije temperature u skladištu mogu dovesti do migracije i oksidacije masnoća (Manley, 1998).

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3.1. ZADATAK

Zadatak ovog rada je praćenje promjene svojstava čajnog peciva od pšeničnog brašna s dodatkom mljevene pljevice pira u laboratorijskim uvjetima. Pljevica pira dodana je u čajno pecivo kao zamjena za pšenično brašno u udjelima 5, 10 i 15 %.

### 3.2. MATERIJALI

Sirovine korištene u proizvodnji čajnog peciva jesu:

- 63,99 g *shortening*-a (margarin),
- 129,98 g šećera kristal, Premier,
- 2,09 g NaCl,
- 2,49 g NaHCO<sub>3</sub>,
- 33,01 g otopine glukoze (8,9 g glukoze u 150 cm<sup>3</sup> destilirane vode),
- 25,42 g destilirane vode,
- 225 g brašna (pšenično oštro brašno T-550),
- pljevica pira (zamjena za pšenično brašno u udjelu 5, 10, 15%).

### 3.3. METODE

Izrada čajnog peciva temelji se na standardnoj AACC 10-50.05 metodi (AACC, 2000). Sirovine se odvažuju na tehničkoj laboratorijskoj vagi, a zamjes se provodi žičanim mutilicama u posudi električnog miksera. U posudu miksera se prvo doda masnoća, šećer, sol i NaHCO<sub>3</sub> odvagani prema recepturi. Sastojci se miješaju najmanjom brzinom tijekom tri minute. Nakon tri minute dodati otopinu glukoze i destiliranu vodu, te nastaviti miješanje najmanjom brzinom tijekom jedne minute, a potom još minutu na srednjoj brzini. Nakon toga dodaje se ukupna količina brašna (ili brašna i pljevice pira), te se nastavi miješati 2 minute najmanjom brzinom. Dobiveno se tijesto ručno premjesi i okruglo oblikuje, te stavi u PVC vrećicu pa u hladnjak na temperaturu od 8°C tijekom 30 minuta. Nakon što se tijesto ohladi, valjkom se razvalja na debljinu 7 mm u dva poteza valjkom za tijesto, te se izrežu okrugli oblici promjera 60 mm (≈27 g). Oblikovano se tijesto peče 10 minuta na temperaturi od 205 °C. Nakon pečenja čajno se pecivo hladi 30 minuta na sobnoj temperaturi. Nakon hlađenja provodi se analiza čajnog peciva.

### 3.3.1. Određivanje dužine i visine

Dužina se određuje tako da se komadi čajnog peciva poredaju jedan do drugoga, te im se uz pomoć ravnala izmjeri dužina. Nakon toga svaki komad se rotira za  $90^\circ$  i ponovi se postupak mjerenja dužine. Kod određivanja visine komadi čajnog peciva se poredaju jedan na drugi po redu i izmjeri se visina ravnalom. Nakon toga čajno se pecivo slučajnim redoslijedom slaže jedno na drugo, te se na isti način izmjeri visina (Koceva Komlenić i sur., 2014, AACC, 2000).

### 3.3.2. Određivanje boje

Boja čajnog peciva se određuje pomoću kolorimetra, u ovom radu korišten je Konica Minolta Chroma Meter CR-400 prikazan na **Slici 4**. Uređaj se sastoji od mjerne glave s otvorom promjera 8 mm, a rad se temelji na mjerenju reflektirane svjetlosti s površine osvijetljenog uzorka. Prije svakog mjerenja uređaj se mora kalibrirati pomoću standardne bijele keramičke pločice (CR-A43). Određivanje boje provodi se na šest različitih mjesta na sirovom tijestu, pečenom čajnom pecivu i usitnjenom čajnom pecivu.



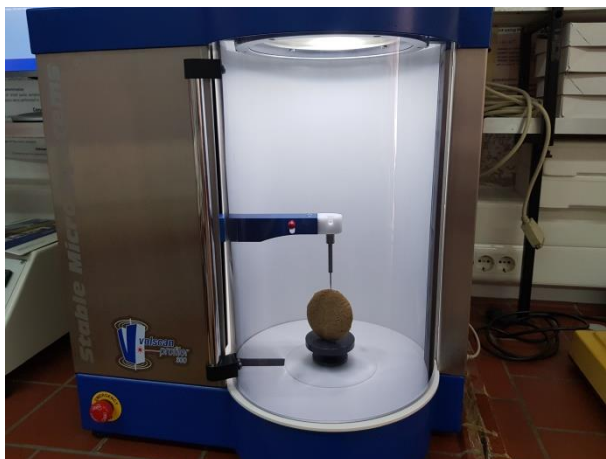
**Slika 4** Kolorimetar Konica Minolta Chroma Meter CR-400

Određena boja je definirana određenim mjestom u  $CIE L^* a^* b^*$  prostoru boja. Trodimenzionalni prostor predstavljaju tri međusobno okomite osi označene kao  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Kordinata  $L^*$  je kordinata svjetline s podjelom od 0 (crna) do 100 (bijela), kordinata  $a^*$  obojena je s pozitivnim i negativnim smjerom, tj. vektorom crvene boje ( $+a^*$ ) i vektorom za komplementarnu zelenu boju ( $-a^*$ ).  $b^*$  kordinata obojena je vektorom žute boje,  $+b^*$  i

vektorom komplementarne plave boje,  $-b^*$ . Pomoću ovih vrijednosti se izračunava ukupna promjena boje (Lukinac Čačić, 2012).

### 3.3.3. Određivanje volumena

Volumen čajnog peciva mjerio se na uređaju Volscan Profiler (Slika 5). Uređaj na brz i učinkovit način mjeri volumen, specifični volumen, gustoću i dimenzije čvrstih proizvoda. Uređaj također omogućava trodimenzionalnu digitalizaciju čajnog peciva.



Slika 5 Volscan Profiler

### 3.3.4. Određivanje teksture

Tekstura čajnog peciva određena uređaju TA.XT Plus, a dobiveni se podaci analiziraju s Texture Exponent 32 softverom (verzija 3.0.5.0.). Analiza uzorka provedena je savijanjem/lomljenjem uzorka (eng. *3-point band test*). Prilikom lomljenja uzorci se fiksiraju na bazu s prorezom i presijecaju pomoću noža koji uzorak savija/lomi, dok je ispitivanje provedeno pri brzini mjerenja od 2 mm/s uz razmak između dva oslonca od 40 mm. Teksturalni se profil čajnog peciva procjenjuje putem dobivenih vrijednosti za silu lomljenja (N), dubinu prodiranja noža do trenutka lomljenja (mm) i njihovog kvocijenta izraženog kao indeks lomljivosti (N/mm).

### 3.3.5. Određivanje vlage i aktiviteta vode

Za određivanje aktiviteta vode uzorci čajnog peciva se usitne i stavljaju u male plastične posude. Potom se posudica stavlja u ležište uređaja za određivanje aktiviteta vode i pokreće se mjerenje. Mjeri se aktivitet vode tijesta i pečenih uzoraka. Uređaj na kojem se provodi mjerenje je Rotronic HygroPalm AW (Slika 6).



Slika 6 Uređaj za mjerenje aktiviteta vode

Udio vlage određuje se sušenjem u sušioniku pri točno definiranim uvjetima. U prethodno osušenu i izvaganu posudicu dodaje se oko 5 grama uzorka, koji se prethodno usitni. Zatim se posudica s uzorkom stavlja u sušionik, zagrijan na 105°C, tijekom 3 sata. Gubitak mase predstavlja udio vode u čajnom pecivu i računa se prema **formuli (1)**:

$$w_v = \frac{(m_0 - m_1)}{m_0} * 100 \quad (1)$$

gdje je:

$w_v$  – udio vode [%],

$m_0$  – masa uzorka prije sušenja [g],

$m_1$  – masa uzorka nakon sušenja [g] (Koceva Komlenić i sur., 2014).

### 3.3.6. Senzorska ocjena

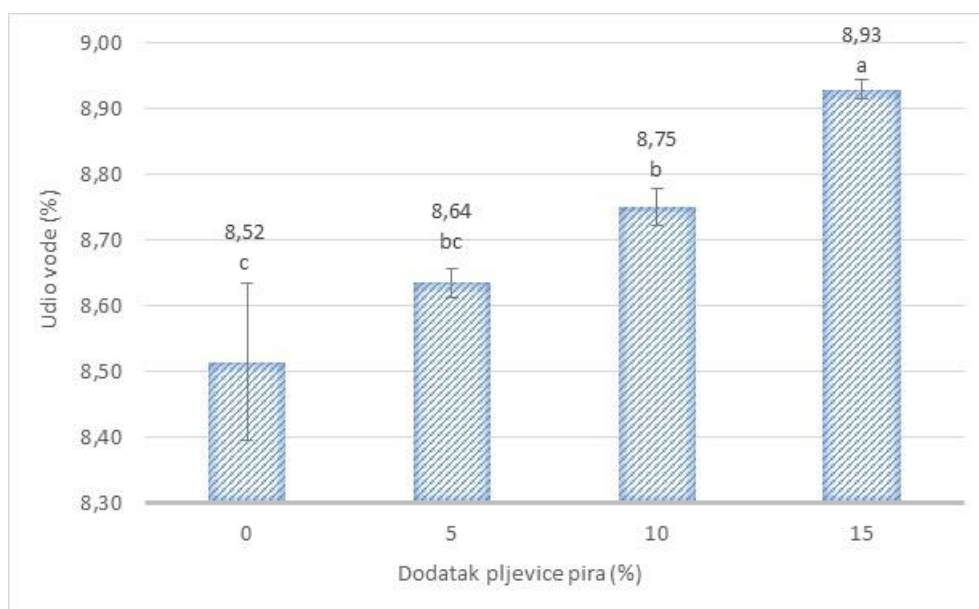
Senzorska ocjena čajnog peciva provodi se tako da se ocjenjuju boja, miris, okus, tekstura, te ukupni dojam čajnog peciva od pšeničnog brašna i čajnog peciva od pšeničnog brašna s dodatkom pljevice pira kao zamjene za pšenično brašno u udjelima 5, 10 i 15 %. Senzorska ocjena provodila se na skali od 0 do 10. Svaki panelist koji je sudjelovao u ocjenjivanju čajnog peciva je na skali označio preferenciju na ispitivani uzorak. Na skali broj 0 predstavlja da se panelistu uzorak uopće ne sviđa, dok broj 10 označava da mu se iznimno sviđa.

## **4. REZULTATI I RASPRAVA**



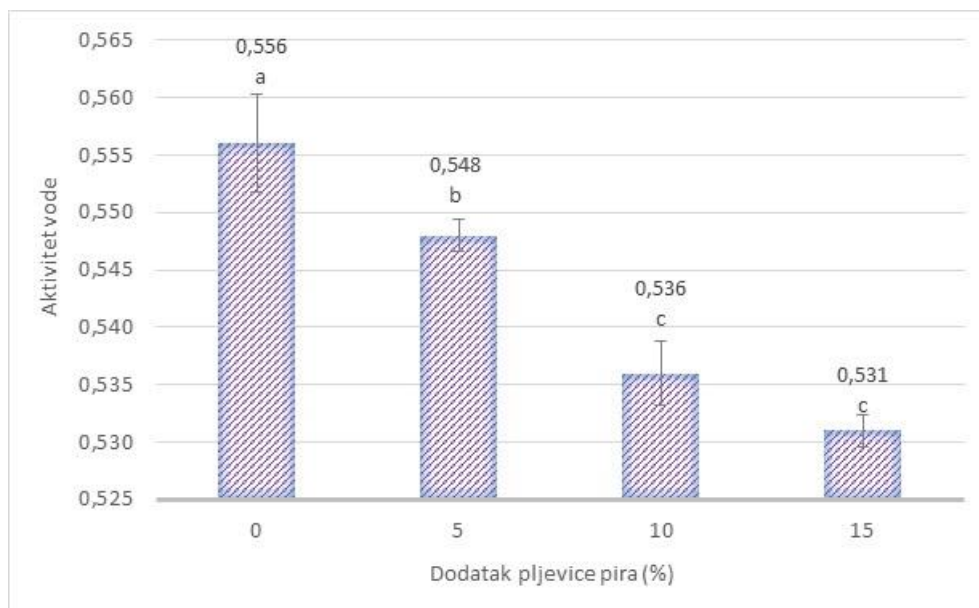
#### 4.1. AKTIVITET I UDIO VODE

Na **Slici 7** prikazane su rezultati određivanja udjela vode u čajnom pecivu od pšeničnog brašna, te čajnog peciva s pšeničnim brašnom i s različitim udjelima pljevice pira. Vidljivo je da se udio vode povećava kako se povećava udio pljevice pira. Tako čajno pecivo od pšeničnog brašna ima najniži udio vode, dok čajno pecivo s 15 % dodane pljevice pira ima najveći udio vode, što je i očekivano. Prema Fisher-ovom LSD testu vidljivo je da ne postoji značajna razlika ( $p < 0,05$ ) između uzoraka bez dodatka pljevice pira i s dodatkom 5 % pljevice, jednako kao i između uzoraka čajnog peciva s dodatkom 5 i 10 % pljevice. Čajno pecivo s 15 % pljevice pira statistički se značajno razlikuje ( $p < 0,05$ ) od svih ostalih ispivanih uzoraka a prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike.



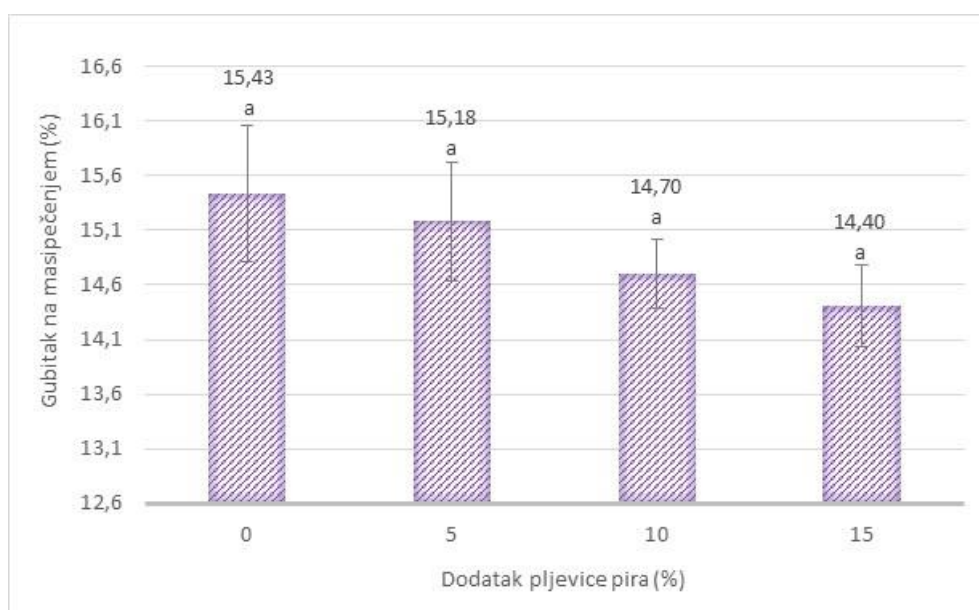
**Slika 7** Udio vode u čajnom pecivu s različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

Aktivitet vode je vrlo važan čimbenik o kojem ovisi stabilnost namirnica, zbog uloge vode u različitim procesima. Rezultati mjerenja vode pokazuju najveći aktivitet vode u čajnom pecivo od pšeničnog brašna, dok se dodavanjem pljevice pira aktivitet vode smanjuje s povećanjem količine dodane pljevice (**Slika 8**).



**Slika 8** Aktivitet vode u čajnom pecivu s različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

#### 4.2. GUBITAK MASE PEČENJEM



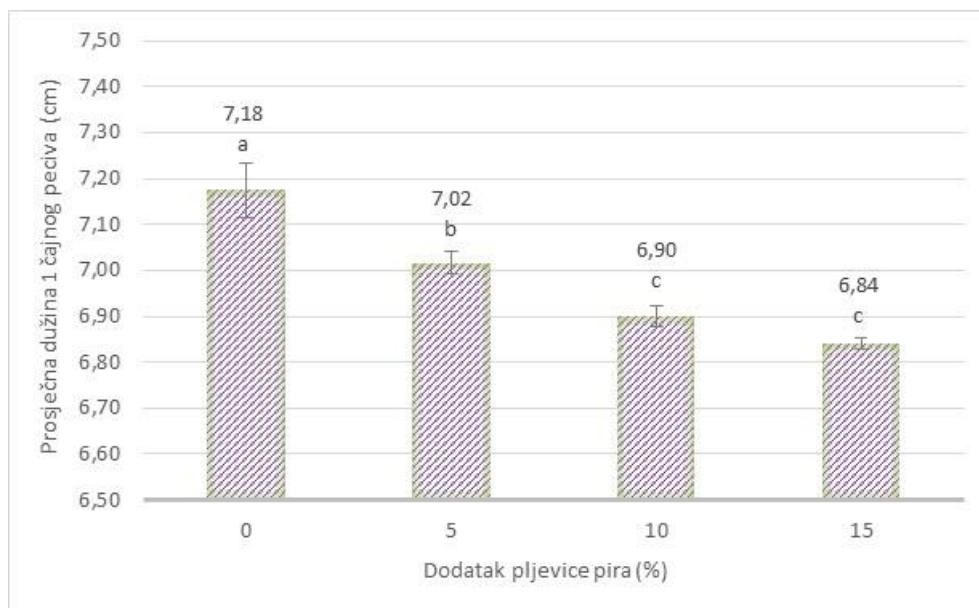
**Slika 9** Gubitak mase tijekom pečenja čajnog peciva s različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira;

10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

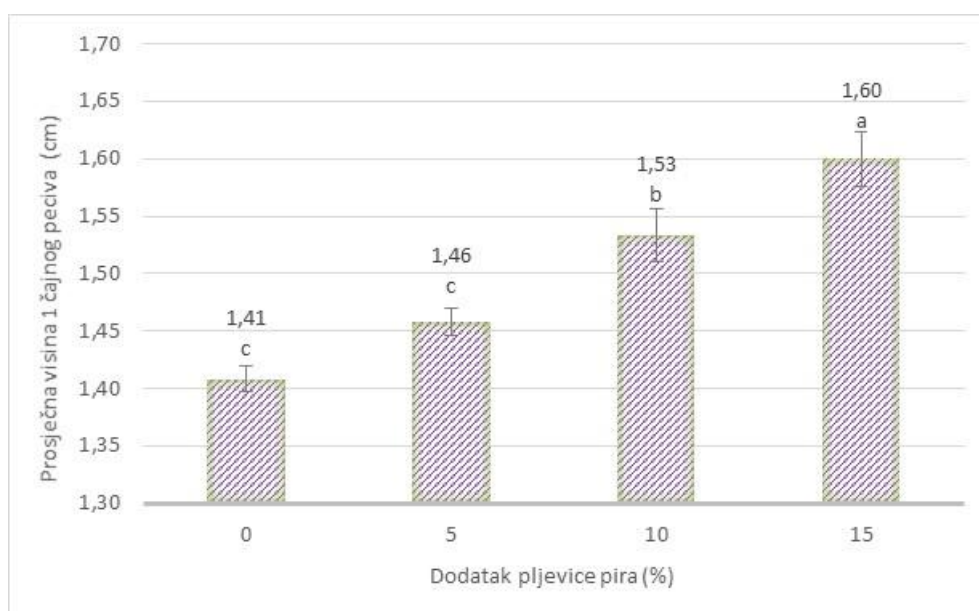
Dinamika gubitka mase tijekom pečenja, određena je isparavanjem vode i lako hlapljivih sastojaka iz uzorka čajnog peciva. Najveći gubitak mase, kako je vidljivo na **Slici 9**, ima čajno pecivo od pšeničnog brašna bez dodatka pljevice pira. Najmanji gubitak mase uočen je kod najveće koncentracije pljevice pira od 15 %, ali prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike vidljivo je da ne postoji nikakva statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) u gubitku mase pečenjem između ispitivanih uzoraka.

#### **4.3. DUŽINA, VISINA I KOEFICIJENT ŠIRENJA ČAJNOG PECIVA**

Dužina čajnog peciva se smanjuje s povećanjem udjela mljevene pljevice pira. Najveću dužinu imalo je čajno pecivo dobiveno od pšeničnog brašna. Statistički značajnija razlika prema Fisher-ovom LSD testu pokazala se između čajnog peciva bez dodatka pljevice pira i s dodatkom 5 i 10 % pljevice pira dok se uzorci s dodatkom 10 i 5 % pljevice pira prema istom testu nisu međusobno statistički značajno razlikovali (**Slika 10**). Kod mjerenja visine rezultati, prikazani na **Slici 11**, pokazuju da najveću visinu ima čajno pecivo s 15 % dodane pljevice pira. Visina se smanjuje proporcionalno smanjenju udjela pljevice pira pa tako najmanju visinu ima čajno pecivo bez dodatka pljevice pira.

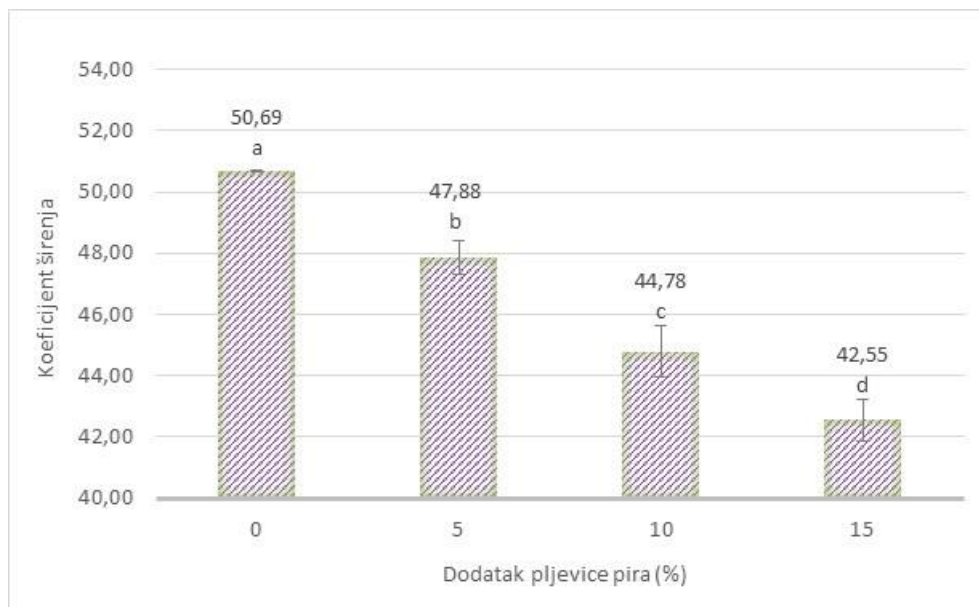


**Slika 10** Prosječna dužina 1 čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)



**Slika 11** Prosječna visina 1 čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

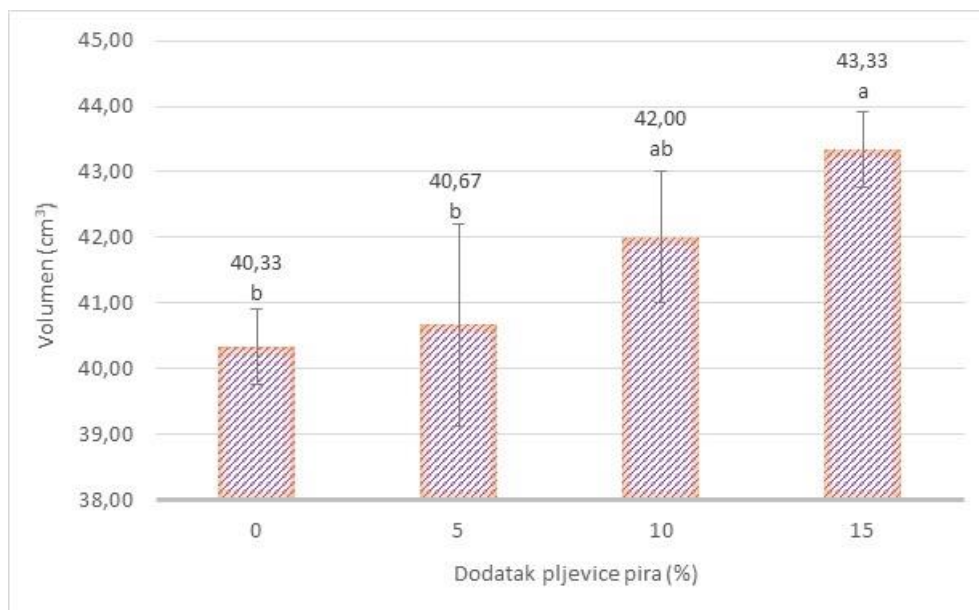
Rezultati određivanja koeficijenta širenja čajnog peciva (**Slika 12**) pokazuju da uzorak čajnog peciva od pšeničnog brašna bez dodatka pirove pljevice ima najveći koeficijent širenja. Dodatak pljevice pira uzrokuje statistički značajno smanjenje koeficijenta širenja. Povećanje udjela dodane pljevice smanjuje koeficijent širenja koji opada proporcionalno s povećanjem udjela pljevice pira.



**Slika 12** Koeficijent širenja čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

#### 4.4. VOLUMEN ČAJNOG PECIVA

Volumen čajnog peciva se povećava proporcionalno s povećanjem udjela pirove pljevice, kao što je vidljivo na **Slici 13**. Najmanji volumen ima čajno pecivo bez dodatka pljevice, a najveći ima čajno pecivo s 15 % pljevice pira. Prema Fisher-ovom LSD testu, između uzorka bez dodatka pljevice pira, s dodatkom 5 i 10 % pljevice pira, nema statistički značajne razlike, kao ni između uzorka s dodatkom 10 i 15 % pirove pljevice.

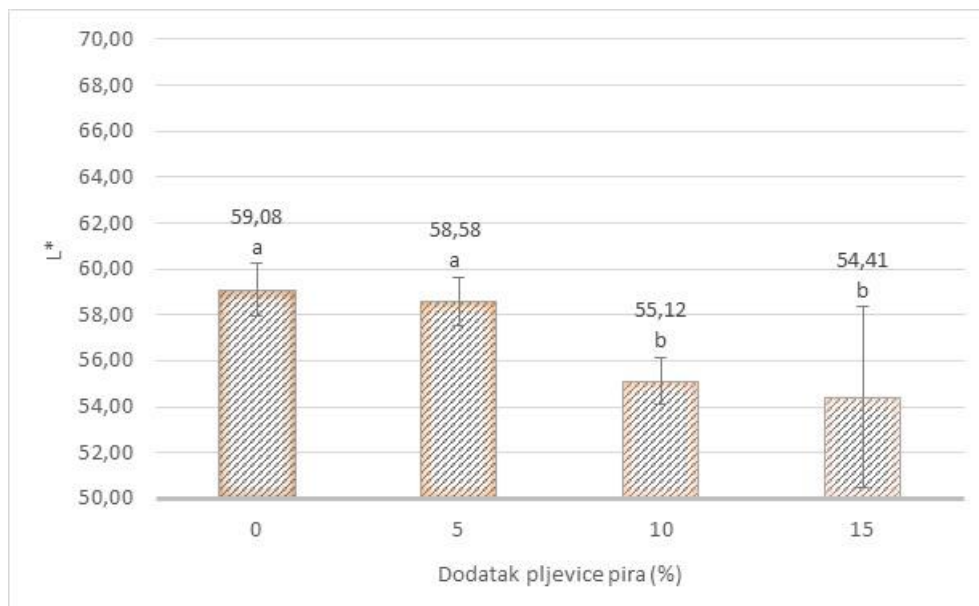


**Slika 13** Volumen čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

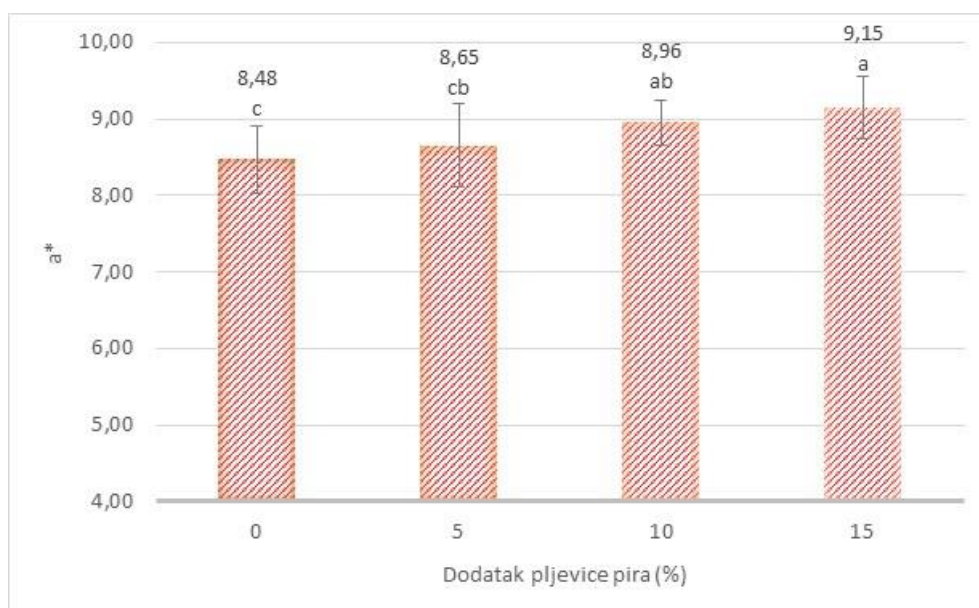
#### 4.5. BOJA ČAJNOG PECIVA

Na **Slikama 14-21** prikazane su izmjerene vrijednosti parametara boje CIE  $L^* a^* b^*$  modela boja, te izračunate vrijednosti promjene boje čajnog peciva od pšeničnog brašna te s raznim udjelima pljevice pira. Prikazani podaci su srednja vrijednost  $\pm$  standardna devijacija; vrijednosti označene istim slovima nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisherovom LSD testu najmanje značajne razlike. **Slika 14** prikazuje vrijednost svjetline, odnosno kordinate  $L^*$ , na površini čajnog peciva od pšeničnog brašna i pšeničnog brašna s dodatkom različitih udjela pljevice pira. Iz slike vidljivo je da svjetlina površine čajnog peciva opada kako raste udio dodane pljevice pira. Tako je čajno pecivo od pšeničnog brašna bez dodatka pljevice pira svjetlije površine od čajnih peciva s dodatkom pljevice. Najtamniju površinu ima čajno pecivo s udjelom pljevice pira od 15 %. Uzorak čajnog peciva s dodatkom pirove pljevice od 15 % ima najveći udio crveno-zelene komponente ( $a^*$ ), a najmanji udio žuto-plave komponente ( $b^*$ ), što je vidljivo na **Slici 15** i **Slici 16**. Vidljivo je, dakle, da udio crveno-zelene komponente raste s povećanjem udjela pljevice pira, a udio žuto-plave komponente opada s porastom udjela pljevice. Što je vrijednost parametra  $+a^*$  bliže nuli, smatra se da je boja

intenzivnije crvena, odnosno više u domeni crvene boje. Manje vrijednosti parametra  $+b^*$  ukazuju na intenzivnije žutu boju, odnosno uzorci su u domeni žute boje.



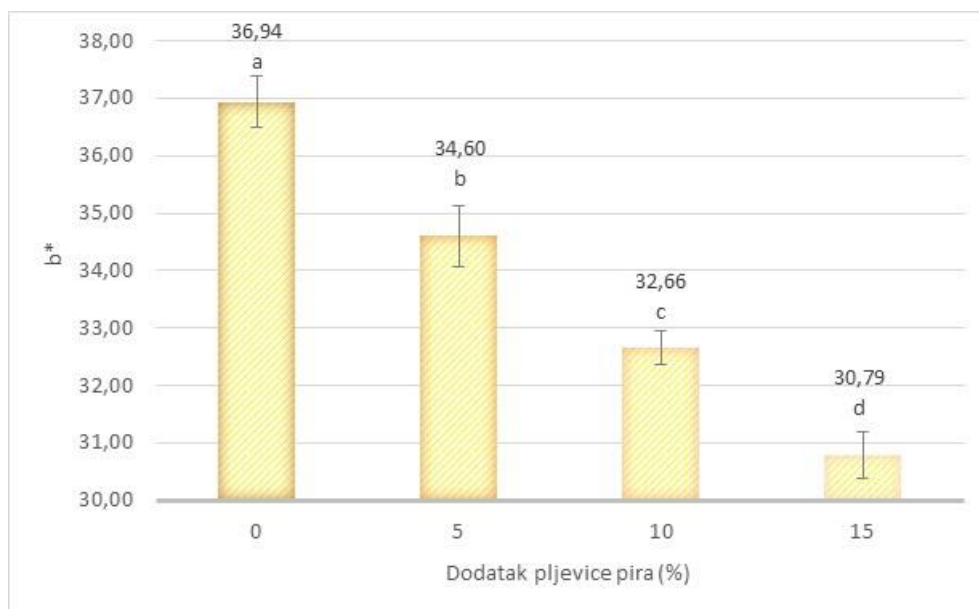
**Slika 14** Vrijednosti svjetline površine čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)



**Slika 15** Vrijednosti kromatske komponente crveno-zelene boje  $a^*$  mjerene na površini čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka



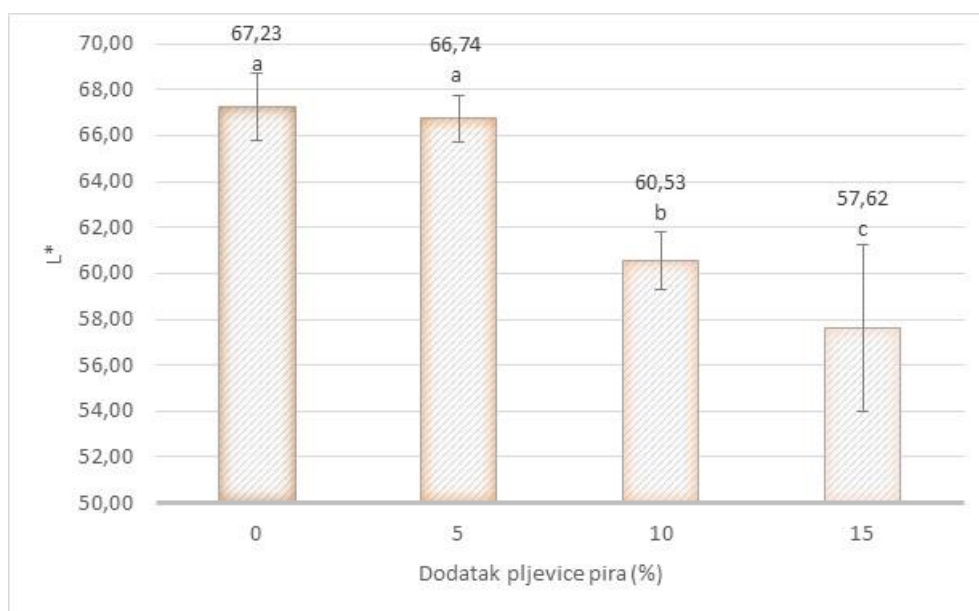
mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)



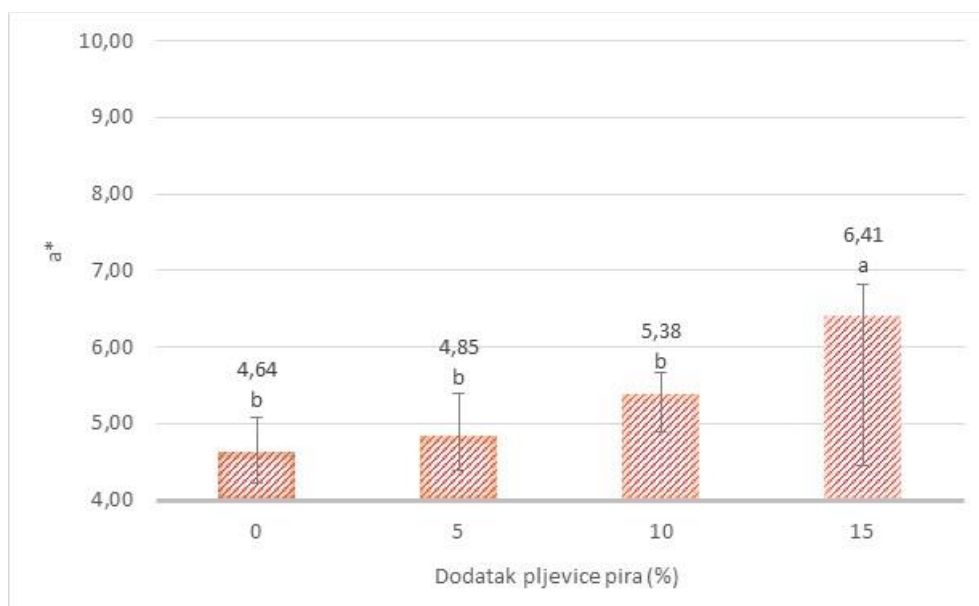
**Slika 16** Vrijednosti kromatske komponente žuto-plave boje  $b^*$  mjerene na površini čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

Kod usitnjenog čajnog peciva, kao i kod mjerenja na površini čajnog peciva, svjetlina (**Slika 17**) opada s većim dodatkom pljevice pira, s time da prema Fisher-ovom LSD testu, nema statistički značajnije razlike između čajnog peciva od pšeničnog brašna i čajnog peciva gdje je dodano 5 % pljevice pira umjesto pšeničnog brašna. Vrijednosti komponenti  $a^*$  i  $b^*$  se, također, odnose jednako kao na površini čajnog peciva. Odnosno, vrijednosti za komponente crveno-zelene boje rastu s porastom udjela pljevice pira (**Slika 18**), a vrijednosti za komponente žuto-plave boje opadaju s veći udjelom pljevice (**Slika 19**). Vidljivo je da je statistički značajnija razlika u crveno-zelenoj boji komponente  $a^*$  vidljiva tek pri dodatku pljevice pira u udjelu od 15%, prema Fisher-ovom LSD testu.

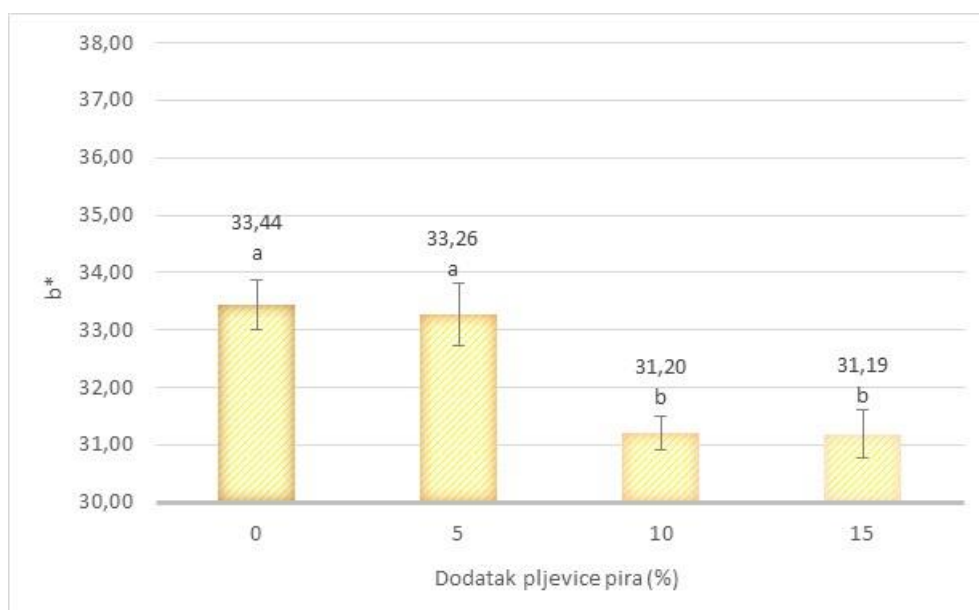




**Slika 17** Vrijednosti svjetline usitnjenog čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

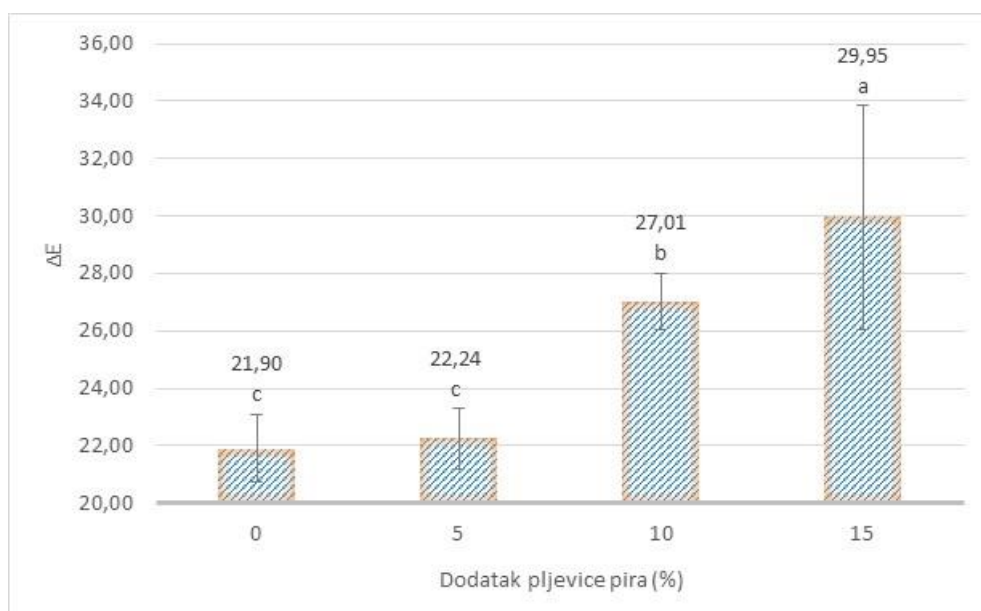


**Slika 18** Vrijednosti kromatske komponente crveno-zelene boje a\* usitnjenog čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)



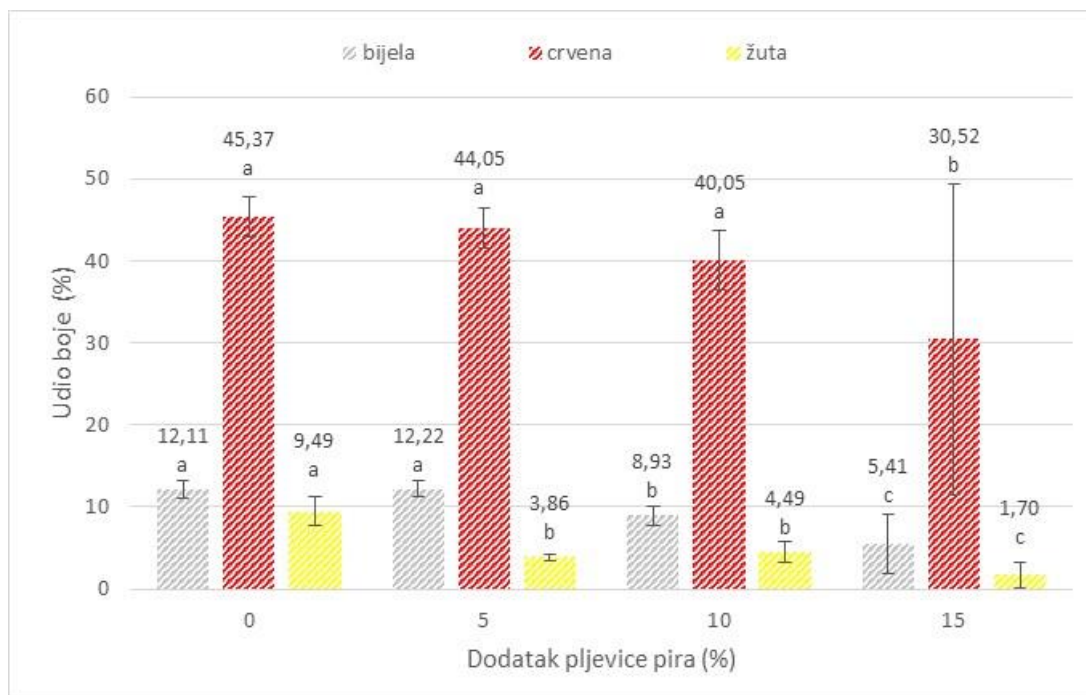
**Slika 19** Vrijednosti kromatske komponente žuto-plave boje  $b^*$  usitnjenog čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

Prema rezultatima mjerenja najveću ukupnu promjenu boje, a što je prikazano na **Slici 20**, imao je uzorak čajnog peciva s dodatkom 15 % pljevice pira i ta se vrijednost statistički značajno razlikuje od vrijednosti ukupne promjene boje ostalih uzoraka. Najmanje vrijednosti ukupne promjene boje je čajnog peciva imali su uzorci bez dodatka pljevice pira, odnosno na uzorku čajnog peciva od pšeničnog brašna.



**Slika 20** Ukupna promjena boje čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

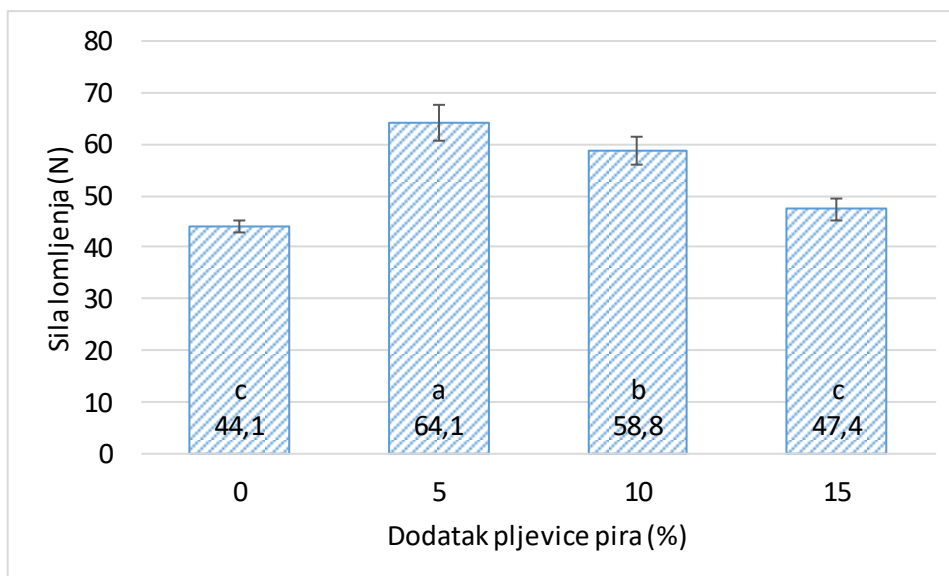
Iz **Slike 21** da se očitati rezultati postotne razlike u izmjerenim komponentama boje obzirom na primijenjena dva različita načina mjerenja: mjerenja boje na površini čajnog peciva i mjerenja boje usitnjenog uzorka čajnog peciva. Očekivano, boja je bila svjetlija kod usitnjenog uzorka i to od 5,41 % kod uzorka s dodatkom 15 % pljevice pira do 12,11 % kod uzorka od pšeničnog brašna. Prema dobivenim rezultatima usporedbe parametra  $a^*$ , boja je bila više u domeni crvene boje kod usitnjenih uzoraka (više za 30,52 - 45,37 %). Rezultati mjerenja parametra  $b^*$  pokazuju da je boja bila više u domeni žute boje kod usitnjenog uzorka nego kod uzorka kojem su parametri bolje mjereni na površini čajnog peciva i to od 1,70 % kod uzorka s dodatkom 15 % pirove pljevice pa do 9,49 % kod uzorka kojem uopće nije dodana pljevica pira.



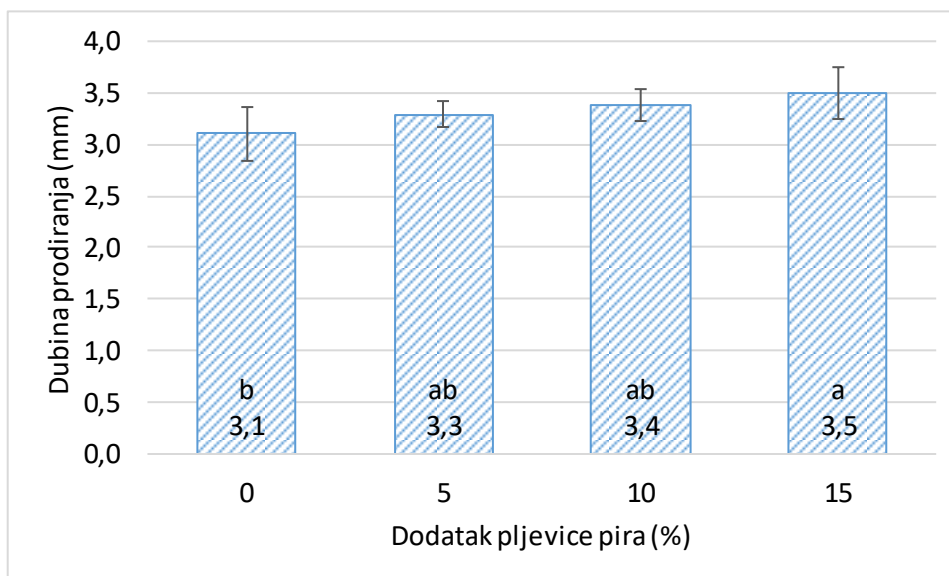
**Slika 21** Razlike u načinu određivanja boje čajnog peciva (površina-usitnjeni uzorak) ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

#### 4.6. TEKSTURA ČAJNOG PECIVA

Sila potrebna za lomljenje čajnog peciva određuje teksturu čajnog peciva. Iz rezultata određivanja teksture prikazanih na **Slici 22** je vidljivo da je najveća sila lomljenja primjenjena kod uzorka čajnog peciva s dodatkom 5 % pljevice pira, a najmanja kod čajnog peciva s najvećim dodatkom pljevice pira od 15 %. Pri određivanju teksture mjeri se prodiranje noža u uzorke čajnog peciva do pucanja uzorka. Nož je prosječno najdublje prodirao kod uzorka čajnog peciva s 15 % dodane pljevice pira. Statistički značajna razlika prema Fisher-ovom LSD testu je u uzorku čajnog peciva od pšeničnog brašna i uzorku čajnog peciva s dodatkom 15 % pljevice pira. Dubinu prodiranja noža u uzorak, to trenutka pucanja uzorka, prikazuje **Slika 23**.

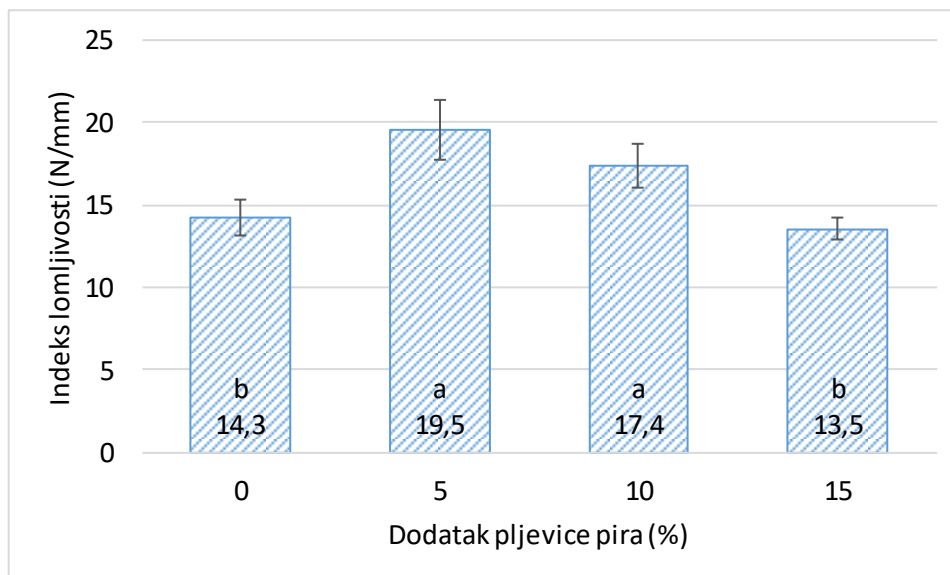


**Slika 22** Sila lomljenja čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)



**Slika 23** Dubina prodiranja noža prilikom lomljenja čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

Indeks lomljivosti, prikazan na **Slici 24**, je najbolji pokazatelj čvrstoće čajnog peciva. On predstavlja kvocijent sile lomljenja i udaljenosti lomljenja. Najveći indeks lomljivosti ima uzorak čajnog peciva s 5 % dodane pljevice pira, dok je najmanji indeks lomljivosti izmjeren kod uzorka čajnog peciva s dodatkom 15 % pirove pljevice.



**Slika 24** Indeks lomljivosti čajnog peciva ovisno o različitim udjelima pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

#### 4.7. SENZORSKA OCJENA ČAJNOG PECIVA

U **Tablici 1** i **2** prikazani su rezultati senzorskih ocjena prihvatljivosti čajnog peciva od pšeničnog brašna i čajnog peciva od pšeničnog brašna s dodatkom pljevice pira u udjelima 5, 10 i 15 %. Prikazani podaci su srednje vrijednosti  $\pm$  standardna devijacija, vrijednosti označene istim slovom u istom stupcu nisu statistički značajno različite ( $p < 0,05$ ) prema Fisher-ovom LSD testu najmanje značajne razlike. Iz tablica se očitava da je senzorski najprihvaćeniji uzorak čajnog peciva od pšeničnog brašna bez dodatka pljevice pira, a povećanjem udjela pljevice dolazi do smanjenja ocjena, a samim time i prihvaćenosti čajnog peciva.

**Tablica 1** Rezultati senzorske ocjene vanjskog izgleda čajnog peciva s dodatkom različitih udjela pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

Čajno pecivo	boja	površina i oblik	srtuktura prijeloma
0	8,79 ± 0,75 <sup>a</sup>	8,79 ± 1,12 <sup>a</sup>	8,58 ± 0,67 <sup>a</sup>
5	8,63 ± 1,09 <sup>ab</sup>	8,75 ± 1,36 <sup>a</sup>	8,25 ± 1,06 <sup>b</sup>
10	8,08 ± 1,44 <sup>ab</sup>	8,50 ± 1,17 <sup>a</sup>	7,71 ± 1,64 <sup>ab</sup>
15	7,67 ± 1,83 <sup>b</sup>	8,04 ± 1,23 <sup>a</sup>	7,04 ± 2,08 <sup>b</sup>

Vanjski izgled čajnog peciva, prikazan u **Tablici 1**, najbolje je ocjenjen kod čajnog peciva od pšeničnog brašna bez dodatka pljevice pira u svim parametrima (boja, površina i oblik, te struktura prijeloma). Dok je najlošije ocjenjen uzorak čajnog peciva s dodatkom 15 % pljevice pira u svim parametrima. Pojedinačno promatrajući parametre površine i oblika, nema statistički značajnije razlike prema Fisher-ovom LSD testu, kod čajnih peciva sa i bez dodatka pljevice pira.

U **Tablici 2** prikazani su rezultati senzorske ocjene mirisa, teksture (u ustima) i okusa, te ukupan dojam čajnog peciva. Najprihvaćeniji je uzorak čajnog peciva od pšeničnog brašna bez dodatka pljevice pira u svim parametrima. Tekstura (u ustima) nema statistički značajnije razlike u uzorcima čajnog peciva od pšeničnog brašna i pšeničnog brašna s dodatkom različitih udjela pljevice pira, prema Fisher-ovom LSD testu.

**Tablica 2** Rezultati senzorske ocjene mirisa i osjećaj u ustima čajnog peciva s dodatkom različitih udjela pljevice pira (0 – čajno pecivo bez dodatka mljevene pljevice pira; 5 – čajno pecivo s 5 % dodatka pljevice pira; 10 – čajno pecivo s 10 % dodatka pljevice pira; 15 – čajno pecivo s 15 % dodatka pljevice pira)

Čajno pecivo	miris	tekstura (u ustima)	okus	ukupan dojam
0	9,00 ± 1,48 <sup>a</sup>	8,25 ± 1,29 <sup>a</sup>	7,92 ± 1,24 <sup>a</sup>	8,17 ± 0,78 <sup>a</sup>
5	7,92 ± 2,15 <sup>ab</sup>	8,13 ± 1,40 <sup>a</sup>	7,71 ± 1,62 <sup>ab</sup>	8,00 ± 1,41 <sup>a</sup>
10	7,79 ± 1,94 <sup>ab</sup>	7,75 ± 1,36 <sup>a</sup>	7,25 ± 1,29 <sup>ab</sup>	7,42 ± 1,24 <sup>ab</sup>
15	7,25 ± 1,22 <sup>b</sup>	7,17 ± 1,61 <sup>a</sup>	6,71 ± 1,47 <sup>a</sup>	7,08 ± 0,85 <sup>b</sup>



## **5. ZAKLJUČCI**

Na osnovi rezultata dobivenih analizom uzoraka čajnog peciva dobivenih od pšeničnog brašna, te pšeničnog brašna dodatkom pljevice pira u udjelima od 5, 10 i 15 %, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

- povećanjem udjela pljevice pira povećava se udio vode u čajnom pecivo,
- tijekom pečenja dolazi do povećanja gubitka mase kako se povećava udio dodane pljevice pira, ali ta promjena nije statistički značajna
- mjerenjem dužina i širine čajnog peciva, utvrđeno je da se dužina smanjuje, a visina povećava s većim udjelom pirove pljevice,
- koeficijent širenja se statistički značajno smanjuje s povećanjem dodatka pljevice pira, dok volumen raste,
- udio pljevice pira od 15 % u čajnom pecivu rezultira smanjenjem svjetline čajnog peciva. Također povećava se vrijednost komponente crveno-zelene boje, što znači da je boja manje u domeni crvene boje, a istovremeno dolazi do smanjenja vrijednosti komponente žuto-plave boje što dovodi do zaključka da je čajno pecivo s većim udjelom pljevice pira više u domeni žute boje od čajnog peciva bez dodatka pljevice
- ukupna promjena boje najuočljivija je kod čajnog peciva s najvećim udjelom pljevice pira od 15 %,
- čvrstoća čajnog peciva, koja je najbolje izražena indeksom lomljivosti čajnog peciva, raste u odnosu na čajno pecivo od pšeničnog brašna s dodatkom pljevice pira od 5 %, no daljnim porastom udjela pljevice opada,
- čajno pecivo od pšeničnog brašna, bez dodatka pljevice pira je senzorski najprihvaćenije u svim promatranim parametrima, a senzorske ocjene opadaju s povećanjem udjela pljevice pira.

## **6. LITERATURA**

- AACC, American Association of Cereal Chemists: AACCI Method 10-50.05, Baking Quality od Cookie Flour, Approved Methods od Analysis. 11 th Edition.
- Gavrilović M: *Tehnologija konditorskih proizvoda*. Zavod za izdavanje udžbenika Novi Sad, Novi sad, 2011.
- Hoseney R.C: *Principles od cereal science and technology*. American Association of Cereal Chemists (AACC), Minesota, USA, 1994.
- Koceva Komlenić D, Jukić M, Kosović I, Kuleš A: *Upute za laboratorijske vježbe*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2014.
- Koceva Komlenić D, Jukić M: Materijali s predavanja na kolegiju „Tehnologija proizvodnje tjestenine i keksarskih proizvoda“. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2018.
- Lukinac Čačić, J: Matematičko modeliranje i optimiranje kinetike promjene boje kruha tijekom pečenja. *doktorski rad*. Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Osijek, 2012.
- Manley D: *Biscuit packaging and storage*. Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England, 1998.
- Manley D: *Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 2000.
- Međimurec T: *Agrotehnika proizvodnje pira (Triticum spelta L.)*. Hrvatska poljoprivredno-šumarska savjetodavna služba, Zagreb, 2018.
- Ministarstvo poljoprivrede: *Pravilnik o žitaricama i proizvodima od žitarica*. Narodne novine 81/16, 2016.
- Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi RH: *Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće*. Narodne novine 46, 2008.
- Mlinar R, Ikić I: Bc Vigor – novi kultivar ozimog pravog pira. *Sjemenarstvo*, Vol. 29 No.1-2, 2012.
- Web (1): <https://sensing.konicaminolta.us/products/cr-400-chroma-meter-colorimeter/> (15.07.2019.)
- Web (2): <http://www.emintech.com/1254hplm.htm> (15.07.2019.)
- Web (3): <https://www.agroklub.com/ratarstvo/pir-nezajtjevna-alternativa-psenici/30005/> (15.07.2019.)